



HAL
open science

Désertification et dégradation. Ré-interrogation des concepts à la lumière d'exemples africains

Aude Nuscia Taïbi

► **To cite this version:**

Aude Nuscia Taïbi. Désertification et dégradation. Ré-interrogation des concepts à la lumière d'exemples africains. Géographie. Université d'Angers, 2015. tel-01250719

HAL Id: tel-01250719

<https://hal.science/tel-01250719>

Submitted on 5 Jan 2016

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

2015-2016

Habilitation à Diriger des Recherches
Géographie

Désertification et dégradation.

***Ré-interrogation des concepts
à la lumière d'exemples
africains***

TAÏBI Aude Nuscia

Membres du jury

Aziz Ballouche | Professeur Université d'Angers | Garant

Marianne Cohen | Professeur Université Paris Sorbonne | Rapporteur

Pierre Ozer | Associate Professor Docteur d'Etat Université de Liège | Rapporteur

Jean-Yves Puyo | Professeur Université de Pau | Rapporteur

Yamna Djellouli | Professeur Université Du Mans | Examineur

Bernard Charlery de la Masselière | Professeur Université de Toulouse | Examineur

Soutenu publiquement le : 14 décembre 2015

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont pu être réalisés grâce au soutien régulier de l'Agence Universitaire de la Francophonie à travers les Programmes Interuniversitaires de Coopération Scientifique (PICS) et les programmes du réseau Télédétection, venus en appui au financement d'une ANR franco-allemande pour les SHS pour le Pays dogon et le Tadla-Azilal. Le Comité Mixte Marocain-Français (CMIMF) a également financé trois ans de travaux au Maroc dans le cadre d'un Programme d'Action Intégré.

Par ailleurs, la plupart des images satellites SPOT multispectrales traitées dans les études présentées dans cette HDR ont été acquises dans le cadre du programme ISIS du CNES et dernièrement le programme Planet action de Astrium (Spot image) et l'UNESCO.

Tous ces travaux ont été réalisés en collaboration avec les nombreux collègues enseignants-chercheurs et doctorants marocains, mauritaniens, maliens, sénégalais, algériens, allemands, suisses et français de diverses universités et institutions, ainsi que les étudiants de master. Qu'ils soient tous remerciés ici chaleureusement pour tous ces moments passés ensemble

Mes travaux de recherche depuis la soutenance de thèse et dans la continuité de celle-ci, sont centrés sur les processus et les dynamiques d'évolution des systèmes socio-écologiques de zones arides et semi-arides sahéliennes, soudano-sahéliennes et méditerranéennes et plus récemment tropicales humides.

Ces travaux impliquent des analyses des processus physiques à l'œuvre, des évolutions quantitatives et qualitatives des états de surface de manière générale, et des ressources naturelles en particulier, incluant les couverts végétaux, l'eau et les sols. Mais ils impliquent également la compréhension et la mise en évidence des facteurs causaux de ces processus, à la fois naturels et anthropiques.

Sur de nombreux sites d'études au Nord comme au Sud du Sahara (Piémont Sud de l'Atlas saharien en Algérie, Bassin du Dadès au Maroc, région de Tadla-Azilal au Maroc, Lacs d'Aleg et de Mâl en Mauritanie, Bas delta du fleuve Sénégal en Mauritanie et au Sénégal, Pays dogon au Mali), après avoir mis en évidence ces processus et dynamiques sur le terrain et par télédétection satellitaire et aérienne, je me suis attachée ensuite notamment à comprendre l'impact des différents choix de mode de gestion des milieux et ressources sur ces processus. Il ressort de cette multiplication d'exemples, des convergences de facteurs, avec particulièrement le rôle majeur des structures sociales d'encadrement des territoires dans l'amplification, ou non, de l'impact des péjorations climatiques (cycles secs des années 70 à 90).

Mais au-delà de ces premiers constats, ces travaux m'ont progressivement amenée à m'interroger sur les notions classiquement utilisées pour qualifier les processus à l'œuvre, à savoir ceux de dégradation et de désertification.

