

**SOMMAIRE**

Suivi Global de la Végétation et de ses changements à l'échelle nationale

A. ERRAJI, N. BIJABER, M. YESSEF, M. BOUHALOUA

Projet FORMA: Etudes détaillées pour la cartographie des changements dans le cadre de l'Inventaire Forestier National

N. BIJABER, Z. AHLAFI

Utilisation des méthodes avancées de classification pour la cartographie forestière par télédétection

N. BIJABER, M. GAY, M. YESSEF, M. BOUHALOUA, A. TIKERT, Z. AHLAFI

Conception et mise en place d'un système à base de données NOAA-AVHRR, pour la prévention et le suivi des incendies de forêts au Maroc

H. EZZINE, M. SAIDI, J. L. CASANOVA, A. MONTES, A. GHRIBE

Produits opérationnels d'océanographie spatiale pour le suivi et l'analyse du phénomène d'upwelling marocain

A. ATILLAH, A. ORBI, K. HILMI, A. MANGIN

Télédétection spatiale et SIG pour la gestion intégrée des potentialités aquacoles

H. ARID, H. MOUDNI, A. ORBI, M. TALBAOUI, L. IDRISSE, Z. MASSIK, A. LITTAYE, R. PAOLI

Conception et réalisation d'une chaîne de traitement des données basse résolution NOAA-AVHRR

M. F. SMIEJ, F. PETIT COLIN, M. MORE

Stratification à l'échelle nationale et base de données géophysiques

M. F. SMIEJ, N. ZERROU, A. GIRAUD

Expérimentation sur l'utilisation des données satellitaires de basse résolution pour l'évaluation de l'état hydrique des couverts végétaux

M. F. SMIEJ, B. LACAZE, K. BELABBES

**Suivi Global de la Végétation et de ses changements à l'échelle nationale****A. ERRAJI - N. BIJABER* M. YESSEF M. BOUHALOUA****

* Centre Royal de Télédétection Spatiale,

** Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II,

RÉSUMÉ

Tenant compte du besoin croissant en données et en information permettant le suivi de la végétation et des ressources naturelles en général, à une échelle globale, le CRTS a mis au point une méthodologie adaptée pour la production régulière de certains indicateurs environnementaux sensibles aux variations temporelles de l'état naturel de la végétation. La présente étude met en évidence l'apport de l'imagerie satellitaire basse résolution (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)) qui s'avèrent être un outil indispensable dans la détection et le suivi des changements de la végétation à l'échelle nationale. Deux indicateurs ont été élaborés dans le cadre de cette étude à partir du NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) et de la Température de Surface (LST). La méthode utilisée est inspirée de la méthode dite VLCD (Vector of Land Cover Dynamic) publiée par Raissouni & Sobrino 2001). La fusion des données NOAA-AVHRR utilisés (1-Km) à un zonage qui segmente le paysage marocain en huit classes plus ou moins homogènes a permis l'élaboration de plusieurs cartes et graphes d'évolution de ces indicateurs. L'analyse de l'évolution spatio-temporelle de la magnitude des changements montre une importante dynamique concentrée dans les zones du centre et du Sud-est du pays. Ces changements sont essentiellement liés à l'action conjuguée des facteurs anthropiques et des conditions climatiques sévères qui ont sévit dans ces zones pendant la période de cette étude (1996-2002).

ABSTRACT

With regard to the rapid evolution of natural resources and man made structures, Morocco is facing increasing needs for data and information to assess land cover changes and impacts at broad spatial scales. The proposed paper presents the results of a study on the potential of low resolution images (the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)) for global and spatial-temporal monitoring of vegetation changes ~ Based on the Normalized Vegetation Index (NDVI) and Land Surface Temperature (LST) two indicators are produced for the monitoring of land cover dynamics in the whole country. This method was inspired by the method called Vector of Land Cover Dynamic (VLCD) published by Raissouni and Sobrino (2001). Using the 1-km AVHRR data from 1996 to 2002 and a global zoning (8 items) as mapping criterion several graphs and change maps were elaborated. The analysis of the spatio-temporal evolution of the change magnitude has shown a concentrated land cover dynamic in areas localized in the central and the south-east part of the country. These land cover changes are essentially related to the conjugated actions of severe climate conditions and human actions during this period.

