

SOMMAIRE**Cartographie forestière détaillée à partir des images satellite à très haute résolution spatiale.**

Abdelmoula LEFHAILI, Nouredine BIJABER

Apport de l'imagerie à très haute résolution pour la satisfaction des besoins en information géographique pour l'aménagement urbain et régional

Zouhair Benbahria, Imane Sebari

Impact des processus érosifs sur les ressources naturelles des bassins hydrographiques et sur l'état d'envasement des retenues de barrages : Application au Bassin Versant de l'Oued Beht en amont du barrage El Kansra (Maroc)

Rabii EL GAATIB, Ahmed ERRAJI, Abdelkader LARABI

Changement à long terme et tendance de l'activité de l'upwelling du système du courant des Canaries à partir de l'imagerie satellite

Aïssa Benazzouz, Hervé Demarcq, Mohamed Chagdali, Soumia Mordane, Abdellatif Orbi, Karim Hilmi, Abderrahman Atillah, Jamila Larissi, Ahmed Makaoui, Omar Ettahiri, Amina BErraho

Remote sensing and GIS contribution to the detection of coastal areas prone to flooding hazard (tsunami and meteo-waves, storm surge, flash floods) in W-Morocco

B.Theilen-Willige, H. Ait Malek, M. Ait Ougougdal, E. Boumaggard, W. Buchert, M. Chaibi, A. Charif, F. El Bchari, R. Löwner, J. Müller, C. Nakhcha, M. Ridaoui.

L'apport des vents climatologiques de COADS et QUIKSCAT dans la modélisation de la SST au Sud du MAROC

Abderrahim MOUJANE, Mohamed CHAGDALI, Soumia MORDANE

RUBRIQUE PROJET**Le Système d'observation des changements et des dynamiques territoriales des oasis de Tafilalet par Télédétection Spatiale**

Fatima BARKAN, Mohamed LAAGUEL

Cartographie forestière détaillée à partir des images satellite à très haute résolution spatiale**ABDELMOULA LEFHAILI ⁽¹⁾ ET NOUREDDINE BIJABER ⁽²⁾**

⁽¹⁾ Haut Commissariat Aux Eaux et Forêts et à La Lutte Contre La Désertification, Rabat, Maroc.

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

RÉSUMÉ

Cette étude présente l'utilisation de l'imagerie satellite à très haute résolution spatiale pour la cartographie forestière détaillée au niveau de la zone de Chefchaouen. La méthodologie adoptée est basée sur la délimitation des strates forestières par photo-interprétation des images QuickBird acquises en 2008. La vérification cartographique est basée sur un échantillonnage dont une partie est utilisée comme vérité terrain et une autre pour la validation de la cartographie. Des tableaux de contingence ont été élaborés afin d'évaluer le degré des précisions de la cartographie réalisée. De même, une analyse comparative des différentes phases de cartographie forestière à partir des photographies aériennes et des images satellite a été effectuée. 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.

Mots clés : télédétection, SIG, cartographie forestière, Rif.

ABSTRACT

This study shows the use of high resolution data in detailed forest mapping in Chefchaouen area. The methodology is based on processing of QuickBird data acquired in 2008 in order to extract forest classes. The cartographic validation is approached by a rigorous method based on a sampling which is partly used as ground truth and for the validation of the mapping. Contingency tables were developed to assess the degree of detail of the performed mapping. Similarly, a comparative analysis of different phases of forest mapping from aerial photographs and satellite images was performed. The obtained results (maps and statistics) are a good decision tool for inventory and managing forest resources.

Key words: Remote sensing, GIS, forest mapping, Rif.

Apport de l'imagerie à très haute résolution pour la satisfaction des besoins en information géographique pour l'aménagement urbain et régional

ZOUHAIR BENBAHRIA⁽¹⁾, IMANE SEBARI⁽²⁾

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

⁽²⁾ Département de Cartographie Et Photogrammétrie Institut Agronomique Et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

RÉSUMÉ

La gestion du phénomène urbain et de ses conséquences sociales et environnementales est un des défis majeurs de ce siècle. Face à ce constat, des besoins en outils de gestion et de planification ainsi qu'en données spatiales à intégrer à ces outils sont bien identifiables.

