

Workshop International

**Télédétection et Systèmes d'Information Géographique
"Information Spatiale et Développement Durable"**

14 au 16 novembre 2005

Rabat

Résumés des communications

Sponsorisé par



Agence Universitaire de la Francophonie



Ambassade de France au Maroc



CNRST



Ecole Mohammed VI d'Ingénieurs



GEOMATIC



INRH



M.A.T.E.E.

*Documents de l'Institut Scientifique, Rabat, n°20
2006*

ISSN : 0251-4249

Compte rendu du Workshop en Télédétection et SIG « Information spatiale et Développement durable » organisé à Rabat du 14 au 16 novembre 2005

par **Anas EMRAN¹ & Abdelhak TRACHE²**

1. Université Mohammed V – Agdal, Institut Scientifique, Département de Télédétection,
Av. Ibn Batouta, B.P. 703 Agdal, Rabat.
2. Centre Régional Africain des Sciences et Technologies de l'Espace en Langue Française CRATES-LF,
sis Ecole Mohammedia d'Ingénieurs, Av. Ibn Sina, B.P. 765 Agdal, Rabat.

Les technologies spatiales, et de façon plus particulière les systèmes d'observation de la Terre, constituent désormais des outils incontournables dans la problématique du Développement durable qui vise à permettre à tout être humain de satisfaire ses besoins fondamentaux tout en préservant son environnement. A cet égard, le Sommet Mondial sur le Développement Durable (WSSD) a nettement mis l'accent sur l'utilisation des technologies spatiales pour améliorer les processus décisionnels dans différents domaines, afin de mettre un terme au sous-développement, particulièrement en Afrique.

La télédétection spatiale, s'appuyant sur des mesures au sol et combinée aux Systèmes d'Information Géographique, apporte aujourd'hui une contribution décisive aux diverses questions qui se posent en matière d'environnement, de santé, d'aménagement du territoire, d'exploitation rationnelle des ressources naturelles ou de prévention contre les catastrophes naturelles.

La mise en œuvre de ces technologies de façon autonome et continue est conditionnée par un effort soutenu d'information, de formation, de renforcement de capacités et d'adaptation aux conditions locales d'utilisation. Dans ce contexte, la constitution et la consolidation d'un espace régional de formation, de recherche, de coopération et de mise en réseau, à même d'assurer la maîtrise et l'utilisation rationnelle des technologies spatiales et leurs applications au service du développement durable de la région devient une nécessité.

C'est dans cet objectif qu'a été organisé le Workshop International en télédétection et SIG intitulé « Information Spatiale et Développement Durable (ISDD) » à Rabat du 14 au 16 novembre 2005 par l'Institut Scientifique de l'Université Mohammed V-Agdal, l'Organisation Islamique pour les Sciences, l'Education et la Culture (ISESCO) et le Centre Régional Africain des Sciences et Technologies de l'Espace en Langue Française (CRATES-LF), en partenariat avec le Bureau des Affaires Spatiales de l'ONU (UN-OOSA) et l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et avec le soutien du Service culturel de l'Ambassade de France au Maroc, de l'Ecole Mohammedia d'Ingénieurs, du Centre National de Recherche Scientifique et Technique, de l'Institut National de Recherches Halieutiques et de la société GEOMATIC.

La manifestation a connu la présence de 168 participants dont 54 étrangers venus de 25 pays différents, ainsi que la participation de plusieurs organismes de renommée internationale : NOAA/NESDIS, ESA/ESRIN, Eumetsat, CRERS, CRTS, ALSAT, Space Imaging et SUNSPACE.



Le Workshop ISDD a vu l'organisation de plusieurs sessions en parallèle, animées par de grandes personnalités scientifiques dans le domaine spatial :

- quatre sessions plénières développant des thématiques d'actualité : les systèmes d'observation de la Terre, les avancées en Sciences de la Terre, le renforcement des capacités et la météorologie spatiale et climat mondial ;
- huit sessions techniques consacrées à toutes les disciplines qui s'appuient sur l'information spatiale : ressources forestières – biodiversité, gestion du territoire, érosion, vulnérabilité des sols, désertification, sécurité alimentaire, géologie et ressources minières, risques géologiques, gestion des ressources en eau, zones côtières et ressources halieutiques.
- une session posters présentant des problématiques d'ordre général.

La clôture du workshop a connu l'organisation d'une table ronde qui a abouti à plusieurs recommandations. Les participants ont notamment insisté sur la nécessité d'organisation de manifestations similaires sur la thématique et de façon régulière. Par ailleurs et en réponse à la demande des participants, l'américaine NOAAH et l'Agence Spatiale Européenne (ESA) ont exposé leur politique de partage gratuit de données pour les projets de développement et de recherche d'intérêt scientifique .

Comité d'organisation

A.O.D. Diallo (ISESCO)
I.-E. El Amrani (Institut Scientifique)
A. Emran (Institut Scientifique)
B. Faiq (ISESCO)
M. Ibn Tattou (Institut Scientifique)
F. Medina (Institut Scientifique)

A. Saidi (Institut Scientifique)
M. Saghi (Institut Scientifique)
J. E. Sebbani (Institut Scientifique)
M. Shitit (CRASTE-LF)
A. Touzani (CRASTE-LF)
A. Trache (CRASTE-LF)

Comité Scientifique

M.A. El Agbani (Institut Scientifique)
A. Atillah (CRTS, Maroc)
F. Benhamouda (ASA, Algérie)
F. Bonn (Univ. de Sherbrooke Canada)
B. Cervelle (UMV, France)
J.Chorowicz (UPMC, France)
A.O.D. Diallo (ISESCO)
A. Diaw (ESP, Sénégal)
A. Emran (Institut Scientifique)
M. Ettarid (IAVH II, Maroc)

B. Faiq (ISESCO)
M. Hakdaoui (Univ. Casa II, Maroc)
M. Harnafi (Institut Scientifique)
V. Mama (INRA, Bénin)
M. Rouchdi (IAV, Maroc)
J.P. Rudant (UMV, France)
M. Sinan (EHTP, Maroc)
A. Touzani (CRASTE-LF)
A. Trache (CRASTE-LF)

Au cours de la préparation à l'impression du présent document, nous avons appris le décès accidentel du Professeur Ferdinand BONN de l'Université de Sherbrooke (Canada). Monsieur BONN est auteur de plusieurs ouvrages en télédétection et animateur de plusieurs réseaux dans ce domaine. Il a joué un rôle fondamental dans l'animation scientifique du workshop ISDD. Sa disparition est une perte pour la communauté scientifique.



SOMMAIRE / CONTENT

<i>Session plénière 1 : Les Systèmes d'observation de la Terre / Earth observation systems</i>	9
<i>Session plénière 2 : Applications en Sciences de la Terre / Earth Sciences applications</i>	11
<i>Session plénière 3 : Renforcement de capacités / Capacity building</i>	13
<i>Session plénière 4 : Météorologie spatiale et climat mondial / Space meteorology, global climate</i>	16
<i>Session technique ST1 : Ressources forestières – biodiversité / Forest resources – biodiversity</i>	18
<i>Session technique ST2 : Gestion du territoire / Land management</i>	23
<i>Session technique ST3 : Erosion, vulnérabilité des sols / Erosion, soil vulnerability</i>	25
<i>Session technique ST4 : Désertification, sécurité alimentaire / Desertification, food security</i>	29
<i>Session technique ST5 : Géologie, ressources minières / Geology, mining resources</i>	34
<i>Session technique ST6 : Risques géologiques / Geological hazards</i>	39
<i>Session technique ST7 : Gestion des ressources en eau / Water resources management</i>	42
<i>Session technique ST8 : Zones côtières, ressources halieutiques / Coastal zones, halieutic resources</i>	45
<i>Session P : Présentations affichées / Posters</i>	50

Session Plénière 1
Les Systèmes d'Observation de la Terre
Earth Observation Systems

**SATELLITE-BASED OBSERVING SYSTEM FOR MONITORING ENVIRONMENT
AND SOCIOECONOMIC ACTIVITIES**

F. KOGAN
NOAA/NESDIS
Felix.Kogan@noaa.gov

From all natural disasters, drought is the least understandable and the most damaging environmental phenomenon. Although in pre-satellite era, climate data were used for drought monitoring, drought specifics created problems in early drought detection start/end, monitoring its expansion/contraction, intensity and area coverage and the most important, timely estimation of the impacts on the environment and socioeconomic activities. The latest prevented to take prompt measures in mitigating negative consequences of drought for the society. Advances in remote sensing of the past ten years, contributed to the development of comprehensive drought monitoring system and numerous applications, which helped to make decisions for monitoring the environment and predicting sustainable socioeconomic activities. This paper discusses satellite-based land-surface observing system, which provides wells of information used for monitoring such unusual natural disaster as drought. This system was developed from the observations of the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) flown on NOAA operational polar-orbiting satellites. The AVHRR data were packed into the Global Vegetation Index (GVI) product, which have served the global community since 1981. The GVI provided reflectances and indices (4 km spacial resolution) every seven days for each 16 km map cell between 75°N and 55°S covering all land ecosystems. The data includes raw and calibrated radiances in the visible, near infrared and infrared spectral bands, processed (with eliminated high frequency noise) radiances, normalized difference vegetation index (NDVI), 20-year climatology, vegetation condition indices and also products, such as vegetation health, drought, vegetation fraction, fire risk etc. In the past ten years, users around the world used this information addressing different issues of drought impacts on socioeconomic activities and responded positively to real time drought information place regularly on the following web site <http://orbit-net.nesdis.noaa.gov/crad/sat/surf/vci/>. Drought assessments were compared with ground observations in twenty two countries around the world and showed good results in early drought detection and monitoring its development and impacts on the environment and socioeconomic activities, for assessment of biomass/crop production losses and fire risk. In addition, the AVHRR-based products showed potential in monitoring mosquito-born epidemics, amount of water required for irrigation, and predicting ENSO impacts on productivity of land ecosystems. These applications were used in agriculture, forestry, weather models, and climatology.

THE POTENTIAL OF THE EUROPEAN ALOS NODE FOR AFRICA

J. P. GUIGNARD
ESA/ESRIN
Jean.Pierre.Guignard@esa.int

The main purpose of this presentation is to improve the awareness of the ALOS capabilities and therefore to trigger an initial expression of interest in Africa. It is clear that ESA will develop a ground segment in Africa (contract with existing stations, possible deployment of a portable station, processing capabilities and communication systems) only after receiving enough support from all potential users. In that respect the support of the African user community will be of utmost importance. It will be clarified that generally speaking the access conditions for the ALOS data will be identical to the ERS and Envisat ones, thanks to a MOU already signed between the Japanese Agency JAXA and ESA.

A SATELLITE GROUND STATION FOR REMOTE SENSING DATA COLLECTION AND PRE-PROCESSING

Z. MOUDDEN and R. AKRAM

CRERS, Maroc
moudden@crers.gov.ma

A satellite ground station has been set up and is being successfully operated at the Royal Centre For Space Research and Studies (CRERS). This station has been built to optimize the elevation range which provides access and signal acquisition from LEO satellites from Senegal to England. This 4.5 meters diameter ground station has been used to receive all the Moroccan satellite images and is recently being used on a daily basis to acquire the NASA AQUA and TERRA satellites in real time. This "Direct Broadcast" flow of data consists of real time image data as the satellite(s) is passing over our region. Since April 2005, reliable data download from AQUA and TERRA satellites is performed. Satellite data download is free. Even the basic algorithms for data processing and products generation (NDVI, SST ...) at Morocco regional scale are publicly available from universities around the world free of charge. This ground station can serve as a source of real time regional scale data for the Moroccan remote sensing community.

REAL-TIME REMOTE SENSING ENABLED BY ADVANCED SPACE TECHNOLOGY

A. S. DAWOOD

Dubai Consultancy Research & Media Centre
P.O. Box 57578, Dubai, UAE
adawood@dubaiconsultancy.ae

Current remote sensing satellites have limited onboard image processing capabilities. Captured images are stored and then downloaded to ground stations for processing when within range, which introduces a significant delay between capture and analysis. Timely detection, notification and monitoring of environmental hazards such as bushfires, volcanoes, floods, pollution and earthquakes are crucial for mitigating their social and economic impact.

Real-time remote sensing is a prime candidate for application of onboard flexible computing technology. The High Performance Computing (HPC-I) payload operational aboard the Australian scientific mission satellite FedSat demonstrates the capabilities and attendant benefits of satellite based reconfigurable computing. Real-time performance coupled with extraordinary flexibility enables state-of-the-art data processing and analysis environment onboard the satellite.

Two different hazard detection and monitoring algorithms were developed for space implementation and tested on HPC-I of FedSat. These algorithms for early detection of fires and volcanoes eruptions are representative tasks for the Disaster Detection and Monitoring System (DDMS). Both algorithms operate on data from thermal (infrared) bands. The first step in each algorithm is the conversion of raw data (radiance at sensor) into equivalent blackbody brightness temperatures, and then different thresholds are applied to identify specific features of interest. The fire detection algorithm is simple yet effective, labelling image pixels that exceed a threshold temperature. Volcanic plume detection is based on the observation that volcanic plumes exhibit a lower Brightness Temperature (BT) in the 10 μ m band than the 11 μ m, while other material such as cloud, water, land and snow exhibit the opposite effect.

Session Plénière 2
Applications en Sciences de la Terre
Earth Sciences Applications

**SUIVI DES PARAMETRES DE SURFACE EN ZONE SAHELIEENNE PAR
TELEDETECTION RADAR A L'ECHELLE REGIONALE**

¹P.-L. FRISON, ²S. ZINE, ³L. JARLAN, ⁴E. MOUGIN, ⁴P. HIENAU et ¹J.-P. RUDANT

1. UMV, Institut Francilien des Géosciences, 5, bd. Descartes, 77 454 Marne la Vallée
 2. LOCEAN (ex LODYC) / UPMC, 4, place Jussieu, 75252 Paris 05
 3. CNRM / GMME / MC2, 42, ave. G. Coriolis, 31057 Toulouse
 4. CESBIO, 18 av. E. Belin, bpi 2801, 31401 Toulouse, France
- Pierre-Louis.Frison@univ-mlv.fr

La mise en orbite en 1991 du satellite ERS-1 (ainsi que son successeur ERS-2 en 1996), avec à leur bord le système AMI, a permis pour la première fois un suivi continu des surfaces terrestres par mesures radar sur une période d'environ 15 années. Le système AMI comprend 2 instruments radar opérant en bande C ($\lambda = 5,6$ cm) avec une polarisation VV : d'une part le diffusiomètre-vent, défini pour l'estimation de la vitesse et la direction des vents au-dessus des océans, qui est caractérisé par une faible résolution spatiale (50 km) et par une forte répétitivité temporelle d'environ 5 jours suivant la latitude du lieu d'observation. D'autre part, le radar à synthèse d'ouverture (RSO) caractérisé par une résolution spatiale de 20 m et une faible répétitivité temporelle de 35 jours. L'analyse des données du diffusiomètre sur les terres émergées a montré qu'elles étaient spécialement adaptées pour le suivi de la végétation et de l'humidité du sol à l'échelle régionale sur les zones semi-arides sahéliennes. Le couplage d'un modèle de fonctionnement de la végétation herbacée sahélienne avec un modèle de transfert radiatif simulant la réponse observée par un radar satellital a permis une bonne retranscription du signal. Ceci a permis de développer un modèle d'inversion permettant l'estimation de la production de biomasse annuelle et de l'humidité du sol à partir des données du diffusiomètre. Une étude s'appuyant sur la comparaison avec les données RSO pour comprendre l'influence de l'hétérogénéité de l'occupation des sols sur la réponse radar a permis d'étendre les résultats obtenus sur les zones homogènes pastorales du Gourma à une zone agro-pastorale localisée au Niger, et caractérisée par différents types d'occupation des sols. Les nouvelles perspectives offertes par les différents modes d'acquisition du capteur RSO à bord du satellite ENVISAT sont également abordées.

**TELEDETECTION RADAR :
LES DONNEES RADAR DES DIFFUSIOMETRES ET IMAGEURS DES SATELLITES
ERS ET ENVISAT : ECHELLES CARACTERISTIQUES D'UTILISATION ET
INTERETS THEMATIQUES**

J.P. RUDANT, B. DEFFONTAINES, P.L. FRISON et B. FRUNEAU

Institut Francilien des Géosciences, UMV, 5 Bd Descartes, 77454 Marne la Vallée
rudant@univ-mlv.fr

Les systèmes radar se différencient de manière importante des capteurs opérant dans le domaine des ondes électromagnétiques dites "optiques", de longueurs d'ondes micrométriques (visibles et proche infrarouge), tels ceux qui équipent les satellites SPOT et Landsat Thematic Mapper. Les capteurs "optiques" sont passifs. Pour être vue, la surface imagée doit être éclairée par le soleil et l'image obtenue est alors celle de la réflectance du sol, pour la longueur d'onde considérée. Un système radar est actif et de ce fait plus autonome qu'un système optique. Constitué

d'une antenne émettrice et réceptrice, il génère des images représentant les coefficients de rétrodiffusion des différents points du sol. Les ondes centimétriques utilisées par de tels systèmes (environ 6 cm de longueur d'onde pour ERS, Radarsat, ENVISAT) jouissent par rapport aux ondes micrométriques d'un avantage remarquable et très important : elles traversent les nuages sans atténuation. Un système radar peut donc fonctionner de jour comme de nuit, quelles que soient les conditions météorologiques. L'imagerie radar constitue donc, en pratique, le seul moyen efficace pour obtenir des couvertures globales dans les régions où la nébulosité est fréquente. Nous nous attacherons dans cette présentation à préciser l'intérêt et les échelles d'utilisation des diffusiomètres ERS et radar imageurs équipant les satellites ERS et ENVISAT. Les exemples proposés porteront d'une part sur le suivi de la végétation dans le Sahel grâce au diffusiomètre, et d'autre part différentes approches thématiques permises par les radars à synthèse d'ouverture équipant les deux satellites. Après avoir effectué un rapide survol des applications relatives aux images d'amplitude (par ex. géomorphologie, dynamique littorale...), nous nous attacherons en particulier aux applications interférométriques (détermination de MNT, suivi de déplacement) en précisant l'intérêt des techniques actuelles dites des réflecteurs permanents pour la détermination très précise des mouvements de points particuliers que l'on peut retrouver sur les différentes images d'une séquence.