**Projet FORMA : Etudes détaillées pour la cartographie des changements dans le cadre de L'inventaire Forestier National****N. BIJABER*, Z. AHLAFI******* Centre Royal de Télédétection Spatiale****** Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification****RÉSUMÉ**

Cette étude présente l'utilisation de la télédétection spatiale et des systèmes d'information géographique (SIG) pour la détection des changements forestiers sur les cartes de l'inventaire forestier national (JFN) sur trois zones pilotes : Chefchaouen, Azrou et Azilal. La méthodologie adoptée est basée sur la délimitation des classes forestières par photo-interprétation des images Spot à différentes résolutions spatiales acquises à des dates récentes. Des matrices de changement ont été ainsi élaborées présentant de manière quantitative les extensions et régressions des zones forestières. Les résultats obtenus (cartographiques et statistiques) sont un bon outil d'aide à la décision dans le domaine de l'inventaire et de la gestion des ressources forestières.

ABSTRACT

This study presents the use of remote sensing and geography information Systems for the forest change detection in national forests inventory (IFN) maps on three pilot zones : Chefchaouen, Azrou, and Azilal. The methodology used is based on the analysis of multispectral high resolution Spot imagery acquired recently in order to delimit forest areas. Forest change areas are detected by comparing forest inventory maps elaborated in the end of the eighties and maps resulting from satellite data processing. The products obtained (statistical and cartographic maps of extension and regression forest area) are a good decision tool for inventory and managing of forest resources.



Utilisation des méthodes avancées de classification pour la cartographie forestière par télédétection.

BIJABER N.* , GAY M.** , YESSEF M.*** , BOUHALOUA M.*** ,
TIKERT A.*** , AHLAFI Z.****

* Centre Royal de Télédétection Spatiale

** Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan

*** Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

**** Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la lutte contre la Désertification

RÉSUMÉ

A l'instar des autres domaines d'investigations, la recherche forestière bénéficie des outils de télédétection et des progrès technologiques apportés continuellement par ce domaine d'activité. Cette étude a pour objectif l'utilisation des méthodes avancées de classification qui sont de nouvelles méthodes qui interviennent dans le but d'améliorer la cartographie forestière par l'apport de données exogènes d'adaptation caractérisant les espèces forestières. Des cartes au 1/100.000 ont été produites en appliquant les méthodes de classification non supervisée, supervisée puis avancée. Les résultats cartographiques ont été comparés afin de visualiser l'apport des méthodes avancées qui ont pu améliorer les précisions cartographiques et corriger les erreurs issues des autres classifications. La cartographie est réalisée sur les images SPOT-XS de 10 et 20 mètres de résolution et LANDSAT de 30 mètres de résolution spatiale couvrant la forêt d'Azrou.

ABSTRACT

Like other domains of investigations forestry research can benefits from remote sensing tools and the technological progress brought continuously. The present study aims at the use of the advanced methods of classification which are new methods used to improve forest cartography. Throughout utilization of exogenous data characterizing forest types. In order to reach this objective, 1:100.000 maps were produced by applying the unsupervised and supervised methods, and then advanced classification. Cartographic results were compared in order to assess the contribution of the advanced methods which were able to improve cartographic precision and to correct errors stemming from the other classifications. Cartography is realized based on SPOT-XS images of 10 and 20 meters of resolution and LANDSAT of 30 meters on the Azrou forest.