L'éventail des possibilités offertes par la télédétection spatiale dans l'établissement des documents d'urbanisme reste extrêmement riche. En effet, les images satellitaires sont devenues un potentiel important d'acquisition d'information géographique et de gestion du territoire, surtout avec l'arrivée des images de résolution métrique et submétrique dites de Très Haute Résolution Spatiale (THRS).

Cette étude a permis de mettre en exergue les potentialités offertes par les nouveaux capteurs THR en termes de précision cartographique, échelle de restitution et de production de l'information géographique utiles pour des questions d'aménagement à l'échelle urbaine et régionale.

Mots clés : Aménagement, Urbanisme, Image satellite THR, Qualité géométrique, Correction géométrique, RPC, Potentiel cartographique, Régional.

ABSTRACT

Management of the urban phenomenon and its social and environmental impact is a major challenge of this century. Given this situation, requirements in term of management tools as well as spatial data to integrate with them are easily identifiable.

The range of possibilities offered by remote sensing in the establishment of planning documents is extremely proven. Indeed, satellite images offer an important potential for geographic information acquisition and land management, especially with the arrival of images with metric and submetric resolution called Very High Spatial Resolution (THRS).

This study highlight the potential of new sensors THRS in terms of mapping accuracy and production of useful geographic information for development in urban and regional issues.

Keywords: Urban planning, Satellite imagery, (VHR), Geometric quality, Geometric correction, Cartography potential, Regional

Impact des processus érosifs sur les ressources naturelles des bassins hydrographiques et sur l'état d'envasement des retenues de barrages : Application au bassin versant de l'Oued Beht en amont du barrage El Kansra (Maroc)

RABII EL GAATIB ⁽¹⁾, AHMED ERRAJI ⁽²⁾ & ABDELKADER LARABI ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Rabat, Maroc.

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

RÉSUMÉ

L'état initial du bassin versant de l'Oued Beht (430.728 ha) est caractérisé par une vulnérabilité socio-écologique ayant trait aux processus érosifs altérant son comportement hydrologique d'une part en matière d'efficacité de production d'une eau de bonne qualité et en quantité suffisante en aval, et d'autre part son pouvoir de protection des sols base de toutes activités agricoles et sylvo-pastorales. L'approche utilisée dans ce travail permet d'évaluer l'ampleur de l'érosion hydrique impliquant la dégradation des sols au niveau du Beht ainsi que les impacts et les risques potentiels et réels qui peuvent être engendrés sur l'ouvrage hydro-agricole, si rien n'est fait. En effet, l'érosion s'avère active et apparente sur plus des 3/4 du bassin versant. L'appareil érosif se manifeste par la combinaison de plusieurs formes notamment en nappe, en rigole et en ravinement. Globalement, les zones à grands risques d'érosion correspondent particulièrement à des terrains moyennement accidentés avec un taux de friabilité des sols assez élevé et un taux de recouvrement faible à très faible. Par ailleurs, l'examen des états biophysiques associé à l'analyse des événements hydrométéorologiques ont permis de mettre au devant les sous-bassins versants qui contribuent énergiquement à l'envasement du barrage El Kansra situé en aval. Ces sous-bassins sont caractérisés par des cycles de formation de crues et des temps de retour contribuant à hauteur de 88 % à cet envasement, soit une perte dans la capacité de stockage de la retenue de 1,88 Mm³/an.

Mots clés : processus érosifs, crues, bassin versant, barrage El Kansra,

ABSTRACT

The initial state of the watershed of Oued Beht (430.728 ha) is characterized by a socio-ecological vulnerability related to erosion processes altering its hydrological behavior in terms of efficiency to produce good water quality and sufficient quantity of one hand, and to maintain the soils basis of agricultural, pastoral and forestry activities, of other hand. The approach used in this work allows evaluating the importance of water erosion involving land degradation at the Beht, and identifying the impacts of potential and real risks that can be engendered in the dam, if nothing is done. The erosion appears active and visible on more than 3/4 of the watershed. The erosion process is characterized by the combination of several types of erosion including sheet, rill and gully erosion. Overall, these areas, known especially for their high risk of erosion, correspond to moderately accidents land with a fairly high rate of soil friability and lower or very lower recovery rate. The analysis of biophysical aspects and hydrometeorological events identified the areas strongly contributing to El Kansra dam siltation. These sub-basins are characterized by cycles of flood formation and return times contributing at 88 %, this is a loss of 1,88 Mm³/year in storage capacity of the dam.