UTILISATION COMBINÉE DE DONNÉES DE TÉLÉDETECTION MULTI SOURCE : QUEL POTENTIEL EN CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE ?

¹C. GOMEZ, ²P. ALLEMAND, ²C. DELACOURT, ³P. LEDRU

1. I'AS - UMR-8617, Université Paris-Sud / CNRS ; Bât. 121 ; F-91405 Orsay, France

2. LST, Université, Lyon1 ; UMR 5570 ; 2, rue R. Dubois, 69622 Villeurbanne

3. BRGM, 3, avenue Claude Guillemin - BP 6009 ; 45060 Orléans cedex 02, France

Cecile.Gomez@ias.u-psud.fr

Les données de télédétection dans le domaine du Visible, de l'Infrarouge et du rayonnement Gamma ont un potentiel pour la cartographie géologique. Ce potentiel est évalué sur l'exemple de la carte géologique de Rehoboth au 1/250 000, zone semi aride de Namibie en contexte sédimentaire.

Une méthode de détermination des contours géologiques a été mise au point à partir d'une combinaison de données multispectrales ASTER (9 bandes du Visible à l'Infrarouge Moyen), hyperspectrales Hyperion (242 bandes du Visible à l'Infrarouge Moyen) et de rayonnement Gamma (K, U, Th). Les méthodes d'Analyse en Composante Principale et de Transformée en Fraction de Bruit Minimale sont utilisées pour réduire la dimensionnalité des données ASTER et Hyperion respectivement. Une série de classifications supervisées prenant en compte les 5 premières Composantes Principales (CPs) ASTER, les 11 premières CPs Hyperion, et les données K, U, Th sont alors réalisées et analysées. Ce cas d'étude a permis de conclure qu'une telle méthodologie, utilisant différentes combinaisons de données de télédétection multi-source, permet une cartographie géologique étendue et efficace de zones semi-aride.

Session Plénière 3
Renforcement de Capacités
Capacity Building

**TELEDETECTION APPLIQUEE AU DEVELOPPEMENT DURABLE ET AU
RENFORCEMENT DES CAPACITES : PEUT-ON TIRER LA LEÇON
DES ECHECS DU PASSE?**

***F. BONN**

Chaire de recherche du Canada en observation de la Terre et CARTEL, Observatoire de l'environnement et du développement durable, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Quebec, Canada, J1K 2R1

L'utilisation de la télédétection et de la géomatique dans divers projets de gestion du territoire dans les pays en développement prend de plus en plus d'importance au cours des années. Mais parfois, ces projets ne donnent pas les résultats escomptés en termes de renforcement des capacités et d'autonomie scientifique durable. Il arrive que les projets s'arrêtent quand les "experts" étrangers quittent le pays, que la formation est trop souvent limitée à l'apprentissage d'une technique ou d'un logiciel particulier et que l'adaptation des outils d'observation de la Terre aux conditions locales ne se fait pas. L'expérience du passé montre que les projets qui génèrent les meilleurs résultats ne sont pas nécessairement ceux qui ont les plus gros budgets mais plutôt ceux qui ont été planifiés et soutenus à long terme, en combinant les interventions gouvernementales, industrielles et universitaires dans le cadre du développement scientifique. En s'appuyant sur une expérience de coopération de plus de 15 ans au Vietnam, la communication montre que les clefs du succès sont : une planification à long terme, avec en arrière-plan des objectifs réalistes et durables, un programme de formation en profondeur indépendant de tout logiciel spécifique et une attention particulière accordée aux liens entre la science et les besoins de la société.

**BUILDING CAPACITY USING SPACE TECHNOLOGY: THE OFFICE
FOR OUTER SPACE AFFAIRS**

S. GADIMOVA

Office for Outer Space Affairs, United Nations Office at Vienna
Vienna International Centre
P.O. Box 500, A-1400, Vienna, Austria
Sharafat.GADIMOVA@unvienna.org

The Office for Outer Space Affairs (OOSA) is responsible for promoting international cooperation in the peaceful uses of outer space. The Office serves as the secretariat for the General Assembly's only committee dealing exclusively with international cooperation in the peaceful uses of outer space: the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS). The Committee has two subcommittees: the Scientific and Technical Subcommittee and the Legal Subcommittee.

The United Nations Programme on Space Applications (PSA) is implemented by the Office and works to improve the use of space science and technology for the economic and social development of all nations, in particular developing countries. Under the Programme, the Office conducts training courses, workshops, seminars and other activities on applications and capacity building in subjects such as remote sensing, communications, satellite meteorology, search and rescue, basic space science, satellite navigation, and space law.

The Programme supports the Regional Centres for Space Science and Technology Education, affiliated to the United Nations, which are located in Brazil, India, Mexico, Morocco and Nigeria. Since 1971 the Programme has organized

over 170 training courses, workshops, seminars and conferences with approximately 8,000 participants from developing countries. In addition, over 250 specialists have participated in the long-term fellowships programmes supported by the Programme. The Programme works to enhance access to space-related information by promoting the use of existing information systems; facilitating access to sources of data and information of the United Nations system and relevant national and international organizations; and implementing an outreach programme for young people, decision-makers and the general public. Furthermore, the Programme provides technical assistance in the use of space technologies by: conducting pilot projects as follow-up to workshops and training courses; initiating pilot projects in the thematic areas of priority interest to Member States.

FORMATIONS PROFESSIONNALISANTES EN APPUI AUX PROGRAMMES DE DEVELOPPEMENT DURABLE

A. PINGANAUD

8, allée Caderousse, 31320 Vigoulet-Auzil, France
alain.pinganaud@wanadoo.fr

Tous les programmes de gestion durable des ressources naturelles dans les pays en développement sont mis en difficulté car ils sont confrontés aux problèmes suivants :

- le partage de la connaissance et de l'information environnementale est très faible ;
 - les décisions en matière de gestion des ressources naturelles et d'environnement sont prises sur la base d'informations inexactes ;
 - les informations de base et les informations thématiques sur les ressources naturelles comportent d'importantes lacunes, elles sont incomplètes ou très localisées ;
 - les capacités nationales sont limitées pour la production et la gestion de cette information, souvent la conservation n'est même plus assurée.
-

UNE APPROCHE « OPEN SOURCE » DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION SPATIALE

H. MAKHMARA

MEDIAS-FRANCE
18, av. E. Belin, Bpi : 2102, 31401 Toulouse, France
makhmara@medias.cnes.fr

Aujourd'hui, l'information spatiale est utilisée dans les pays industrialisés dans toutes les étapes des processus de décision, de planification, de suivi et de prévention, aussi bien dans les domaines de l'urbanisme, des services au citoyen, de l'agriculture raisonnée ou de l'environnement.

Parmi les résultats observables de cette utilisation on peut citer : un développement contrôlé des politiques de la ville, une gestion optimale des réseaux d'énergie, de télécommunications, des implémentations industrielles et des politiques agricoles...

Il est évident que l'existence de données spatialisées en profusion dans de tels pays a contribué à l'émergence rapide de la composante spatiale en tant qu'élément constituant des systèmes d'information utilisés par les décideurs et les citoyens. Mais ceci n'est pas l'unique raison.

En effet, pendant très longtemps ce domaine a été considéré comme une affaire de « spécialistes », impossible à être abordé par le citoyen normal, le terme « citoyen normal » s'appliquant aussi bien au « grand public » qu'aux décideurs économiques et aux élus locaux.

Ce n'est que depuis quelques années et grâce au succès de l'Internet, que la communauté productrice de services et de données spatialisées a commencé à sortir du domaine de « spécialistes » où elle était confinée pour orienter ses services et produits à valeur ajoutée vers le citoyen.

Plusieurs expériences dans le monde ont montré que l'utilisation de standards ouverts, de logiciels libres et des architectures interopérables joue un rôle crucial dans ce succès et offre une « infrastructure » aux différents acteurs (producteurs de données, de services, institutions gouvernementales, chercheurs et utilisateurs au sens large) pour une utilisation optimale de la donnée spatiale et un cadre idéal pour que chaque acteur tire des bénéfices en mettant ses données et/ou services à la disposition des autres tout en utilisant ceux des autres pour ses besoins.

Le but de cette communication est de présenter quelques principes simples d'utilisation de solutions « open source » en s'appuyant sur des exemples réussis dans ce domaine.

-

Session Plénière 4
Météorologie Spatiale et Climat Mondial
Space Meteorology, Global Climate

**L'APPORT DES SCIENCES DE L'ESPACE
POUR LA GESTION DU RISQUE CLIMATIQUE**

M. SENOUCI

Groupe d'Etude et Recherche Climat & Applications au Développement (GERCAD) –
Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche IHFR, Oran (Algérie)
mohamedsenouci@yahoo.com

Le changement climatique global constitue une problématique intégrale qui ne se limite pas au réchauffement planétaire. Dans le contexte de l'Algérie, les impacts avérés ou probables des aléas climatiques seront exacerbés par les effets du changement global et de ses incidences régionales ou locales encore mal connues. Cette situation porte un risque réel d'amplification de phénomènes dont souffre déjà la région, tels que l'aridité, la désertification, l'accroissement des phénomènes extrêmes ou les effets sur la santé.

Intégrant les composantes majeures de l'environnement planétaire (atmosphère, océans, biosphère, surfaces continentales, glaces), le système climatique possède une variabilité naturelle à laquelle il faut ajouter à présent un dérèglement forcé par l'activité humaine. Ceci pose un double problème, celui de l'atténuation des gaz à effet de serre à l'échelle du globe, et la nécessité de s'adapter localement aux impacts du changement climatique. La question de l'adaptation recoupe une large gamme d'impacts à diverses échelles et pose la question de la vulnérabilité. L'adaptation des systèmes naturels et de l'homme aux impacts des changements climatiques se pose en termes d'adaptation "immédiate" à la situation présente et d'adaptation "à long terme" pour les effets qui sont supposés résulter. Il faut aussi distinguer deux types d'impacts: les événements extrêmes (inondations, sécheresses par exemples) et les effets indirects qui résultent d'une combinaison des effets du changement climatique à des éléments du développement. Dans le premier cas (impacts de premier ordre), la réponse prendra la forme de systèmes d'alerte rapide, alors que le second cas (impacts de second ordre) nécessitera de véritables stratégies d'adaptation à long terme. Il s'agit d'un risque nouveau d'autant plus difficile à évaluer qu'il intègre d'autres dimensions telles que la désertification ou les phénomènes extrêmes (vagues de chaleur ou inondations).

La réponse scientifique est essentiellement apportée par la modélisation de l'évolution climatique et des impacts possibles sur les systèmes naturels ou les activités humaines. A cet égard, l'observation spatiale constitue un outil irremplaçable qui a déjà fourni des jeux de données extrêmement pertinents pour les modèles. Plus encore, la nécessité d'intensifier les dispositifs d'observation coïncide avec une relative dégradation des réseaux traditionnels, notamment dans les pays en développement, ce qui renforce l'utilité de l'outil spatial.

**DETECTION AUTOMATIQUE DES NUAGES DE POUSSIERE EN ZONES
SAHARIENNES PAR IMAGERIE INFRAROUGE METEOSAT**

F. EL MAHDAOUI, A. MOUHTADI et H. NADIR

Direction de la Météorologie Nationale
Aéroport Casa-Anfa. BP. 8106, Casa-Oasis Casablanca
fatihaelmahdaoui@yahoo.fr

Le Sahara représente une source majeure d'aérosols désertiques. La variabilité des vitesses du vent et de l'hétérogénéité des états de surface des zones érodables, induit le caractère sporadique et spatialement variable des émissions de ces aérosols dans l'atmosphère. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables à leur déclenchement et à leur maintien, des nuages de poussière se forment sur le continent et peuvent s'étendre sur des

milliers de km au-delà de leur source d'émission. Le sud du Maroc figure parmi les principales régions sources des aérosols au Sahara.

En raison des caractéristiques radiatives distinctes des aérosols et de l'océan, les nuages de poussière couvrant les surfaces océaniques sont facilement décelables sur l'imagerie satellitaire visible. Sur le continent, l'imagerie Météosat infrarouge permet d'extraire un indice semi-quantitatif de poussière minérale IDDI (Infrared Difference Dust Index) basé sur le forçage radiatif de ces aérosols dans l'infrarouge thermique. En effet, en présence de poussière, la réponse satellitaire infrarouge est atténuée le jour et amplifiée la nuit.

Dans cette étude, on a procédé dans un premier temps à l'automatisation d'une technique de discrimination des nuages. La méthodologie utilisée repose sur une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle des différences de température entre l'image infrarouge Météosat et une image de référence sans nuages. Ensuite, l'intérêt a été porté sur les zones non nuageuses. On a utilisé une technique de seuillage pour discerner les zones poussiéreuses de celles dégagées. Ainsi, on a élaboré des cartes d'indices de poussière qui traduisent la probabilité de présence des nuages de poussière et leur intensité sur le continent. Les résultats ont été validés par les observations météorologiques au sol.

AEROSOL, TELEDETECTION ET CLIMAT

M. DIOURI

Université Mohammed 1^{er}, Laboratoire de Physique de l'Atmosphère

Faculté des Sciences, Oujda

diouri@sciences.univ-oujda.ac.ma

Les études sur l'aérosol atmosphérique ont pris de l'importance ces dernières années avec les questions posées par le phénomène du réchauffement global. En termes de forçage radiatif moyen terrestre, la contribution de l'aérosol atmosphérique semble presque égale et influant de façon inverse à celle des gaz à effet de serre avec beaucoup d'incertitudes concernant l'aérosol désertique (IPCC2001). Du point de vue charge atmosphérique, cet aérosol se place en deuxième position après celui d'origine océanique, d'où l'importance de son influence à l'échelle terrestre.

Le développement des satellites à des fins d'études environnementales permet une meilleure connaissance et une caractérisation régionale du transport de l'aérosol atmosphérique. Plusieurs dispositifs de mesure des paramètres optiques d'aérosols (exemples: SCIAMATCHY et MERIS implantés sur Envisat et MODIS implanté sur Terra) nécessitent des études continues et des campagnes de mesures régionales à l'aide de dispositifs similaires implantés au sol permettant ainsi : l'accès aux paramètres optiques de l'aérosol régional, la vérification des mesures effectuées par satellites, et l'amélioration des algorithmes d'inversion (matrice noyau d'inversion) relatifs au traitement des données recueillies à l'aide des dispositifs spatiaux.

La télédétection est donc un important outil d'étude des changements climatiques ; elle s'appuie de façon directe sur les variations des rayonnements électromagnétiques. L'atmosphère du Maghreb est un bon exemple d'investigation. Cette région subit d'une façon quasi-permanente l'influence des masses d'air des zones sahariennes et désertiques situées le long de sa partie sud. Les propriétés radiatives de l'aérosol désertique ou poussières minérales sont encore peu connues. Dans quel sens et avec quelle importance cet aérosol contribue-t-il au niveau du forçage radiatif ? L'observation continue de l'évolution de cet aérosol et des variations climatiques qu'il engendre pourra préciser la relation et répondre à la question de l'évolution de l'équilibre radiatif local et par delà terrestre.

Session Technique ST1
Ressources forestières - Biodiversité
Forest Resources - Biodiversity

**UTILISATION DES METHODES AVANCEES DE CLASSIFICATION POUR LA
CARTOGRAPHIE FORESTIERE PAR TELEDETECTION**

¹N. BIJABER, ²M. GAY, ³M. YESSEF, ³M. BOUHALOUA, ³A. TIKERT et ⁴Z. AHLAFI

1. Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat, Maroc

2. Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan, France

3. IAV Hassan II, Rabat

4. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la lutte contre la Désertification, Rabat

bijaber@crtis.gov.ma

Les espaces forestiers et pastoraux sont soumis à une forte dégradation, sous l'action de différents facteurs naturels et des conditions climatiques, et surtout sous la pression anthropique. En effet, selon certaines estimations, le Maroc perd annuellement plus de 3 000 ha de forêts sous différentes formes : coupes, défrichements, incendies, dépérissements, etc. La gestion des ressources forestières nécessite la cartographie et l'inventaire du domaine forestier. Un inventaire forestier représente donc un moyen nécessaire pour connaître avec une précision suffisante les surfaces occupées par les différentes essences forestières, les volumes du matériel sur pied et la production possible des différents assortiments forestiers. Le premier inventaire forestier national (IFN) au Maroc a été réalisé au début des années 1990 à partir des photographies aériennes. Dans l'objectif d'assurer un suivi de la dynamique forestière, la télédétection spatiale combinée aux systèmes d'information géographique constitue un outil efficace et opérationnel permettant la cartographie de l'évolution forestière. L'objectif de ce travail qui entre dans le cadre du projet FORMA est de tester la technique des méthodes avancées de classification d'images satellite pour améliorer les méthodes classiques utilisées dans la cartographie des types de peuplements et apporter plus de fiabilité quant à l'utilisation de la télédétection dans le domaine forestier 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 obtenus ont montré une amélioration au niveau des précisions cartographiques pour la classification avancée par rapport aux autres classifications. La cartographie est réalisée sur les images SPOT-XS de 10 et 20 m de résolution et LANDSAT de 30 m de résolution spatiale couvrant la forêt d'Azrou.