Conception et mise en place d'un système à base de données NOAA-AVHRR, pour la prévention et le suivi des incendies de forêts au Maroc

Hicham EZZINE*, Mariam SAIDI*, José Lois Casanova**, Abel Montes**, Aicha GHRIBE***

*Centre Royal de Télédétection Spatiale

**Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification

***Laboratoire de Télédétection de l'Université de Valladolid.

RÉSUMÉ

Au Maroc, les incendies de forêts constituent une menace permanente à l'égard de l'écosystème forestier, en particulier, au cours des saisons estivales. La présente étude relate les différentes phases de conception méthodologique et de mise en place d'un système de suivi des incendies de forêts, sur la base de données d'observation de la terre, à basse résolution spatiale, qui sont acquises par la station de réception du CRTS. L'outil proposé est constitué de trois composantes :

La première est relative à l'identification des zones forestières à risque de feux, à travers une cartographie globale et dynamique des zones sensibles et vulnérables à la propagation des incendies et ce, à un rythme journalier. La méthode proposée est basée sur la combinaison de deux indicateurs dérivés de l'évolution de l'indice de végétation et de la température de surface, à savoir : l'indice de la sécheresse de la végétation et l'indice de la régression de la végétation.

La seconde est afférente au suivi des feux par la détection et la caractérisation des foyers des feux significatifs dans les zones forestières, survenus avant le passage des satellites. L'algorithme développé est basé sur le seuillage des canaux thermiques (canal 3 et canal 4) et de la réflectance des images NOAA-AVHRR.

La troisième composante concerne l'évaluation des dégâts à travers la cartographie des grandes surfaces brûlées. A ce niveau, deux approches méthodologiques ont été mises en exergue. Une approche de comparaison de deux images, à basse résolution spatiale, acquises avant et après le feu. Cette approche peut être envisagée dans le cas des incendies de grande taille. Une approche basée sur une seule image, de haute résolution spatiale, acquise après le feu, qui permet ainsi une cartographie précise. L'évaluation des résultats obtenus, dans les trois composantes, a montré que la télédétection peut contribuer significativement à la gestion des incendies de forêts. L'étude recommande d'explorer les potentialités offertes par la nouvelle génération des satellites.

ABSTRACT

Forest fires constitute a permanent problem at Moroccan forest ecosystem, in particular, during the summer seasons. The study presents the phases of methodological conception and implementation of a monitoring forests fires system, based on earth observation data, in low spatial resolution, which are acquired by CRTS reception station. The proposed tool is constituted by three components:

The first one is relative to the identification of forests fires risk areas, through a global and dynamic cartography of the sensitive and vulnerable zones and it, in the daily rhythm. The proposed method is based on the combination of two indicators derived of the evolution of the NDVI and land surface temperature, namely: vegetation drought index and vegetation regression index.

The second is concerned to the follow-up of fires by the detection and the characterization of hot spot, arisen before the passage of satellites. The developed algorithm is based on the threshold of thermal channel (channel 3 and channel 4) and reflectance channel.

The third component concerns the evaluation of the damages through the cartography of the burned areas. At this level, two methodological approaches were developed. An approach of comparison of two images, in low spatial resolution, acquired before and after the fire. This approach can be envisaged in the case of the large fires. An approach based on a single image, of high spatial resolution, acquired after the fire, which allows a precise cartography. The result evaluation, in three components, showed that the remote sensing can contribute significantly to forest fires management. The study recommends to investigate the potentialities of the new generation of satellites.



Produits opérationnels d'océanographie spatiale pour le suivi et l'analyse du phénomène d'upwelling marocain

Abderrahmane ATILLAH*, **Abdellatif ORBI****, **Karim HILMI****
Antoine MANGIN***

*Centre Royal de télédétection Spatiale,
** Institut National de la Recherche Halieutique,
*** ACRI-st,