Key words: erosion processes, floods, watershed, El Kansra dam, siltation.

Changement à long terme et tendance de l'activité de l'upwelling du système du courant des Canaries à partir de l'imagerie satellite

Aïssa BENAZZOUZ^(1, 2), Hervé DEMARCQ⁽³⁾, Mohamed CHAGDALI⁽¹⁾, Soumia MORDANE⁽¹⁾, Abdellatif ORBI⁽²⁾, Karim HILMI⁽²⁾, Abderrahman ATILLAH⁽⁴⁾, Jamila LARISSI⁽²⁾, Ahmed MAKAOUI⁽²⁾, Omar ETTAHIRI⁽²⁾ et Amina BBRAHO⁽²⁾

⁽¹⁾ Faculté des Sciences Ben M'Sik, Casablanca, Maroc.

⁽²⁾ Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc.

⁽³⁾ Institut de Recherche pour le Développement, Montpellier, France.

⁽⁴⁾ Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat, Maroc.

RÉSUMÉ

Nous proposons un résumé des connaissances actuelles sur l'impact du réchauffement global sur les grandes tendances des upwellings côtiers des bords Est à l'échelle mondiale. Des analyses statistiques des changements à long terme des tendances linéaires de l'activité de l'upwelling le long de l'écosystème d'upwelling des Canaries et du Portugal ont été réalisées afin de vérifier l'hypothèse de Bakun (1990) qui stipule une intensification du vent favorable à l'upwelling et par conséquent un refroidissement des eaux côtières et une intensification des upwellings.

Les tendances linéaires de l'intensité de l'upwelling en termes respectivement de forçage atmosphérique (tension du vent) et de réponse océanique (température de surface de la mer (SST)), dérivées des données satellites, ont été calculées et documentées sur des sous-zones qui présentent un certain niveau d'homogénéité spatiale et temporelle, avec un regard particulier sur le Cap Ghir (30.5°N) qui a fait l'objet de plusieurs études. Les résultats de cette analyse montrent une intensification significative du vent favorable à l'upwelling, mais accompagnée d'un réchauffement des eaux d'upwelling vérifiant ainsi partiellement l'hypothèse de Bakun (1990) sur notre région.

Mots clé : Upwelling ; Réchauffement global ; Tendance ; Télédétection spatial ; SST ; Vent.

ABSTRACT

We provide a summary of current knowledge on the impact of global warming on the major trends of coastal upwelling of worldwide western edges. Statistical analyzes of long-term changes of linear trends of the upwelling activity along the Canary and Portugal upwelling ecosystem were carried out in order to verify the hypothesis of Bakun (1990) which states an intensification of the upwelling favorable winds and therefore a cooling of coastal waters and an increasing of upwelling.

Linear trends of the upwelling intensity in terms respectively of atmospheric forcing (wind stress) and oceanic response (Sea surface temperature (SST)), derived from satellite data, were calculated and documented on spatial and temporal homogeneous upwelling sub- areas, with a particular focus on the Cape Ghir (30.5 ° N) which has been widely studied. The results of this analysis indicate a significant intensification of the upwelling favorable winds, but associated with a warming of upwelling waters thus satisfying partially the hypothesis of Bakun (1990) on our region.

Keywords : Upwelling, Global warming, Trends, Remote sensing, SST, Wind.