**VEGETATION DYNAMICS: A CASE STUDY OF LAND USE CHANGE MODELLING
IN A CENTRAL REGION OF BENIN REPUBLIC**

V. J. MAMA

Institut National des Recherches Agricoles, 06 B.P. 1105, Cotonou, Bénin

mamvincent@yahoo.com

In order to improve the understanding of the land use/cover change, an approach integrating GIS to Markov model was used to analyze vegetation dynamics was used. The model was built upon a set of land cover change trajectories over two periods of observation years. A time series data from 1986 to 1999 were analysed and the transition sequences and their associated probabilities for deforestation were estimated. The linear functional relationships between two response dependent variables FORA and NFAR and the explanatory variables selected to describe the processes of land use/cover conversion was also analysed. In order to get thorough results, the land use/cover classes were merged in three categories: forested areas, built-up areas and farmlands. Whereas correlation between FORA and Cotton area, FORA and Built-up as well as between Built-up and Carrying capacity were found negative and significant at 0.05 level, relationship between NFAR and Cotton area NFAR and Built-up area, Cotton

area and the distance to farm as well as between the population density and the distance to farm have shown positive correlation. This study has shown that over an observation period of 13 years, farmlands and built-up areas have increased by 18.4% and 1.35% respectively whereas the forested areas have decreased by 19.76%. On the other hand, the model permits to demonstrate one the fundamental land use/cover pattern: when built-up area and farmland are estimated to increase, forested lands would decrease. This indicates that further development of land use/cover change would take place at the expense of forested areas. Overall, this study has highlighted how from developments in geographic information system and remotely sensed image analysis and Markov model, it is possible to predict changes in land use/cover classes.

EXPLOITATION DE LA TELEDETECTION ET DES SIG POUR L'ETUDE DE L'EVOLUTION ET DE LA REPARTITION SPATIALE DE LA VEGETATION DES MARAIS DU LAC ICHKEUL

Z. LILI CHABAANE, Z. GHRABI, S. NAJLAOUI et M. ZOUAGHI

Institut National Agronomique de Tunisie, 43, Av. Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie
chaabane.zohra@inat.agrinet.tn

Le lac Ichkeul est connu par l'hydrologie particulière de son système laguno-lacustre. Outre son importance pour la biodiversité, la flore de l'Ichkeul constitue une source de nourriture et un dortoir pour une importante population d'oiseaux migrateurs. Depuis 1983, la création de trois barrages et de quelques lacs collinaires dans le bassin versant et les quatre années successives de sécheresse (1999 à 2002) ont conditionné l'évolution de la répartition de la végétation des marais de l'Ichkeul et ont engendré des inquiétudes à propos de la biodiversité caractérisant le site en 2002. Le suivi de l'état de la végétation dans les marais de l'Ichkeul a été justement lancé dans l'intention de quantifier les variations induites par cet état. Ce suivi a été facilité par la disponibilité des études réalisées sur le site et mettant à disposition des états de la végétation des marais en 1967 et en 1994. Pour l'année 2002, l'étude a consisté à analyser la végétation selon des transects permettant d'apporter une vérité terrain très utile pour la cartographie de la végétation des marais par traitement numérique d'image satellitale Aster du 19 juin 2002 et selon une classification supervisée détaillée par bande. En effet, les diverses végétations présentes dans les marais ne sont pas distinguables dans toutes les bandes VNIR et SWIR d'ASTER de la même manière. Ces traitements détaillés par bande ont permis d'améliorer la précision globale de classification d'image permettant de mettre à jour l'état de la végétation des marais du Parc National de l'Ichkeul pour la fin de 2002. L'intégration de toutes les données multi-dates et multi-sources concernant l'Ichkeul dans un SIG nous a permis de suivre et d'expliquer l'évolution de la répartition de la végétation durant cette période. Les principaux résultats montrent que jusqu'à la fin 2002, le milieu souffrait de l'accentuation de la salinisation et de l'assèchement dont témoigne la prolifération d'une végétation halophile. On craignait même l'évolution irréversible du milieu vers une sebkha. En janvier 2003, d'importantes quantités d'eau douce ont été apportées vers le site, suite à des pluies exceptionnelles provoquant la baisse de la salinité au niveau du lac atteignant les valeurs des années 80. Ce nouvel état a provoqué la réduction de la végétation halophile au profit de la régénération de la végétation hygrophile à base de scirpes, jonc, carex... Les écosystèmes des marais de l'Ichkeul ont donc fait preuve d'une très bonne résilience. Il a suffi d'une seule année pluvieuse (2003) après 15 ans de déficit d'eau pour faire régénérer la végétation hygrophile caractéristique des marais de l'Ichkeul.

ANALYSE DE LA DEGRADATION DES RESSOURCES FORESTIERES A PARTIR DE DONNEES SATELLITALES MULTI-DATES DANS LA REGION DES PLATEAUX AU SUD TOGO

¹S. SAMA, ²A. EMRAN et ¹K. ADEGNON

1. Société des Eaux B.P. 4874, Lomé, Togo.

2. Dép. de Télédétection, Institut Scientifique, Av. Ibn Battouta B.P. 703, Rabat-Agdal, Maroc
selifafr@yahoo.fr

Une étude réalisée à partir d'une série d'images multitudes Landsat (MSS, TM et ETM+) et SPOT2-XS-HRV acquises entre 1976-2001 a montré la fragilité de l'écosystème forestier dans la région des Plateaux au Togo, zone écologique n°4 qui correspond au domaine de forêt dense et qui subit actuellement un stress écologique important dû essentiellement à l'activité anthropique. Grâce à cette série d'images, il a été possible de suivre la dégradation des ressources forestières dans la région des Plateaux et de quantifier les surfaces forestières disparues entre 1976 et 2001. Les causes de cette dégradation sont généralement dues la migration de la population allochtone qui a pour principale activité la fabrication de combustible ligneux. Ce phénomène a été accéléré dans les années 1990 lors des troubles socio-économiques qu'a connu le Togo en 1990. A Djalouma par exemple, en l'espace de dix ans entre 1990 et 2000 le nombre de fabricants de combustibles ligneux a été multiplié par 26. D'autres paramètres sont intervenus aussi dans cette dégradation, comme la pratique des feux de brousse et l'augmentation des surfaces cultivables.

APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS IN RESTRUCTURING URBAN INFRASTRUCTURES AND ROAD NETWORK IN THE BUEA MUNICIPALITY-SOUTH-WEST PROVINCE, REPUBLIC OF CAMEROON

P. N. NJOHJAM

Environmental Resource Trust (EReT) NGO-Cameroon, P.O. Box 475, Buea, SW Province-Cameroon
eretcam@yahoo.fr

Remote sensing and Geographic Information Systems are the modern ways of handling and managing spatial data for sustainable development. In Cameroon, many funding agencies working in the field of city planning require city development plans before financial support could be granted to a Municipality. Many city Mayors in developing countries are still ignorant of the use of information technology in city planning. Remote sensing and GIS still remains a tool for donor organizations running development projects and this goes out of use as the project winds off.

The German Technical Cooperation (GTZ) organized in November 2003, a workshop titled Application of GIS in Municipal development planning in the South-West province of Cameroon. All City Mayors and Government cities Delegates of the South-West province attended this workshop. During this workshop, most of the Mayors were ignorant of a Geographic Information System database since some of them are not computer literate. However, one of the Mayors who has been closely working with us presented a geographic database which was earlier developed by Environmental Resource Trust (EReT) Cameroon NGO and used as a sample for other municipalities. This presentation will show the application of satellite images and the Global Positioning System (GPS) in mapping present landuse of the municipality of Buea, the creation of thematic layers the development of attribute tables and the conception of a municipal land use plan showing all new urban infrastructures taking into consideration town planning regulations, hygiene, sanitation and sewage options. The classification of buildings will be an important attribute for spatial query in order to prioritize the subsequent demolition of structures such as to reduce compensation cost to be incurred by the municipality. An a priori land use plan of resettlement new layout is made available in digital and analog formats and discussed with all concerned. The greening of the city with honorific trees can be displayed along the streets.

ArcView GIS and visualization presented as thematic layers. It is assumed that at the completion of the project, the results will be replicated in other municipalities in Cameroon and beyond. This will create awareness at the local and national level on the use of space technology for sustainable urban planning.

INVENTAIRE DES FEUX DES FORETS DANS LE NORD DE L'ALGERIE PAR UTILISATION DES DONNEES DU SATELLITE ALSAT-1

D. YOUSFI, Z. E. ZEBBAR, L. W. KEBIR, I. MESSAADI (CNTS)

B.P.13, CNTS, 1, Avenue de la Palestine, 31200, Arzew – Oran, Algérie
yousfi_djaffar@yahoo.fr

La forêt algérienne est caractérisée par sa fragilité et son état de dégradation ; elle connaît une régression continue, résultat des actions qu'elle subit : défrichement, surpâturage, maladies et incendies. Les forêts et les steppes du nord de l'Algérie couvrent 3,2 millions d'hectares, soit un taux de boisement de 11% qui reste insuffisant, d'autant plus que les forêts algériennes, méditerranéennes de surcroît, sont caractérisées par un matériau particulièrement inflammable et combustible. Le vent et la pente facilitent la propagation du feu, particulièrement pendant la période sèche, de juillet à septembre avec un maximum au mois d'août. Le travail d'inventaire des incendies de forêts dans le nord de l'Algérie que nous avons initié durant l'été 2005 par utilisation des images satellitaires ALSAT 1 a été réalisé à une période particulière (canicule qu'a traversé l'Algérie en cette saison estivale). Cette période a été marquée par une nette augmentation des températures dépassant les moyennes habituelles pour des saisons similaires. Les conséquences étaient un plus grand nombre d'incendies de forêts. L'exploitation des données ALSAT-1 pendant cette période entre les mois de mai et août nous a permis de faire un suivi de ces incendies et un bilan chiffré des superficies touchées par ce phénomène.

APPLICATION DE LA TÉLÉDÉTECTION SATELLITALE ET DU SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE AU SUIVI DE L'ÉVOLUTION DES PEUPELEMENTS FORESTIERS DE LA MAAMORA, MAROC

M. MANSOUR et H. HAFDAOUI

Institut National d'Aménagement et d'Urbanisme
Av. Allal Fassi. Rabat-Instituts. Rabat, Maroc
majidmansour@hotmail.com

La forêt de Maâmora est située au Nord Ouest du Maroc et constitue la plus vaste forêt de chêne-liège au monde. Cependant, sa superficie a connu durant ces quatre dernières décennies une diminution de 40% passant ainsi de 102 000 ha en 1951 à 60 000 ha en 1992. Cette dégradation est attribuée aux actions conjuguées de la sécheresse et aux multiples pressions engendrées par la surexploitation de cet écosystème forestier. L'objectif principal de cette étude est de suivre par télédétection l'évolution des peuplements forestiers de la Maâmora. Cet écosystème forestier est composé essentiellement d'une forêt naturelle de chêne liège et d'espèces introduites (eucalyptus, résineux et acacia). La base numérique utilisée est constituée d'images Spot et de plusieurs couches d'informations (plan de découpage forestier et documents existants) ; cette étape suppose une définition de modèles de relations entre les différentes couches. L'ensemble des informations est intégré dans un système d'information géographique combinant des données matricielles et vectorielles. L'étude diachronique a été réalisée par l'application des classifications multi-spectrales sur des images Spot de dates différentes de la région étudiée. La réponse spectrale, peut être rattachée avec précision aux changements dans la physiologie et le couvert végétal. Toutefois, la confortation des valeurs de réflectances enregistrées par le satellite à la réalité de terrain, n'obtient qu'un succès limité lorsqu'il s'agit d'eucalyptus en taillis et du chêne liège dense. Ces valeurs varient pour la même unité selon leur densité. L'ensemble des résultats corrobore les observations de terrain avec localisation des différents changements liés à la dégradation de la subéraie et aux opérations d'exploitation et de reboisement. La dégradation de la subéraie a été estimée à 0,8 %, soit une perte annuelle de 234 ha de chêne liège. Cette régression est due essentiellement à une mortalité suite à l'action conjuguée de la sécheresse prolongée, la pression anthropique, et l'absence de régénération naturelle. Le système mis en place permet de répondre aux différentes requêtes des utilisateurs à l'échelle du site étudié et la carte résultante des différentes options de traitement décrit l'ensemble des interactions de l'homme avec le fonctionnement de cet écosystème forestier. Ces outils d'acquisition et de traitement de l'information géographique jouent un rôle prépondérant en aménagement forestier durable.

SATELLITE-BASED MONITORING SYSTEM FOR FOREST DISASTER CONTROL AND MANAGEMENT IN NIGERIA

B.O. BALOGUN

African Regional Centre for Space Science and Technology Education in English (ARCSSTE-E)
Obafemi Awolowo, University (OAU) Campus, Ife, Nigeria
bo_balogun@yahoo.co.uk

The eco-climatic zones of Nigeria consist of the forest, majorly in the south west; swampy forest in the south south; guinea savanna, both southern and northern types; sudan savanna, in the north central; and the sahel savanna in the core north. Fire incidents are majorly recorded in the guinea savanna, which is burnt annually by deliberate human activities. However, fire incidents in the forest zone rarely occur but when they do, assume a wild dimension resulting into colossal human and resource losses. Traditional attempts at documenting these incidents have not been very efficient as data are either missing, not properly documented or are outrightly unreliable. The advent of satellite technology in Nigeria is however expected to arrest this unfortunate trend, in event capture, data collection and storage for future and or immediate scientific uses. This obviously, will improve the nation's attempt in policy making to monitor and manage its rich forest and non-forest resources. This paper therefore, will seek to establish the occurrence of fire disaster in Nigeria, its environmental impact and the satellite-based approach at arresting this unsustainable depletion of our natural resources.

Session Technique ST2
Gestion du Territoire
Land Management

**VILLES LITTORALES, VILLES DURABLES : QUELS INDICATEURS, QUELS
OUTILS DE PRISE DE DECISION ET DE GESTION - EXEMPLE A PARTIR DE LA
COMMUNE DE JOAL - FADIOUTH (SENEGAL)**

A. T. DIAW

Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique,
Campus de l'Ecole Supérieure Polytechnique, - B.P. 25 275, Dakar-Fann, Sénégal
tahirou_diaw@hotmail.com

L'urbanisation est une donnée majeure de l'Afrique contemporaine : elle est en train d'apporter de profondes mutations au niveau des espaces et des sociétés. Les villes, notamment celles situées sur les zones littorales sont déjà et vont devenir au cours des prochaines décennies de fortes concentrations humaines. Parce qu'elles sont le cadre de vie de la majorité des citoyens, il est intéressant d'analyser les évolutions qui s'y observent. Les activités économiques, les pratiques spatiales et socio-culturelles qui s'y observent, préfigurent des caractéristiques qui prédomineront dans de nombreuses sociétés en Afrique. Quelles sont les questions que la recherche pourrait prendre en charge de manière urgente, pour tenter de proposer des produits opérationnels, indispensables pour accompagner l'amélioration de la gestion des villes et leur développement ? Quelles variables est-il pertinent de choisir, pour comprendre les problèmes qui se posent aux villes africaines et quels indicateurs proposer pour construire des outils qui y apportent des solutions pratiques ? L'intérêt de cette documentation fait face également à une énorme difficulté : les villes africaines s'apparentent par de nombreux aspects à d'immenses villages en train de diversifier et de complexifier leurs activités et leurs fonctions, sans encore pouvoir être totalement définies comme des cités modernes. De fait, elles s'inscrivent dans un registre indéfinissable entre l'urbain et le rural, et constituent ainsi un terrain d'étude privilégié pour appréhender les rapports de force et/ou de complémentarité entre les villes et les campagnes. Les villes en Afrique ont d'authentiques problèmes de cités modernes, et sous quelque angle que l'on se place, l'amélioration de la gestion des cités pose problème. A cet égard, l'administration et la gestion des citoyens et des activités requièrent de connaître parfaitement plusieurs variables dont l'espace. En effet, c'est aux espaces et aux activités dans la Commune de Joal-Fadiouth, sur la Petite Côte du Sénégal, que nous porterons le plus grand intérêt, pour disposer d'indicateurs urbains appropriés pour proposer une amélioration de la gestion de la cité. Les outils technologiques modernes et performants de l'analyse spatiale constituent ici une étape dans le processus de construction d'une contribution conséquente sinon décisive à la lisibilité des phénomènes spatiaux, sociaux, économiques, politiques qui impriment la direction et le rythme de la ville de Joal-Fadiouth, patrimoine du monde.

**METHODOLOGIES D'ETABLISSEMENT DU MODE D'OCCUPATION DU SOL A
PARTIR DE LA RESTITUTION PHOTOGRAMMETRIQUE ET DES IMAGES
SATELLITES**

E. EL BRIRCHI, M. SINAN et R. EL KHTIB

Centre d'Etudes et de Recherches en Ressources en Eau (CERHYDREAU), EHTP,
km 7, Route d'El Jadida, B.P. 8108, Casablanca, Maroc
sinan_mohamed@yahoo.fr

L'aménagement de l'espace urbain est un paramètre important pour le développement des pays, étant donnée la croissance rapide de cet espace surtout dans les pays émergents. A ce titre, l'élaboration de documents retraçant le mode d'occupation du sol, d'une manière fiable et rapide et qui reflètent avec confiance la réalité du terrain, est

devenue une condition essentielle pour une bonne planification. La réalisation d'un Mode d'Occupation du Sol repose sur des données géographiques qui peuvent être issues de différentes sources. Le travail réalisé a pour objectif la comparaison de méthodes d'établissement du Mode d'Occupation du Sol en se basant sur les données spatiales, issues d'une restitution photogrammétrique ou bien issues de l'imagerie satellite. Le traitement des données diffère selon la source utilisée. La photogrammétrie aérienne procure des données directement au format vecteur, en cas de nécessité de changement d'échelle il faut passer par une généralisation des données. L'imagerie spatiale fournit actuellement des données plus faciles à acquérir et à des échelles convenables. L'image utilisée pour le présent travail est une image SPOT 5, en vue d'élaborer le Mode d'Occupation du Sol. Deux méthodologies ont été utilisées, la première se base sur une photo-interprétation de l'image et la seconde sur sa classification. Pour ce dernier cas, il fallait effectuer une vectorisation de l'image après classification. Ce travail a été élaboré en utilisant les logiciels ArcGIS 8.3, Spatial Analyst et ERDAS IMAGINE. Le choix des méthodes diffère selon les données disponibles et de la nature de ces dernières en terme d'échelle, de qualité et de la région traitée. Certains traitements demeurent actuellement difficiles à réaliser automatiquement comme la généralisation. L'application a été réalisée sur une zone de la région du Grand Casablanca.

