Télédétection, 2004, vol. 4, n° 1, p. 63–73
Droit de photocopie soumis à l'autorisation

© 2004 CONTEMPORARY PUBLISHING INTERNATIONAL
Publié sous l'enseigne *Éditions scientifiques GB*

IDENTIFICATION ET SUIVI DES PROCESSUS DE LA DÉGRADATION DU MILIEU DANS LE BASSIN DE L'OUED DADÈS (MAROC) PAR TÉLÉDÉTECTION SATELLITAIRE ET AÉRIENNE

TAÏBI AUDE-NUSCIA*[a] et EL HANNANI MUSTAPHA[b]

a *CARTA, UMR Espaces Géographiques et Sociétés (ESO) 6590 du CNRS, Université d'Angers, Département de géographie, 35, rue de la Barre, 49000 Angers, France*
Téléphone : 33 (0)2 41 22 63 43 ; télécopieur : 33 (0)2 41 22 63 00

b *Laboratoire PRODIG, UMR 8586 du CNRS 191, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, France*

Courriel [a,b] : nucia.taibi@univ-angers.fr ; elhannanim@yahoo.com

(soumis le 16 septembre 2003 ; révisé le 27 octobre 2003 ; accepté le 10 décembre 2003)

Le bassin de l'oued Dadès (Ouarzazate, Maroc) est soumis à des processus de dégradation anciens qui se manifestent essentiellement par une dégradation qualitative et quantitative du tapis végétal steppique caractéristique de cette région aride.

Un suivi diachronique à travers une série de photographies aériennes (1964) et d'images satellitaires (TM de Landsat-5, 1987 et 1999) a mis en évidence différentes zones très localisées de dégradation exacerbée et l'hétérogénéité des processus en cause à l'échelle du bassin. Ainsi, dans sa partie est on observe :

– des dégradations en auréoles en développement de 1964 à 1999, étirées le long de la rive droite de l'oued Dadès et de la route nationale vers Boumalne-Dadès (zone d'urbanisation récente);

– des processus d'érosion en nappe (*sheet wash*) sur le glacis V à l'est de Boumalne-Dadès (rive gauche de l'oued Dadès) déterminant des ravines peu profondes stables aux trois dates.

Ces processus coïncident avec l'occurrence de sécheresses sévères (1970-1980 et 1990). Mais ces localisations spécifiques et les modalités d'évolution, associées au développement croissant de fermes privées, indiquent le rôle prépondérant joué par l'humain dans ces processus de dégradation. La région est soumise à de fortes mutations socio-économiques qui s'inscrivent dans le cadre d'une crise générale des structures sociales depuis le XIX[e] siècle et accélérées par l'impact de l'émigration et les sécheresses récurrentes. Elles se concrétisent par un relâchement des structures tribales traditionnelles et une perte de maîtrise de la gestion des terres et de l'eau par les tribus au profit d'une appropriation individuelle croissante déterminant des sollicitations exacerbées et non contrôlées du milieu (surpâturage, bois de feu, surpompage d'eau, etc.).

Mots-clefs : Processus de dégradation ; suivi diachronique ; Landsat-5 ; mutations socio-économiques ; zone aride ; Dadès ; Maroc.

MONITORING OF DEGRADATION PROCESSES AND THEIR CAUSES IN THE WADI DADES BASIN (MOROCCO) BY MULTITEMPORAL REMOTELY SENSED DATA

Ancient degradation processes have been assessed by field studies on the wadi Dades intramontane basin (Ouarzazate province, Morocco). These processes which are not homogeneous throughout the basin mainly appears as qualitative and quantitative degradations of the steppic vegetation characteristics of this northern pre-saharan arid margin.

A temporal monitoring using aerial photography (1964) and remote sensing data (Landsat-5 Thematic Mapper of 1987 and 1999) allows to define the rhythms, modalities and causes of these processes. Multidate NDVI, mineralisation indices and PCA, highlight well located areas of high degradation and the heterogeneity of the processes throughout the basin. On the eastern part of wadi Dades, characterised by a single calcreted glacis V level, this change detection analysis shows :

– increasing degradation "patches" stretched along the wadi Dades right side and the national road to Boumalne-Dades (recent urbanisation area) from 1964 to 1999;

– sheet wash processes on glacis V eastwards of Boumalne-Dades (left side of wadi Dades) determining shallow rills without development from 1964 to 1999.

* Correspondant principal.

The specific locations and perenniality of the degradation processes throughout the 35 years covered by this study, linked to the increasing development of private 'farms" on the glacis, shows that they are mainly due to human mismanagement even if they occurs in relation to droughts especially the 1970-1980's and latent 1990's ones.

The region is submitted to great socio-economic changes related to a general crisis of the social structures started in the XIXth century and accelerated by emigration and recurrent droughts. This result in the destructuration of traditional tribal structures and the loss of land and water management capacity by tribes replaced by an increasing individual appropriation leading to exacerbated and uncontrolled overgrazing, cut off of domestic wood, overpumping water, etc.

Remote sensing is thus an efficient tool for studying spatial phenomon as such as vegetation and soil degradation as well as for assessing indirect dynamic relations between man and the environment.

Keywords : Degradation ; multitemporal remote sensing ; Landsat-5 ; change detection ; management and land use changes ; arid area ; Dades ; Morocco.

1. INTRODUCTION

Le bassin intramontagnard de l'oued Dadès (Ouarzazate, Maroc) est soumis à des processus de dégradation anciens, attestés par des études de terrain de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate (ORMVAO, 1999), qui se manifestent pour l'essentiel par une dégradation qualitative et quantitative du tapis végétal steppique caractéristique de ces marges arides nord pré-sahariennes (Taïbi, 1998) et support de l'élevage, activité principale de la région.

Le suivi diachronique de cette zone, à travers une série de photographies aériennes (NH XXIII-XXIV n° 180 à 185 de 1964) et d'images satellitaires (TM de Landsat-5 de 1987 et 1999), a permis de mettre en évidence différentes zones très localisées de dégradation exacerbée et l'hétérogénéité des processus en cause à l'échelle du bassin.

Ce suivi n'a concerné que la partie est du bassin caractérisée par une homogénéité géomorphologique (les modelés sont dominés par un seul niveau de glacis V, selon la chronologie quaternaire relative locale définie par El Hannani, 1998), qui forme des plateaux peu inclinés disséqués en lanières et buttes par le réseau hydrographique) et la diversité des modes d'occupation et de gestion du milieu.