Remote sensing and GIS contribution to the detection of coastal areas prone to flooding hazard (tsunami and meteo-waves, storm surge, flash floods) in W-Morocco

B. Theilen-Willige⁽¹⁾, H. Ait Malek⁽²⁾, M. Ait Ougougdal⁽²⁾, E. Boumaggard⁽²⁾, W. Buchert⁽¹⁾, M. Chaibi⁽²⁾, A. Charif⁽²⁾, F. El Bchari⁽²⁾, R. Löwner⁽¹⁾, J. Müller⁽¹⁾, C. Nakhcha⁽²⁾, M. Ridaoui⁽²⁾

⁽¹⁾TU Berlin, Institute of Applied Geosciences, Berlin, Germany

⁽²⁾ Université Cadi Ayyad, Faculté Polydisciplinaire, Équipe de Géomorphologie, Environnement et Gestion du Littoral (GEGEL), Safi, Maroc

ABSTRACT

Cette étude considère l'aide fournie par les données de télédétection, l'intégration des outils SIG et des bases de données spatiales pour la délimitation des sites potentiels susceptibles d'être inondés dans les zones côtières de l'ouest du Maroc, en particulier en raison de crues soudaines, des tempêtes et des vagues de tsunami. Deux types d'inondations sont principalement distingués: les inondations ou crues provoquées par les fortes pluies et les submersions marines, causées par les vagues de tempêtes. À l'échelle régionale, les zones exposées au risque d'inondation sont déterminées suite à l'intégration des données de télédétection, des données bathymétriques et topographiques, géologiques et sismo-tectoniques, ainsi que les données des submersions marines (tsunamis historiques, ras de marée). Les mouvements tectoniques ne sont pas les seules causes d'un tsunami, tout dépend de la façon avec laquelle la structure et la topographie sous-marine change. Il existe d'autres phénomènes qui peuvent déclencher un tsunami tels que les glissements de terrain sous-marins.

Keywords : Remote Sensing – GIS – Flood – Tsunami – Satellite images – Landsat – RapidEye – Ikonos – Morocco.

RÉSUMÉ

This study considers the support provided by remote sensing data, GIS integrated tools and spatial databases for the delineation of potential sites susceptible to flooding in the coastal areas of West-Morocco, especially due to flash floods, storm surge, meteo- and tsunami waves. Hereby, mainly two types of flooding are distinguished: land-borne floods, or river flooding, caused by run-off brought on by heavy rains, and sea-borne floods, caused by high energetic flood waves. On a regional scale the areas prone to potential flooding are determined by an integration of remote sensing data, bathymetric / topographic data, geologic and seismotectonic data, as well as data of historic tsunamis. In addition to tectonic movements there are various further sources and other probable tsunamigenic sea bottom structures, which may be considered responsible for severe tsunami events such as submarine landslides.

Mots clés : Télédétection – SIG – Inondation – Tsunami – Images satellite – Landsat – RapidEye – Ikonos – Maroc.

L'apport des vents climatologiques de COADS et QUIKSCAT dans la modélisation de la SST au Sud du MAROC

**Abderrahim MOUJANE ^{(1) (2)}, Mohamed CHAGDALI ⁽²⁾,
Soumia MORDANE ⁽²⁾**

⁽¹⁾ Direction de la Météorologie Nationale, Casablanca, Maroc.

⁽²⁾ Faculté des Sciences Ben M'Sik, Casablanca, Maroc.

RÉSUMÉ

L'objectif de ce travail est d'étudier la réponse du modèle océanique ROMS (Regional Oceanic Modeling System) aux forçages dynamiques des données climatologiques mensuelles issues de COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) et QuiKSCAT (Quick Scatterometer) dans les eaux du Sud du Maroc. En effet, ce travail a permis de mettre en évidence l'impact des variations de forçage sur l'écosystème marin de cette région et de reproduire la dynamique de l'upwelling. La majorité des événements côtiers à températures froides représentant l'upwelling ont pu être reproduites. Les produits dérivés des bases de données de COADS ou de QuiKSCAT semblent être bien corrélés avec les observations pour l'upwelling côtier. Le modèle ROMS, forcé par ces données, reproduit bien la dynamique de cette région d'upwelling. Cette étude montre aussi que la présence des îles Canaries perturbe le Courant des Canaries et génère de l'activité méso-échelle. Cette activité est également associée aux principaux caps de la côte marocaine et résulte généralement de l'influence de la topographie côtière, et des conditions atmosphériques synoptiques. Enfin, le contraste de température de la surface marine au large ou à la côte répond bien aux fluctuations du vent et à l'impact de la dynamique atmosphérique.

