



HAL
open science

Faire face à la sécheresse : exemple de zones humides des marges sud et nord du Sahara

Aude Nuscia Taïbi, Mustapha El Hannani, Aziz Ballouche, Ahmed El Ghadi

► To cite this version:

Aude Nuscia Taïbi, Mustapha El Hannani, Aziz Ballouche, Ahmed El Ghadi. Faire face à la sécheresse : exemple de zones humides des marges sud et nord du Sahara. Presses Universitaires d'Angers. Eau, milieux et aménagement. Une recherche au service des territoires, pp.247-264, 2014, 9782915751536. hal-01105175

HAL Id: hal-01105175

<https://hal.science/hal-01105175>

Submitted on 22 Jan 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Faire face à la sécheresse : exemple de zones humides des marges sud et nord du Sahara

Facing drought: examples of wetlands from northern and southern saharian margins

Aude N. TAÏBI

ESO-Angers, UMR ESO 6590 du CNRS, Université d'Angers

LETG-Angers LEESA, UMR 6554 CNRS, Université d'Angers

Mustapha EL HANNANI

ESO-Angers, UMR ESO 6590 du CNRS, Université d'Angers

Aziz BALLOUCHE

LETG-Angers LEESA, UMR 6554 CNRS, Université d'Angers

Ahmed EL GHADIA. OULD VALL

Université de Nouakchott, Mauritanie

Remerciements : Les images satellitaires SPOT multispectrales traitées dans l'étude sur Aleg et le bas delta du fleuve Sénégal ont été acquises dans le cadre du programme ISIS du CNES. L'étude sur Aleg et le bas delta du fleuve Sénégal a été financée par l'Agence Universitaire de la Francophonie (Programme du réseau Télédétection et PICS).

Les marges nord et sud du Sahara (Sahel) sont soumises à une forte variabilité interannuelle des précipitations inhérente à ces régions arides et semi-arides (Tiffen et Mortimore 2002, Rasmussen *et al.* 2001). Pourtant, la dernière « grande sécheresse » des années 1970-1980 y a coïncidé avec une crise environnementale et socio-économique sans précédent, qui a porté « de manière dramatique au regard de la communauté internationale la crise environnementale et les problèmes de développement des zones sèches » (Cornet, 2002). Cette concomitance entre sécheresses et processus de dégradation environnementale a laissé penser qu'il existait un lien direct de causalité entre les deux (Rognon, 1995), et c'est ce raccourci qui a été fait dans l'immédiate après-crise des années 1970. Ainsi à Nairobi en 1977, lors de la conférence sur la désertification (CNUD) du PNUE, la première définition consensuelle de la désertification, notion qui a été utilisée à partir de cette période pour désigner ces crises environnementales et leur cortège de famines et de réfugiés, insistait sur le rôle majeur de ces sécheresses dans « la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et pouvant conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques » (CNUD, 1977). Mais par la suite, le rôle de l'homme a été rapidement remis en exergue comme facteur explicatif principal des processus à l'œuvre. C'est ainsi que cela transparait dans la définition proposée en 1994 à Paris par la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification (CNULD), à la suite de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement de Rio en 1992 (CNUED), et qui nous dit que la désertification est la « dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». Si ces définitions laissent penser à un consensus partagé les concernant, la communauté scientifique ne s'est en réalité jamais réellement accordée à leur propos, particulièrement sur les causes des processus dans ces régions sèches, et les rôles respectifs de l'homme et des sécheresses.

Ainsi Geist et Lambin (2004), s'intéressant particulièrement à ce point des causes de la désertification, identifient deux écoles, avec d'un côté les tenants des facteurs humains dominants (human-induced land degradation) et de l'autre ceux prônant le contrôle climatique dominant (climate-driven desiccation). Ils pointent également des dissensions concernant le caractère global ou local de ces causes. Analysant 132 études sur la désertification tirées de la littérature, ils identifient deux grandes théories pour expliquer la dégradation des zones arides et semi-arides. La première de « facteur unique », s'appuie sur différentes causes premières comme la croissance de la population exerçant des pressions dépassant la capacité de charge d'écosystèmes fragiles dans ces régions, ainsi qu'une gestion des terres irrationnelle ou peu adaptée par les pasteurs nomades et un nombre croissant de ruraux pauvres. Dans sa forme extrême, cette théorie mène à la notion de « man-made deserts », de Le Houérou (2002) par exemple. La seconde théorie « irréductible complexité » prône que la désertification peut être attribuée à de multiples facteurs propres à chaque site et que l'on ne peut pas en tirer de modèle particulier (Dregne 2002, Warren, 2002).

Notre étude de quatre sites au nord et au sud du Sahara, si elle se rapproche de l'école des tenants du facteur humain dominant et de la théorie de « l'irréductible complexité », s'en détache en identifiant des logiques de causes comparables pour les différents sites.

Dynamiques d'évolution de quatre sites d'études des marges nord et sud du Sahara, avant, pendant et après la « grande sécheresse »

Le suivi diachronique rétrospectif de l'évolution de quatre sites de marges nord et sud du Sahara (Fig. 1) grâce à une série d'images satellites multispectrales et de photographies aériennes couvrant les périodes avant, pendant et après sécheresse (Tableau 1), a permis d'y caractériser les rythmes et modalités de développement des processus à l'œuvre.

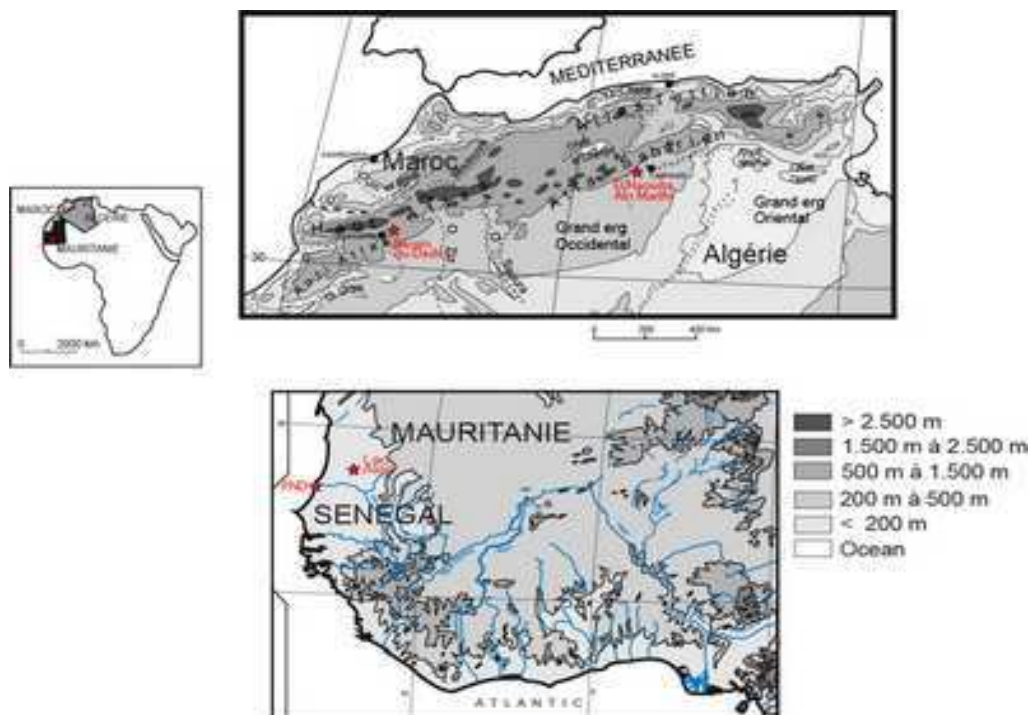


Fig. 1 : Localisation des sites d'étude

Tableau 1 : Données images utilisées pour les différents sites

Site	Capteur	Date
Aleg (Mauritanie)	Photographies aériennes	avril 1954
Aleg (Mauritanie)	HRV-XS SPOT 2	09-1992
Aleg (Mauritanie)	HRVIR-XI SPOT 4	12-2000
Aleg (Mauritanie)	HRV-Panchromatique SPOT	01-1991
Piémont sud du djebel Amour (Algérie)	Landsat 2 MSS	05-1977
Piémont sud du djebel Amour (Algérie)	Landsat 5 Thematic Mapper	01-1989
Piémont sud du djebel Amour (Algérie)	HRV-XS SPOT 2	02-1986
Bassin du Dadès (Maroc)	Photographies aériennes	1964
Bassin du Dadès (Maroc)	Landsat-5 TM	08-1987
Bassin du Dadès (Maroc)	Landsat-5 TM	03-1999
Bassin du Dadès (Maroc)	Landsat-7 ETM+	04-2006
Bas delta du fleuve Sénégal (Mauritanie)	Landsat 2 MSS	09-1979
Bas delta du fleuve Sénégal (Mauritanie)	HRV-XS SPOT 2	12-1992
Bas delta du fleuve Sénégal (Mauritanie)	HRVIR-XI SPOT 4	10-2001