Au-delà de la mise en évidence des processus de dégradation et de leurs rythmes et modalités de développement dans ce bassin, l'objectif de cette analyse était de saisir à travers la série de photographies aériennes et d'images satellitaires, les causes de ces processus et plus particulièrement le rôle fondamental des mutations des structures sociales et économiques. En effet, ces processus connaissent une exacerbation qui coïncide avec l'occurrence de sécheresses sévères et récurrentes, notamment celle des années 1980, mais surtout avec de profonds changements socio-économiques (Aït Hamza, 2002). Ces localisations spécifiques et ces modalités d'évolution (pérennité), associées au développement de l'appropriation croissante d'une partie des terrains de parcours (Hammoudou, 1996), indiquent le rôle prépondérant joué par l'humain et ses modes d'occupation du sol dans ces processus de dégradation du milieu.

Le but de cette étude était donc de développer une approche « sociale » de la dégradation de ces milieux en s'appuyant sur une méthodologie de traitement d'image basée sur les classiques indices de végétation, de minéralisation et analyses en composantes principales. Cette approche « sociale » des informations tirées de la télédétection satellitaire est encore peu répandue (Taïbi and El Hannani, 1999) alors que l'utilisation de cet outil pour l'étude des processus de dégradation dans ces milieux arides et semi-arides est, elle, relativement courante et ancienne (Choudhury, 1992 ; Matheson and Ringrose, 1994 ; Pickup and Chewings, 1994 ; Smara *et al.*, 1995 ; Escadafal *et al.*, 1997 ; Diouf and Lambin, 2001).

2. CADRES GÉOGRAPHIQUES PHYSIQUE ET HUMAIN DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin versant moyen de l'oued Dadès, encadré par le Haut-Atlas central calcaire au nord et le massif ancien de l'Anti-Atlas au sud, est caractérisé par une évolution géomorphologique très contrastée entre l'est et l'ouest.

Sa partie orientale, localisée entre Zawyat Moulay Abd El Malek à l'ouest et Boumalne-Dadès à l'est (figure 1), située entre 1 200 et 1 600 m d'altitude, se distingue par son étroitesse et surtout par un seul niveau de glacis ancien V (El Hannani, 1998) contre six niveaux étagés identifiés à l'ouest (figure1). Ces glacis d'accumulation correspondent à de vastes étendues constituées de décharges détritiques encroûtées (poudingues) d'épaisseur variable reposant sur les grès rouges du Mio-Pliocène supérieur. Dans cette zone est, cet encroûtement est généralement associé au développement d'une croûte zonaire (El Hannani, 1998).

Ce piémont est caractérisé par un climat aride, oscillant entre 100 et 200 mm de précipitations moyennes annuelles, déterminant une végétation steppique peu dense dominée par *Haloxylon scoparium* et dédiant cet espace à l'élevage, activité dominante (Taïbi and El Hannani, 1999).

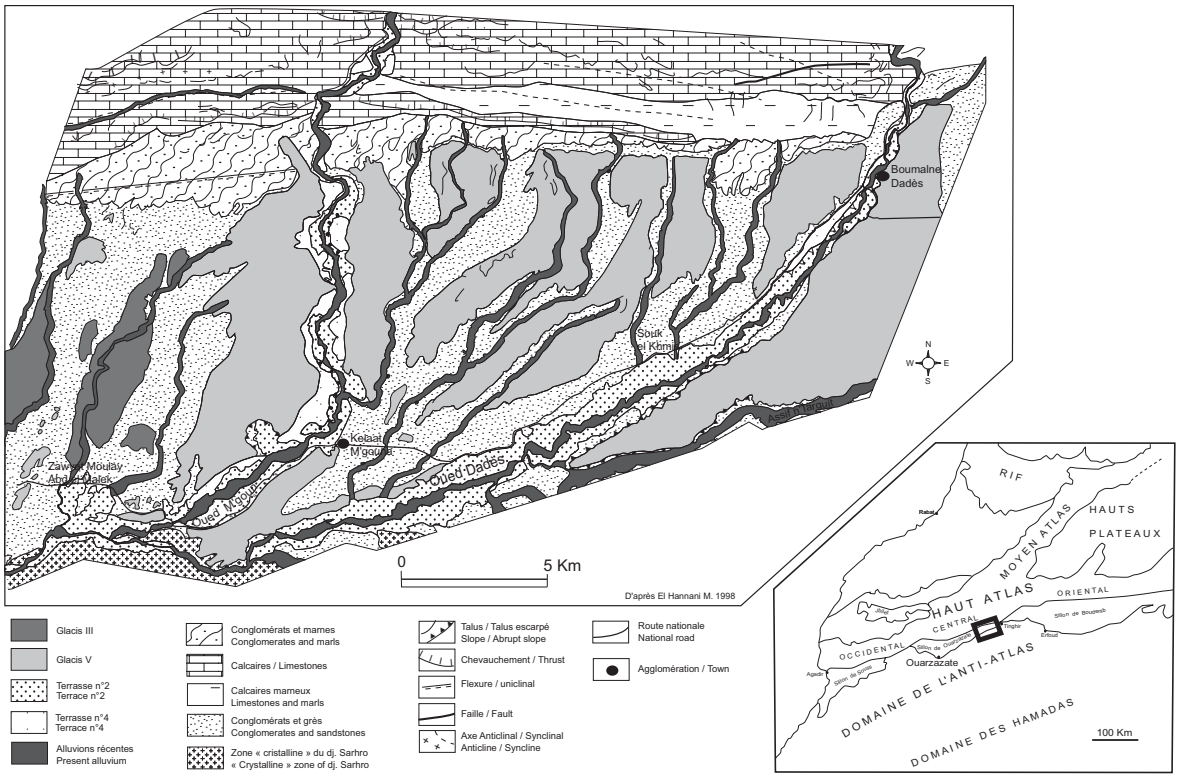


FIGURE 1 Cartes géomorphologique et de localisation de la zone est du bassin de l'oued Dadès. *Geomorphological and location maps of the east part of wadi Dades basin.*

Deux tribus se répartissent le territoire de la zone d'étude : les Aït Mgoun qui occupent le bassin versant de l'oued M'goun et les Aït Sedrate, dits Sehl, c'est-à-dire « de la plaine ». La complexité des rapports et l'enchevêtrement de l'histoire de l'ensemble des tribus rendent très délicate toute délimitation physique de leurs territoires. L'extension ou la réduction de ce territoire, surtout des terrains de parcours, est fonction de leur histoire, des intérêts économiques et des rapports entretenus avec les autres tribus et le pouvoir central (Makhzen).