DEAD SEA AREA AS AMIN INPUT IN JORDAN ECONOMY

K. ABANDEH

Jordan Meteorological Department, PO Box 1253, Irbid 211 10
khalidd3@yahoo.com

As it is well known that the Dead Sea area in Jordan is the host for many Jordan industrial investments, it is also close to the green area Alghor where most of Jordan food is produced. Recently, the remote sensing data rang the bell about the danger which threatens the Dead Sea by drying (it is clear that the Dead Sea level is subsiding). If the dead sea dried completely the industrial activities will be destroyed and all the farms near to the sea will suffer from the salty spot which will remain in the sea area. This will affect development in the whole area and sure a more new efficient administration must be applied for the sea

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE DETERMINATION OF AREAS TAKING INTO ACCOUNT THE TERRAIN TOPOGRAPHY

¹M. ROUCHDI, ¹M. AJERAME, ¹M. BADRAOUI, ¹M. ETTARID*, ²M. HAOUJAR et M. ²TAMMAH

1. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Madinat Al Irfane, B.P. 6202, Rabat

2. Département de Cartographie, ANCFCC, Rabat, Maroc
m.rouchdi@iav.ac.ma

Computation of areas is mainly requested in Geographical Information System (GIS) for the purpose of land management by means of area estimation. The problem is that areas are calculated based only on x and y planimetric coordinates without considering the third dimension which is the height (terrain topography). Hence, neglecting the third dimension may lead to an inaccurate estimation of the true area. This will in turn results in false estimation of the real cost of land management operations. The purpose of this study is the development of a methodology that takes into account the topography of the terrain. Thus, the algorithms used in this research take into consideration the correlation of slopes, two and three dimensional areas computation. The results provided by applying this methodology to a rainfed development perimeters data show that there is an increase in the underestimate areas with the importance of slope. Applying this methodology for the purpose of computing areas will contribute mainly to computation of accurate real area and thus get the good estimate for land management operations.

Session Technique ST3
Erosion, Vulnérabilité des Sols
Erosion, Soil Vulnerability

**APPROCHE METHODOLOGIQUE PAR TELEDETECTION ET SIG POUR
L'EVALUATION DU RISQUE POTENTIEL D'EROSION DU BASSIN VERSANT DE
L'OUED SROU (MOYEN ATLAS, MAROC)**

¹K. EL BOUQDAOUI, ²H. EZZINE, ³A. EMRAN ET ⁴M. ZAHRAOUI

1. IAV Hassan II, Madinat Al Irfane, B.P. 6202, Rabat

2. CRTS, Rabat

3. Dép.de Télédétection, Institut Scientifique, Av. Ibn Battouta B.P. 703, Rabat-Agdal

4. Faculté des Sciences P.B. 1024, Rabat-Agdal, Maroc
elbouqdaoui_kh@yahoo.fr

L'érosion des sols est un phénomène qui concerne plusieurs régions du Maroc et cause d'énormes dégâts socio-économiques. Le présent travail a pour objectif de contribuer à la compréhension et à l'évaluation du risque potentiel d'érosion des sols du bassin versant de l'Oued Srou au Moyen Atlas, par une modélisation des principaux facteurs d'érosion selon le modèle « Land Erodibility Assessment Methodology » (LEAM). Le modèle compte parmi ses facteurs : l'érodibilité des sols, l'inclinaison des versants et l'érosivité climatique. Pour le dernier facteur, nous avons décidé de compenser le biais introduit par l'utilisation d'une série des précipitations à tendance sèche (1980/2002), par le calcul de trois indices d'érosivité climatique, correspondant respectivement à la moyenne et aux deux années extrêmes la plus sèche et la plus humide. Ceci nous a permis de produire trois cartes du risque potentiel d'érosion. La cartographie des différentes couches d'informations s'est effectuée dans un système géoréférence. L'analyse, la combinaison des données et la modélisation ont été opérées dans un Système d'Information Géographique. Le modèle choisi dans ce travail ne tient pas en compte la répartition du couvert végétal, ce qui représente un inconvénient majeur, puisque ce dernier peut s'avérer déterminant pour évaluer le risque d'érosion dans la zone d'étude. Afin de pallier à cela et pour améliorer le modèle, nous avons opté pour y ajouter le facteur végétation. La réalisation de la carte d'occupation des sols à partir de l'interprétation visuelle de l'imagerie satellitaire Landsat-ETM+ de 2001 qui couvre le bassin de l'Oued Srou, nous a facilité l'extraction de la carte du couvert végétal, ce qui nous a permis de cerner avec plus de précision les zones les plus vulnérables à l'érosion. Elles représentent 11,3 % de la zone d'étude pour une année sèche et 20,9 % pour une année humide.

**GIS APPLICATIONS FOR EROSION RISK ASSESSMENT AND LAND
CLASSIFICATIONS NORTH-WEST LIBYA**

O. E. SHBELI

LCRSSS, Tripoli, Libya

shaab_s@yahoo.com

Planning and management of sustainable agricultural development requires timely and accurate information on existing land resources. It also requires basic understanding of the dynamics of processes influencing sustainability of present soils and their properties rural planners and related professionals are usually dependent on conventional methods for obtaining information on soil risk. Recently attention has focused on the development of automated or computer based GIS technology for the assessment of soil erosion risk. GIS provides very powerful tools for development planning for land resources.

Accelerate soil erosion caused by wind and water erosion is an increasing problem in the world today, and it is well known in Mediterranean countries through deforestation, overgrazing, reclamation steep areas to increase arable agriculture and the expansion of urban areas have caused soil erosions flooding to increase. Deterioration in the quality of crop and grazing land as a result of erosion brings about reduced productivity and increased expenditure on fertilizer in an attempt to maintain soil fertility. In extreme cases yields become so poor that land has to be taken out of cultivation. The present study will focus mainly on two aspects : (1) assessment of erosion risk in the study area; (2) examining the potency of soil erosion modelling GIS techniques for generating reliable soil erosion information.

The main objectives of the study will be assessment of the erosion risk in the study area (in north west Libya) using geographical information system (GIS) technology.

The study area in west Libya will be taken as a case study for this research the area is located between 13:32:22 E, 32:48:16 N and 13:48:45 E, 32:41:39 N.

The following materials will be needed for carrying out the research work in Garabolli : Spot image satellite; soil type maps; rainfall maps; land covers maps; topographical maps; evapo-transpiration maps; field observation / check data.

CONTRIBUTION DE LA TELEDETECTION ET DU TRAITEMENT DE MNT A L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES SUR LES ZONES MARGINALES DES HAUTES TERRES DE L'OUEST-CAMEROUN : CAS DE LA BORDURE OUEST ET SUD-OUEST DU PLATEAU BAMILEKE

C. NGOUANET

Institut National de Cartographie, BP 157 Yaoundé, Cameroun
chnngouanet@yahoo.fr

La dorsale camerounaise correspond à un énorme compartiment de socle précambrien situé sur une ligne de fracture allant de l'Atlantique au Tibesti. Elle est dominée par une succession de grands complexes d'origine tectonique ou tectono-volcanique dont les plus imposants sont : le mont Cameroun (4100 m), le mont Manengoumba (2400 m) et le mont Bambouto (2740 m). La grande diversité du relief est le reflet de la complexité du substrat géologique : socle précambrien d'une rare hétérogénéité, panneau de sédiments crétacés, couverture basaltique marqués selon les endroits par une tectonique cassante qui l'a morcelé en une multitude de compartiments dont certains, à grandes échelles, tels que les hautes terres de l'Ouest et de l'Adamaoua, ont été puissamment soulevés et profondément incisés. La forêt dense humide s'est accommodée très souvent de toutes ces topographies, rendant compte de l'ampleur de la biostasie en cours depuis la dernière grande phase du Quaternaire. Ce dispositif naturel en équilibre, devrait en principe exclure les risques de la nature de celles que nous enregistrons fréquemment. Malheureusement, de nos jours, le rôle que l'homme joue sur le couvert végétal est manifeste. La forêt se maintient difficilement, se réfugiant dans les zones difficiles d'accès ; la dégradation du couvert végétal crée des déséquilibres qui ne sont pas prêts de s'arrêter car, partout dans ces montagnes et surtout dans les Hautes Terres de l'Ouest, les différents acteurs économiques se déchirent pour la maîtrise de la terre et de l'eau. Les puissants versants dénudés à des fins pastorales ou agro-pastorales sont livrés aux rafales des pluies. Les conséquences multidimensionnelles ne se sont pas fait attendre. En effet, au cours des trois dernières décennies, aussi bien en zone rurale qu'en zone urbaine, la dorsale camerounaise a été le théâtre de nombreux mouvements de masse catastrophiques : éboulements, effondrements, glissements de terrain, coulées boueuses et inondations. A partir des cartes topographiques et géologiques, des photographies aériennes de 1964 et 1983, des images Landsat (1978, 1988 et 2003) et des images radar ERS ENVISAT et radarsat, combinés aux statistiques officielles et aux investigations de terrain, nous avons fait un diagnostic global de l'évolution de l'environnement des hautes terres de l'Ouest-Cameroun. Le modèle numérique de terrain combiné à l'analyse d'images multitudes et multicapteurs nous a permis de constater que dans cette zone, par an, en moyenne 18% des superficies forestières sont perdues au profit de l'habitat et des activités agricoles et pastorales. Il est important de noter que des 20% de ces mutations dans le couvert s'opèrent sur des espaces à fortes pentes (plus de 30%). La télédétection multisource, multitudes et multiéchelle et le traitement de MNT nous ont permis de mieux connaître cet environnement cloisonné et difficile d'accès et surtout de nous démarquer des études antérieures restées purement descriptives. Les cartes d'occupation de l'espace produites à multi échelle, les cartes des

zones à risque, les vues 3D, la quantification des différents processus à travers les statistiques extraites sont quelques indices nous permettant d'envisager la sensibilisation des décideurs plus aisée et que les mesures et parades mises au point pourront avoir quelques chances d'être mises en application.

DEUX APPROCHES DE CARTOGRAPHIE DE L'ÉROSION HYDRIQUE PAR TELEDETECTION ET SIG : CAS DE LA REGION DE BIN EL OUIDANE (HAUT ATLAS, MAROC).

J. ABAOUI, A. EL HARTI, E. BACHAOUI, A. EL GHMARI et A. EL BOUADILI

Laboratoire de Télédétection et SIG, Faculté des Sciences et Techniques
Béni Mellal, B.P. 523, Maroc
abaoui@imel.org

L'érosion des sols en montagne, en particulier l'érosion hydrique, est la cause de la diminution des volumes utiles des retenues des barrages. Elle est essentiellement due aux facteurs topographiques et lithologiques caractérisant les bassins versants en amont, aux facteurs climatiques et, en particulier à l'action anthropique. Le Haut-Atlas central, est l'une des régions du Maroc les plus exposées à l'érosion. En effet, la région de Bin El Ouidane présente une lithologie variée et friable (marnes, argile et grès), un relief accentué et un couvert végétal dégradé. Ces derniers, associés aux conditions climatiques semi-arides, rendent la région vulnérable à l'érosion hydrique. Sur les formations peu perméables le ruissellement de surface entraîne le ravinement, les glissements de terrain et le transport des particules solides vers les la retenue du barrage de Bin El Ouidane. L'utilisation rationnelle des ressources en eau, constituerait l'assurance d'une alimentation continue et durable en eau potable, en eau d'irrigation et en production d'énergie hydroélectrique dans le barrage. Une telle gestion nécessite une préservation de la retenue contre l'envasement, à travers l'étude de l'érosion des sols. Dans ce travail nous présentons deux méthodes d'identification et de cartographie des zones vulnérables à l'érosion hydrique: la somme des indices et les unités de réponse. La méthode des unités de réponse consiste en l'extraction du terrain d'un ensemble de paramètres qui caractérisent les différentes classes d'érosion. Ces paramètres sont ensuite utilisés dans une analyse multicritère des données images de télédétection et cartographiques pour la délimitation des zones vulnérables à l'érosion hydrique. La méthode de la somme des indices se base seulement sur une analyse multicritère des données cartographiques. L'étude montre que les deux méthodes sont complémentaires et permettent une bonne délimitation des zones à risque d'érosion.

CARTOGRAPHIE DES ZONES VULNERABLES A L'ÉROSION HYDRIQUE DE LA VILLE DE BENI MELLAL : APPORT DE LA TELEDETECTION ET DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

¹B. BACHAOUI, ¹E. M. BACHAOUI*, ¹A. EL HARTI, ²A. AIT FORA, ¹J. ABAOUI et ¹A. EL GHMARI

1. Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Télédétection et SIG, B.P. 523, Béni Mellal, Maroc
2. Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Terre, Kénitra.
bachaoui@fstbm.ac.ma

Le périmètre urbain de la ville de Béni Mellal est exposé à des inondations après les fortes averses pendant la saison pluvieuse ou suite aux orages que connaît la ville pendant l'été (les dernières inondations ont eu lieu au mois d'août 2005). La charge solide emportée par les cours d'eau lors des crises cause une problématique, devenue chronique pour les autorités locales malgré les efforts fournis pour résoudre le problème, par l'aménagement des lits des cours d'eau qui traversent la ville et le dégagement des regards d'assainissement.

Partant de ce constat, nous avons essayé de faire une mise au point sur la problématique, en particulier sur l'origine des charges solides apportées par les inondations. Pour cela, nous avons cartographié les zones vulnérables à l'érosion hydrique du tronçon atlasique qui longe la ville de Béni Mellal. La démarche suivie consiste en une analyse multicritères de données multisources (données de terrain, cartographiques et satellitaires).

Les données de télédétection utilisées dans ce travail est une image ASTER de TERRA acquise le 28 juillet 2001. Dans une première étape, l'image satellitaire a été géoréférencée selon la projection conique conforme de Lambert et calée selon le système de coordonnées de référence de la zone de Merchich Nord (Système du nord du Maroc). L'image a ensuite subi une correction radiométrique.

Nous avons réalisé une classification supervisée pour obtenir une carte d'occupation du sol. La combinaison de celle-ci avec la carte des pentes a permis d'établir une carte de risque d'érosion de l'Atlas de Béni Mellal. Celle-ci comprend trois classes : i) les zones à potentiel érosif faible, se localisent surtout dans la plaine (pente entre 0 et 10%) où les terrains sont présentés par les sols compacts non cultivés ; ii) les zones moyennement susceptibles à l'érosion (pente entre 10 et 20%) présentées par des terrains cultivés avec un couvert végétal moyen à dense qui diminue le risque d'érosion et, iii) les zones à potentiel érosif élevé à très élevé, se localisent à l'amont de la zone d'étude sur une pente se situant entre 20 et 60%. Elles correspondent à des sols développés sur les calcaires suite aux pratiques agricoles. Ces résultats obtenus ont été validés sur le terrain.

La carte obtenue a révélé nettement que la ville de Béni Mellal restera menacée tant que les aménagements restent réservés aux travaux d'assainissement dans le périmètre urbain. Pour résoudre le problème, nous suggérons en plus des travaux d'aménagement intra urbain, d'aménager (reboisement, limitation des pratiques agricoles en zones à fort pente, etc.) l'amont de la ville de Béni Mellal et ce en concertation avec la population locale qui constitue un élément primordial dans la réussite du projet.

SIG ET TELEDETECTION, OUTILS D'AIDE À LA DECISION POUR LA LUTTE CONTRE L'EROSION DANS LE BASSIN VERSANT DE TAZARINE (SE MAROCAIN)

¹A. EL JAAFARI, ¹R. BELKHADIR et ²S. EL JAAFARI

1. Centre National de Génie Sanitaire et de L'Environnement, Dép. de Génie Civil, EMI, Rabat Maroc

2. Projet Euro Méditerranéen « INCO-MED FOGGARA », Université Moulay Ismail, Meknès.

s.eljaafari@menara.ma

Situé dans le SE marocain au piémont du Haut Atlas, le bassin de Tazarine est caractérisé par un fort degré d'érosion accentué par sa topographie et son couvert végétal très dégradé.

L'élaboration d'un plan d'action qui vise la lutte contre l'érosion dans ce bassin repose sur une caractérisation interdisciplinaire de cette problématique qui s'articule autour de la détermination des principaux paramètres qui accentuent l'effet de l'érosion.

L'approche méthodologique se base sur l'analyse conjointe des données satellitaires, cartographiques et climatiques. La couverture spatiale de la zone a été faite par une scène Landsat TM datant de mars 2004, en plus d'une série de photos aériennes qui ont permis la cartographie de l'occupation du sol de la zone. A l'aide des supports cartographiques de la zone et d'un SIG, nous avons pu générer les couches d'informations nécessaires pour la réalisation de cette étude (faciès lithologique, réseau hydrographique, MNT de la zone, classes de pente), nous avons réalisé en parallèle une carte d'isohyètes par le dépouillement des mesures pluviométriques de différentes stations de la zone.

L'extraction de l'information à partir de l'analyse de l'ensemble de ces supports a permis le zonage des secteurs où le degré de l'érosion est très important, ceci a permis l'élaboration de la carte d'intervention où nous avons répertorié les zones où l'intervention s'avère urgente.

Session Technique ST4
Désertification, Sécurité Alimentaire
Desertification, Food Security

**L'UTILISATION DE LA DONNEE SPATIALE DANS LES PAYS DE LA ZONE OSS :
UN CONSTAT ET DES PERSPECTIVES**

N. BEN KHATRA et W. ESSAHLI

OSS , Bd . du Leader Yasser ARAFAT, BP 31 –1080, Tunis Cedex URL : www.unesco.org/oss
boc@oss.rg.tn

Avec le lancement des premiers satellites d'observation de la Terre, la télédétection a fait ses premiers pas durant les années 70. Au cours de cette décennie les principales applications civiles développées ont eu pour principal objectif de montrer les potentialités de l'outil dans diverses applications liées au développement et, en particulier, au suivi des ressources naturelles.

Les années 80 ont été marquées par une avancée significative au niveau de l'élaboration des techniques et outils de traitement d'images qui a conduit notamment au montage d'un grand nombre de projets basés sur l'utilisation des données spatiales ; l'Afrique se dotait ainsi, dans les années 90, de centres nationaux, sous régionaux et régionaux spécialisés en la matière.