Deux sites ont été étudiés sur les marges nord sahariennes. En Algérie, il s'agit du piémont sud du djebel Amour (Fig. 2) zone de transition entre l'Atlas Saharien et les hamadas au sud, vastes plateaux encroûtés d'où émergent parfois des synclinaux perché comme celui d'El Haouita (Taïbi, 1998). Au Maroc, le bassin versant moyen de l'oued Dadès (Fig. 3), encadré par le Haut-Atlas au nord et l'Anti-Atlas au sud, est caractérisé par des glacis étagés constitués de décharges détritiques encroûtées (poudingues) reposant sur les grès rouges du Mio-Pliocène supérieur (El Hannani, 1998). Ces deux piémonts sont caractérisés 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 ces espaces à l'élevage traditionnellement extensif, activité dominante (Taïbi et El Hannani, 1999). L'agriculture relativement marginale se concentre sous forme de jardins dans les oueds (Dadès, Mgoun) et à la périphérie des villages de Aïn Madhi et El Haouita en Algérie.

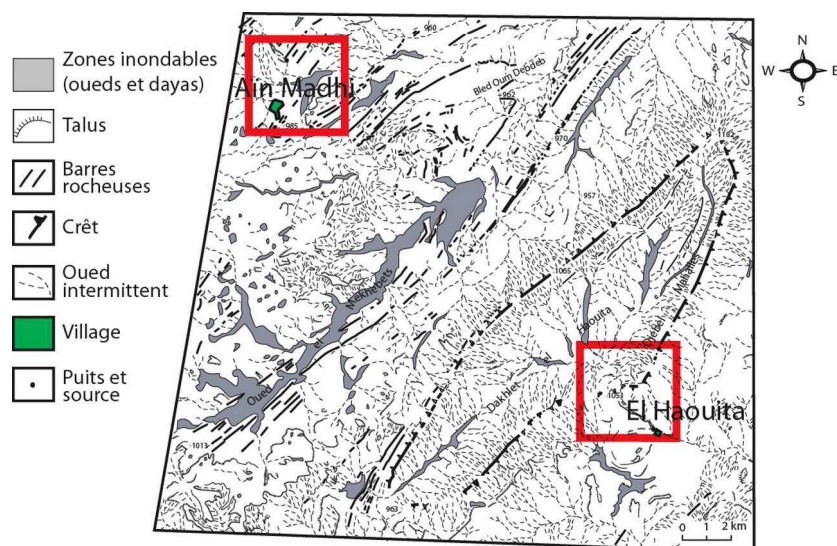


Fig. 2 : Croquis morphologique du piémont sud de l'Atlas Saharien

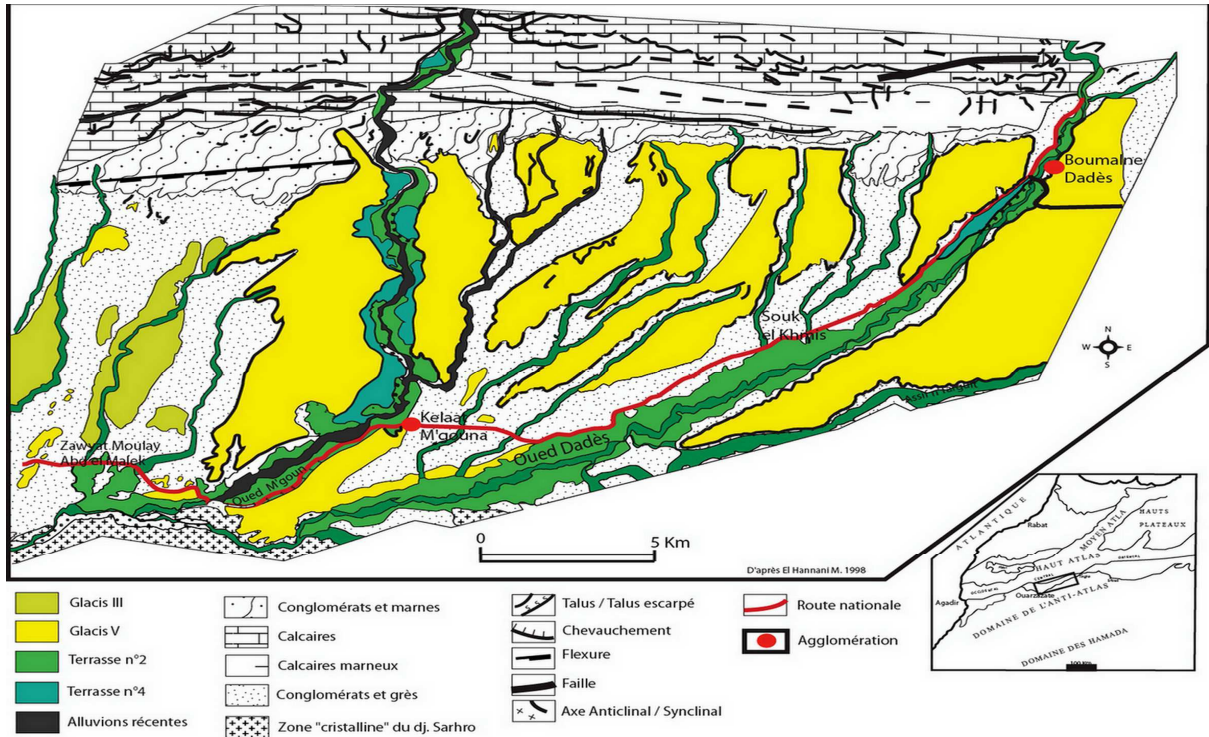


Fig. 3 : Croquis morphologique du bassin-versant moyen de l'oued Dadès

Le lac d'Aleg (Brakna) se situe au sud-ouest de la Mauritanie à l'extrémité orientale du bassin sénégalo-mauritanien. Il est bordé par de grandes dunes de sables ogoliennes orientées nord-est / sud-ouest (Fig. 4) et des lambeaux de plateaux cuirassés. Le climat est de type saharo-sahélien chaud avec une saison sèche de novembre à juin et « l'hivernage », saison des pluies, qui dure généralement quatre mois avec un pic en août. Le lac voisin de Mâl (Fig. 5), plus petit que celui d'Aleg, est lui localisé sur la chaîne des mauritanides arasée. Il occupe également une dépression interdunaire endoréique alimentée par un bassin versant de taille plus réduite (1200 km²). La dynamique de remplissage de ces lacs dépend directement pour l'essentiel des écoulements intermittents des cours d'eau endoréiques, qui n'ont lieu que pendant la saison des pluies de juillet à octobre. Dans les deux cas, l'eau termine sa course dans les lacs, dépressions peu profondes (maximum 3,5 m pour Aleg) dépourvues d'exutoire.