Il ne s'agit pas ici de nier l'existence d'une réalité matérielle de dégradation physique. De très nombreux travaux dans ces régions ont montré qu'il y a effectivement une réelle perte de productivité primaire (herbacée et arborée) avec difficulté de régénération des formations herbacées et une mortalité importante des arbres, ainsi que des processus d'érosion des sols et une modification de leur structure en lien avec leur dénudation, les sécheresses et le surpâturage et le piétinement des troupeaux ou le défrichement et la mise en culture (labour), ainsi qu'une diminution locale des réserves hydriques et hydrologiques. Mes propres travaux ne dérogent pas à ces constats, concluant sur la réduction des taux de recouvrement des sols par la végétation et la dégradation qualitative de ces couverts végétaux, des processus d'érosion et de salinisation des sols et des eaux, etc.

Il s'agit par contre de réinterroger, dans ce travail, ces notions de dégradation et de désertification et de « substituer une conception complexe à la conception simpliste régnante » (E. Morin, 2007). En effet, la plupart des approches actuelles de recherches scientifiques, particulièrement appliquées¹ mais également fondamentales, s'intéresse soit aux processus physiques exclusivement (pédologues, écologues, ingénieurs agronomes, hydrologues ...), soit aux facteurs anthropiques et conséquences socio-économiques de ces processus (économistes, anthropologues, pastoralistes ...).

Au-delà du caractère sectoriel de ces approches, il apparaît qu'elles se fondent extrêmement fréquemment sur des présupposés et représentations plus ou moins erronées de la « réalité ».

La première limite porte sur le fait que ces approches partent de postulats posés comme des évidences. Elles font référence à une certaine définition de la désertification qui s'appuie sur un certain nombre de présupposés qui ne font aujourd'hui pas forcément autorité au sein de la communauté scientifique.

¹ Tout du moins, il s'agit là des travaux qui ont pu être analysés sur le terrain ou à travers la littérature. La bibliographie ayant trait à ces processus dans ces milieux arides, semi-arides et méditerranéens étant extrêmement volumineuse, particulièrement développée depuis les années 1970 en réponse à la crise sociale, économique et environnementale majeure liée à la sécheresse 1973-74 au Sahel, je n'ai pas prétention à l'exhaustivité

Par ailleurs, la littérature scientifique et les discours des gestionnaires et politiques montrent souvent une tendance à poser la dégradation voire la désertification comme un postulat acquis de départ, sans que ces assertions n'aient été validées par des travaux de terrain (ou par télédétection). Lorsque l'objectif est de mettre en évidence ces processus, il ressort que le postulat de départ de l'existence de ces processus de dégradation pré-orienté et biaise profondément les résultats.

Mes investigations durant ces années n'ont pas fait exception ; il s'agissait non pas de démontrer la réalité ou non de l'existence de processus de dégradation, posés comme préexistants, mais d'en révéler leurs modalités et leurs rythmes de développement ainsi que les facteurs en jeu. C'est l'exemple malien du Pays dogon qui est venu confirmer un malaise et des doutes croissants ; les processus de dégradation, admis par la communauté scientifique et les gestionnaires (d'état et ONG), se sont avérés beaucoup moins évidents qu'il ne paraissait. Au contraire de l'attendue diminution de la couverture végétale, véhiculée dans la littérature scientifique comme « grise » et par le discours des gestionnaires-aménageurs locaux et la population même, des suivis diachroniques par télédétection aérienne et satellitaire des parcs agro-forestiers de la région de Sadia dans la plaine du Séno, ont révélé une augmentation du nombre et de la densité des ligneux entre les années 1950 et l'actuel, malgré les cycles de sécheresse des années 1970 à 1990.

La deuxième limite concerne les représentations sur lesquelles s'appuient le plus souvent les différents travaux sur les processus de « dégradation » ou la désertification. Fréquemment, la représentation des situations, états des ressources et milieux antérieurs au processus de dégradation, est idéalisée voire erronée. Ainsi, la représentation, toute subjective, de la forêt méditerranéenne dégradée, s'est forgée en France au XIXe sous la houlette des forestiers à partir de la comparaison avec les hautes futaies du Nord de l'Europe. Ces représentations ont été transposées au Sud de la méditerranée et en Afrique subsaharienne par ces mêmes forestiers pendant la période coloniale (par A. Aubreville par exemple), et se sont transmises après les indépendances au corps des forestiers nationaux et autres administrateurs des ressources et territoires et aux ONG.