3. MÉTHODES D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE DES PROCESSUS DE DÉGRADATION DU MILIEU

Des études de terrain (ORMVAO, 1999 ; El Hannani, 1998) ont montré une dégradation généralisée du tapis végétal steppique sur ce piémont. Les taux de recouvrement de la végétation sont ainsi de 30 % en moyenne mais dépassent les 60 % là où elle est protégée par des épineux (*Zizyphus lotus*).

Une série d'images satellitaires et de photographies aériennes ont permis de mettre en évidence ces processus dans cette partie est du bassin de l'oued Dadès. Le suivi a été établi sur 35 années couvrant les premières années des cycles secs ayant affecté cette région depuis 1955 (photos aériennes NH XXIII-XXIV n° 180 à 185 de 1964, figure 2) ainsi que pendant une période de sécheresse (image TM de Landsat-5 du 27-08-1987, figure 3) et après cette période (image TM de Landsat-5 du 05-03-1999, figure 4). En effet, la deuxième moitié du XX^{e} siècle est caractérisée par une tendance particulièrement sèche dans cette région semi-aride, avec une série de sécheresses récurrentes sévères depuis 1955, notamment en 1960-1968, 1981-1987 et 1991-1995 (ORMVAO, 1999).

Ce suivi, basé sur différents traitements numériques (indice de végétation NDVI, indice de minéralisation, analyse en composantes principales), a été réalisé grâce au logiciel Idrisi 3.2. Dans une première étape, l'image de 1987 a été recalée géométriquement par rapport à celle de 1999. Les corrections radiométriques des deux images satellitaires n'ont par contre pas pu être réalisées (résultats trop bruités et perte d'information trop importante). Nous avons donc conservé les données numériques brutes en luminance apparente. Le suivi diachronique restera donc purement qualitatif.

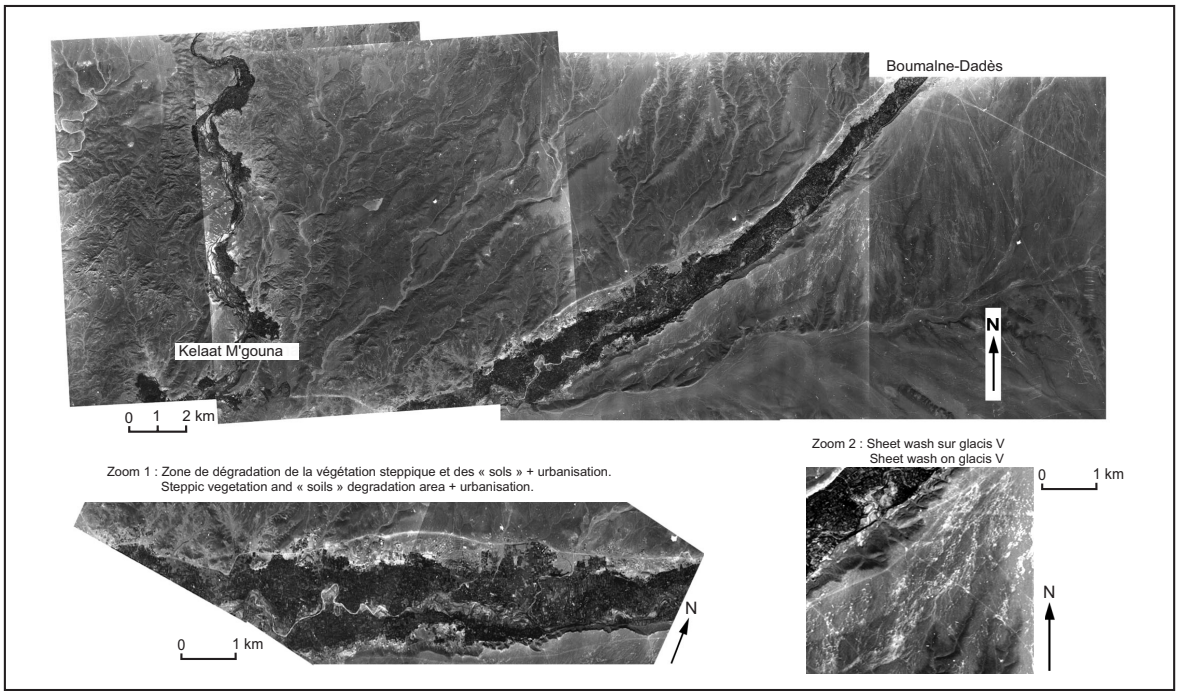
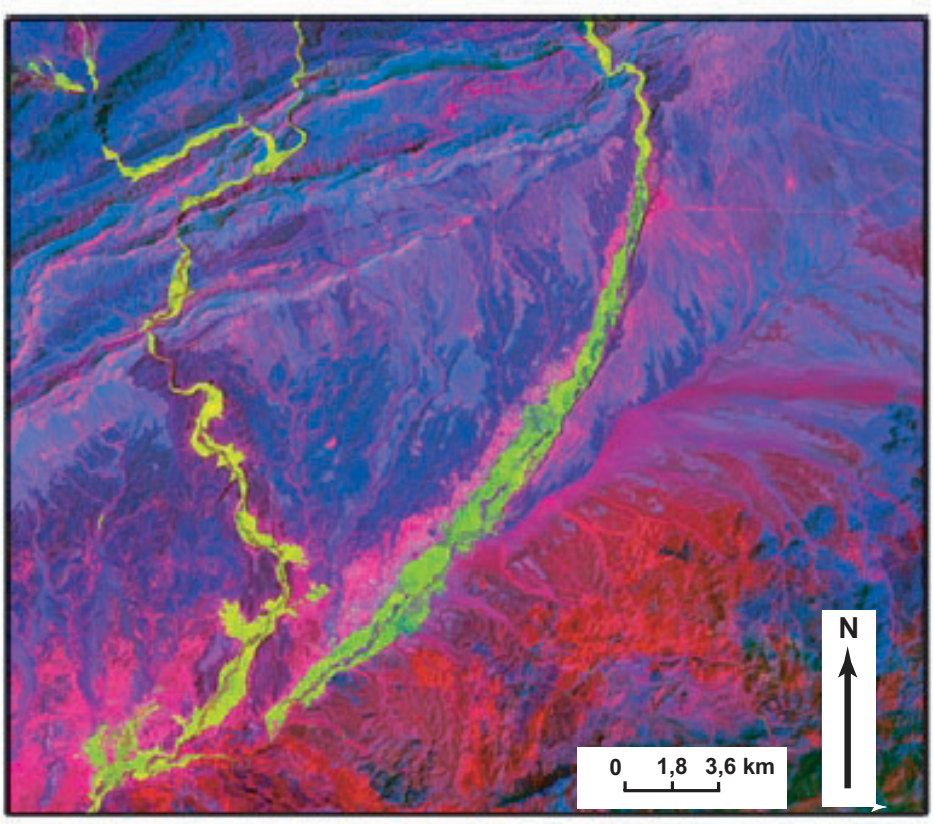