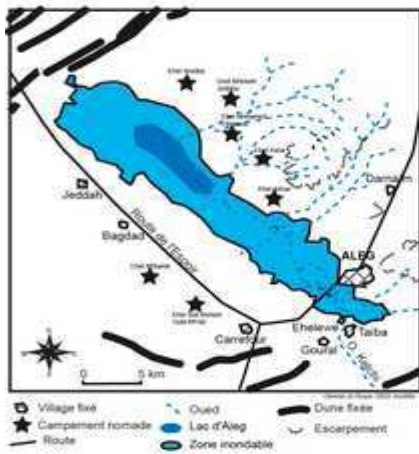


Fig. 4 : Le lac d'Aleg (Brakna Mauritanie)

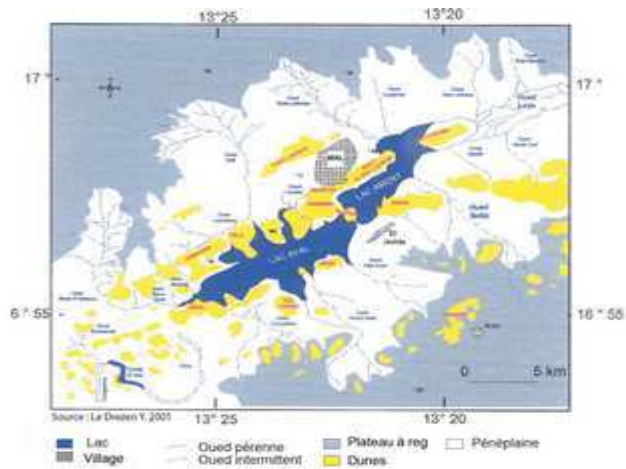


Fig. 5 : Le lac de Mâl (Mauritanie)

Le bas delta du fleuve Sénégal, et plus précisément le site du Parc National du Diawling dans le Trarza mauritanien (Fig. 6), est caractérisé par un climat de type sahélien à une saison humide de juillet à octobre avec des précipitations variant de 200 à 500 mm par an. Situé à l'interface fleuve-océan, le bas delta du fleuve Sénégal en acquière toute la fragilité d'un milieu soumis à une double contrainte, mais également toute la richesse de ressources multiples et diversifiées, combinaison de plaines inondables à végétation hygrophile, de levées deltaïques et de dunes littorales vives et intérieures fixées par une savane arborée.

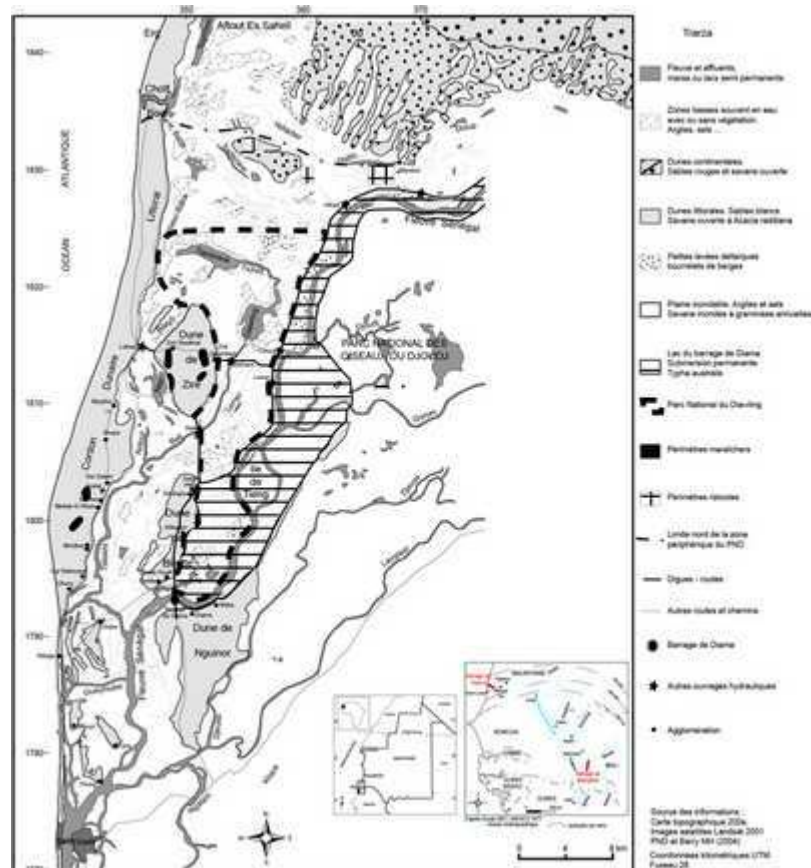


Fig. 6 : Le bas delta du fleuve Sénégal mauritano-sénégalais.

La présence de l'eau en relative abondance et la richesse biologique de ces écosystèmes de zones humides expliquent la très forte attractivité de ces régions d'Aleg, Mâl et du bas delta du fleuve Sénégal, et leur double fonction de zone de pâturage et de culture. Traditionnellement, en plus du petit élevage sédentaire familial local à effectifs modestes, le bas delta du Sénégal comme les lacs et leurs pâturages étaient des étapes lors des transhumances des troupeaux beaucoup plus importants des nomades du nord au sud du pays, accompagnant le rythme des pluies. Les troupeaux se concentraient autour des lacs en décembre-janvier au cours de leur descente vers le sud depuis les pâturages raréfiés de l'Adrar ou l'Inchiri. Ils quittaient de nouveau ces zones lacustres vers le fleuve Sénégal après la disparition des pâturages en fin de saison sèche jusqu'au mois de juin. Avec le retour des premières pluies et des moustiques, ils reprenaient la route du nord et stationnaient de nouveau momentanément autour des lacs d'Aleg et Mâl entre début juillet et début août (Ould Cheikh A.W., 1985). Le pâturage était pratiqué à la fois sur les formations végétales des zones inondables (bourgou) au fur et à mesure du retrait de

la nappe d'eau et sur les formations de savane des dunes et regs environnants. Cette activité d'élevage était associée à l'agriculture de décrue dans la vallée et les cuvettes lacustres, et à l'agriculture pluviale sur les formations dunaires ainsi qu'à des pratiques de cueillette, de *Sporobolus robustus* dans le bas delta pour confectionner des nattes vendues dans toute l'Afrique de l'Ouest, des gousses d'*Acacia nilotica* qui servaient également pour le tannage du cuir, ou la gomme arabique prélevée sur *Acacia senegal* à Aleg et Mâl. Le bas delta du Sénégal est également caractérisé par une importante activité de pêche.

Ces régions de marges nord et sud du Sahara ont toutes été affectées par une sévère crise climatique dans la deuxième moitié du XX^e siècle. Sur le piémont sud de l'Atlas saharien (Algérie) elle a débuté en 1970, s'est accentuée en 1977, début d'une série de 8 années à déficit de précipitations important et s'est achevée en 1986. Sur le piémont sud du Haut Atlas au Maroc, la sécheresse débutée également au début des années 70 a été particulièrement creusée durant les années 80 et s'est interrompue au début du XXI^e siècle. A Aleg, la dernière sécheresse de la période 1972-1997 a été caractérisée par des volumes pluviométriques annuels de 195 mm, soit 78 % seulement de la moyenne pluviométrique séculaire (1921-2000) de 249 mm (Elghadi et Ballouche 2004). Les précipitations ont repris depuis la fin des années 1990. On retrouve les mêmes tendances dans le bas delta du fleuve Sénégal, la sécheresse ayant débuté à la fin des années 1960 et interrompue à la fin des années 1990 (Dumas et Mietton, 2006).

Les témoignages et les observations sur le terrain, associés à l'analyse des photographies aériennes datant de la période avant sécheresse, indiquent qu'il y a une coïncidence entre cette sécheresse des années 1970-1980 et une forte mortalité et un appauvrissement des espèces ligneuses, notamment dans les unités paysagères les plus sensibles, parce que plus sèches, comme les plateaux et sommets de dunes des régions d'Aleg et de Mâl ou les glacis du bassin du Dadès et les hamadas du piémont Sud de l'Atlas saharien. A Aleg et Mâl, la strate ligneuse a eu tendance à se concentrer dans les zones les plus favorables comme le lit des oueds, les tamourts et autour des dépressions lacustres. La savane arborée sahélienne d'Aleg des années 1950 apparaît nettement plus dense et plus riche qu'aujourd'hui sur les photographies aériennes de 1954. Le déficit pluviométrique a également affecté la couverture d'herbacées annuelles des ceintures externes des lacs ainsi que des dunes, que ce soit à Aleg et Mâl ou dans le bas delta du fleuve Sénégal, en raccourcissant leur cycle végétatif. Dans les zones de marges nord du Sahara, la végétation dense ligneuse était déjà contractée dans ces zones humides des oueds ou dayas, du fait de l'aridité. Par contre sur le piémont sud de l'Atlas saharien les taux de couverture du sol par la végétation de l'ordre de 20 à 30 % (40 % dans les meilleurs cas) pour les années 80 étaient supérieurs à 50 % dans les années 50-60 (ANAT, 1989). Dans le bassin du Dadès les taux de recouvrement de la végétation qui sont de 30 % en moyenne, dépassent les 60 % là où elle est protégée par des épineux (*Zizyphus lotus*) (ORMVAO, 1999).

Ces dégradations « diffuses » sont difficilement mises en évidence par les suivis diachroniques à partir de la série d'images satellites multicapteurs et multitudes, qui par contre font nettement ressortir les sites à dégradation exacerbée.