Une autre limite importante est celle de la stigmatisation assez systématique des populations usagères locales accusées d'être les facteurs principaux de la dégradation des milieux et des ressources. Diffusé sur la rive Nord de la méditerranée par les scientifiques et techniciens et les élites locales soucieuses de préservation de leurs paysages « identitaires », le discours sur le « paysan [et pasteur] ennemi de l'arbre » s'est étendu et a été amplifié en Afrique méditerranéenne et sub-saharienne pendant la colonisation où la coupure avec les populations locales était accentuée par la situation de domination politique totale.

Ces représentations mentales ont transgressé les indépendances et s'appliquent aujourd'hui en Afrique du Nord comme subsaharienne dans les projets de développement local et de protection de l'environnement, basés sur des connaissances limitées voire fausses des réalités écologiques comme socio-économiques.

Enfin, il me semble à l'écoute et la lecture des discours ambiants sur ces thèmes, que ces entrées par les notions de dégradation et désertification sont fortement « stérilisantes » car connotées négativement. Elles se focalisent sur certains éléments du « problème », les plus catastrophistes, et en occultent d'autres.

Ces représentations fausses ont parfois été renforcées par les résultats de travaux basés sur des méthodologies inappropriées, elles même mises en œuvre car orientées par ces mêmes schémas de pensée erronés. C'est le cas des techniques de télédétection basées notamment sur les indices de végétation (NDVI). Ces indices appliqués à échelle régionale (avec données NOAA ou MODIS plus récemment) sont utilisés pour confirmer ou infirmer la gravité des processus de dégradation. En réalité, ils ne témoignent que d'une partie des processus actifs, car ils sont pour l'essentiel basés sur la réponse spectrale des formations herbacées, qui sont

les premières à être touchées lors des sécheresses, et prennent très mal en compte la composante ligneuse arborée.

Dans une première partie, je développerai une critique des notions de désertification et de dégradation en analysant les limites des concepts sur lesquels elles s'appuient et les méthodes et outils mis en œuvre pour leur étude. Il s'agira notamment d'interroger le caractère catastrophiste de ces concepts, souvent éloigné des réalités de terrain, et les conséquences de ces représentations. Je m'appuierai pour cela sur un corpus choisi, mais qui restera limité étant donné la pléthore d'études sur ces thèmes et du fait de la répétitivité de leurs approches. Dans un deuxième temps, il s'agira donc de réinterroger, avec d'autres filtres, les processus à l'œuvre dans les différents sites sur lesquels j'ai pu travailler jusqu'à aujourd'hui en Afrique du Nord et sub-saharienne. Je reviendrai ainsi sur la nécessité de la confrontation à la complexité des processus à travers notamment une lecture systémique des facteurs.

J'aborderai les dynamiques à l'œuvre dans ces régions avant tout comme des processus de production de structures spatiales plutôt que uniquement comme des processus biophysiques de transformation des écosystèmes.

Il s'agira de lire les processus d'évolution régressive, qui peuvent s'apparenter à un appauvrissement, à travers le prisme des logiques complexes de gestion des milieux et des ressources dans des contextes de crises environnementales, sociales, économiques, culturelles voire politiques souvent profondes.

L'objectif sera donc de mettre en évidence les différents facteurs de ces processus et dynamiques, et de les mettre en regard avec la résilience des systèmes socio-écologiques, ainsi que la vulnérabilité et capacité d'adaptation des sociétés face à ces crises.

Je questionnerai également les pratiques des fonctionnaires d'Etat (Forestiers, gestionnaires de Parcs, ..), des ONG internationales et leurs antennes locales (UICN, ...), et des institutions traditionnelles locales d'encadrement des territoires et de gestion des ressources, pour en saisir les ressorts et les travers et leurs impacts sur les processus et dynamiques à l'œuvre. Je m'interrogerai également sur le rôle que peuvent jouer les parcs naturels et autres structures de protection des écosystèmes en Afrique de l'Ouest et du Nord.