FIGURE 2 Mosaïque de photographies aériennes de 1964 : zone est du bassin de l'oued Dadès. *Aerial photographs from 1964 : east part of wadi Dades.*

Les interprétations thématiques des résultats des traitements ont été basées sur deux campagnes de terrain en 2001 et 2003 et les signatures spectrales des objets considérés, sans qu'il y ait eu d'évaluation statistique de leur qualité.

L'indice normalisé de végétation verte NDVI (Bannari *et al.*, 1995 ; Jackson, 1983) PIR-R / PIR+R, a permis de mettre en évidence les formations végétales denses des vallées et des nouvelles parcelles de culture hors des vallées (« fermes » privées). Il est par contre totalement inefficace à saisir la végétation steppique à taux de recouvrement du sol inférieurs à 40 %. L'indice *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) (Huete, 1988) ((1+L)(PIR-R)) / (PIR+R+L) où L = 0,5, n'a pas montré non plus de résultats plus probants bien qu'il soit censé réduire l'effet du sol dans la réponse propre de la végétation.

L'indice de minéralisation MIR–R / MIR+R, où MIR correspond au canal TM 7 de Landsat-5, a permis de discriminer les zones de dégradation intense. Le domaine spectral du MIR est en effet particulièrement efficace à discriminer la végétation et différents types de sols dans les milieux arides (Hill, 1993). Ces deux néo-images, non présentées dans cet article, ont servi à interpréter les axes issus d'une analyse en composantes principales (ACP) sur les six canaux TM pour chaque date. La combinaison des trois premiers axes de ces ACP (figures 3 et 4) fait ressortir visuellement l'ensemble de ces informations thématiques. Le premier axe résume l'essentiel de l'information des six canaux TM, les zones de dégradation exacerbées sont discriminées sur l'axe 2 et les zones d'extension des cultures sur l'axe 3.



Zoom 1
Zawyat Moulay Abd el Malek
Zone dégradées (rose)
et d'extension des jardins (vert).
Degraded areas (pink)
and increase of gardens (green).

Zoom 2
Zones dégradées (rose) + extension
des jardins (taches vertes)
et urbanisation (rose-gris)
Degraded areas (pink)
+ increase of gardens (green patches)
and urbanisation (pink-grey).

Zoom 3
Processus de sheet wash
sur glacis V (traînées roses)
Sheet wash processes
on glacis V (pink trails)



FIGURE 3 Composition colorée combinant trois axes d'une ACP sur les 6 canaux bruts TM de Landsat-5 du 27-08-1987. Axe 1 : bleu ; axe 3 : vert ; axe 2 : rouge. + 3 zooms. *Color composite of three PCA axis using 6 TM Landsat-5 raw channels dated 27-08-1987. Axis 1 : blue; axis 3 : green; axis 2 : red. + 3 zooms.*