Sur le site algérien, on observe de 1977 à 1986 le développement d'auréoles de dégradation exacerbée de la végétation steppique et des sols autour de certaines agglomérations et puits ou sources aménagées du piémont. En mai 1977, période végétative, mais sept ans après le début de la sécheresse, on note une zone plus ou moins concentrique correspondant à des sols nus à forte albédo autour du village d'El Haouta (Fig. 7) et s'étirant le long des pistes principales desservant les sources

proches, empruntées quotidiennement par le bétail. Autour se développe une auréole correspondant à des sols fortement tassés à couverture végétale rare. Progressivement vers la périphérie, le sol se couvre d'une maigre végétation steppique et le tassement du sol s'amenuise, déterminant des réponses spectrales moins fortes. En février 1986 (à la fin de la sécheresse mais avant le retour des précipitations qui ont eu lieu en mars), cette auréole s'est étendue autour du village d'El Haouita, notamment vers le sud (Fig. 7). En janvier 1989 (période plus humide) l'auréole d'El Haouita a disparu (Fig. 7). Au-delà, la végétation steppique est très ouverte. Ces processus nettement visibles autour d'El Haouita ne se retrouvent pas autour de l'agglomération de Aïn Madhi dont la périphérie ne présente pas de variations notables des réponses spectrales des états de surface sur ces trois dates (Fig. 7).

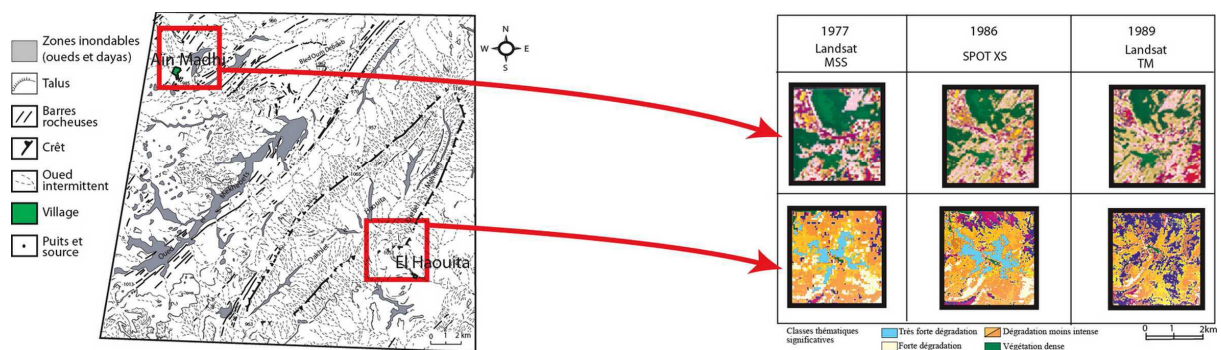


Fig. 7 : Suivi de l'évolution du piémont du piémont sud de l'Atlas Saharien par classifications non supervisées diachroniques

Dans le bassin du Dadès, la dégradation se manifeste sans résorption entre 1987 et 1999 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 (Fig. 8). 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 hors des vallées. S'y ajoutent des processus de sheet wash sur certains glacis V (extrême est).

Dans la région d'Aleg, l'indice de minéralisation de 1992 (fig. 9), à la fin de la saison humide mais en année sèche, montre de très larges auréoles plus ou moins concentriques à forte albédo autour et à proximité des nouveaux villages de Taïba et Ehelewe au sud-est du lac et ceux de Jeddah et Bagdad le long de la route de l'espoir, sur les plateaux autour de la ville d'Aleg et également au nord-ouest du lac, toujours à proximité de la route nationale. Ces fortes réponses spectrales indiquent une dénudation intense des sols avec élimination ou ouverture très importante du tapis végétal et tassement des sols par piétinement par les troupeaux.

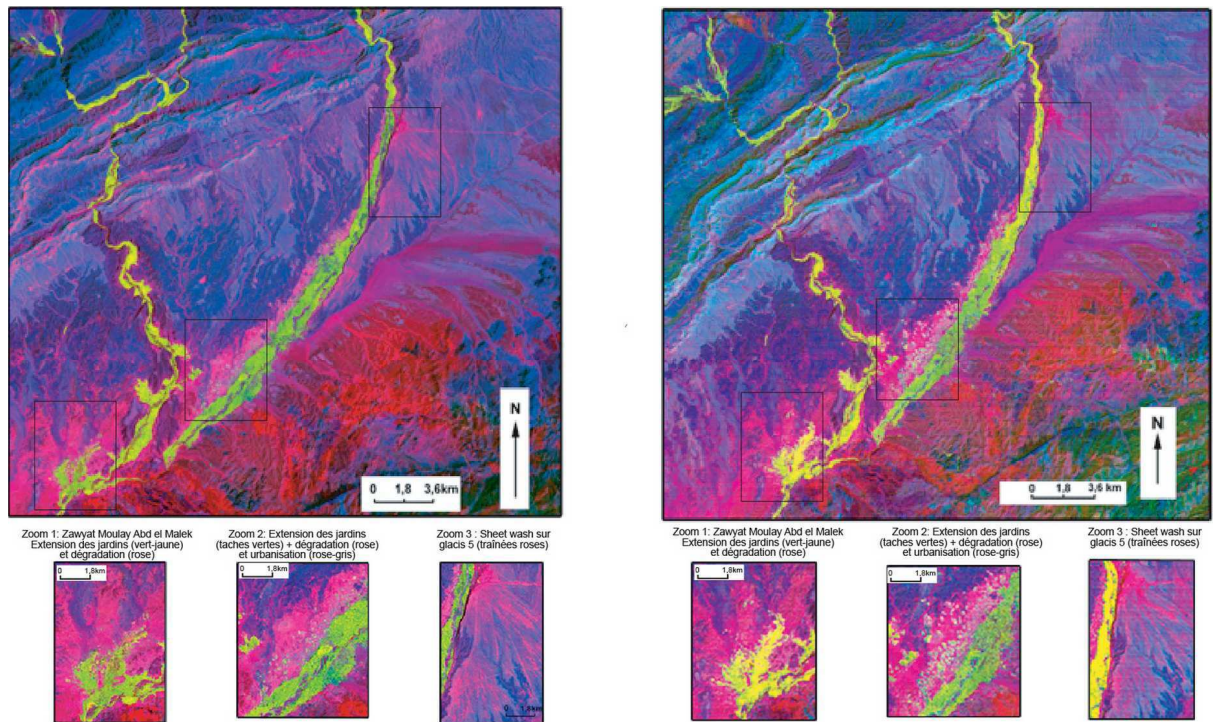


Fig. 8 : Compositions colorées des 3 axes d'ACP sur les 6 canaux Landsat 5 TM Axe 1 : bleu, axe 3 : vert, axe 2 : rouge

Image du 08-1987

Image du 08-1999

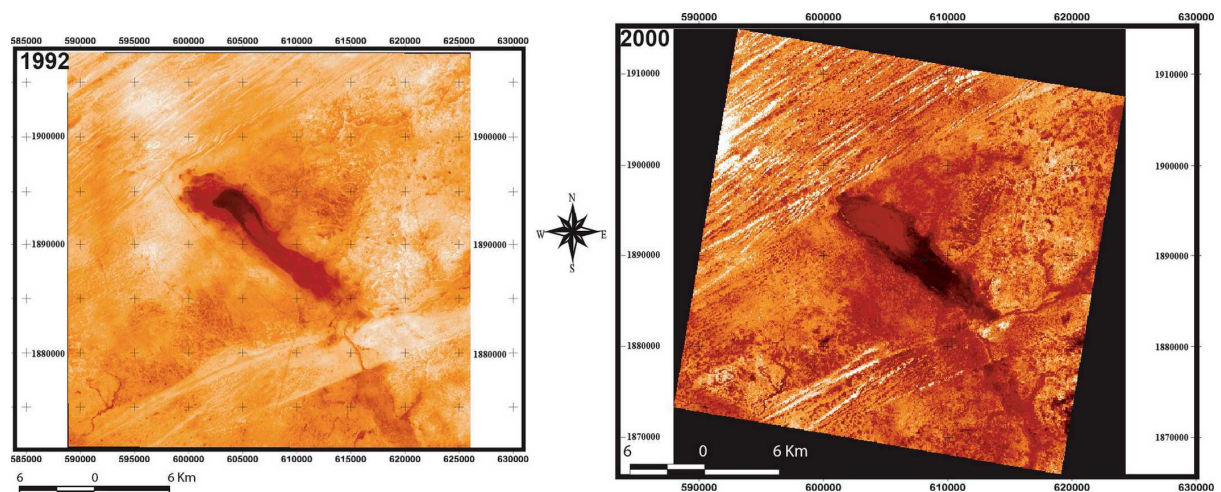


Fig. 9 : Indices de minéralisation (R^2+PIR^2) des images SPOT d'Aleg du 27-09-1992 du 12-12-2000

Par ailleurs, la dégradation de la couverture herbacée et arborée des dunes cause une intense remobilisation du sable par le vent, observée non seulement au sommet des dunes mais également sur leurs flancs. Sur l'indice de minéralisation de 2000 (Fig. 9), en saison sèche mais une année humide, on observe une régénération du couvert végétal de certaines de ces zones. Par contre, les auréoles dégradées toujours présentes à cette date sont plus étendues qu'en 1992 et se localisent à proximité de la ville d'Aleg (NNE), des villages de Taïba et Ehelewe et des mares (tamourts) du nord-ouest du lac.