Enfin, je présenterai quelques pistes de méthodologies d'approche renouvelées qui ont été développées pour aborder ces processus dans cette optique, avec notamment les techniques de télédétection orientées objet et les approches par l'entrée paysage.

1^{ère} partie

Désertification et dégradation des milieux et ressources ; des notions à réinterroger

Au cours de mes recherches, je me suis attachée à comprendre les processus à l'œuvre et les facteurs qui président aux dynamiques d'évolution dans différentes régions arides et semi-arides étudiées.

La multiplication des sites d'études concrètes de terrain permet d'étayer les analyses théoriques et conceptuelles engagées en confrontant des contextes environnementaux et socio-économiques différents. Ces sites choisis, semi-arides soudano-sahéliens et à tendance méditerranéenne et arides de marges sahariennes, ont tous été affectés par une sévère crise climatique dans la deuxième moitié du XXe siècle ; la « grande sécheresse ».

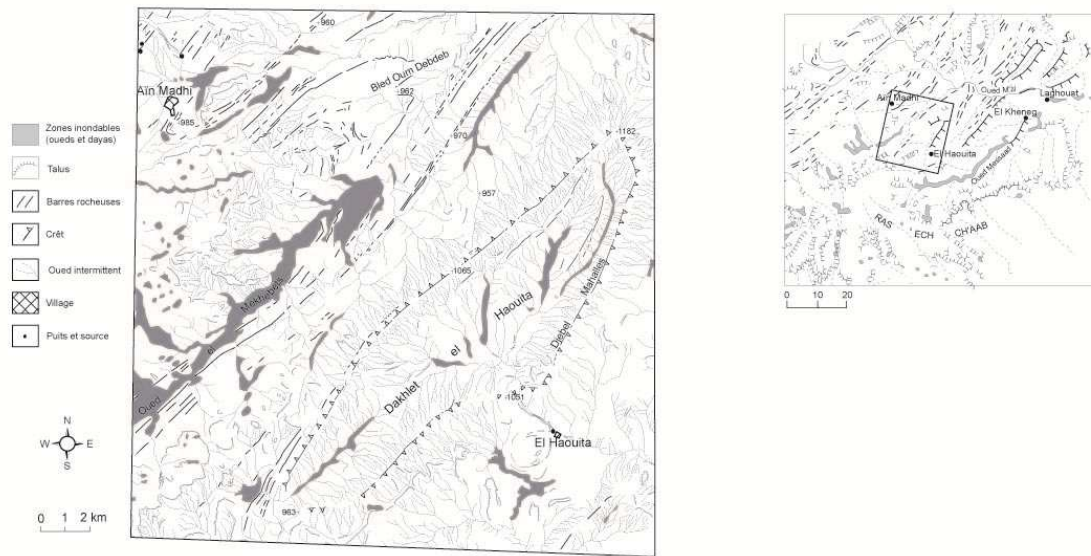
Les études sur la dégradation et la désertification sont menées en général à deux échelles spatiales distinctes. Soit ce sont des études locales basées sur un terrain investigué de différentes manières (enquêtes, analyses biophysiques, ..), soit il s'agit de travaux à échelle globale basés pour l'essentiel sur des images satellites type NOAA couvrant des régions entières. Pour ma part je n'ai travaillé qu'à des échelles locales zoomant ponctuellement sur quelques sites choisis.