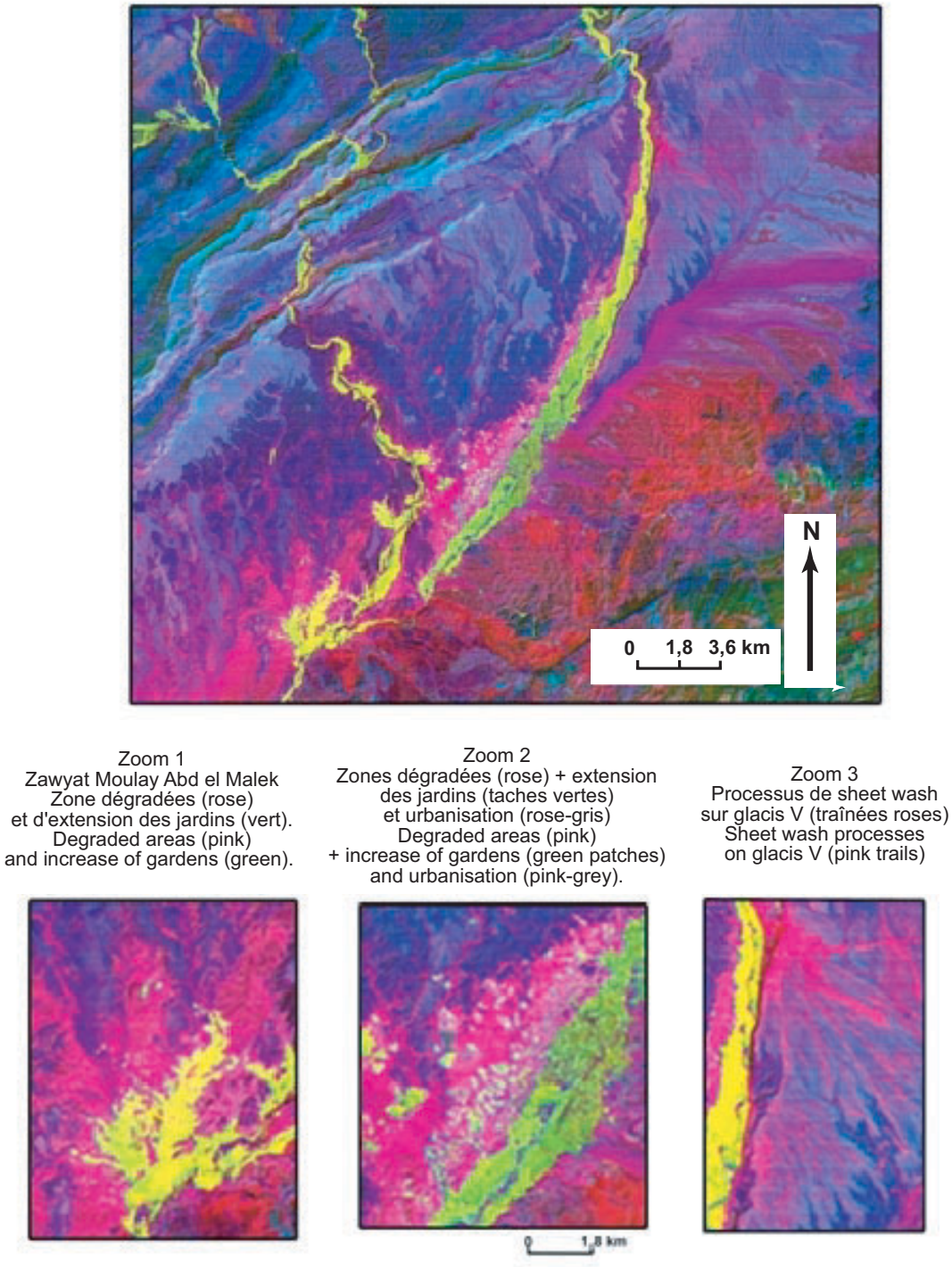


FIGURE 4 Composition colorée combinant trois axes d'une ACP sur les 6 canaux bruts TM de Landsat-5 du 05-03-1999. Axe 1 : bleu; axe 3 : vert; axe 2 : rouge + 3 zooms. *Color composite of 3 PCA axis using 6 TM Landsat 5 raw channels dated 05-03-1999. Axis 1 : blue; axis 3 : green; axis 2 : red + 3 zooms.*

Les dates d'été ne sont pas les plus pertinentes pour l'étude de l'évolution du tapis végétal de ces zones arides car ce dernier est naturellement fortement contracté durant ces périodes. Par contre, elles permettent de mettre en évidence les zones où la dégradation est très exacerbée, sachant que la dégradation du couvert végétal s'accompagne du tassement et de la modification des états de surface des « sols » (Le Houérou, 1968 ; Taïbi, 1998), définissant de forts albédos nettement discriminés sur les images satellitaires. La combinaison avec la date de mars 1999 permet d'affiner ces conclusions malgré la différence saisonnière. En effet, bien que cette période hivernale soit plus humide et donc favorable à la régénération du couvert végétal, elle montre un accroissement des auréoles de dégradation. Elle souligne donc les zones à dégradation du milieu pérenne et exacerbée et permet de les différencier de celles circonstancielles apparues en 1987 avec la sécheresse d'été.

Aux trois dates, la dégradation se manifeste principalement sous forme d'une bande étirée le long de la route nationale et la rive droite de l'oued Dadès en amont de la confluence avec l'oued M'goun (figures 3 et 4 : teintes roses). Elle est associée à la zone d'urbanisation récente ininterrompue entre Kelaat M'gouna et Boumalne-Dadès ainsi qu'à un nouveau parcellaire de « jardins » irrigués (zoom 2 sur les figures 3 et 4 : taches vertes) hors des vallées. Les processus sont identiques autour des zones de cultures de Zawyat Moulay Abd El Malek (zoom 1 sur les figures 3 et 4). Il s'agit d'une dégradation quantitative (réduction de la biomasse) et qualitative (apparition d'espèces « indésirables » type *Peganum harmala*) du couvert végétal associé au tassement des « sols » par piétinement.

De 1964 à 1999, ces zones dégradées s'accroissent le long de la rive droite de l'oued Dadès et s'étendent sur la périphérie de la bande d'urbanisation continue.

Les images et les photographies aériennes ont également révélé des processus d'érosion en nappe (sheet wash) (zoom 2 de la figure 2 et zooms 3 sur les figures 3 et 4), sur le seul glacis V à l'est de Boumalne-Dadès, déterminant un réseau de ravines peu profondes (quelques centimètres) difficilement visibles sur le terrain (figure 5). Stables aux trois dates, ces phénomènes restent révélateurs de processus de dégradation très avancés mais fonctionnant sur des rythmes temporels apparemment plus longs.

Ces images satellitaires multibandes caractérisées par une résolution de 30 × 30 m ne permettent pas, par contre, de mettre en évidence la dégradation plus diffuse et généralisée qui affecte les formations végétales steppiques de cette région.



FIGURE 5 Processus d'érosion en nappe sur le glacis V à l'est de Boumalne-Dadès. *Sheet wash processes on glacis V eastwards Boumalne-Dadès.*

4. FACTEURS DE LA DÉGRADATION DU MILIEU

4.1. Difficulté d'évaluation de l'impact d'un phénomène récurrent : la sécheresse

La coïncidence entre sécheresses et processus de dégradation mise en évidence par les images satellitaires permet de penser qu'il existe un lien direct de causalité entre les deux.

La sécheresse est un phénomène récurrent que la société pastorale a traditionnellement bien intégré dans son mode de fonctionnement. Mais, au regard de l'évolution des phénomènes de dégradation et de leur ampleur à travers les images satellitaires couvrant les dernières périodes de sécheresse, il semble que le lien dégradation du milieu / sécheresses se soit modifié.

Par le passé, des « crises climatiques » ont durement touché ces milieux, notamment la sécheresse de 1945-1946 qui a causé une perte de 50 % du cheptel des Aït M'goun. Mais le milieu a alors montré une certaine résilience avec la régénération du tapis végétal steppique et la reconstitution des troupeaux après une dizaine d'années. Par contre, après ces dernières décennies, le milieu n'a toujours pas résorbé l'impact des sécheresses débutées dans les années 1960. Les campagnes de terrain de 2001 et 2003 de vérification des interprétations des résultats du traitement d'image ont d'ailleurs montré la pérennité des processus. Les données climatologiques nous montrent que ces sécheresses ont été particulièrement sévères, car elles sont plus ou moins continues sur cette période (figure 6) ; mais elles ne sont pas le facteur principal expliquant la pérennité de ces phénomènes de dégradation. En effet, la localisation précise et l'évolution de ces processus de dégradation (figure 7) indiquent l'impact prépondérant de l'humain dans leur développement.