A côté de ces dégradations quantitatives du couvert végétal, une dégradation qualitative se manifeste par la raréfaction, voire la disparition, de certaines espèces et/ou à l'inverse la colonisation par d'autres espèces. A Aleg et Mâl, c'est avant tout le cas de *Commiphora africana*, élément structurant des savanes nord-sahéliennes et discriminant de la transition floristique du Sahara au Sahel qui disparaît (Pomel et Schulz, 1994). A Aleg, les *Acacia senegal* et *A. nilotica* ont quasiment disparus, de même que le baobab (*Adansonia digitata*) aujourd'hui très rare, comme les espèces à affinités méridionales, autrefois fréquentes sur les bords des oueds (*Anogeissus leiocarpus*, *Mitragyna inermis*), ou *Zizyphus mauritania*. Certaines herbacées fourragères comme *Schoenfeldia gracilis* ont quant à elle disparues. Parallèlement, on observe une prolifération d'autres espèces comme *Balanites aegyptiaca* et *Capparis decidua* qui colonisent la ceinture externe du lac où ils ont remplacé les peuplements d'acacias. La fréquence de *Leptadenia pyrotechnica* et surtout de *Calotropis procera* dans le paysage, particulièrement à proximité des villages, dénote du caractère très dégradé de la végétation et d'une colonisation par défaut, car elles ne sont pas consommées par le bétail. Moins frappante mais tout aussi significative de la dégradation, est la dominance locale dans la strate herbacée d'espèces rudérales ou nitrophiles (*Tribulus terrestris*, *Cassia tora*) indicatrices de la concentration des troupeaux (Ballouche, 2000). Dans le bassin du Dadès, c'est par exemple l'apparition d'espèces « indésirables » type *Peganum harmala* qui est significative de ces processus.

Des processus directement soumis à la capacité d'adaptation et à la vulnérabilité des sociétés face aux sécheresses

Les suivis diachroniques précédents mettent donc en évidence deux types de processus dans ces différents sites ; une dégradation « conjoncturelle » étroitement liée aux sécheresses et qui tend à se résorber avec le retour des précipitations, et une dégradation « pérenne » et exacerbée d'origine anthropique très localisée à proximité des sites favorisant une forte concentration des activités agricoles et de prélèvement sur les écosystèmes. En effet, la localisation préférentielle de ces zones à régression exacerbée des formations végétales steppiques ou de savane à la périphérie des agglomérations, villages et campements, voies de communication (routes et pistes importantes) et points d'eau permanents pour tous les sites, indique le rôle prépondérant de l'homme dans ces processus, en corrélation avec la crise climatique. Si la sécheresse a eu un réel impact en fragilisant ces milieux, c'est l'accroissement des pressions anthropiques localisées qui ont amplifié les conséquences des crises climatiques, facteur « déclenchant » à l'amont de l'ensemble des processus observés. Elle est même devenue très secondaire puisque les processus sont pérennes, voire en développement sur les glacis de rive droite de l'oued Dadès en 1999 et en 2006, malgré le retour de bonnes moyennes de précipitations. De même à Aleg, où, si on observe sur l'indice de minéralisation de 2000 (Fig. 9), en saison sèche mais une année humide, une régénération du couvert végétal de certaines des zones qui étaient fortement dénudées en 1992, par contre, les auréoles de sols dénudés toujours présentes à cette date sont plus étendues qu'en 1992, indépendamment des variations climatiques. Ces espaces de dégradation, essentiellement anthropique, se localisent à proximité de la ville d'Aleg (NNE), des villages de Taïba et Ehelewe et des tamourts du Nord-Ouest du lac, espaces soumis à des pressions de surpâturage intenses car quotidiennes. La périphérie de tous les villages et campements est caractérisée par une très importante dénudation des sols sableux ou limoneux et un appauvrissement qualitatif et quantitatif de la végétation. Le surpâturage sélectif ne

laisse subsister souvent que des espèces non consommées par les animaux comme *Calotropis procera* à Bouhdida ou dans le lac au Sud de la ville d'Aleg, ou parfois associé à *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* comme au Sud de Taïba. Toujours à Aleg, l'image Spot panchromatique de 1991, en saison sèche (janvier), met bien en évidence ces zones, d'autant que la résolution spatiale plus fine (10m) de cette image permet de distinguer certaines structures, notamment les pistes de déplacement quotidien des troupeaux d'Aleg vers les pâturages de la périphérie proche. La transformation du couvert végétal de la partie Nord-Est du lac d'Aleg est par contre beaucoup moins marquée, là où les zones de pâturages sur reg sont pauvres, peu attractifs et d'accès difficile en l'absence de route. La pression anthropique y est donc plus faible.

Les mises en défens communautaires de Tartougal créées en 1995 et de Benar quelques années plus tard dans la région de Mâl sur le même modèle, montrent bien l'impact du surpâturage sur les formations de savane, le tapis graminéen protégé étant beaucoup plus dense et les touffes plus hautes que dans les zones soumises à pâturage. Ouvertes au bétail deux mois et demi par an en période de soudure après quatre ans de fermeture totale, on y retrouve une très grande diversité biologique arborée comme herbacée, inventoriée par Ballouche et Le Drezen (2001). La strate herbacée est très dense et diversifiée et la strate arborée et arbustive est caractérisée par de très nombreuses jeunes pousses et des espèces typiquement sahéliennes dont certaines avaient quasiment disparu dans le reste de la région. Il existe également des mises en défens privées de petite taille où *Schoenfeldia* et *Dactyloctenium* sont nettement plus abondants qu'en périphérie.

De même, si la revivification des sommets des cordons dunaires de la périphérie des deux lacs est généralisée, son amplitude varie en revanche. Si certains cordons restent toujours couverts d'une savane très dégradée, d'autres ont été colonisés par une végétation psammophile attestant d'une profonde transformation des conditions écologiques. Il semble que cela soit lié à des pressions anthropiques différentes si on se base sur les dunes du Nord du lac d'Aleg, zone d'intense pâturage, où on pouvait observer en mars 2005 de très nombreux troupeaux de bovins, caprins et camélins engendrant un véritable labourage des flancs des dunes et du fond des dépressions par un intense piétinement quotidien.

Sur le piémont Sud de l'Atlas saharien, c'est la différence d'évolution entre la commune d'El Haouita, marquée par une dénudation exacerbée des sols, et celle de Aïn Madhi distante de quelques kilomètres seulement, caractérisée par des processus modérés, qui permet d'attester de cet impact anthropique majeur.

Dans le bas delta du fleuve Sénégal, la situation est plus complexe puisque l'usage des ressources et des territoires a été profondément modifié ces dernières décennies sous l'impact combiné de la sécheresse, de la construction du barrage anti-sel de Diama en 1986 et des digues connexes sur le fleuve, de la dégradation corrélative des écosystèmes, puis de la création du Parc National du Diawling en 1991. Mais le suivi diachronique combinant images satellites, photographies aériennes et terrain montre, là encore, des localisations préférentielles de dénudation des sols sur les dunes intérieures à proximité de certains villages. Ainsi, la composition colorée des indices de minéralisation de 1992 et 2001 (Fig. 10) fait ressortir une zone totalement à nu en 2001 sur la dune de Ziré (Fig. 10 A) bien que l'on soit en fin de saison humide. Les formations sableuses y étaient toujours à nu en 2007 pendant l'hivernage malgré les tentatives visibles de fixation par des clayonnages biologiques financés par la Fédération Luthérienne Mondiale, ONG internationale. La proximité du village de Ziré Sbeikhat, à très forte croissance

démographique, indique l'origine vraisemblablement anthropique de la persistance du caractère vif de cette portion de la dune.