Les sites étudiés

Le piémont Sud du djebel Amour (Atlas saharien, Algérie) (fig. 1) se localise en marge nord du Sahara. Caractérisé par des précipitations moyennes annuelles oscillant entre 100 à 200 mm, il a été affecté par la grande sécheresse qui a débuté en 1970 avec 76,5 mm de précipitations pour une moyenne de 117,2 mm, s'est accentuée en 1977, début d'une série de 8 années à déficit hydrique important, soit que les précipitations aient été trop faibles, soit qu'elles aient eu lieu en dehors de la saison agricole utile (Bisson et Callot, 1990), et s'est achevée en 1986 avec des précipitations d'un total de 86 mm, suffisantes car bien réparties sur l'année (notamment 36,8 mm en septembre et octobre, et 20 mm en mars). Vaste plateau disséqué culminant à plus de 1000 m en certains points au Nord et s'infléchissant lentement vers la chebka du M'zab ou le Grand Erg Occidental au Sud, il se décompose en une série de hamadas encroûtées, déconnectées de l'Atlas en certains points et s'appuyant encore ailleurs sur ses derniers chevrons. Il s'agit d'un piémont d'accumulation d'origine orogénique soumis à la présence d'une charnière tectonique, le grand accident Sud atlasique (Taïbi, 1997). Ces plateaux sont ponctuellement grêlés de dayas, dépressions semi-circulaires fermées de tailles variées, métriques à kilométriques, colmatées par des formations alluviales déposées par les eaux de ruissellement et colonisées par une végétation dense à *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus* qui tranche par rapport à celle, steppique, des hamadas. Zone de transition humaine entre les espaces relativement peuplés de l'Atlas saharien et "vides" ou de transit du grand Erg Occidental et de la Chebka du M'zab, l'activité y est dominée par l'élevage semi-extensif exploitant une steppe lâche caractérisée par *Haloxylon scoparium* (remeth) intriquée de restes de groupements des steppes à alfa (*Stipa tenacissima*), armoise (*Artemisia herba alba*) et sparte (*Lygeum spartum*), plus caractéristiques de l'Atlas saharien et des hautes steppes du piémont Nord. L'agriculture, encore relativement marginale mais en croissance rapide ces dernières années sur un front pionnier alimenté par des forages profonds, se concentre sous forme de jardins à la périphérie des agglomérations ; Aïn Madhi siège de la zaouïa Tidjania, et El Haouita et Kheneg, villages « socialistes » créés dans les années 1970.

Le bassin versant moyen de l'oued Dadès dans la province d'Ouarzazate au Maroc (fig. 2), encadré par le Haut-Atlas central calcaire au Nord et le massif ancien de l'Anti-Atlas au Sud, est caractérisé par des glacis d'accumulation correspondant à de vastes étendues constituées de décharges détritiques encroûtées (poudingues) d'épaisseurs variables reposant sur les grès rouges du Mio-Pliocène supérieur. On observe un seul niveau de glacis ancien V encroûté (chronologie locale du Quaternaire continental marocain (El Hannani 1998)) dans sa

Figure 1 : Localisation et croquis morphologique du site du piémont sud de l'Atlas Saharien (Algérie)



Localisation des deux sites au nord du Sahara

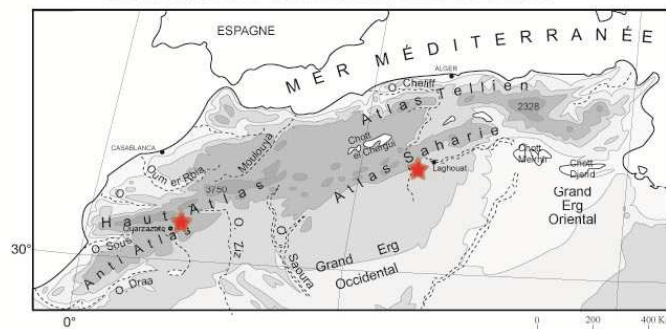
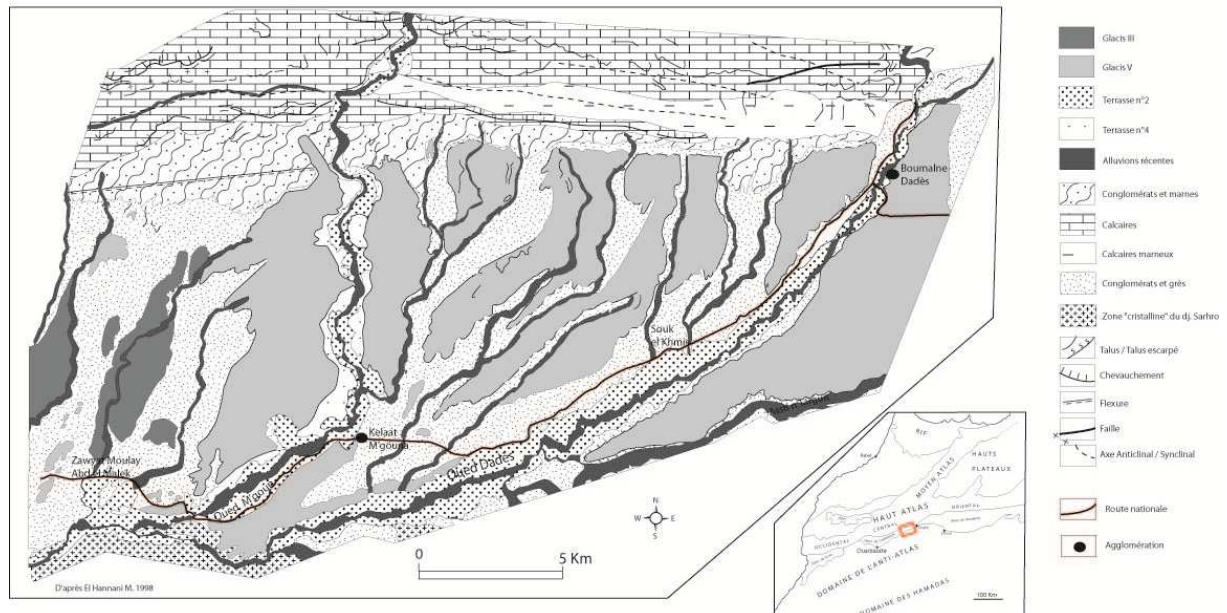