Mots Clés : ROMS – COADS – QuiKSCAT - Forçage – Upwelling

ABSTRACT

The objective of this work is to study the response of the ocean model ROMS (Regional Oceanic Modeling System) dynamic forcing monthly climate data from COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) and QuiKSCAT (Quick Scatterometer) on the area of southern Morocco. This work highlighted the sensitivity of upwelling currents to the spatial and temporal variations of the coastal winds. It was possible to reproduce most of the cold temperature coastal zones associated with the upwelling process. The products derived from COADS or QuiKSCAT database seems to be well correlated to the upwelling observations. The ROMS model forced by this data reproduces the dynamics of the upwelling region. This study also shows that the presence of the Canary Islands disturbs the Canary Current and generates mesoscale activity. This activity is also associated with the major headlands along the Moroccan coast and typically results from the influence of coastal topography, and from synoptic atmospheric conditions. Finally, the SST contrast of the inshore or the offshore is related to wind fluctuations and to the impact of the atmospheric dynamics.

Keywords: ROMS - COADS - QuiKSCAT - Forcing – Upwelling

RUBRIQUE PROJET**Le Système d'observation des changements et des dynamiques territoriales des oasis de Tafilalet par télédétection spatiale****Fatima BARKAN⁽¹⁾, Mohamed LAAGUEL⁽¹⁾***⁽¹⁾Direction de l'Aménagement du Territoire, Ministère de l'Urbanisme et de l'Aménagement du Territoire, Maroc***RÉSUMÉ**

La maîtrise des connaissances est le gage de toute politique de développement et d'aménagement efficaces des territoires. Partant de ce constat, la Direction de l'Aménagement du Territoire a initié une étude pour la mise en place d'un système d'observation et de suivi des dynamiques territoriales des oasis de Tafilalet moyennant la télédétection spatiale.

Le choix du territoire de Tafilalet se justifie par les multiples problématiques que recèle ce territoire et qui sont liées à la fois aux effets des changements climatiques et aux activités anthropiques.

Cette étude s'est basée sur l'analyse diachronique des images satellitaires multitudes, à deux échelles. Une échelle macroscopique globale couvrant tout le territoire de Tafilalet, faisant appel aux images Landsat-TM de 30 m de résolution au sol, pour les années 1986, 1994 et 2010, et une échelle microscopique, pour des informations de détails concernant des zones d'intérêt, avec des images SPOT-HRG de 2,5 m de résolution au sol, datées en 2002 et 2010. Les dates d'acquisition des images sont espacées et coïncident avec des périodes très contrastées sur le plan climatique pour pouvoir ressortir les principaux changements.

L'analyse des images satellitaires a permis de générer les cartes d'occupation du sol concernant chaque date d'acquisition, grâce aux différentes techniques de classification d'images, notamment les techniques orientées-objet pour les images SPOT-HRG. Elle a permis aussi de produire des indicateurs de changement.

Les informations dérivées de ces cartes, croisées avec des données existantes, ont permis de suivre la dynamique de ce milieu pour diverses thématiques: les plans d'eau, les sols nus, l'espace bâti, les sables et les différents espaces végétalisés.

Les conclusions et les résultats obtenus sont originaux et illustratifs grâce à une vision synoptique offerte par les images satellites. Pour les plans d'eau, l'étude a montré que l'utilisation de la ressource profonde sur l'espace irrigué à partir du pompage direct de la nappe, n'est pas sans effets sur le milieu oasien. Par conséquent, l'utilisation de la ressource en eau superficielle et profonde doit être surveillée et contrôlée. L'étude a également montré que l'espace bâti a une tendance vers une urbanisation galopante et que cette thématique nécessite une observation à très grande échelle qui est coûteuse, mais indispensable, puisque l'implication du facteur anthropique dans le processus de dégradation des oasis est prouvée.

Le projet a permis aussi de constater le recul de la surface végétalisée dans l'espace oasien et son développement au niveau de l'espace extra-oasien. Il a montré aussi une corrélation entre les années humides et l'augmentation de la production végétale. Concernant les sables mobiles qui menacent le milieu oasien et entraînent la dégradation des superficies des terres arables et du pâturage. Les études menées ont montré qu'il était difficile de repérer l'origine des sables et leur mouvement. Cependant, le projet a ouvert des perspectives intéressantes à partir des images SPOT-THRS, qui se basent sur la forme des structures sableuses. Ainsi, la relation entre le degré d'humidité de la saison et des précipitations et le soulèvement des sables dans le territoire du Tafilalet a été appréciée.