RÉSUMÉ

L'upwelling côtier du Maroc est un phénomène physique et biologique complexe, caractérisé par une grande fluctuation dans l'espace et dans le temps, et nécessite un suivi régulier et permanent pour appréhender sa dynamique spatiale et temporelle. Pour répondre à ce besoin et vue l'influence des événements d'upwelling sur les ressources halieutiques du pays, le Centre Royal de Télédétection Spatiale (CRTS), a mené un projet « GERMA », en partenariat avec l'Institut National de la Recherche Halieutique (INRH), pour développer des méthodologies et des outils générant des produits opérationnels permettant la caractérisation et le suivi continu des remontées des eaux froides le long des côtes atlantiques marocaines. Le principal objectif est de mettre à la disposition des utilisateurs des informations spatiales synthétiques sous forme de produits opérationnels traduisant différents paramètres environnementaux, permettant la surveillance et l'évaluation de la dynamique spatio-temporelle de l'upwelling côtier. Ce travail vise l'exploitation des données spatiales de base (température de surface de la mer « TSM » et chlorophylle a) combinées avec les mesures in situ, pour élaborer d'une manière automatique et routinière à partir d'applicatifs spécifiques, des produits « upwelling » prenant en considération les spécificités géographiques et océanographiques de la région. Il s'agit plus particulièrement des produits indices d'upwelling renseignant sur la présence et l'intensité de l'upwelling, des produits issus du modèle hydrodynamique 3D caractérisant les zones de rétention et des produits séries temporelles représentatifs de la dynamique spatio-temporelle du phénomène et directement intéressants pour l'activité halieutique.

Une base de données de ces différents paramètres océanographiques et météorologiques (température de l'air et vent) est constituée sous forme de couches d'information moyennant un Système d'Information Géographique qui permet la consultation simultanée de ces différents indicateurs caractérisant le phénomène d'upwelling.

ABSTRACT

The Moroccan coastal upwelling is a complex physical and biological phenomenon requiring a regular and permanent monitoring to apprehend its dynamic in time and space. In order to meet this need and considering the influence of the upwelling events on the Moroccan marine resources fluctuations, the Royal Centre for Remote Sensing (CRTS) in collaboration with the National Institute for Fisheries Research (INRH), has carried out GERMA (Management of Marines Resources) project to develop useful tools and applications to generate operational products to characterize and monitor cold water along Moroccan coastal. The main objective is to provide users continually by space synthetic products informing about environmental parameters and permitting to evaluate and to survey the coastal upwelling dynamic in space and time.

This study aims at exploiting basic space data (Sea Surface Temperature (SST), ocean colour data) combined with in situ data in order to generate routine "upwelling" products taking into account the local geographical and oceanographic specificities. The main products are the upwelling index product informing about the existing and the intensity of the upwelling phenomenon, the 3D model product characterising the upwelling retention area and the time series product representing the time and space upwelling dynamic for supporting fisheries activities.

A data base including various oceanographic and meteorological parameters was set up. Using a Geographical Information System, this data base allows monitoring several parameters to characterise the upwelling fluctuations in time and space.

**Télédétection spatiale et SIG pour la gestion intégrée des potentialités aquacoles**

H. Arid*, H. Moudni* A. Orbi**, M. Talbaoui**, J. Lakhdar Idrissi**,
Z. Massik** A. Littaye,
R. Paoli***

* Royal Center for Remote Sensing
** Institut National de Recherche Halieutique
*** ACRI-st

RÉSUMÉ

L'aquaculture constitue un potentiel de développement considérable pour l'activité économique marocaine des produits de la mer. La mise en valeur et l'exploitation efficaces de ce potentiel requièrent d'une part une connaissance approfondie des écosystèmes et de leur potentiel et, d'autre part, la mise en œuvre d'outils de gestion permettant un suivi régulier et l'orientation des stratégies de mise en valeur.

Dans le contexte, et dans le cadre d'un projet cofinancé par l'UE, le CRTS et l'INRH ont réalisé une étude pour le développement d'outils et de systèmes opérationnels pour la valorisation et la gestion des sites aquacoles le long du littoral marocain. A cet égard, une méthodologie de délimitation des zones optimales pour l'installation de fermes aquacoles a été élaborée en se basant sur la combinaison de données satellitaires et de mesures in situ moyennant un système d'informations géographiques adapté. Ce système couvre actuellement trois sites : la baie ouverte de Mdiq, la lagune fermée de Nador et la baie semi ouverte de Dakhla. Ce projet s'est déroulé en deux phases :