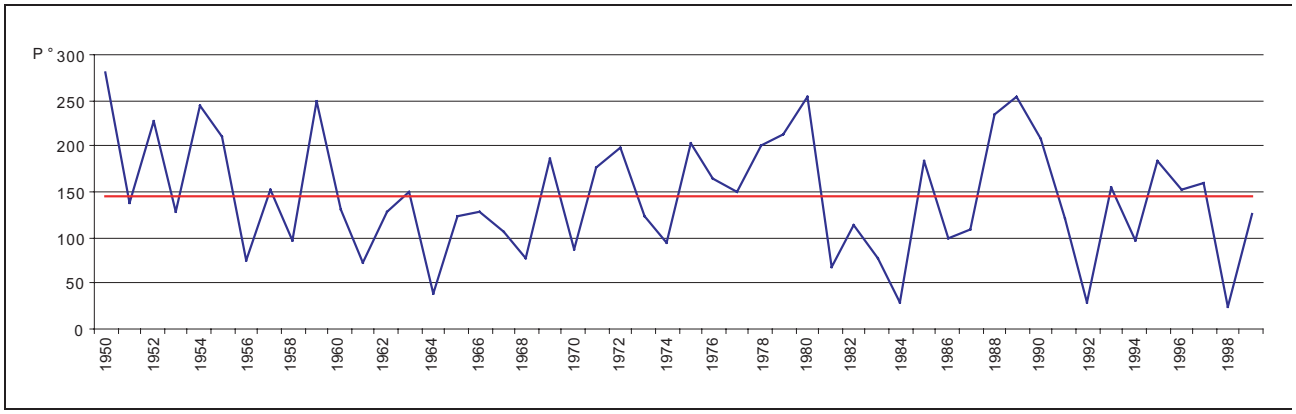


FIGURE 6 Variations inter-annuelles des précipitations par rapport à la moyenne (144,7 mm : 1950-1999). *Inter-annual variations of rainfalls from the mean amount (144,7 mm : 1950-1999).*

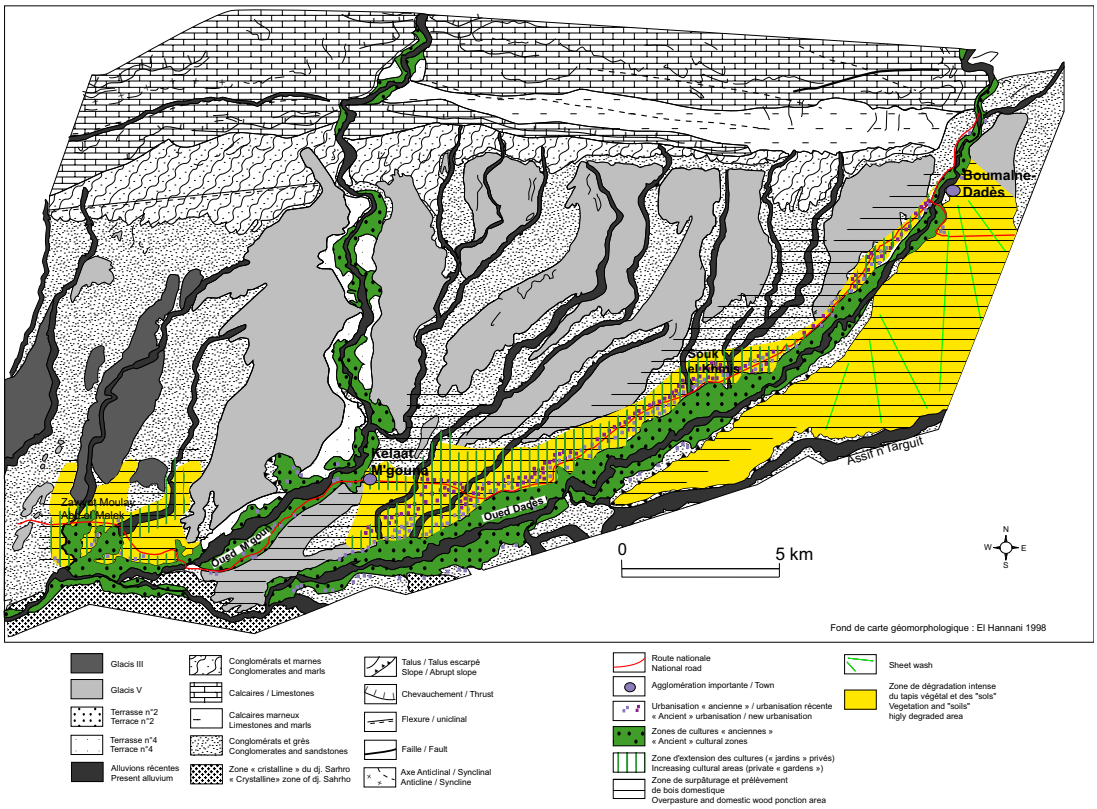


FIGURE 7 Croquis de synthèse des processus de dégradation et de leurs facteurs de la zone est du bassin de l'oued Dadès (Maroc). *Degradation processes and factors synthetical sketchmap of the east part of wadi Dadès basin (Morrocco).*

4.2. Causes anthropiques

La pérennité et l'ampleur des processus ne peuvent s'expliquer que par la modification des relations entre l'humain et son milieu.

Durant les périodes de sécheresse, la réduction du potentiel fourrager des pâturages ne permettant plus aux nomades et aux transhumants de subvenir à leurs besoins par la seule activité pastorale, ces derniers se rapprochent des vallées du Dadès et du M'goun, où sont disponibles des fourrages de complément et de l'eau pour les troupeaux ainsi que des activités pour compléter leurs ressources. Il n'est

pas rare de rencontrer des nomades qui sont installés définitivement ou pour une longue période sur les parcours du bassin considérés auparavant comme des parcours de passage. Ces semi-sédentarisations, normalement ponctuelles et circonstancielles, deviennent pérennes. Les nomades n'ont pas repris leurs déplacements mais conservent une partie de leur cheptel qui utilise quotidiennement les pâturages de plus en plus surexploités de la périphérie des villages et des zones urbaines. Cantonnement et surconcentrations des troupeaux sont désormais indépendants de l'occurrence des sécheresses.

S'ajoute à ce surpâturage le prélèvement de bois domestique (bois de feu, balais, etc.) qui s'accroît également corrélativement aux sédentarisations et semi-sédentarisations. Hammoudou (1996) estime le taux de consommation de bois à un kilogramme par personne et par jour.