D'un autre côté, une cartographie de la sensibilité à la désertification a été réalisée en utilisant l'approche MEDALUS qui a permis de classer l'espace étudié selon son exposition

au risque de désertification. Ainsi, la zone d'étude a été classée majoritairement en tant que zone très sensible à la désertification alors que le reste est classé comme zone sensible.

Les oasis du Tafilalet sont considérées comme un espace très fragile, géré par plusieurs acteurs et avec des modes d'intervention très divers, ce qui oblige un suivi permanent et coordonné, d'où la nécessité de pérenniser le système d'observation élaboré moyennant les actions suivantes :

- Création d'une structure, l'observatoire des oasis de Tafilalet, en charge entre autres de la gestion du système mis en place.
- Mise en place d'un réseau de partenariat et d'échange d'information.
- Renforcement des capacités des entités impliquées.

Mots clés : *Aménagement du Territoire, Oasis du Tafilalet, Changement Climatiques, Vulnérabilité, Indicateurs, Télédétection Spatiale, Images Satellites multitudes, Landsat TM, SPOT image, Observatoire.*

ABSTRACT

The mastery of knowledge is the guarantee of an effective political development and regional planning. Based on this finding, the Department of Land Administration has initiated a study for the establishment of the system of observation and monitoring the Tafilalet oasis territorial dynamics through remote sensing techniques.

The choice of Tafilalet territory is justified by the multiple problems that holds that territory and which are related both to the effects of climate change and human activities.

This study is based on diachronic analysis of multitemporal satellite images at two scales. Overall macroscopic scale covering the whole territory of Tafilalet , utilizing Landsat TM with a 30 m ground resolution for the years 1986 , 1994 and 2010 and a microscopic scale , for details information on areas of interest utilizing SPOT -HRG with a 2.5 m ground resolution , dated in 2002 and 2010. The dates of images coincide with periods of contrasting climate plan to highlight the major changes.

Analysis of satellite images helped generate maps of land uses for each acquisition date through various techniques of image classification, including object-oriented techniques for SPOT -HRG. It also helped to produce indicators of change.

The information derived from these maps, crossed with existing data, have allowed us to follow the dynamics of the environment for a variety of themes: water, soil, building, sand and different vegetated areas.

The findings and results obtained are original and illustrative with a synoptic view provided by satellite images. To water theme, the study showed that the use of deep resource irrigated from groundwater pumping direct space, is not without effects on the oasis environment. Therefore, the use of the resource in shallow and deep water must be monitored and controlled. The study also showed that the built areas has a tendency to rapid urbanization and this issue requires a very large scale observation witch is costly, but necessary , since the involvement of the anthropogenic factor in the degradation of oasis is proven.

The project also found the decline of the vegetated area in the oasis and its development at the extra- space oasis. It also showed a correlation between wet years and increased crop production. On shifting sands that threaten the oasis environment, entailing degradation of areas of arable and pastureland. Studies have shown that it was difficult to pinpoint the origin of the sand and their movement. However, the project has opened interesting perspectives from SPOT - THRS , which are based on the shape of the sand structures. Thus, the relationship between the degree of humidity of the season and rainfall and rising sand in the territory of Tafilalet was appreciated.

On the other hand, a mapping of desertification sensitivity was performed using MEDALUS approach which helped classify the study area according to its exposure to the risk of desertification. Thus, the study area was classified predominantly as very sensitive to desertification, while the remainder is classified as a sensitive zone.

Tafilalet oasis are considered as a very fragile area, managed by several actors with very



different modes of action, which requires continuous and coordinated monitoring, hence the need to maintain the elaborated system of observation through the following actions:

- Creating a structure , the observatory of Tafilalet oasis, responsible of the management of the established system
- Establishment of a network of partnership and exchange information.
- Building Capacity of the entities involved.

Keywords : *Regional planning, Tafilalet oasis, Climate change, Vulnerability, Indicators, Remote sensing, Satellite image, Landsat TM, SPOT Image, Observatory*