D'ailleurs, ce même espace ne montrait pas de dégradation marquée en 1979 (Fig. 10) bien que l'influence de la sécheresse de 1973-74 aurait dû encore être perceptible à cette date. La périphérie du village de Ziré Takrédié, à l'Est de la même dune, apparaît sur cette composition colorée des indices de minéralisation de 1992 et 2001 (Fig. 10) avec des formations de savane beaucoup plus denses. Les habitants de ce village, moins nombreux, se consacrent également essentiellement à la pêche, réduisant de fait probablement la pression de pâturage. On observe également de ces taches à fort albédo sur cette composition colorée au Sud de la dune de Birette autour du village de même nom, bien que spatialement plus limitées (Fig. 10 B). La localisation et l'évolution temporelle, notamment saisonnière, de ces sites à dégradation exacerbée des sols et du couvert végétal indiquent donc leur origine très vraisemblablement anthropique. Par contre, le liseré à fort albédo le long du cordon dunaire littoral visible sur cette composition colorée (Fig. 10 D) est différent.

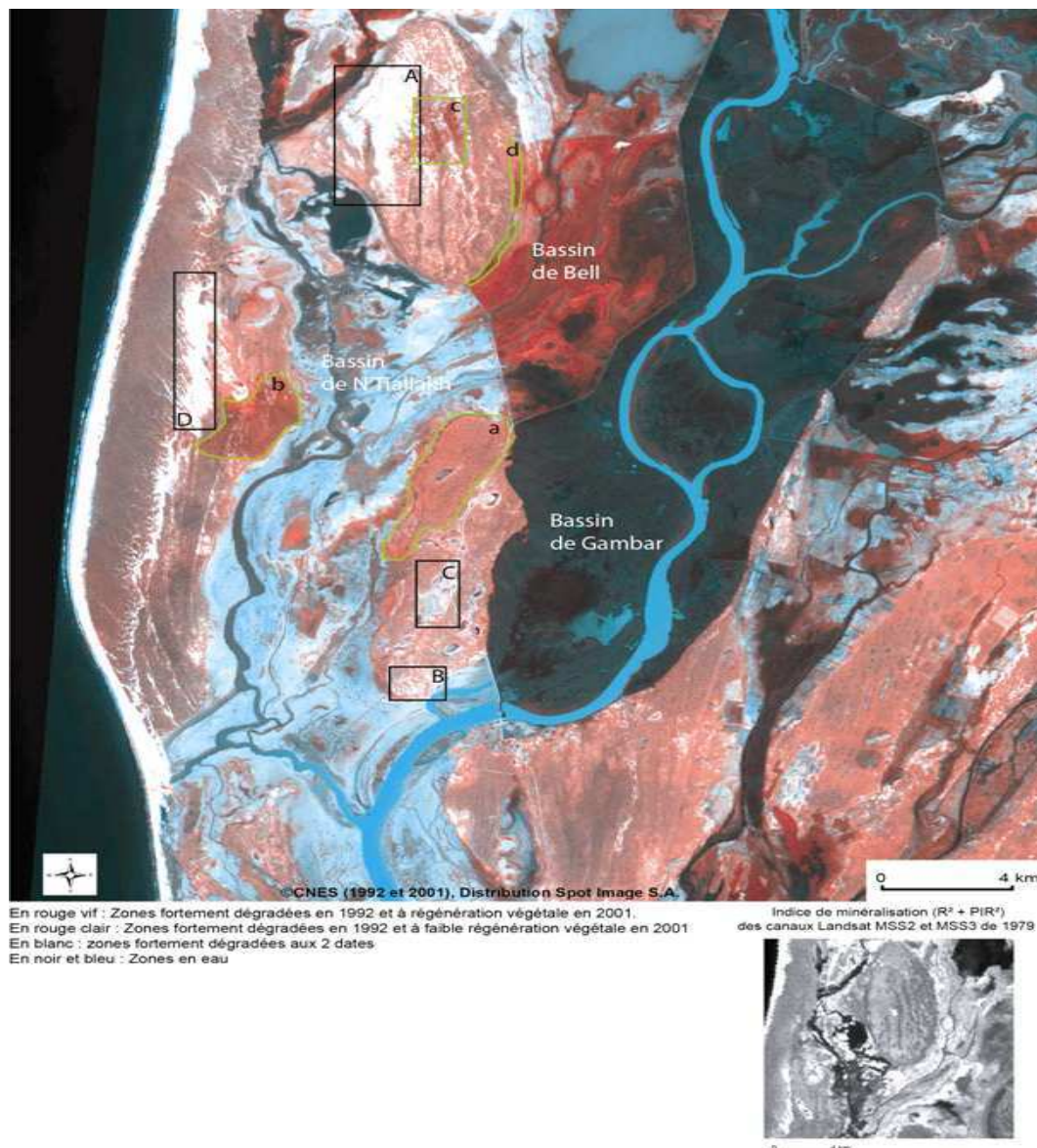


Fig. 10 : Composition colorée combinant les indices de minéralisation ($(R^2 + PIR^2)$) des images Spot de décembre 1992 et d'octobre 2001.

En effet, si les processus observables sur la dune littorale procèdent globalement des mêmes dynamiques que les dunes intérieures, la remontée du niveau marin, phénomène universel qui entraîne la translation des deux cordons de la dune littorale vers l'est-sud-est et l'intérieur des terres, vient interférer avec la sécheresse et les pressions de défrichage pour le maraîchage ou la ponction de bois, qui restent les principaux facteurs expliquant le rythme très rapide de cette translation ces dernières décennies. La dynamique éolienne au niveau de la dune littorale est en effet très active. Des piquets plantés en octobre 2005 au pied Est du cordon dunaire bordier intérieur, étaient totalement ensevelis en février 2006, attestant d'une progression d'au moins 1 m en un an.

Dans le bassin du Dadès, le facteur anthropique apparaît à travers l'association étroite de la bande caractérisée par les processus de dégradation exacerbée avec la zone d'urbanisation croissante et le développement de nouveaux périmètres agricoles privés (petits vergers) sur la rive droite de l'oued Dadès et le long de la route nationale.

De profondes mutations de l'occupation et de l'utilisation des milieux et des ressources

Ces processus de dégradation quantitatifs et qualitatifs de la couverture végétale et des sols, leur ampleur, leur pérennité et leur localisation, sont à relier aux mutations de l'occupation et de l'utilisation de ces milieux, étroitement associées aux phénomènes de sédentarisation et de semi-sédentarisation massifs que connaissent ces régions, particulièrement depuis le début de la sécheresse dans les années 70 et l'appauvrissement corrélatif des pâturages (Aït Hamza, 2002), les éleveurs nomades s'étant fixés dans ou à proximité des agglomérations ou points d'eau des différents sites, et sur les dunes dans le bas delta du fleuve Sénégal. Partout, le nomadisme extensif, aujourd'hui en très fort recul, est remplacé par un semi-nomadisme et surtout un élevage familial sédentaire, systèmes beaucoup plus intensifs où le cheptel est cantonné toute l'année sur des pâturages restreints et faibles en productivité végétale à cause de la sécheresse. Les déplacements journaliers du village ou campement fixé vers les zones de pâturage et d'abreuvement dépassent rarement 5 à 10 km, espaces soumis à des pressions de surpâturage intenses car quotidiennes. Par ailleurs, si le cheptel a été décimé dans les premières années de la sécheresse, il s'est ensuite rapidement reconstitué, notamment les ovins et caprins qui exercent une pression particulièrement intense sur les pâturages appauvris. A Aleg par exemple, évalués à 190 000 têtes en 1969 autour du lac, ils avaient chuté jusqu'à 35 700 têtes en 1982, mais étaient de nouveau évalués à 150 000 têtes en début 2000 (Elghadi, 2003).

A cela s'ajoute la réduction des zones de parcours liée à la reconversion dans l'agriculture de certains anciens nomades ayant perdu leur cheptel ou dans l'obligation de trouver une activité générant des revenus d'appoint. A Aleg, une partie de ces nouveaux sédentarisés, ainsi que des agriculteurs qui pratiquaient auparavant l'agriculture pluviale devenue impossible avec la diminution des précipitations, ont développé une agriculture de décrue dans la zone inondable au détriment des pâturages de la zone humide du lac. Dans le bassin du Dadès ou sur le piémont sud de l'Atlas Saharien, cet empiètement passe par la création de jardins privés en dehors des vallées et par l'urbanisation.