On assiste donc à une mutation profonde des systèmes d'élevage et des pratiques pastorales. Elles impliquent l'abandon croissant de l'activité pastorale nomade et semi-nomade et son remplacement par un élevage sédentaire ou semi-sédentaire. Ainsi, en 1999 (ORMVAO, 1999), les ovins sédentaires (54,5 %) sont dominants par rapport aux ovins de parcours dans le périmètre du Dadès (constitué des communes de Boumalne-Dadès, d'Aït Youl et de Souk el Khmis) et en forte proportion (22,7 %) dans le périmètre du M'goun plus à l'ouest (communes de Aït Sedrate, de Kelaat Mgouna et d'Aït Ouassif).

L'autre indicateur de cette transformation se manifeste à travers l'accroissement progressif de l'espace urbain et l'extension des espaces agricoles en dehors des principales vallées, phénomène nettement souligné par les images satellitaires.

Au-delà de ces premiers constats, c'est à travers la relation très étroite entre l'organisation sociale et la gestion de l'espace, qu'il soit agricole ou surtout pastoral, qu'il faut analyser les mutations actuelles et leurs impacts sur le système écologique de cette zone. La pérennité des processus de dégradation est révélatrice d'un long processus de déstructuration de la tribu comme institution d'encadrement du territoire.

5. CRISE DE LA SOCIÉTÉ PASTORALE ET PROBLÈME DE GESTION DES TERRAINS DE PARCOURS

La crise que connaît la société pastorale est ancienne : elle prend racine durant la période coloniale (Hammoudou, 1996 ; Aït Hamza, 2002) .

Pour comprendre l'enjeu que représentent les terrains de parcours dans cette région, il faut prendre en considération la dimension à la fois socio-économique et symbolique que constitue l'activité pastorale. Elle est considérée comme une activité qui symbolise « l'égalité » et la solidarité entre les membres de chaque tribu. La taille et l'étendue des terrains de parcours de chaque tribu, exploités et défendus collectivement, ont toujours constitué un enjeu primordial pour leur survie et leur indépendance vis-à-vis de leurs voisins et du pouvoir central (Maghzen) (Naciri, 1999). Elles jouissaient traditionnellement d'une large autonomie dans la gestion de leurs ressources.

Ces vastes territoires, qualifiés de zones périphériques (Naciri, 1999) par l'administration coloniale, ont été contrôlés par l'armée à travers l'établissement de limites physiques aux territoires des tribus et par la transformation du statut juridique d'une partie des terrains de parcours (intégration d'une partie des parcours de montagne dans le domaine forestier), rendant ainsi le principe de libre circulation des troupeaux caduc et entraînant par là même le début de la sédentarisation des nomades.

En agissant ainsi, l'occupant porte atteinte à l'autonomie et à la mainmise de la tribu sur la gestion de ses terres. Ce processus se poursuit depuis l'indépendance et le découpage des terrains de parcours et des territoires des tribus d'une manière générale n'a cessé d'évoluer, réduisant la tribu à une simple entité administrative.

6. ÉMERGENCE DE L'INDIVIDU : ACCÉLÉRATION DU PROCESSUS « D'APPROPRIATION » DES TERRAINS DE PARCOURS

Le rôle d'encadrement et de gestion de la tribu n'a cessé de s'estomper en faveur de l'intérêt individuel. Ce nouvel état d'esprit se traduit par le développement de phénomènes « d'appropriation » des terrains de parcours et leur transformation en terres agricoles, réduisant encore les pâturages disponibles. Ces mutations en faveur de l'individu réduisent l'emprise de la tribu sur les ressources terre et eau.

Ainsi, l'espace agricole ne cesse de s'étendre dans la dépression constituée de grès rouge de Zawyat Moulay Abd El Malek (zooms 1 sur les figures 3 et 4), à l'ouest de l'oued M'goun, pourtant dépourvue de sol au sens agronomique et traditionnellement zone de parcours. Certains champs sont irrigués par l'eau prélevée dans l'oued M'goun par un canal comparable à des khettaras, système qui n'a jamais existé auparavant dans cette partie du bassin. D'autres parcelles, qualifiées de « jardins » où dominent les oliviers, souvent délimitées par un mur en terre avec ou sans maison et plus éloignées de l'oued M'goun, sont irriguées à partir de puits privés. On retrouve la même évolution au niveau de l'axe Kelaat M'gouna – Boumalne-Dadès (figure 8).

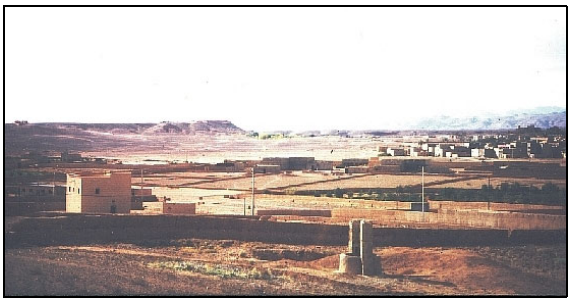


FIGURE 8 Urbanisation (2e plan) et appropriation des terres pour la mise en culture irriguée au moyen de puits privés (1er plan). *Urbanization and land appropriation for farming irrigated by private wells.*

La conséquence de cette multiplication des puits est la diminution du niveau de la nappe phréatique, obligeant les propriétaires à creuser de plus en plus profond. L'eau est par ailleurs de plus en plus chargée en sel, donc inutilisable pour la boisson ou l'irrigation ce qui entraîne déjà l'abandon de champs d'oliviers.

L'affirmation de l'individu comme acteur principal dans l'évolution actuelle est encore plus visible à travers l'accroissement rapide de l'urbanisation anarchique, notamment autour des deux centres urbains et le long de l'axe Kelaat M'gouna-Boumalne-Dadès, le transformant en long « boulevard » constitué de villages accolés les uns aux autres sur plus de 20 km. Cette rapide extension est exacerbée par la rivalité entre les deux tribus, Aït M'goun et Aït Sedrate, qui partagent ce territoire et par le découpage administratif, chacune d'elle ayant voulu développer son propre centre urbain sur son territoire : Kelaat M'gouna crée pour des raisons politiques dans les années 1960 pour les Aït M'goun et Souk Lakhmis plus récemment pour les Aït Sedrate.

Ce phénomène s'amplifie avec le désir grandissant des membres des différentes tribus d'appropriation des terres de parcours, surtout celles qui avoisinent ces centres urbains.

Il est encore accentué par les apports financiers de l'émigration très importante dans ce bassin (Aït Hamza, 2002).

7. CONCLUSION

L'imagerie satellitaire et aérienne a été utilisée pour faire ressortir deux informations distinctes mais étroitement dépendantes l'une de l'autre : la modification de l'occupation du sol, à travers le développement de jardins privés et l'urbanisation notamment, et les processus de dégradation du milieu.