1. La constitution d'une base de données pour approfondir les connaissances sur les caractéristiques moyennes dans les trois sites. En plus des documents alphanumériques (données météorologiques et socio-économiques), la base de données contient une série d'images satellites haute résolution (Spot et Landsat) acquises pendant des conditions particulières de vent et de pluviométrie. Deux indices ont été calculés : un indice de turbidité et un indice de Température de Surface de la Mer. En outre, la spatialisation des données de campagnes océanographiques a permis de générer des couches d'information des paramètres physico-chimiques des eaux. Enfin, un modèle hydrodynamique a été élaboré pour la simulation de situations extrêmes de risque. Au terme de cette première phase, une série de cartes thématiques a été élaborée pour chaque site.

2. L'élaboration d'un outil d'analyse utilisant les outils de traitement des Systèmes d'Informations Géographiques pour la mise en relation des différentes couches d'information de la base de données. A l'issue de cette deuxième phase, un modèle a été développé pour l'automatisation du processus de délimitation des zones favorables pour l'aquaculture. L'utilisation de ce modèle peut être étendue pour la prospection de tout le littoral marocain.

Enfin, une interface utilisateur, a été développée pour faciliter la navigation dans la base de données, la consultation des cartes thématiques et la délimitation des zones aquacoles par espèce et par technique d'élevage. Enfin, une interface utilisateur, a été développée pour faciliter la navigation dans la base de données, la consultation des cartes thématiques et la délimitation des zones aquacoles par espèce et par technique d'élevage.

**ABSTRACT**

The aquaculture constitutes a real potential for the Moroccan economic activity related to the sea products. The efficient development and the exploitation of this potential require on the one hand a thorough knowledge of the ecosystems and their potential and, on the other, the setting of management tools allowing a regular follow-up and the orientation of the policies and strategies of development.

In this context, and in the framework of the APPUIT project co financed by the European Union, the Royal Centre for Remote Sensing and the National Institute of Halieutic Research carried out a project for the development of operational tools systems for the valorisation and the management of the aquacole areas along the Moroccan coast. Thus, a methodology of delimitation of the optimal zones for the installation of aquacole farms was elaborated while being based on the combination of satellite data and in situ measurements realizing an adapted geographical information system.

This system currently covers three sites corresponding to 3 different situations: off shore site of M'diq, the lagoon of Nador and the semi opened bay of Dakhla. This project was proceeded in two phases:

1. The development of a data base, as complete as possible, to improve knowledge on the dynamics of water and its average characteristics in the three sites. In addition to the alphanumeric documents (weather data and socio-economic aspects), the database contains a series of high resolution satellite images (Spot and Landsat) acquired during particular periods corresponding to specific conditions of wind and pluviometry. Two indexes were calculated: an index of turbidity and an index of the sea surface temperature. Moreover, the spatialization of the oceanographic data campaigns, collected through INRH was used to generate layers of information related to the physicochemical aspects of water. Lastly, a hydrodynamic model was built for simulating extreme situations. At this stage, a series of thematic charts were elaborated (maps of the environmental characteristics, maps of risks, maps of water quality).

2. The development of an analysis instrument using tools related to the geographical information systems for the combination of various layers of information in the database. Four types of criteria were retained: environment of the site (exploitation of maritime space and rivers contributions); the coastal structures (bathymetry and features of the coast); the water quality (anoxia risks and toxic algae) and the dynamics of water (hydrodynamics and exceptional turbidity).

The "thresholds of aquacole potentiality" of each criterion has been identified. At the end of this second phase, a model was developed for the automation of the process related to potential zones delimitations for the aquaculture. The use of this model could be extended for prospecting the entire Moroccan coastal zone.

Lastly, a user interface was developed to facilitate the use of the database, the consultation of the thematic maps sets and the delimitation of the aquacole zones based on species and breeding techniques.