Il faut ajouter à ces facteurs de dégradation pour les régions d'Aleg, Mâl, du bas delta du fleuve Sénégal et du Dadès, le prélèvement de bois de feu, et pour le Sahel le charbonnage commercial ou individuel pratiqué notamment sur *Acacia nilotica* ainsi

que la production de gomme arabique tirée de l'*Acacia sénégale*. A Aleg, la Route de l'Espoir a favorisé le développement de ces activités en permettant l'exportation du charbon vers la capitale et explique la dégradation plus intense du couvert végétal autour de cet axe routier comparativement au nord-est du lac moins affecté.

De profondes transformations des structures d'encadrement des ressources et des territoires

Au-delà de ces premiers constats, c'est à travers la relation très étroite entre l'organisation sociale et la gestion des ressources et de l'espace, qu'il soit agricole ou surtout pastoral, qu'il faut analyser toutes ces mutations et leurs impacts sur le système écologique de ces zones. Si les cycles secs des années 1970 à 1990 ont beaucoup fait pour expliquer les mutations profondes des modes de gestion et usages des ressources décrites précédemment (ils expliquent notamment en partie les processus de sédentarisation et surtout de semi-sédentarisation, le recul des cultures pluviales et le développement des cultures irriguées avec le maraîchage, etc...), ils ne sont qu'un élément, souvent mineur, de l'équation. Sous-jacent à cette crise environnementale apparaît une crise sociale qui a eu un impact sur les modalités de gestion de ces différents écosystèmes. Derrière ces processus se profilent surtout de profondes transformations des structures d'encadrement des ressources et des territoires, aux ressorts sociaux, économiques et politiques et qui influent sur la vulnérabilité des sociétés et leur capacité d'adaptation.

L'ampleur et la pérennité des processus de dégradation observés est révélatrice d'un long processus de déstructuration des institutions d'encadrement et de gestion du territoire (tribu ou communautés villageoises), également révélé par les processus d'appropriation individuelle des ressources en eau et en terres. Partout, les intérêts de la communauté n'ont cessé de s'estomper en faveur de l'intérêt individuel dont les « droits » transgressent ceux de la collectivité et accentuent les disparités et les conflits entre usagers.

Ce nouvel état d'esprit et l'affirmation de l'individu comme acteur principal est également visible à travers l'accroissement rapide de l'urbanisation non contrôlée accentué par la forte croissance démographique. Ce phénomène s'amplifie avec le désir grandissant des membres des différentes tribus d'appropriation des terres de parcours, surtout celles qui avoisinent les centres urbains. Il est encore accentué dans le bassin du Dadès par les apports financiers de l'émigration (Aït Hamza, 2002). Par ailleurs, ces transformations se sont faites dans un contexte de désengagement de l'Etat de nombre de ses fonctions. Les mutations actuelles qui en découlent se concrétisent par un flou concernant le statut de la terre et de l'eau et leurs droits d'usage, par l'appropriation plus ou moins anarchique des terres collectives pour une mise en culture et le non-respect de leurs règles d'usage, l'utilisation non contrôlée de l'eau, etc., et la transformation profonde des paysages.

Cette crise que connaît la société, notamment pastorale, est ancienne ; elle prend racine durant la période coloniale. En Algérie et au Maroc (Hammoudou, 1996 ; Aït Hamza, 2002), les vastes territoires de parcours des piémonts sud des Atlas et des montagnes elles mêmes 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 de ces terrains (intégration dans le domaine forestier), rendant ainsi le principe de libre circulation des troupeaux caduque et contraignant par la même le début de la sédentarisation des nomades. Or, 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 au Maroc) (Naciri, 1999). Elles jouissaient traditionnellement d'une large autonomie dans la gestion de leurs ressources. En agissant ainsi, l'occupant a porté atteinte à cette autonomie et à la mainmise des tribus sur la gestion de leurs terres et brisé les liens de solidarité qui unissaient les membres de chaque tribu. Ce processus s'est poursuivi depuis les indépendances 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.

L'exemple du piémont sud de l'Atlas Saharien montre bien que là où les structures sociales traditionnelles sont conservées et ont un réel poids social et économique comme sur la commune de Aïn Madhi, elles ont permis la préservation du milieu durant la période de crise climatique. En effet Aïn Madhi est le siège d'une puissante zaouïa (Tidjania), confrérie religieuse qui a permis la conservation d'un tissu sociétal solide basé sur les anciennes structures alors qu'à El Haouita la société rurale "traditionnelle" nomade a été totalement désintégrée comme à peu près partout sur ce piémont par l'état colonial puis l'état algérien indépendant car constituant un obstacle politique pour toute autorité centrale (Boukhobza, 1982).

A Aleg, cette crise sociale transparait également sous cette crise environnementale. L'accès aux pâturages du lac est réglementé par la tribu Idjeidjba qui en est légitime propriétaire malgré la remise en cause de ce droit par l'Etat mauritanien. Les règles tacites de la collectivité perdurent, assurant le libre accès à tout cheptel mais avec priorité aux troupeaux Idjeidjbas en cas de fréquentation trop importante. C'est la double fonction comme zone de pâturage et de culture et les potentiels conflits d'usage antagoniste qui explique la mise en place de ces règles strictes. Ainsi, la partie centrale du lac est strictement réservée au bétail sauf exceptionnellement les années de très mauvais remplissage du lac, accessible par l'intermédiaire de couloirs aménagés à travers les champs de culture de décrue. La remise en question de la maîtrise de la gestion de cet espace apparaît à travers le développement, avec la sécheresse, de cultures de décrue derrière de petits barrages dans les oueds alimentant le lac et dans la zone humide même. La mise en valeur des surfaces en arrière de ces diguettes et barrages est surtout le fait de harratins (affranchis tributaires) qui ne veulent plus cultiver les terres situées dans les dépressions lacustres, zones de culture de décrue, dont ils ne sont pas propriétaires mais où le foncier est maîtrisé par quelques familles de propriétaires terriens de statut social dominant (maraboutique). La remise en cause de certains rapports traditionnels de servitude ou de domination entraîne l'abandon de certaines cultures. Ces terres sont semble-t-il aujourd'hui laissées en eau le plus longtemps possible pour l'abreuvement des troupeaux. Les parcours de périphérie ne sont, eux, pas soumis à des contraintes particulières d'accès, mais uniquement régit par le droit islamique. Seule la fin des récoltes de l'agriculture sèche développée dans un rayon de 10 à 20 km autour du lac est réglementée, fixée par les autorités administratives vers la mi-novembre, pour laisser le champ aux troupeaux.

La situation dans le bas delta est plus complexe avec la multiplication des acteurs de la gestion du territoire et des écosystèmes depuis la création de l'aire protégée du PND (ONG diverses dont UICN, Parc, OMVS...), mais celle-ci a de fait dépossédé les traditionnels ayants droits de ces prérogatives, les affaiblissant de ce fait. Si le Parc est venu se substituer aux structures traditionnelles pour la zone interne, son rôle n'est pas clairement établi pour les zones périphériques, notamment les dunes, et le plan de gestion n'inclue pas toutes les ressources, par exemple la mangrove.

Ces études de cas aussi diverses soient elles, si elles montrent une hétérogénéité des processus d'évolution à l'échelle de chaque site et entre sites, indiquent également la permanence de facteurs causaux imbriqués complexes.

En effet, il apparaît clairement que dans le contexte d'étroite dépendance des populations à leur environnement et aux écosystèmes des territoires où elles évoluent, leur vulnérabilité et leur capacité d'adaptation aux crises climatiques (mais en réalité également sociales et économiques) sont étroitement liées à l'existence d'une structure d'encadrement des ressources et du territoire suffisamment « puissante » pour pouvoir imposer des règles claires d'usage de ces ressources et territoires. Cette vulnérabilité est atténuée par des règles de gestion claires et strictes, définies par les tribus ou les communautés villageoises traditionnelles à l'autorité reconnue. Leur affaiblissement ces dernières décennies, dans la deuxième moitié du ^{xx}e siècle, a réduit la capacité d'adaptation de ces sociétés, dans un contexte d'affaiblissement concomitant des Etats-nations, particulièrement à partir des années 1980 et des politiques d'ajustement structurel, qui se sont traduites par leur désengagement global, notamment de l'aménagement du territoire. En favorisant l'émergence de l'individu au détriment de la collectivité, c'est la vision globale et à long terme du territoire et de ses ressources qui a été perdue, réduisant leurs usages à une consommation souvent abusive de court terme.