Cependant, après plus d'une décennie, les applications utilisant les données spatiales restent encore timides en Afrique et la télédétection n'a pas été définitivement intégrée aux dispositifs de suivi et de gestion des ressources naturelles au niveau de la région.

Conscient des potentialités de l'outil télédétection pour le suivi des ressources naturelles d'une part, et faisant le constat de sa sous-exploitation au niveau de ses pays et organisations sous-régionales membres, d'autre part, l'Observation du Sahara et du Sahel (OSS) a entamé une analyse pour en comprendre les causes et en déduire les mesures palliatives.

Le coût de la donnée spatiale étant souvent évoqué comme étant l'un des principaux freins au développement de l'exploitation de cet outil, l'OSS a entrepris une démarche pour identifier des formes de partenariat possibles conciliant les besoins de ses pays membres en matière d'information utile à la prise de décision et les intérêts des agences spatiales qui détiennent les données de base.

Il est vite apparu que bien plus que le coût des données, la faible implication des utilisateurs finaux de l'information issue de la donnée spatiale dans la conception de projets de télédétection conduit souvent au développement d'outils et de produits peu adaptés à leurs besoins et à leurs procédures de travail.

En concevant, pour et avec ses pays et organisations membres, des dispositifs d'observation et de suivi environnemental (DOSE) intégrant toutes les composantes aboutissant à la production d'outils d'aide à la décision en matière de gestion des ressources naturelles, l'OSS se propose d'envisager les modalités pratiques pour opérationnaliser les processus d'élaboration d'indicateurs développés dans le cadre de plusieurs projets pilotes.

Par ailleurs, l'inscription de la télédétection comme un thème prioritaire des réseaux que l'OSS œuvre à mettre en place en Afrique circum-saharienne, contribuera au renforcement de la veille scientifique en la matière, la diffusion et la valorisation des différentes expériences et la création d'une dynamique de partenariat africain autour de cet outil.

SYSTEME D'ANALYSE ET D'AIDE A LA DECISION DE LUTTE ANTIACRIDIDIENNE

F. BENHAMOUDA

Directeur d'Etudes, Chargé des Applications Spatiales
Agence Spatiale Algérienne
14, rue Omar AÏSSAOUI, El Hammadia - Bouzaréah, Alger, Algérie
fbenhamoudaf@asal.dz

Le système d'analyse et d'aide à la décision de lutte antiacridienne mis en œuvre s'appuie sur les multiples possibilités offertes par l'imagerie spatiale en terme de couverture des régions grégarigènes, de localisation des zones à forte densité chlorophyllienne et de suivi périodique pour la phase préventive. Aussi, depuis le début de la campagne de lutte anti-acridienne (février 2004), une soixantaine de scènes Alsat-1 de 300 x 300 km a été mise à la disposition de l'Institut National de la Protection des Végétaux. Les données Alsat-1 ont été utilisées dans un cadre prévisionnel dans la mesure où elles permettent la localisation et l'identification des zones agricoles menacées par d'éventuelles invasions acridiennes.

Ce système de traitement et d'analyse se base sur un ensemble de données (spatiales, terrestres, météorologiques, Bulletin de Renseignement Quotidien BRQ) et permet d'établir des scénarios d'invasion, de dresser les bilans chiffrés et cartographiques de l'ensemble de la période d'invasion acridienne (par date et par phase biologique), facilitant le tracé de l'itinéraire du criquet pèlerin, et servira comme document de référence aux prochaines invasions, et aux investigations futures. Il est opérationnel et subira les améliorations au fur et à mesure de l'expérience de son exploitation.

UTILISATION DE LA TELEDETECTION ET DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LA LOCALISATION DES ZONES AFFECTEES PAR LA SECHERESSE AU SENEGAL

¹M. MARTINI & ²A. TOURE

1. Istituto Agronomico per l'Oltremare, via A. Cocchi, 4. Florence, Italie
2. Centre de Suivi Ecologique, rue Gontran Damas, BP 15532 – Fann Res, Dakar, Sénégal
martini@cse.sn ; assize@cse.sn

Au plan écologique, le Sénégal fait partie de la zone sahélienne et la majorité de ses habitants vit en milieu rural et dépend économiquement de la production agricole et pastorale. Or, dans cette zone, la pluviométrie, enregistrée essentiellement du mois de juin au mois d'octobre, est caractérisée par une importante variabilité spatio-temporelle, ce qui provoque des sécheresses plus au moins localisées pouvant pénaliser les cultures et les pâturages. La détermination et la localisation de ces anomalies permettent la mise en place de mesures d'atténuation des conséquences pour les populations.

Dans le cadre du suivi de la campagne agricole et pastorale au Sénégal, le Centre de Suivi Ecologique de Dakar a mis en place un système basé sur l'utilisation de la télédétection et des systèmes d'information géographiques pour la localisation des zones affectées par la sécheresse. Ce système est articulé autour de trois composantes principales :

1. l'analyse de la phase initiale de la saison des pluies pour déterminer les conditions d'installation des cultures ; cette analyse s'appuie sur un modèle agrométéorologique qui utilise les estimation des pluies dérivées des données Meteosat ;
2. la détermination des anomalies dans la distribution des précipitations par l'utilisation de l'Indice Standardisé des Précipitations (SPI) ; l'indice est calculé à partir des données pluviométriques des stations météorologiques du Service Météorologique du Sénégal ;
3. le suivi de la croissance de la végétation par l'utilisation d'une série d'indices - Vegetation Condition Index (VCI) et Indice de Croissance Normalisée (ICN) - dérivés des images S10 Spot Vegetation.

Le système est intégré au dispositif national de suivi de la campagne agricole et pastorale du Sénégal depuis la campagne 2000. Ce papier présente les résultats du suivi de la sécheresse pendant la campagne 2002-2003 au Sénégal.

ESTIMATION DE L'ETAT HYDRIQUE DES COUVERTS VEGETAUX A PARTIR DES DONNEES SATELLITES

M.F. SMIEJ, B. LACAZE & K. BELLABBES

Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat, Maroc
smiej@crt.s.gov.ma

La sécheresse devient de plus en plus récurrente à une plus grande échelle mondiale et touche notre région nord-africaine avec une acuité saisissante et une plus grande fréquence. Il s'ensuit alors des conséquences sociales sur une large population et une baisse de l'activité agricole et touche par la suite tous les secteurs économiques.

La caractérisation et le suivi de la sécheresse à l'échelle nationale s'avèrent alors d'une importance capitale pour permettre aux différents acteurs d'abord de la détecter à temps et d'en mesurer l'impact sur les secteurs économiques touchés pour permettre d'imaginer des scénarii de rechange pour tenter de diminuer son effet.

L'état hydrique des couverts végétaux est un paramètre qui est en étroite liaison avec la sécheresse. Il conditionne leur évolution pendant leurs cycles végétatifs et leur production finale. Pour les cultures, la connaissance de ce paramètre, en conjonction avec d'autres ayant rapport avec l'activité chlorophyllienne, peut être d'une grande utilité pour le suivi des cultures pendant leur cycle.

Dans une première partie, la présente communication tente d'évaluer la faisabilité d'estimation de l'évapotranspiration à partir des données satellitales de basse résolution. Après un rappel sur les différentes méthodes utilisées pour cette estimation, une expérimentation utilisant les méthodes d'estimation directe a été menée sur deux régions le Gharb et la Chaouia. Pour la validation des mesures de terrain ont été effectuées pendant une partie de la saison agricole.

Dans une seconde partie, nous présentons un indice de sécheresse TVDI (Temperature-Vegetation Dryness Index) calculé à partir de la méthode du triangle. Les résultats de l'application de cet indice aussi bien à l'échelle nationale que locale sont illustrés.

Le travail sera conclu par des observations et recommandations en matière d'estimation du bilan hydrique à partir des données satellites basse résolution.

CARTE DE SENSIBILITE A LA DESERTIFICATION (AFRIQUE DU NORD)

M. SALAMANI, H. KADI HANIFI & A. HIRCHE

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (STHB),
Faculté des Sciences Biologiques, Algérie
m_salamani@yahoo.fr

La carte de sensibilité à la désertification a été élaborée par le croisement de trois couches thématiques susceptibles d'avoir un impact sur le processus de désertification. La démarche suivie est inspirée de la méthode MEDALUS. Les informations cartographiques sur la végétation, le climat et le sol sont issues de cartes papier qui ont été toutes transformées en données numériques puis saisies, structurées et gérées par un algorithme dédié aux systèmes d'informations géographiques.

En fonction des informations, chaque couche a fait l'objet de 3 à 4 classes, la moyenne géométrique des trois couches utilisées a abouti à des classes de sensibilité des différents milieux cartographiés.

UTILISATION DES DONNEES SATELLITAIRES, METEOROLOGIQUES ET LES CONNAISSANCES EXPERTES POUR LA PREVENTION ET LA GESTION DU RISQUE ACRIDIEN

M. S. KAROUI

Centre National des Techniques Spatiales
BP 13 Arzew 31200, Algérie
kms_lt_cnts@yahoo.fr

Le criquet pèlerin représente une menace importante pour l'agriculture dans de nombreuses régions de la Terre, particulièrement dans le continent Africain.

Les invasions du criquet pèlerin nécessitent un système permanent de prévention et de lutte. Cette étude destinée à proposer une méthodologie pour la modélisation des déplacements du criquet pèlerin dans sa phase la plus menaçante, la phase grégaire, peut être intégrée dans le cadre d'un tel système. Cette modélisation passe au préalable par la conception d'un système semi-automatique combinant des données météorologiques et satellitaires (optique et altimétrique), et intégrant des connaissances expertes exprimées sous forme de règles d'inférences explicites tirées de la dynamique de population du criquet, afin de caractériser les zones et la nature des déplacements.

Pour la mise en œuvre de notre méthodologie, nous avons essayé de modéliser les déplacements des essaims du criquet pèlerin, pendant la période qui s'étale du 8 au 12 février 2005 dans la zone steppique d'Algérie, à partir des signalements donnés par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Les règles associées à notre application portent sur des variables, sous forme de données prétraitées et générées, ainsi que des données intermédiaires obtenues à partir de fonctions. La donnée prétraitée utilisée est celle du Modèle Numérique d'Altitude (SRTM). Les données générées sont celles obtenues par le diagramme de Voronoi à partir des données météorologiques (température, vitesse et direction des vents, et les précipitations). Une seule fonction a été utilisée pour l'obtention d'une donnée intermédiaire, en utilisant les canaux rouge et proche infrarouge de la donnée optique MODIS, cette fonction est relative à l'indice de végétation normalisé NDVI.

Après lecture des résultats (positions finales des essaims du criquet pèlerin) obtenus par notre méthodologie, et afin de valider notre approche, nous avons comparé nos résultats avec les signalements donnés par la FAO. Cette comparaison a mis en évidence une similitude entre nos résultats et les signalements donnés par la FAO.

La méthodologie employée pourra être utilisée dans un système d'analyse et d'aide à la décision relatif à la prévention et la gestion du risque acridien, en intégrant les prévisions météorologiques.

ETUDE DES POTENTIALITES DES DONNEES SPATIALES POUR LE SUIVI DE LA SECHERESSE SUR LE MAROC

N. FILALI

Direction de la Météorologie Nationale
Centre National de Recherches Météorologiques
filali@marocmeteo.ma

La sécheresse qui sévit ces deux dernières décennies le Maroc est perçue par les pouvoirs politiques et les acteurs techniques comme une donnée structurelle de l'activité agricole produisant des répercussions négatives sur la société, l'activité économique et sur l'environnement.

A la base des actions et des programmes du gouvernement devrait exister un système d'information qui permettrait d'alerter les décideurs sur l'occurrence de la sécheresse et d'évaluer à l'échelle spatiale et temporelle son intensité afin de prendre les mesures adéquates. Cependant les outils classiques de surveillance de la sécheresse souffrent de limitations sérieuses en raison de la forte dépendance, de leurs résultats de la représentativité spatiale des mesures de base.

Devant ce problème, les outils de la télédétection spatiale, offrant des avantages en termes de résolutions spatiale, temporelle et spectrale, offrent des potentialités prometteuses pour la surveillance et le suivi de la sécheresse à des échelles spatiales étendues.

Cette communication se propose de présenter les résultats d'une étude sur les potentialités des données de la télédétection spatiale pour le suivi et la gestion de la sécheresse. Cette action s'insère dans le cadre des études de faisabilité technique du projet pilote de la DMN dont l'objectif ultime est le développement et la mise en opérationnel d'un Système d'Information Spatiale pour la gestion de la Sécheresse.

APPROCHE METHODOLOGIQUE POUR LA CARTOGRAPHIE DU «COULOIR DUNAIRE» EN VUE DE LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION, STEPPE CENTRALE D'ALGERIE

K. TOLBA et A. CHOUIAL

Laboratoire L.C.D , INRF, BP 37 Chéraga, Alger, Algérie
tolbakamel@yahoo.fr

L'Institut National de la Recherche Forestière mène depuis plus de deux décennies des recherches sur les techniques de lutte contre la désertification, par l'installation de placettes permanentes de contrôle au sol, par la télédétection et par l'étude de certains paramètres physiques et biologiques pouvant prévenir et réparer les dégâts causés par les mécanismes de rétroaction.

Une première esquisse cartographique de la dynamique éolienne a été réalisée au niveau du « couloir dunaire » de Djelfa – Bousaada (396 000 ha) dans l'axe central de la zone steppique en Algérie. Elle repose sur une méthodologie d'approche développée autour de trois principaux thèmes, à savoir : l'aspect géomorphologique, l'effet de l'activité éolienne entraînant une persistance de la sécheresse et l'indice de recouvrement végétal complémentaire. La synthèse cartographique permet d'établir un système d'information géographique et de dégager un ensemble de cartes de prévention des risques d'ensablement.

Session Technique ST5
Géologie, Ressources Minières
Geology, Mining Resources

**SIGNATURES SPECTRALES DES ROCHES PALEOZOÏQUES DES JEBILET
CENTRALES ET PERSPECTIVES D'UTILISATION DE LA TELEDETECTION
HYPERSPECTRALE POUR LA CARTOGRAPHIE DES ALTERATIONS
FERRUGINEUSES ET HYDROTHERMALES**

¹A. EL HARTI, ²A. BANNARI, ¹E. M. BACHAOUI, ³E. M. AARAB et ¹A. EL GHMARI

1. Laboratoire de Télédétection et SIG, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 523, Beni Mellal, Maroc
2. Lab. de télédétection et de géomatique de l'environnement, Ottawa–Carleton, Université d'Ottawa, Canada
3. Lab. de pétrologie, département de géologie, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc
elharti@fstb.ac.ma

Dans la perspective d'utiliser la télédétection hyperspectrale pour la cartographie des altérations ferrugineuses et hydrothermales dans la région des Jebilet centrales, au Maroc, les signatures spectrales des schistes, des chapeaux de fer et des roches magmatiques acides, basiques et ultrabasiques ont été analysées. Les échantillons ont été mesurés au laboratoire à l'aide d'un spectroradiomètre ASD (Analytical Spectral Devices) entre 350 et 2500 nm.

La minéralogie et la géochimie de ces faciès ont été également analysées afin d'étudier le potentiel de la spectroradiométrie comme indicateur de la minéralogie. À la lumière des résultats obtenus, il apparaît que les signatures spectrales des quatre groupes de roches considérés sont bien distinctes et montrent des fenêtres d'absorption de différents minéraux.

Les longueurs d'ondes de 600 à 1100 nm et de 2100 à 2400 nm sont caractérisées par les bandes d'absorption du fer et des hydroxyles. En effet, l'utilisation d'une image hyperspectrale dans ces longueurs d'onde serait adéquate pour la restitution des altérations ferrugineuses et hydrothermales. Toutefois, bien que les signatures spectrales soient de bons indicateurs du degré d'altération des roches, elles ne permettent pas de déterminer leur minéralogie de façon exacte.

**TELEDETECTION MULTISPECTRALE ET HYPERSPECTRALE
APPLIQUEE A LA RECHERCHE MINIERE**

A. HAMZAOUI

Office National des Hydrocarbures et des Mines, Rabat, Maroc
hamzaoui@onhym.com

La Télédétection est devenue de plus en plus un outil incontournable pour l'efficacité de l'exploration minière. En effet :

La télédétection multispectrale peut jouer un rôle important pour l'identification rapide des zones d'altérations hydrothermales. Des cartes de zones cibles peuvent être réalisées en se basant sur des données multispectrales telles que Landsat ou ASTER. Ces cartes constituent une aide précieuse pour le géologue prospecteur en étant plus efficace sur le terrain (cas d'étude : Provinces Sahariennes).

Les cartes de zones cibles cartographiées par télédétection multispectrale peuvent être détaillées en élaborant une cartographie des zones d'altération par minéral à l'aide des capteurs hyperspectraux tels que AVIRIS, Hyperion . (cas d'étude : gîte de Tafrant).

Enfin, les zones d'altération hydrothermale décelées par télédétection (multispectrale ou hyperspectrale) ou par cartographie géologique peuvent être contrôlées et détaillées par spectroradiométrie de terrain (cas d'étude : secteur d'Eçour).

FUSION D'IMAGES OPTIQUE ET RADAR : APPLICATION A LA CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE DANS LA REGION DU HAUT ATLAS CENTRAL MAROCAIN

¹M. HAKDAOUI, ²A. EMRAN et ¹A. RAHIM

1. Département de Géologie, Fac. Sci. Ben M'Sik Casa, B.P. 7955

2. Dép. Télédétection, Institut Scientifique, Av. Ibn Battouta B.P. 703, Rabat-Agdal, Maroc
hakdaouisofia2004@yahoo.fr

Les données satellitales sont une source importante d'information spatiale pour la cartographie géologique et la prospection minière. Si les images optiques multispectrales permettent de discriminer les différentes formations géologiques sur la base de leurs signatures spectrales, les images radar, grâce à leur grande sensibilité à la rugosité de surface, sont plutôt appropriées pour la cartographie structurale.