Conception et réalisation d'une chaîne de traitements des données basse résolution NOAA-AVHRR

M.F. Smiej*, F. Petit Colin**, M. Morel**

* *Centre Royal de Télédétection Spatiale*
** *ACRI-ST*

RÉSUMÉ

Dans le cadre de l'action GLOVE du projet APPUIT, une chaîne de traitements des données de basse résolution AVHRR a été développée au Centre Royal de Télédétection Spatiale pour doter les autres actions thématiques dans le domaine de la foresterie et de l'océanographie en données de base pour leurs actions respectives.

Le présent article présente la méthodologie suivie en matière de conception et de réalisation de la chaîne de traitements, les différents algorithmes utilisés, le système de contrôle de qualités des produits et quelques illustrations de résultats.

ABSTRACT

In the context of the GLOVE activity for the APPUIT project, the processing chain for low resolution AVHRR data was developed in the Royal Centre of Remote Sensing. This data are used by the other thematic actions of the project in the field of forestry and oceanography.

In this paper, the methodology in the design and implementation of this chain is presented. The examples of the final products and the quality control process are illustrated.

**Stratification à l'échelle nationale et base de données géophysiques****M.F. Smiej^{*}, N. Zerrou^{*}, A. Giraud^{**}***^{*}Centre Royal de Télédétection Spatiale
^{**}GEOMEDITERRANEE***RÉSUMÉ**

Ce papier présente un travail de constitution d'une base de données géophysiques de bases qui permettent par le biais de croisements multicritères d'aboutir à un zonage adapté au suivi de la végétation à l'échelle nationale basé sur l'utilisation des données satellitales de basse résolution. On y présente la méthodologie utilisée pour la réalisation de la carte d'occupation du sol réalisée par photo interprétation d'une spatio-carte obtenue par une mosaïque de données Landsat sous échantillonnés et par l'assimilation de données exogènes disponibles. Les autres plans de base sont aussi explicités. A la fin de l'article, une proposition du zonage à l'échelle nationale est présentée qui englobe à la fois des critères naturels qu'anthropiques.

ABSTRACT

This paper presents the implementation of the basic geophysics data base at national scale that can be used to elaborate the zoning adapted to the vegetation monitoring system based on the use of the low resolution satellite data AVHRR.

The land cover map at national scale using the photo interpretation of mosaic of resampled landsat images and other auxiliary available data. Finally, a national scale zoning is proposed and includes at the same time natural and anthropic criteria.



Expérimentation sur l'utilisation des données satellitales de basse résolution pour l'évaluation de l'état hydrique des couverts végétaux

M.F. Smiej^{*}, B. Lacaze^{**}, K. Belabbes^{***}

** Centre Royal de Télédétection Spatiale*

*** PRODIG - CNRS*

**** IAV Hassan II*

RÉSUMÉ

Le présent article relate l'expérimentation menée dans le cadre de l'action GLOVE du projet APPUIT, pour évaluer la faisabilité de l'utilisation des données satellites de basse résolution AVHRR pour l'estimation de l'état hydrique des couverts végétaux. Une campagne de mesures terrains a été menée pendant la saison agricole, pour la comparaison avec les résultats issus des données satellites. Dans une première phase, une comparaison entre les températures de surfaces obtenues à partir des données satellites et celles des mesures de terrains est présentée. Ensuite, les résultats d'estimation de l'évapotranspiration à partir des données AVHRR, utilisant des méthodes directes, sont exposés. Dans le troisième volet de cette étude présente les méthodes permettant l'élaboration d'un indice de sécheresse à partir des données satellites et les résultats aussi bien à l'échelle nationale que locales.

ABSTRACT

This article reports the experimentation carried out in the context of the action GLOVE of the APPUIT project, to evaluate the use of the satellite data of low resolution AVHRR in the estimation of the dryness of the vegetation. In the first part, the field measurements are presented. Those were carried out during the agricultural season, for the comparison with the results extracted from the satellite data. The second part presents a comparison between the temperatures of surfaces obtained from the satellite data and those measured in the fields. The evapotranspiration is calculated from the AVHRR using the direct method and compared with that measured in the field. Finally, the triangle method was used to calculate and evaluate the Temperature-Vegetation Dryness Index (TVDI) at national and local scales.