On saisit alors l'obligation de mettre en regard les dynamiques biophysiques d'évolution de ces territoires avec leurs dynamiques sociales et économiques et la nécessité d'analyses pluridisciplinaires pour saisir les ressorts des processus à l'œuvre, avec l'analyse fine du jeu des acteurs, identifiant le rôle et la puissance de chacun. Or, la bibliographie nous montre combien les études sur la désertification, risque associé aux aléas sécheresse, sont souvent sectorielles. Elles biaisent alors les résultats d'analyse, mais surtout les propositions et les actions mises en place en réponse à ces crises.

Résumé : Les marges nord comme sud du Sahara (Sahel) présentent dans la deuxième moitié du ^{xx}e siècle, des signes évidents de crise, à la fois environnementale et socio-économique. Cette situation est généralement indifféremment qualifiée de désertification. Pourtant, plusieurs sites étudiés dans ces marges nord et sud sahariennes, notamment centrées sur des zones humides (lac d'Aleg et de Mâl en Mauritanie, bas delta du fleuve Sénégal à la frontière Mauritano-sénégalaise, bassin de l'oued Dadès au Maroc et piémont sud de l'Atlas Saharien en Algérie), montrent des modalités et rythmes de développement de processus de dégradation des milieux et des activités, et surtout des réponses des sociétés locales à ces crises, qui viennent nuancer ces conclusions souvent catastrophistes. Analyses de terrain et par outils de la géomatique, montrent que si les sociétés sont à l'origine de l'exacerbation de l'impact des sécheresses des années 1970-1980 qui ont affecté toutes ces régions, elles ont su apporter des réponses adéquates à ces crises écologiques là où les structures sociales d'encadrement des territoires étaient encore suffisamment vivaces et puissantes.

Mots-clés : Sécheresse, désertification, marges nord et sud sahariennes, structures sociales d'encadrement des territoires, adaptation

Abstract: Both northern and southern Saharan margins show obvious signs of environmental and socioeconomic crisis in the second half of the XXth century. This situation is generally indifferently designed as desertification. Nevertheless, several sites studied in these Saharan northern and southern margins, in particular wetlands (Aleg and Mâl lakes in Mauritania, River Senegal low delta between Mauritania and Senegal, oued Dadès basin in Morocco and Saharan Atlas southern Piedmont in Algeria), show modalities and rhythms of degradation process development, and local population adaptation strategies to these crises, which come to qualify these conclusions often as catastrophism. Ground survey, remote sensing and geographical information systems show that if the population has exacerbated the impact of the 1970-1980 droughts which affected all these regions, degradation processes observed, their magnitude and perennial, are linked to a

disorganization of the environment management beyond which supervision has been lost by the local traditional institutions. People knew how to bring adequate answers to these ecological crises there where the social institutions in charge of resources and land management were still enough long-lived and powerful.

Key words: Drought, desertification, northern and southern saharian margins, land use planning social institutions, adaptation

Références bibliographiques

- AÏT HAMZA M., (2002) - Mobilité socio-spatiale et développement local au sud de l'Atlas marocain (Dadès - Todgha), *Maghreb-Studien*, 13, L.I.S. Verlag GmbH, Passau.
- Agence Nationale d'Aménagement du Territoire, (1989) - *Plan d'aménagement de la wilaya de Laghouat (Algérie)*, Rapport final, DPR n°11/89, Alger.
- BALLOUCHE A., (2000) - *Rapport de mission Mauritanie, 12 février-5 mars 2000*, Université d'Angers.
- BOUKHOBZA M., (1982) - *L'agropastoralisme traditionnel en Algérie, de l'ordre tribal au désordre colonial*. Alger, OPU,.
- CORNET A., (2001) - *La désertification à la croisée de l'environnement et du développement*. Comité Scientifique français de la désertification.
- DUMAS D. & MIETTON M., (2006) - Fonctionnement des hydrosystèmes et gestion de l'eau dans le bas delta du fleuve Sénégal : ruptures et adaptations. In : Actes du Colloque Interactions Nature-Société, analyses et modèles, UMR 6554 LETG, La Baule, France, p. 5.
- DREGNE H.-E., (2002) - Land degradation in the drylands. *Arid Land Research and Management*, 16, p. 99-132.
- ELGHADI OULD A.-V., (2003) - *Etude de la dynamique récente de la couverture végétale des bassins versants des lacs d'Aleg et de Mâl (Brakna, Mauritanie). Diagnostic et restauration des ressources*. Thèse de doctorat, Université d'Angers, p. 251.
- ELGHADI OULD A.-V. & BALLOUCHE A., (2004) - Temps perturbé d'hiver et sécheresse sahélienne. *Norois*, 191, p. 111-119.
- EL HANNANI M., (1998) - *Le piémont du versant sud du Haut-Atlas central (« synclinal » de Ouarzazate): étude géomorphologique*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, Lille, Presses universitaires du Septentrion, p. 299.
- FLORET C., LE FLOC'H E. & PONTANIER R., (1992) - Perturbations anthropiques et aridification en zone présaharienne. In : LE FLOC'H et al (dir.), *L'aridité une contrainte au développement*, Paris, ORSTOM, p. 449-466.
- GEIST H.-J. & LAMBIN E.-F., (2004) - Dynamic causal patterns of desertification. *Bioscience*, 9/54, p. 817-829.
- 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, Ouarzazate. PNUD, MOR 92/010, p. 49.
- LE DREZEN Y., (2001) - *Diagnostic de la gestion des ressources végétales dans un territoire sahélien : le cas de Mâl (Brakna, Mauritanie)*. Mémoire maîtrise, Université d'Angers, p. 123.
- LE HOUÉROU H.-N., (2002) - Man-made deserts: desertization processes and threats. *Arid land research and management*, 16, p. 1-36.
- Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, (1998) - *Etude hydrologique du lac d'Aleg, Projet de développement économique de la région du lac d'Aleg*. République Islamique de Mauritanie, MDRE, p. 42.
- NACIRI M., (1999) - « Territoire : contrôler ou développer, le dilemme du pouvoir depuis un siècle », *Monde Arabe Maghreb Machrek*, 164, p. 9-35.
- Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate (1999) - *Rapport d'activité des PMH, Ouarzazate*. Maroc développement GOPA consultants.
- OULD CHEIKH A.-W., (1985) - Notes sur l'élevage et l'organisation sociale des bidan (Maures) en Mauritanie. *Production pastorale et Société*, 17, p. 55-65.
- POMEL S., POMEL-RIGAUD F. & SCHULZ E., (1994) - Indicateurs anthropogènes de la végétation et des sols de quelques savanes de l'Afrique de l'Ouest. In : Pomel S., Salomon J.N., *Enregistreurs et indicateurs de l'évolution de l'environnement en zone tropicale*, Bordeaux, P.U.B., p. 173-200.
- RASMUSSEN K., FOG B. & MADSEN J.-E., (2001) - Desertification in reverse ? Observations from northern Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 11, p. 271-282.
- ROGNON P. (1995) - Au Maghreb, la résistible avancée du désert. *Le monde diplomatique*, février, p. 25.

- 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, Lille, Presses universitaires du Septentrion, p. 310.
- TAÏBI A.N. et EL HANNANI M., (2004) - Identification et suivi des processus de dégradation dans le bassin de l'oued Dadès (Maroc) par télédétection satellitaire et aérienne. *Télédétection*, 1/4, p. 543-553.
- TAÏBI A.-N., GASSANI J., ELGHADI A.-V., BALLOUCHE A., MOGUEDET G., OULD BABA M.-L. & OULD JIDDOU M., (2005) - Diagnostic de la dynamique des ressources hydriques de surface et des processus de « désertification » du lac d'Aleg et son bassin versant (Brakna, Mauritanie) par télédétection multitemporelle. *Télédétection*, 1-2-3/5, p. 35-45.
- TIFFEN M. & MORTIMORE M., (2002) - Questioning desertification in dryland sub-Saharan Africa. *Natural Resources Forum*, 26, p. 218-233.
- WARREN A., (2002) - Land degradation is contextual. *Land Degradation and Development*, 13, p. 449-459.