Pour produire une image qui combine ces deux types d'information, nous avons testé sur des données optiques : Landsat-TM et SPOT HRV-XS, et radar de capteur ERS-2, couvrant une région du Haut Atlas Central, deux techniques de fusion d'images : l'analyse en composantes principales (ACP) et les transformations dans l'espace intensité, teinte, saturation (ITS).

Il s'est avéré que l'ITS apparaît plus performante et donne la possibilité de pondérer la contribution du radar dans l'image résultante. L'interprétation visuelle de l'image de la fusion permet de préciser les contours cartographiques des principales formations géologiques, d'avoir une image plus nette de sa fracturation. Les résultats obtenus montrent qu'il est possible d'optimiser la cartographie géologique, en complétant les méthodes classiques de cartographie par l'interprétation visuelle d'images de fusion des données optiques SPOT HRV-XS, Landsat-TM et du radar ERS-2.

L'application des méthodes de classification en deux étapes, d'abord, par classification bayésienne dirigée sur une image Landsat-TM et sur une image Radar ERS-2, puis par fusion radar-optique des résultats de ces deux classifications, ont permis de compléter l'interprétation dans la zone d'étude

APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR REGIONAL GEOLOGICAL SURVEY IN SOME SELECTED AREAS, SUDAN

I. A. R. I. SHADDAD

Remote Sensing Authority of Sudan (RSA) & Geological Research Authority of Sudan (GRAS)
P.O. Box 410, Khartoum, Sudan
ibrahimshaddad@yahoo.com

Remote Sensing techniques provide an excellent mean for a cost effective geological mapping and mineral prospection in the continent-wide Sudan. Two remote rural areas for marginalized tribes in the edge of north-south armed conflict zone of underdeveloped continent-wide Sudan were selected for regional geological mapping and mineral prospection using integrated methods of modern and conventional remote sensing. The first area is the SE. part of the Sudanese Red Sea Hills (80,000 km²) covered by space-satellite borne photography Large Format Camera (LFC), which was flown aboard Shuttle flight 17-41G October 5-13, 1984, Challenger. LFC is a high performance metric cartographic camera producing stereo photographs with a forward overlap 70-80 % and ground resolution of 20-30 m. Visual interpretation was done for 1:820,000 and 1:430,000 scale LFC black and white

satellite photos. A small zoom-in area (1196 km²) was selected for detailed mapping using a mosaic of 1: 40,000 scale black and white aerial photographs.

The interpretation was controlled by field checking in different parts of the regional and detailed areas. The results were presented by lithological, structural, and mineral spot maps at scale 1:430,000 and 1:40,000 in which the rock units-members were classified tectono-stratigraphically in terms of the Neoproterozoic Afro-Arabian orogenic sequence. One of the important outcomes of the regional survey is the identification of the Tokar Triple Junction with its metallogenic significance represented by the petroliferous Tokar Delta, as well as the inland A-type apogranitic intrusions which are highly potential for heavy minerals and rare earths. The second area is the Ingessana Hills (700 km²) of SE Sdan, which subjected to processing-interpretation of digital satellite imageries (Landsat 7-ETM) using ENVI 3.4 software. The digital data is a subset of the georeferenced geocoded digital scene 172 r 052 acquired in 1999-11-13 by Landsat 7-ETM providing 9 multispectral bands. Bands 7, 5, 3 were selected having a ground resolution of 30 m, 8 data bit, and ground coverage 185x185 km. The use of reflective mid-infrared band 7,5 as well as band 3 in the visible light give best result in delineation of dry soil and rock surfaces distinct photo-image characteristics were established for a variety of rock members and units. A small gold bearing area (32.56 km²) was selected for detailed investigation using analog remote sensing data. Due to unavailability of medium-high resolution satellite data, visual stereoscopic interpretation was done for black & white aerial photographs (panchromatic film) scale 1:40 000. They were taken by Sudan Survey Department in 10 December 1983. Each photo has a ground coverage of 9.2 m format 23 x 23 cm, 60% forward overlap, and <10% side overlap. Structural lineament analysis as well as establishment of litho logical-structural sequence was controlled by available geological data and field verification.

Favorable litho-tectonic environments were delineated for formation-trapping gold mineralization to place gold prospection as well as mining in a more logic framework than present now.

APPORT DE LA TELEDETECTION A LA RECONNAISSANCE DES FACIES ET DES RESEAUX DE FAILLES DANS LES JBILET OCCIDENTALES

¹A. SAIDI, ² L. AIT BRAHIM et ¹A. TAHIRI

1. Université Mohammed V-Agdal, Institut Scientifique, Rabat
2. Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences, Rabat
Avenue Ibn Battouta B.P. 703 Rabat-Agdal Maroc
saidi@israbat.ac.ma

L'analyse et l'interprétation des données satellitales Landsat ETM et les données géologiques disponibles récoltées sur le terrain dans la région des Jebilet occidentales ont permis d'établir une carte des axes structuraux majeurs et la reconnaissance des faciès géologiques dans la région.

L'exploitation des données provenant à la fois de : (i) l'interprétation des images résultante de l'application des différents filtres ; (ii) différentes compositions colorées avec ou sans l'effet d'ombrage ; (iii) les méthodes ACP, Tasseled Cap ; (iv) la superposition des images satellitales a permis de réaliser une carte des principaux faciès paléozoïques (grès, calcaires, schistes, quartzites, conglomérats,...) une carte de linéaments à partir de laquelle on a dégagé les grandes orientations tectoniques N10-20°, N30-40°, N90° et N110-120°, dont l'âge varie du Paléozoïque au Quaternaire.

- les failles orientées N10-20 et N30-40 sont suffisamment bien observables dans toutes les images traitées ;
- les failles de direction N90, sont repérables sur des vues drapées et ombrées ;
- les failles de l'autre système, de direction N110-120, sont visibles sur l'image 731, 432, et l'image drapée, telle la faille de Mesret qui s'étire sur quelques kilomètres de long suivant une direction E-W.

Pour les terrains permien (bassin de Haiane), les données géologiques de terrain dont une analyse tectonique et de la fracturation, montrent que les principales directions N-S, NE-SW et E-W, correspondent aux directions ayant participé à la genèse (formation, déformation, etc...) du bassin permien.

COMBINAISON DES DONNEES LANDSAT, SPOT ET ERS-RADAR POUR LA CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE DES MONTS DE TAOURIRT-OUJDA (NE MAROC)

¹H. TABYAOUI, ²F. EL HAMMICH, ¹A. CHAOUNI, ²L. AIT BRAHIM et ³C. NAKHCHA

1. Univ. Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté poly-disciplinaire de Taza, B.P. 1223, Maroc

2. Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Dépt. Géologie, B.P. 1014, Rabat-Agdal, Maroc

3. Université Caddi Ayad, Faculté Polydisciplinaire de Safi, Maroc.

labriques@yahoo.fr,

L'avènement de l'imagerie satellitale issue des capteurs optiques, par la finesse de sa résolution spatiale et spectrale a donné un nouvel essor au développement de la cartographie des ressources terrestres.

L'objectif de cette étude est l'utilisation des images MSS de Landsat, HRV2 de Spot2 et ERS-1 radar RSO pour réaliser, réviser et compléter la cartographie géologique des monts de Taourirt-Oujda (NE Maroc). Cette étude concerne la précision des contours géologiques et la caractérisation du schéma structural. Cette démarche a permis d'aboutir à une cartographie synthétique de la région et de faire avancer les connaissances sur la géodynamique.

Les monts de Taourirt-Oujda sont limités au nord par l'avant-pays oriental rifain et au sud par les Hauts Plateaux. Ils comportent une couverture sédimentaire formée essentiellement de terrains d'âge jurassique reposant sur un substratum primaire formé de terrains carbonifères conjugués à des granites hercyniens. L'analyse de l'image Landsat MSS a permis de mieux caractériser les unités géologiques homogènes et de relever les linéaments cartographiques. L'analyse des scènes HRV2 de Spot 2 : 40/280 et 40/281 du 11/1994 a permis, en se basant sur l'étude préliminaire réalisée sur le terrain, d'individualiser les différentes unités géologiques. Tous les traitements d'image ont été effectués sur des fenêtres de dimension réduite pour préciser les détails manquants sur les cartes et les travaux anciens. Les traitements numériques appliqués sont des analyses de couleur et de texture, des analyses en composante principale ou la transformation RVB-ITS, des lissages et diverses combinaisons entre canaux. La cartographie et l'interprétation des linéaments structuraux à partir d'une image radar à synthèse d'ouverture de ERS-1, a permis de mettre en évidence un système de fractures qui est corrélable avec celui identifié sur les images optiques (MSS de Landsat et HRV2 de SPOT2) et les photographies aériennes. Ces fractures sont organisées selon trois directions majeures : la direction atlasique N60-90°, la direction transverse N150-170° et la famille N010-040°.

Les résultats géologiques obtenus ont été corrélés aux différents travaux réalisés dans la région. Ils montrent l'apport potentiel de l'imagerie satellitale dans la rectification et la cartographie des contours géologiques et dans la mise en évidence du réseau de linéaments nets et bien marqués affectant la région, les décrochements, les structures décalées par les failles et les structures plissées. La carte géologique ainsi obtenue constitue un document de base très performant pour la recherche et la prospection des ressources naturelles.

APPORT DE LA TELEDETECTION A LA CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE DANS LA CHAÎNE PANAFRICAINNE DES DAHOMEYIDES : REGION DES PLATEAUX AU SUD TOGO

¹S. SAMA et ²A. EMRAN

1. Société des Eaux B.P. 4874, Lomé, Togo

2. Dép. Télédétection, Institut Scientifique, Av. Ibn Battouta B.P. 703, Rabat-Agdal, Maroc

selifafr@yahoo.fr

L'utilisation de l'imagerie spatiale en couple stéréoscopique d'images SPOT2-XS-HRV et Landsat7-ETM+ dans la chaîne panafricaine des Dahomeyides au sud du Togo a montré l'importance de l'étude géologique par télédétection en milieu subtropical.

L'analyse par photo-interprétation de l'extrait d'images qui couvre la région d'Amalmé au Sud du pays assisté par les classifications supervisées et l'étude de la déformation sur le terrain a permis de mettre en place un modèle tectonique pour la région des Hauts Plateaux.

L'élaboration de la carte géologique de la région d'étude et des coupes géologiques, et l'étude des populations de failles repérées sur les images satellitales et mesurées sur le terrain ont montré les différentes caractéristiques des phases de déformation qui se sont succédées dans la région des plateaux et de distinguer trois phases au cours de l'orogénèse panafricaine :

- (i) une phase D1 majeure avec une contrainte principale σ_1 de direction N70° responsable des grands chevauchements d'unités néoprotérozoïques sur le socle éburnéen. l'Unité structurale de l'Atakora (USA) chevauche pendant cette phase l'Unité structurale du Buem à l'ouest et les Unités du socle à l'est ; la mise en place des roches basiques et ultrabasiques de la zone de suture sur les unités granitiques du socle s'est effectuée de l'est vers l'ouest ;
- (ii) une phase D2 de contrainte principale σ_1 orientée N20°, caractérisée par des décrochements sénestres de direction moyenne N50 à N60 ;
- (iii) une phase ultime D3 de contrainte principale σ_1 de direction N120° à laquelle on attribue les décrochements dextres d'orientation N90 à N100 ; ces décrochements seraient responsables de la mise en place de granites post-tectoniques par injection de matériaux.

Session Technique ST6

Risques Géologiques

Geological Hazards

ELABORATION D'UN SIG POUR LA GESTION DU RISQUE SISMIQUE EN ALGERIE: CAS DE LA REGION DE CHLEF

F. HOCINE, T. ALLILI et AK. YELLES-CHAOUCHE

CRAAG, Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique
B.P. 63, Route de l'Observatoire Bouzaréah, Alger, Algérie
faiza_ho@yahoo.fr, tallili@yahoo.fr,

Le Nord de l'Algérie se trouve au niveau de la frontière de plaque Afrique-Eurasie, ces deux plaques se rapprochent chaque année d'une moyenne de 1 cm/an. Ce rapprochement induit l'existence d'une longue zone sismique. La mise en place d'une politique de prévention repose sur la bonne connaissance du risque. Cela requiert la gestion d'un volume important de données provenant de sources diverses (topographie, géologie, réseau routier, ...). L'évolution récente des systèmes d'information géographique (SIG) à travers le monde a montré leur efficacité pour traiter simultanément différents types de données essentielles à la prise en charge de la problématique posée.

Le travail que nous présentons entre dans le cadre du projet de la réalisation d'un SIG au niveau du Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG) pour la gestion du risque sismique. Nous avons choisi dans ce travail, d'étudier la région de Chlef. Cette dernière a été frappée par des séismes destructeurs. C'est le cas du séisme de 09/09/1954 de magnitude 6,7 et du 10/10/1980 de magnitude 7,3. Nous avons récolté un nombre important de données à travers les différentes études réalisées dans cette région.

Des croisements de ces données ont été effectués avec d'autres provenant des cartes (géologiques, topographiques, satellitaires, ...). Leur organisation dans un SIG permet une manipulation rapide et efficace de l'information utile à la prise de décision. Un prototype de logiciel SIG a été développé illustrant le risque sismique dans la région de Chlef.

USE OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR DISASTER MANAGEMENT CASE STUDY: MONITORING THE EARTHQUAKES ACTIVITIES ALONG A PART OF THE AFRO-ARABIAN RIFT SYSTEM

M. DALATI

GORS, V. President of Arab Geologists Association (AGA), P.O. Box 16283 , Damascus, Syria
dalati.m@mail.sy

Earthquake mitigation can be achieved with a better understanding of a region's structural lineaments analysis using remote sensing techniques. The study area is located NW of Syria which is part of the very active Cenozoic Afro-Arabian Rift System, that formed initially as a result of the breaking up of the Arabian plate from the African plate. The Arabian plate is moving in a NNW direction, whereas the African plate is moving to the North. The left-lateral motion along the Dead Sea Fault accommodates the difference in movement rate between both plates.

The study area is tectonically active and subjected to numerous seismic activities indicating that these sites are active within a continual rift movement. The Al-Ghab Graben complex is situated within this wide area of extensional deformation.

This paper discusses a few digital image processing approaches to be used for enhancement and feature extraction related to faults. These methods include band ratio, filtering and texture statistics. The experimental results

show that multi-spectral images have great potentials in large scale active faults investigation. It has also got satisfied results when deal with invisible faults. Active faults have distinct features in satellite images. Usually, there are obvious straight lines, circular structures and other distinct patterns along the faults locations. It is an effective method to identify active faults from different sources of remote sensing and compare the capability of some satellite sensors in active faults survey.

Remotely sensed images Landsat MSS, TM or ETM+, SPOT XS/PAN are often used in active faults mapping. High resolution Remote Sensing data can play a significant role to implement detailed faults mapping and to throw more light on the tectonic setting of a region. Moderate and high resolution satellite images are the best choice, because in low resolution images, the fault features may not be visible in most cases. In addition to that, digital image processing, statistical analysis of TM data features from a DEM produced from SAR interferometry show the existence of spectral structures at the same sites. Lineaments along Al-Ghab Graben may be considered as linear conjunctions accompanied with complex fracturing system, that affected by distance stresses accompanied with intensive forces.

APPORT DE LA TELEDETECTION SPATIALE ET DU MNT A L'IDENTIFICATION DES FACTEURS CONDITIONNANTS DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA REGION DU DETROIT DE GIBRALTAR, RIF, MAROC.

¹F. SOSSEY ALAOUI et ²L. AIT BRAHIM

1. Les 5 Domaines, 80 rue Oued Ziz, Agdal, Rabat, Maroc

2. Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences, Av. Ibn Battouta B.P. 1014, Rabat-Agdal, Maroc
les5domaines@menara.ma

La région du Détroit de Gibraltar connaît chaque année un nombre important de glissements de terrain de par sa complexité géologique, morphologique et climatique. L'action anthropique suite au démarrage du vaste plan d'aménagement des provinces du Nord a accentué ce phénomène par les ruptures de pentes occasionnées par la construction d'un important réseau de routes, autoroutes et voies ferrées.

À l'aide des images Landsat ETM, Radar à Synthèse d'Ouverture (RSO) de ERS-1, on a pu extraire grâce à une série de traitements des facteurs indispensable au calcul de l'Alea des glissement de terrain : la lithologie, la fracturation et l'occupation du sol. L'élaboration d'un MNT à partir de la numérisation des cartes topographiques à l'échelle 1/100 000 nous a permis d'obtenir deux autres facteurs déterminants dans le calcul de l'alea des glissements de terrain : la carte des pentes et la carte d'exposition des versants.

L'utilisation de photographies aériennes suivie d'un contrôle sur le terrain, nous a permis de dresser une carte des principaux glissements de terrain de la rive sud du Détroit. Ces données associées à celles de la géotechnique, de la climatologie et la sismicité ont permis d'élaborer une carte préliminaire de l'aléa des glissements de terrain. La validité de cette carte à caractère prévisionnel pour définir les régions les plus exposées aux instabilités des versants a été testée grâce à la carte des glissements de terrain que nous avons inventorié.

Les principaux résultats montrent que : 15 % des mouvements de masse recensés se situent dans les régions présentant un aléa fort; 55 % dans les régions présentant un aléa moyen, et seulement 30 % dans les régions présentant un aléa faible. La carte de l'aléa liée aux glissements de terrain réalisée peut être utilisée dans les plans d'aménagement du Détroit de Gibraltar.

SEISMICITY AND MONITORING CRUSTAL MOVEMENTS IN AND AROUND EGYPT USING GPS TECHNIQUE

M. S. MAHMOUD

National Research Institute of Astronomy and Geophysics (NRIAG), Helwan, Cairo, Egypt
salahm55@yahoo.com ; salahm@nriag.sci.eg

Studies of crustal movements in Egypt started as early as 1983 following the occurrence of Aswan earthquake in 1981. On November 14, 1981 an earthquake with magnitude 5.6 occurred at Kalabsha fault, 70-km southwest of Aswan City. This earthquake is considered as an important event as it is located not far from the Aswan High Dam.