Ces outils ont permis de mettre en évidence l'ampleur et la diversité des processus de dégradation du milieu dans la partie est du bassin de l'oued Dadès. Ces manifestations, confirmées par des travaux de terrain, ne sont pas homogènes à l'échelle du piémont, non seulement par rapport à l'ouest et au centre du bassin, non étudiés dans le cadre de ce travail, mais également à l'échelle de cette zone est. La dégradation généralisée plus ou moins diffuse de la végétation steppique, peu lisible sur les images satellitaires utilisées ici (d'autres données, radar notamment ou à résolution plus fine, seraient nécessaires), se double de processus exacerbés très localisés de ce tapis végétal et des « sols » le long de l'axe Kelaat M'gouna – Boumalne-Dadès, autour de la zawyat Moulay Abd El Malek et sur certains glacis V (extrême est).

L'hypothèse de base était que la localisation de ces processus, leur ampleur et leurs modalités de développement étaient révélatrices des causes de leur développement et, effectivement, ces variations sont liées à des évolutions contrastées des différents modes d'occupation du milieu découlant de mutations socio-économiques profondes et généralisées.

Les processus de dégradation observés sont donc liés à une désorganisation dans la gestion du milieu qui échappe à l'institution traditionnelle d'encadrement de l'espace qu'est la tribu. Les mutations actuelles qui en découlent se concrétisent, notamment, par un flou concernant le statut de la terre et de l'eau, par l'appropriation plus ou moins anarchique des terrains de parcours pour une mise en culture, par l'utilisation non contrôlée de l'eau et le non-respect des règles d'utilisation des pâturages. On se place donc dans une phase de transition, qui perdure, entre une gestion « tribale traditionnelle » et une nouvelle situation qui reste encore à définir.

L'absence d'un interlocuteur , réclamé par les institutions elles-mêmes, constitue un handicap à toute opération d'aménagement ou de revalorisation réelle de ce milieu. Il apparaît clair également que les solutions purement techniques proposées pour enrayer le développement de ces processus de dégradation sont inadéquates et insuffisantes, car le problème est avant tout social. Les processus de dégradation n'en sont que la manifestation physique. Néanmoins, ce laps de temps d'observation de 35 ans est trop court pour affirmer que la pérennité des processus de dégradation observée est ou n'est pas significative d'irréversibilité et donc de « désertification ». En effet, il serait nécessaire, pour cela, de poursuivre, par télédétection multidate, ce travail sur un pas de temps plus long, notamment après retour à des conditions pluviométriques plus favorables.

Références

Aït Hamza, M. (2002) Mobilité socio-spatiale et développement local au sud de l'Atlas marocain (Dadès – Todgha). Maghreb-Studien, n° 13, L.I.S. Verlag GmbH, Passau, 196 p.

Bannari, A., Morin, D., Bonn, F. and Heute, A.R. (1995) A review of vegetation indices. Remote Seensing Reviews, vol. 13, p. 95-120.

Choudhury, B.J. (1992) Multispectral satellite observations for arid land studies, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 47, n° 2-3, p. 101-126.

Diouf, A. and Lambin, E.F. (2001) Monitoring land-cover changes in semi-arid regions : remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. Journal of Arid Environments, n° 48, p. 129-148.

El Hannani, M. (1998) Le piémont du versant sud du Haut-Atlas central (« synclinal » de Ouarzazate) : étude géomorphologique. Thèse de doctorat, Université de Paris 7, Presses universitaires du Septentrion, Lille, 299 p. et carte géomorphologique 1 : 100 000e.

Escadafal, R., Bacha, S. and Delaître E. (1997) Desertification watch in Tunisia : land surface changes during the last 20 years and onwards, *In* Spiteri, A. (réd.) Remote Sensing'96 : Integrated Applications for Risk Assessment and Disaster Prevention for the Mediterranean. A.A. Balkema, Rotterdam, p. 35-40.

Hammoudou, M. (1996) L'élevage pastoral chez les M'goun : étude des parcours et des systèmes d'élevage. Rapport Projet de développement communautaire du haut Atlas central, Programme des Nations Unies pour le Développement, MOR 92/010, Ouarzazate, 49 p.

Hill, J. (1993) Monitoring land degradation and soil erosion in Mediterranean environments. ITC Journal, n° 4, p. 323-331.

Huete, A.R. (1988) A soil-adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment, vol. 25, p. 295-309.

Jackson, R.D. (1983) Spectral indices in n-space. Remote Sensing of Environment, vol. 13, p. 409-421.

Le Houerou, H.N. (1968) La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. Annales algériennes de géographie, n° 6, p. 5-30.

Matheson, W. and Ringrose, S. (1994) Assessment of degradation features and their development into the post-drought period in the west-central Sahel using Landsat MSS. Journal of Arid Environments, n° 26, p. 181-199.

Naciri, M. (1999) Territoire : contrôler ou développer, le dilemme du pouvoir depuis un siècle. Monde Arabe Maghreb Machrek, n° 164, p. 9-35.

ORMVAO (Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate) (1999) Rapport d'activité des PMH. Maroc développement GOPA consultants, Ouarzazate.

Pickup, G. and Chewings, V.H. (1994) A grazing gradient approach to land degradation assessment in arid areas from remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing, vol. 15, n° 3, p. 597-617.

Smara, Y., Belhadj-Aissa, A., Taïbi, A.N. and Mahrour, M. (1995) Methodology for degradation monitoring in arid and semi-arid region of southern Algeria using multidate remote sensing data. Proceedings of the Workshop « Pollution monitoring and GIS », Brandys, République tchèque, 15-18 mai 1995, EARSeL, Paris, p. 30-39 (+ figures).

Taïbi, A.N. (1998) Le piémont sud du djebel Amour (Atlas Saharien, Algérie), apport de la télédétection satellitaire à l'étude d'un milieu en dégradation. Thèse de doctorat, Université de Paris 7, Presses universitaires du Septentrion, Lille, 310 p.

Taïbi, A.N. and El Hannani, M. (1999) Assessment of changes in land use and human management and their impact on degradation in two presaharian piedmonts by remote sensing. 1999 Open meeting of the human dimensions of global environmental change research community. Shonan Village, Kanagawa, Japon, International Scientific Planning Committee, 24-26 juin 1999 (communication orale).