Therefore, the first program for monitoring crustal movements has been started in Kalabsha area during the winter of 1983 with the cooperation between the National Research Institute of Astronomy and Geophysics (NRIAG) and the Aswan & High Dam Authority. A local network of 18 terrestrial geodetic points was established at Kalabsha area in 1983 in order to monitor the horizontal and vertical crustal movements along Kalabsha fault. The initial measurements were carried out in December 1984. These measurements were repeated twice a year till December 1994. Another terrestrial network was established at Seiyal fault, 15 km to the north of Kalabsha fault. The initial measurements of Seiyal network were carried out in March 1989 and repeated twice a year till August 1994.

Analysis of the terrestrial horizontal measurements from both networks for the epoch from December 1984 till December 1994 indicated significant deformations varying from 3×10^{-6} to 7×10^{-6} .

Since the year of 1994 till now, the geodetic observations by means of Global Positioning System (GPS) were applied instead of the Terrestrial ones to cover some other regions of the country (e.g. Sinai, Greater Cairo and Aswan). Data adjustment and analysis of the repeated GPS campaigns from the different networks prevailed significant movements which helps in more understanding the geodynamics of these regions and in creating maps of seismic hazard assessments.

Also, the main characteristics of the seismotectonics of Egypt, which are necessary to a reliable evaluation of the seismic risk, are discussed. The analysis is based on the previous published works on the geologic, tectonics, structural setting of the selected sites and the recently recorded seismic activity from 1900-2000.

Besides, GPS data from the Eastern Mediterranean region for the period from 1988 till 2004 were analyzed using GAMIT/GLOBK software with the cooperation between NRIAG, MIT and Interesting Participating Countries. A generalized model of the regional plate motions in the eastern Mediterranean region with the GPS technique has been deduced and presented.

Session Technique ST7
Gestion des Ressources en Eau
Water Resources Management

COMPARAISON DES METHODES DE LA VULNERABILITE DES NAPPES A LA POLLUTION AVEC UTILISATION DU SIG ARCGIS : APPLICATION A LA NAPPE DU HAOUZ DE MARRAKECH (MAROC)

M. SINAN, N. BOUIBRINE, H. EL BRIRCHI et A. FADIL

Centre d'Etudes et de Recherches en Ressources en Eau (CERHYDREAU), EHTP,
km 7, Route d'El Jadida, BP.8108, Casablanca, Maroc
sinan_mohamed@yahoo.fr

Au Maroc, comme dans les autres pays à travers le monde, la préservation des ressources en eau est devenue une grande priorité, en raison de la rareté de cette ressource et de la multiplication des sources potentielles de sa pollution. La protection de cette ressource commence par la caractérisation de sa vulnérabilité vis-à-vis de la pollution, qui traduit la facilité avec laquelle elle peut être atteinte par une pollution provenant de la surface du sol.

L'objet de ce travail est de faire une comparaison entre quatre méthodes de caractérisation de la vulnérabilité des nappes à la pollution. Toutes ces méthodes sont basées sur plusieurs paramètres : sol, recharge, profondeur de l'eau/sol, perméabilité de la zone non saturée, etc.

Le calcul de l'indice de vulnérabilité des nappes à la pollution est facilité par l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG), outil permettant la superposition et le calcul entre plusieurs couches numériques, chacune représentant la répartition spatiale de la note globale attribuée à l'un des paramètres utilisés.

La comparaison des méthodes utilisées a été testée avec succès sur la nappe du Haouz de Marrakech, disposant d'une banque de données hydrogéologiques très importante, acquise sur plusieurs décennies.

Le SIG de la nappe du Haouz a été élaboré sous le logiciel ArcGIS et a permis de comparer les résultats des méthodes DRASTIC, SINAN (ou DRASTIC modifiée), GOD et MINNESOTA. La confrontation de ces résultats aux historiques de la qualité de l'eau de la nappe, a montré que les méthodes SINAN (ou DRASTIC modifiée) et MINNESOTA reflètent mieux la variation temporelle de la qualité de l'eau de la nappe du Haouz. Cette vulnérabilité est globalement moyenne à faible selon les secteurs.

MISE EN PLACE D'UNE INFRASTRUCTURE DES DONNEES LOCALISEES POUR LA GESTION DE LA DEMANDE EN EAU AGRICOLE

¹B. ABLAT, ²M. ROUCHDI, ¹A. MOHAMMI et ¹M. LAAROUSSI

1. Administration du Génie Rural, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Rabat, Maroc
2. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat
ablat@agr.madrpm.gov.ma

Cette note expose brièvement le modèle décisionnel intégrant l'approche systémique et l'analyse spatiale pour la gestion efficiente des ressources naturelles (modèle décisionnel AS2).

Ce modèle est fondé sur un examen multidirectionnel mettant en synergie, d'une part, l'organisation du processus décisionnel sur l'espace irrigué au Maroc selon l'optique de la systémique, et d'autre part, la définition d'un processus cartographique d'aide à la décision. Il cherche à transformer la vérité terrain en actions potentielles à travers

l'intégration des "données-connaissances" et l'analyse "spatiale-thématique" dans l'objectif d'effectuer la mise en valeur des ressources naturelles en conciliant les sciences, les pratiques et aussi la sauvegarde de l'environnement.

Une application de ce modèle concernant la planification des assolements en tenant compte de la réponse des cultures à la qualité des eaux et des sols a donné des résultats encourageants concernant l'usage rationnel de ces ressources. Ces résultats justifient la nécessité du recours à la solution géomatique pour améliorer l'efficacité de la gestion de la demande en eau agricole. Cependant, l'utilisation actuelle des méthodes non spatiales d'aide à la décision et la méconnaissance de la géomatique par les différents intervenants, font que ces derniers n'adhèrent pas justement à ce type de solution qui exige une refonte radicale de la pratique décisionnelle.

La présente initiative suppose que l'infrastructure des données localisées (IDL) est une action préliminaire pour réussir la mise en œuvre de la solution géomatique relative à la gestion de la demande en eau agricole. Nous pensons donc qu'il est temps d'animer une réflexion au sujet de la mise en place d'une IDL ayant la capacité d'augmenter la disponibilité des produits cartographiques d'aide à la décision et d'améliorer leurs services. Cette IDL permettrait en conséquence d'assister les intervenants dans l'identification de leurs besoins en matière d'informations localisées.

GESTION CONSERVATOIRE DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE PAR L'UTILISATION DE LA TELEDETECTION ET DES SIG : APPLICATION AU BASSIN VERSANT DE L'OUED HACHEF (MAROC)

¹A. EL GAROUANI et ²A. MERZOUK

1. Unité de Géomatique et Ressources Naturelles, Fac. Sci. Tec., B.P. 2202, Fès, Maroc
2. Laboratoire des Sciences du Sol, IAV Hassan II, B.P. 6202, av. Allal Fassi, Rabat-Instituts, Maroc;
el_garouani@yahoo.fr; merzouk@mtds.com

Le développement durable constitue une préoccupation primordiale devant conduire à conserver et aménager les ressources en eau au profit des populations actuelles et des générations futures. La mise en place des zones de protection autour des ressources en eau destinées à l'alimentation en eau potable constitue, entre autres, un des moyens qui peuvent être préventives ou curatives des déséquilibres résultant de pratiques socio-économiques et environnementales. La zone d'étude, d'une superficie de 220 km² concerne le bassin versant de l'Oued Hachef et surtout la ressource en eau de surface la plus importante de la région (Barrage Avril 1947), situé à environ 30 km au sud de la ville de Tanger.

L'approche utilisée dans ce travail, pour la délimitation des périmètres de protection, consiste à combiner les techniques de traitement d'image de télédétection et les possibilités offertes par le SIG. Il s'agit de :

- Cartographier la vulnérabilité de la ressource en eau qui consiste à recueillir, documenter, interpréter et représenter l'information sous forme graphique pour une compréhension globale du fonctionnement des systèmes hydrologiques.
- Cartographier l'occupation du sol et quantifier les effets anthropiques au niveau du bassin versant sur le régime de ruissellement par une modélisation spatialisée combinée à l'assimilation des données issues de la télédétection spatiale (image Spot HRV du 17-08-96 et image Landsat TM du 28-03-96).
- Elaboration des documents sous forme de tables, de graphiques ou de cartes des zones à protéger pour aider la planification et la gestion des ressources en eau.

A l'issue, de ce travail nous avons défini les différentes étapes nécessaires pour la conception d'un prototype intégrant les données de télédétection à un SIG en vue de la délimitation des zones de protection. En effet, la mise en relation des facteurs et contraintes du milieu a permis la délimitation des trois zones de protection autour de la retenue du barrage qui constitue une ressource d'alimentation en eau potable pour plusieurs régions du Nord du Maroc. Cette délimitation repose sur les consignes décrites par la Loi sur l'eau au Maroc de 1995. L'installation de ces zones présente la possibilité de protéger efficacement les ressources en eau et permet une plus grande rentabilité des investissements et infrastructures réalisés.

APPLICATION OF GIS, GEOSTATISTIC AND REMOTE SENSING METHODS IN EVALUATION OF GROUNDWATER POTENTIALITY OF ERRACHIDIA CRETACEOUS BASIN, MOROCCO

¹H. JARAR OULIDI, ¹R. BENSLIMANE, ²L BENAABIDATE et ³S. ELJAAFARI

1. Faculty of Sciences Dehar el Mehraz, Fès, Morocco

2. Faculty of Sciences and Techniques, Saïss, B.P. 2202, Fès, Morocco

3. Faculty of Sciences, Meknès, Morocco

jararhassane@yahoo.fr

The aim of this study relies on the computation of digital, spatial and time related data encompassing all relevant information related to the management of groundwater resources in Errachidia Cretaceous basin (Morocco). This approach leads to the elaboration of five basic spatial documents in Raster and vector format (topography, geology, structure, hydrogeology and climatology). As meta-information, we have computed maps dealing with the quality of estimation. This spatial methodology required some deterministic and probabilistic approaches and the use of several statistical methods (multiple regression, principal components analysis). The combination of Geographical Information Systems (GIS), Geostatistic and the Remote Sensing (RS) represents an original contribution. This information system provides to engineers and managers analytical tools and decision-making assistance in terms of planning.

To find out the most realistic groundwater potentiality map of the studied area, the relevant layers which include slope, lineament, drainage, hydrogeological parameters and precipitation, were integrated in ArcInfo grid environment. Criteria for GIS analysis have been defined on the basis of groundwater conditions and appropriate weight has been assigned to each layer information according to relative contribution towards the desired output. The map of groundwater potential zone generated through this model was verified with the yield data to ascertain the validity of the developed model. The verification showed that groundwater potential zones demarcated through the model are in agreement with the hydrogeological wells data. Since the present approach was built with logical conditions and reasoning, this approach can be successfully used elsewhere with appropriate modifications. Thus, the above study has clearly demonstrated the capabilities of GIS, Geostatistic and Remote sensing technique in demarcation of different groundwater potential zones.

Session Technique ST8
Zones Côtières, ressources halieutiques
Coastal Zones, Halieutic Resources

**ELABORATION D'UNE BASE DE DONNEES GEOGRAPHIQUE SUR TROIS SITES
DU LITTORAL MAROCAIN (NADOR, DAKHLA ET MDIQ) ET DEVELOPPEMENT
D'UN MODELE D'ANALYSE POUR LA DELIMITATION DES ZONES FAVORABLES
POUR L'AQUACULTURE**

¹H. ARID, ²H. MOUDNI, ²A. ORBI, ²M. TALBAOUI, ²J. LAKHDAR, ²H. MASSKI, ²Z. MASSIK

1. Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat, Maroc
2. Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc
arid@crtts.gov.ma, moudni@crtts.gov.ma

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 efficientes 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 politiques et 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'information géographique adapté. Ce système couvre actuellement trois sites correspondant à 3 situations différentes : baie ouverte de Mdiq, lagune fermée de Nador et baie semi-ouverte de Dakhla. Ce projet s'est déroulé en deux phases :

1. La constitution d'une base de données, aussi complète que possible, pour approfondir les connaissances sur la dynamique des eaux et de leurs 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 (cartes de risque, cartes de caractérisation moyenne de la qualité des eaux...).

2. L'élaboration d'un instrument d'analyse utilisant les outils de traitement des Systèmes d'information géographique pour la mise en relation des différentes couches d'information de la base de données. Quatre types de critères ont été retenus : l'environnement du site (exploitation de l'espace maritime et apports terrigènes) ; la structure du littoral (bathymétrie et trait de cote) ; la qualité des eaux (classement sanitaire, risque d'anoxie et présence d'algues toxiques) et la dynamique des eaux (hydrodynamisme et turbidité exceptionnelle). Les « seuils de potentialité aquacole » de chaque critère ont été identifiés. 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 « AquaMaroc », 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.

PRODUITS OPERATIONNELS D'OCEANOGRAPHIE SPATIALE POUR LE SUIVI ET L'ANALYSE DU PHENOMENE D'UPWELLING MAROCAIN

¹A. ATILLAH, ²A. ORBI, ²K. HILMI et ³A. MANGIN

1. Centre Royal de télédétection Spatiale, Rabat, Maroc

2. Institut National de la Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc

3. ACRI-st, Sophia-Antipolis, France

atillah@crt.s.gov.ma; orbi@inrh.gov.ma; hilmi@inrh.gov.ma; am@acri.fr

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.

ETUDE DU TRAIT DE LA FRANGE LITTORALE DE LA VILLE DE NOUAKCHOT PAR TELEDETECTION ET SIG : ROLE DANS LAPRESERVATION ET LA GESTION DES ECOSYDTEMES NATURELS

M. OULD BAH

Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 5026, Nouakchott, Mauritanie

menny@univ-nkc.mr

La ville de Nouakchott est en grande partie implantée dans une zone dépressionnaire inondable par les eaux de la mer dont elle n'est séparée que d'un cordon dunaire étroit, d'altitude modérée et fragilisée par une anthropisation à outrance qui crée en son sein plusieurs brèches.

Le port de Nouakchott implanté sur ce littoral à très fort transit sédimentaire sans étude d'impact préalable a créé un engraissement au nord de l'ouvrage et une érosion au sud augmentant le risque d'inondation de la ville.

La zone dépressionnaire dont la nappe quasi affleurante s'inonde facilement par la jonction de celle-ci avec les eaux de pluie.

Notre travail présente une B.D. géoreferencée placée dans un S.I.G. Des simulations nous ont permis de limiter les zones de nouvelles constructions et font des projections concernant l'état du littoral et du port en 2015.

APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNIQUES AND GIS FOR LAND DEGRADATION MONITORING IN SYRIAN COASTAL ZONE

¹K. MULHEM, ²M. AL-ABED and ³A. YAGHI

General Organization of Remote Sensing, Syria

¹Interactive Participatory Program officer; ²Detailed Survey Program officer and Project

³Coordinator Reconnaissance Survey Program officer

gors@mail.sy

The presentation exposes a project which describes the development in Syria of MAP-UNEP Erosion Mapping and Management Programme of the pilot project "Improving Coastal Land Degradation Monitoring in Lebanon and Syria". The project (2002-2004) has been coordinated by the Italian ERS/RAC, and implemented in partnership with the Croatian PAP/RAC, Syrian GORS and Lebanese NCRS.

The project consists of three main programs:

1) Reconnaissance Survey Program

The methodology used in this program is mainly depending on: 1) the usage of Landsat TM 7 satellite image, 2) Geographic Information System (GIS) to produce different thematic maps 3) field survey in order to collect the information related to reconnaissance survey and erosion risk estimation, and 4) designing of special computer program and GIS module to estimate the soil erosion risk and to produce soil erosion risk map.

Results of this program can be considered as fundamental and basic information about the status of natural resources and soil erosion severity as well as they used as input data for the detailed analysis program.

2) Detailed Survey Program

At this scale, two pilot areas of Kurdaha and Sheikh Bader in the coastal area were selected for detailed analysis based on the erosion risk map developed at the reconnaissance scale.

Intensive investigation on the dominant erosion process and evaluation trends, determination of final criteria and procedures for consideration of socio-economic parameters, determination of priority areas for investigated pilot areas, identification of remedial measures, and development of draft recommendations. Both areas have excellent agricultural conditions. However, as a result of agricultural development, urban expansion, deforestation, inappropriate agricultural practices, and forest fire, soil erosion by water is becoming a major problem in several areas. Furthermore, large areas of the rolling hills and gentle mountain slopes have been turned into waste fields.

3) Interactive Participatory Program (IPP)

This program was applied through several activities and phases during the project period.

The first activity was preparing a questionnaire. It was distributed to some national institutions (stakeholders) classified under five categories: universities, natural resources institutions, service institutions, NGOs and media.

The questionnaire contained few clear and simple questions, focusing on the importance of such a program in dealing with preservation of natural resources, causes of land degradation in the Syrian coast, the best ways to control soil erosion, and the role of media and international participation.

The second activity was calling for a workshop in order to gather: a) all members of the national team, b) representatives of relevant national and local institutions authorities, and c) representatives of stakeholders to be involved in the IPP,

The third activity was field work which is the main part of the work. It was implemented in parallel with the other two programs. The following tools were applied in the two pilot areas: information, consultations, discussions, questionnaires, seminars, workshops, meetings and dialogues, field visits, and transect walks. General and technical topics were discussed in different occasions with different stakeholders groups.

The fourth activity of the work was the evaluation of IPP implementation.

The fifth activity was reporting of the program activities. Two reports were prepared. One on the participatory approach applied in this project and the other on the participation activities carried out in the field.

APPORTS DE LA TELEDETECTION A LA CARACTERISATION DES UNITES D'OCCUPATION DES SOLS ET DES ZONES A HAUT RISQUE D'EROSION EOLIENNE AU LITTORAL ATLANTIQUE MAROCAIN (CAS DU SAHEL, NORD D'ABDA)

¹R. TELLAL, ²F. BLASCO, ²M.F. BELLANE, ³M. TELLAL, ⁴N. GMIRA, ⁵M. QARRO et ⁶A. BENMERYEME

1. Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, El Jadida.
2. Univ. Toulouse III, CNRS, LADYBIO-CESBIO, Toulouse
3. DREF, Rabat,
4. UIT, Faculté des sciences, Kénitra,
5. ENFI, Salé,
6. Eaux et forêts, El Jadida.
tellalrach@hotmail.com

Le Sahel nord d'Abda est une bande côtière atlantique au centre ouest du Maroc, de 15 à 25 km de large et de près de 60 km de long, allant de Eyr (village situé à 6 km au sud d'El Oualidia) au nord, jusqu'à Safi (ville) au sud. C'est une zone à vocation pastorale, à climat semi-aride chaud, marquée d'une alternance de dunes et d'inter dunes consolidées, parallèles au rivage.

A part quelques pieds d'arganier au sud et quelques autres d'oléastre qui marquaient autrefois les formations potentielles, subsistant au niveau de certains Marabouts (lieux saints), la végétation naturelle au niveau des terres de parcours est réduite à l'état d'ermes (végétation à base d'herbacées basses) dominées par des annuelles.

En plus de la pression anthropozoogène continue et l'aridité climatique, la fréquence des vents et leur violence en certaines périodes critiques de l'année, causent une importante érosion des sols, aggravant ainsi le processus de désertification.

Le traitement numérique d'images satellitaires (Spot et Landsat TM), a permis d'une part, l'analyse du comportement spectral des diverses unités d'occupation des sols et, d'autre part, la caractérisation des zones à haut risque d'érosion éolienne. L'analyse des traces au sol de l'érosion éolienne reste un des indicateurs pour le choix des dispositifs techniques visant la réhabilitation de l'espace dans la zone. Un tel travail a pour objectif la mise en place d'une plate-forme visant la contribution à une surveillance des variations spatio-temporelles des unités d'occupation des sols et en particulier des systèmes écologiques de la région.

GRAND-LAHOU, VILLE MENACEE PAR L'EVOLUTION MORPHO-SEDIMENTAIRE DE L'EMBOUCHURE DU FLEUVE BANDAMA (CÔTE D'IVOIRE)

¹V. WOGNIN, ²K. AFFIAN, S. ¹MONDE, ¹A. COULIBALY et ¹K. AKA

1. U F R des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Univ. Cocody, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
2. CURAT Univ. de Cocody, 22 B.P. 801 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.
ama_valerie@yahoo.fr

L'évolution morphologique et sédimentologique de l'embouchure du fleuve Bandama aboutit à une érosion qui, d'année en année, amincit considérablement le cordon littoral de Grand-Lahou. L'érosion à Grand-Lahou concerne non seulement le trait de côte mais aussi entraîne la migration de l'embouchure vers l'ouest détruisant habitats et plantations.

Des photos aériennes datées de 1971 à 1995, scannées, et géoréférencées et des images satellites ont servi de base pour la digitalisation de traits de côte, qui, superposés deux à deux permettent d'estimer la cinématique de la migration de la passe de Grand Lahou et le recul du trait de côte sur cette période. En effet, l'embouchure du fleuve Bandama migre vers l'ouest à une vitesse de 0,8 à 84,4 m/an selon la période.

Entre 1957 et 1971, l'embouchure s'est déplacée de 11 m vers l'ouest avec une vitesse de 0,8 m/an, tandis qu'entre 1993 et 1995, elle a migré d'environ 166 m avec une vitesse moyenne de 83,4 m/an.

Quant au taux de recul du trait de côte, il est moindre. En effet, il varie de 0,3 m/an (entre 1957 à 1971) à 9,28 m/an (entre 1993 et 1995).

Des levés topographiques saisonniers ont permis de quantifier les mouvements sédimentaires sur cette portion de côte étudiée afin de mieux apprécier sa tendance évolutive actuelle.

Ainsi, entre mars 2002 et mars 2003, alternent des périodes d'érosion et des périodes d'engraissement. Toutefois, la tendance générale est à l'érosion car l'engraissement observé en période calme reste insuffisant pour compenser l'effet de l'érosion.

APPORT DES SYSTEMES DES SIG DES PEUPELEMENTS MACRO BENTHIQUES DU GOLFE D'ARZEW (ALGERIE OCCIDENTALE LITTORALE)

¹A. KERFOUF, ³Y. AMAR, ²B. ZEROUAL B et ⁴Z. BOUTIBA

1. Laboratoire d'éco-développement des espaces, Université Sidi Belabbes, Algérie

2. Centre National des Techniques Spatiales, Arzew, Algérie

3. Laboratoire de biotoxicologie, Université Sidi Belabbes

4. Laboratoire Réseau et Surveillance Environnementale, Université d'Oran

kerfouf_31@yahoo.fr

L'aménagement et la gestion de l'environnement marin utilisent des informations liées à la biologie, l'aspect physico-chimique et la géologie. La transformation de ces informations en données est réalisée par diverses techniques dont la cartographie, les livrets d'observation, les fichiers et actuellement les systèmes informatiques.

Lorsque ces données sont de quantité importante dans les salles d'archives, il devient difficile d'atteindre des informations de qualité sur des thèmes différents.

Les informations sur le milieu marin n'échappent pas à ce besoin d'organisation et d'analyse. Dans ce contexte l'apport des systèmes d'information géographique (SIG) est considérable pour structurer, gérer et exploiter des données telles que l'information bio sédimentaire.

Par conséquent l'application de méthodes de structuration des informations-bio-sédimentaires du golfe d'Arzew s'avère nécessaire pour leur transformation en données facilement manipulables par un SIG.

Ainsi, l'analyse des fluctuations, le suivi, la mise à jour sera facilement opérable pour des prises de décision et le contrôle de la pollution marine.

Session P
Présentations Affichées
Posters

**CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE A LA CONTAMINATION DES NAPPES
KARSTIQUES DU SUD-EST DE CHAOUEN (MAROC) : APPLICATION DES SIG**

¹R. EL BARDAI, ¹M. MAATOUK, ²B. ANDREO-NAVARRO et ¹K. TARGUISTI

1. Dép. de Géologie, Faculté des Sciences de Tétouan, B.P. 2121, Tétouan, Maroc

2. Université de Malaga, Espagne

e_rabie76@yahoo.fr ; maatoukm@menara.ma ; Andreo@uma.es ; kamal@fst.ac.ma

La méthode de cartographie de la vulnérabilité à la contamination EPIK a été appliquée aux aquifères karstiques situés au SE de la ville de Chaouen, précisément entre Oued Laou et Jbel Chrafate d'une part, et à l'ouest du linéament de Jbel Lakraâ d'autre part. L'application des Systèmes d'information géographiques (SIG) s'avérerait indispensable. En fait, l'évaluation des quatre indices de la méthode EPIK, E (l'épikarst ou la morphologie externe), P (la couverture protectrice), I (les conditions d'infiltration) et K (le développement du réseau karstique), fait appel à des études géomorphologiques, interprétation des photos aériennes, analyses des hydrogrammes, et réalités terrain. Le report de ces quatre indices sur des cartes thématiques s'est fait sous le logiciel ArcView 3.2. La superposition des résultats en une seule carte de vulnérabilité se fait en calculant le facteur de protection F en tout point du secteur d'étude. Enfin, la carte résultante est convertie grâce à une relation d'équivalence en carte de zones de protection S1, S2 et S3.

**APPORT DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE A L'ETUDE DES
RISQUES D'EROSION DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED LAOU
(RIF, MAROC)**

Y. WAHBY, B. BIKRANI, M. MAATOUK et M. WAHBI.

Faculté des Sciences et Techniques BP. 416 Tanger
musmaatouk@yahoo.fr ; maatoukm@menara.ma

L'érosion hydrique est un phénomène qui combine le détachement et le transport du sol. IL constitue la principale menace à l'égard du capital du sol et à l'environnement.

Le Maroc et particulièrement la région du Rif, est menacé par ce fléau écologique du fait de la forte agressivité climatique, de l'action anthropique ainsi que la nature lithologique et la topographie très accidentée.

Nous nous sommes intéressés à l'étude du bassin versant de l'Oued Laou, afin de proposer des solutions à la résolution d'une problématique environnementale multicritère en utilisant les SIG sous le logiciel ArcView 3.2.

La superposition des différentes cartes générées par ArcView en tenant compte des facteurs d'érodabilité et de l'équation (USLE) nous a permis de dresser une carte de risque d'érosion dans le bassin versant de l'Oued Laou.

TELEDETECTION ET SIG AU SERVICE DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LA REGION DE TETOUAN (NORD DU MAROC)

¹K. ALUNI, ²A. EMRAN, ¹K. EL MORABITI et ¹BENMAKHOUL M.

1. Dép. de Géologie, Faculté des Sciences, B.P. 2121, Tétouan, Maroc

2. Dép. de Télédétection, Institut Scientifique, Av. Ibn Battouta B.P. 703, Rabat-Agdal Maroc
alunikhadija@yahoo.fr

Ce papier présente les résultats préliminaires de nos recherches sur l'apport de la Télédétection et SIG à la gestion des ressources en eau dans la cluse de Tétouan.

L'abondance des précipitations dans cette région du Nord du Maroc et l'hétérogénéité géomorphologique et lithologique fait qu'elle dispose actuellement de deux types de réservoirs naturels d'eau : les aquifères karstiques des massifs carbonatés situés dans les grandes altitudes de la Dorsale calcaire et les nappes phréatiques alluviales des plaines littorales caractérisées par un drainage de l'ouest vers l'est.

L'évaluation des ressources hydriques est fondamentale dans la politique de planification hydraulique et de gestion intégrée de la ville. L'utilisation partielle et désordonnée des ressources aquifères karstiques, autre fois très sollicitées par les habitants de la ville, ne présente pas la manière la plus optimale pour exploiter cette denrée devenue très rare surtout dans ces dernières années de sécheresse. La ville de Tétouan connaît actuellement une grande expansion économique et la demande en eau est devenue de plus en plus grandissante.

L'interprétation des données aériennes et satellitaires et l'intégration des observations hydrogéologiques et des modèles géologique et géomorphologique dans un SIG nous a permis de recenser et de localiser spatialement toutes les sources karstiques de la région et de les classer dans l'objectif d'évaluer leur potentiel hydraulique.

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROCHIMIQUE DE L'AQUIFERE DE BOU AHMED (PROVINCE DE CHEFCHAOUEN, MAROC NORD OCCIDENTAL)

A. EL ATTAR et K. EL MORABITI

Département de Géologie, Faculté des Sciences, Tétouan
aida2408@yahoo.fr

La plaine alluviale de Bou Ahmed, objet de cette étude, est l'une des plaines littorales méditerranéennes ; elle est située dans la zone interne du Rif, limitée au nord par la Méditerranée et ceinturée par des terrains métamorphiques appartenant aux Septides. Elle s'est développée sur l'un des plus importants golfes, par lesquels la mer pliocène a profondément pénétré dans le continent.

Le bassin versant de Bou Ahmed, avec une superficie de 633 km², est drainé par l'oued Tihissasse, dont les principaux affluents sont les deux oueds, el Kanar et Bouhya. La grande partie de ce bassin est occupée par des terrains métamorphiques et des terrains carbonatés.

Le système hydrogéologique de la plaine de Bou Ahmed est formé par une seule couche à matériaux détritiques à base de sables et graviers, correspondant à un aquifère à nappe libre. Cette formation aquifère repose, généralement, sur une formation à marnes sableuses, reposant à son tour sur un substratum métamorphique.

La nappe de Bou Ahmed est de type radial à filets convergents. L'écoulement des eaux se fait de SW vers le NE, suivant la direction de l'oued.

L'étude de la géométrie de l'aquifère permet de mettre en évidence l'existence d'une cuvette au centre de la nappe. En effet, le comblement alluvial est maximal à ce niveau ; la diminution de son épaisseur entraîne une augmentation de la pression permettant ainsi à l'eau de jaillir au dessus de niveau du sol.

Les analyses chimiques permettent de définir deux types d'eaux, très minéralisées, localisées au sud-est de la nappe, et des eaux à faible minéralisation, réparties sur le reste de la plaine. Cette anomalie est due probablement à une alimentation de l'aquifère par des eaux thermales, très minéralisées.

Le faciès de l'eau est très variable, les plus dominants sont : bicarbonaté chloruro-calcique et magnésien ; bicarbonaté calcique et magnésien.

La qualité des eaux est globalement bonne, à l'exception de certains points d'eau, très minéralisés, situés dans la partie Sud-Est de la nappe, où sa potabilité est influencée essentiellement, par la teneur en ions calcium.

L'alimentation de la nappe se fait essentiellement par l'infiltration pluviale, avec une moyenne annuelle de 1,7 hm³, tandis que sa décharge s'effectue essentiellement par l'ETP, avec une moyenne annuelle de 1,34 hm³.

CONCEPTION ET REALISATION D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LA GESTION DU PARC NATUREL DE TOUBKAL

F. MOUNIR et K. CHARKI

Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, Salé, Maroc
mounirf65@yahoo.fr

Les aires protégées constituent un moyen efficace pour la conservation de la biodiversité et un outil puissant pour la promotion du développement local, c'est ce qui justifie l'attention particulière que leur accorde le HCEFLCD. Pour contribuer à une gestion efficiente du PNT, on s'est fixé comme objectif la conception et la réalisation d'un système d'information géographique et alphanumérique. Le travail s'est déroulé en deux phases.

La première phase se rapporte à la conception du SIGPNT en utilisant la méthode MERISE. Cette phase a été couronnée par la mise en place des modèles conceptuels des données et des traitements.

La deuxième phase se rapporte au développement du SIGPNT. La base de données a été créée à l'aide du SGBDR Access 2000, alors que l'interface utilisateur a été développé sous VISUAL BASIC 6.0 ce qui a nécessité la mise en place d'une connexion ADO entre la base de données Access et le VB. L'interrogation de la base de données s'est faite à l'aide du langage SQL. Quant au volet cartographique, nous avons créé une base de données géographique sous ARCGIS 8.1 qu'on peut appeler à partir du menu principal du SIGPNT.

Le système permet de stocker, mettre à jour, interroger et synthétiser les données relatives aux potentialités naturelles, culturelles et touristiques du PNT ainsi que les données se rapportant à la population. Il permet en outre de suivre l'évolution de la faune, de la flore, de la fréquentation touristique ainsi que les délits commis par la population. Il offre par ailleurs la possibilité de procéder au suivi des actions menées.

GESTION DURABLE ET REHABILITATION DES SITES MINIERES PAR TELEDETECTION ET SPECTRORADIOMETRIE DE TERRAIN ; UN EXEMPLE DE LA MINE DE TIGHZA (MAROC CENTRAL)

H. J. S. RASOLONJATOVO I., A. EMRAN, EL AMRANI et M. HARNAFI

emran@israbat.ac.ma, elamrani@israbat.ac.ma

Le district minier de Tighza est situé à mi-chemin entre Khénifra et Azrou, à 7 km de l'ouest de la ville de Mrirt. L'exploitation est essentiellement du plomb. Il faut cependant noter qu'actuellement la recherche s'oriente vers les minéraux précieux (Or, Argent, etc.), après que la mine ait connu de grandes difficultés avec la baisse des prix du plomb et vu que le district polymétallique de Tighza, possède une grande diversité de minéralisations : filons à plomb-zinc-argent (exploités), mais aussi filons aurifères et antimonifères, ainsi que skarns et disséminations à or et/ou tungstène.

Les réserves mises en évidence pour le nouveau gisement sont estimées à 10⁶ de tonnes de tout venant à 10,50 % de plomb; 1,56% de zinc et à 182 g/t d'argent. La mine emploie un effectif total de 520 personnes et a réalisé un chiffre d'affaires de 124 millions de dirhams en 2002. La production annuelle du centre minier de Tighza, dont la capacité est de 330.000 t de tout venant actuellement, est traitée sur le site dans une laverie à flottation différentielle

en remplacement de l'ancienne unité de traitement. Ceci permettra l'augmentation de la capacité de production à 500.000 t de tout venant.

Les historiens attribuent au 9^{ème} siècle les travaux d'exploitation dans la mine de Tighza, qui a connu plusieurs périodes d'activité entrecoupées par des arrêts. Les nombreux vestiges découverts dans les vieux travaux avaient attiré l'attention des géologues de la Compagnie royale asturienne des mines pour reprendre les travaux de prospection en 1924. Ce n'est qu'en 1955 que la société minière de Djebel Aouam (S.M.A) a été créée en association entre le Bureau de recherches et participations minières (B.R.P.M) et la Compagnie royale asturienne des mines (C.R.A.M) après une exploitation rentable d'une trentaine d'années, sa situation s'est dégradée au début des années 90, ce qui l'a conduite à la liquidation judiciaire en 1993. La mine de Tighza a été reprise par la Compagnie minière de Touissit en janvier 1996. Après une période de remise en état du matériel, des installations et des chantiers, l'exploitation a été reprise et la première tonne de concentré a été produite en juillet 1996. En somme, la mine de Tighza était et reste un véritable pôle de développement dans la région de Khénifra.

L'objectif de ce travail est d'étudier le potentiel minier de la mine de Tighza par télédétection. Pour cela nous avons repris la carte géologique de la mine que nous avons géoréférencée et interprétée à partir des données de télédétection : MNT, image et photographies aériennes, mesures spectroradiométrique etc ; et des données de terrain.

Les études préliminaires qui analysent l'organisation des réseaux de failles et des filons ainsi que de leur disposition géométrique à partir de la carte géologique, des photographies aériennes, d'imageries spatiales et du MNT; nous a permis de déduire les régimes des contraintes majeures à partir de la direction moyenne des filons : σ_3 : contrainte minimale est toujours perpendiculaire à cette direction. Ceci nous permis de d'extraire les fractures ouvertes actives pendant la phase de remobilisation. Ces cassures ont été favorables au dépôt des minerais. Elles sont généralement orientées selon une direction N40-N50 qui correspond à contrainte tectonique majeure σ_1 .

Les fractures de direction N80 sont des failles inverses, qui sont fermées et donc complètement défavorable au remontée des matériaux et au dépôt des substances minérales.

Nous pouvons conclure que seules les fractures et les dykes orientés N50 présentent un contexte favorable à la prospection minière. Ces fractures ouvertes sont souvent remplies de quartz et sont porteuses de minéralisations (Sn, W, Cu, Ag, Pb, Zn...).