Figure 2 : Croquis de localisation et géomorphologique de l'est du bassin de l'oued Dadès (Maroc)



partie est, située entre 1200 et 1600 m d'altitude contre 6 niveaux étagés à l'Ouest. Le climat aride, oscillant entre 100 et 200 mm de précipitations moyennes annuelles, détermine une végétation steppique peu dense dominée par *Haloxylon scoparium* et dédiant cet espace à l'élevage, activité dominante. L'agriculture relativement marginale se concentre sous forme de jardins irrigués sur les terrasses des oueds (Dadès, Mgoun). 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). Sur ce piémont Sud du Haut Atlas, 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.

Les lacs d'Aleg et de Mâl (fig. 3 et 4) sont situés dans le Sud-Ouest saharo-sahélien de la Mauritanie caractérisé par un climat chaud avec une saison sèche de novembre à juin et une saison des pluies, qui dure généralement quatre mois avec un pic en août. La moyenne pluviométrique de 249 mm (1921-2000) à Aleg masque une forte variabilité inter-annuelle avec des cycles d'années sèches comme 1959-1965 et 1972-1998.

Le lac d'Aleg de 6040 ha à sa plus grande superficie la plus fréquente (MDRE, 1998), se situe dans une vaste dépression où les grès et les dolomies poreux éocènes sont recouverts de formations alluvionnaires. Il est alimenté par l'oued Ketchi à bassin versant très étendu. Le lac de Mâl, plus petit, est lui localisé sur la chaîne arasée des Mauritanides et alimenté par un bassin versant de taille plus réduite (1200 km²).

Les paysages sont constitués de systèmes de glacis et lambeaux de plateaux cuirassés couverts par des formations végétales très maigres et démantelés par l'incision des oueds auxquels ils se raccordent par l'intermédiaire de longs versants à pentes faibles souvent inférieure à 4° (glacis). Ils sont couverts de voiles sableux peu épais (millimétriques) ou par des épandages gravillonnaires pisolitiques issus du démantèlement des cuirasses ferrallitiques ou de quartz issus du démantèlement de filons très nombreux dans la région de Mâl. Des dépressions lacustres, parmi lesquelles il faut différencier les lacs eux-mêmes des tamourts, mares temporaires à fond argilo-limoneux colonisés par des formations végétales denses, servent d'exutoire aux eaux de ruissellement. Ces surfaces sont recouvertes localement par un système de cordons dunaires ogoliens pédogénéisés orientés Nord-Est/Sud-Ouest très surbaissés (10 à 15m de haut) séparés par des dépressions interdunaires. Elles sont assez systématiquement colonisées par du cram-cram (*Cenchrus biflorus*) dont il reste les pailles en saison sèche, associé à une végétation éparse composée de quelques *Acacia senegal* (gommiers), de *Leptadenia Pyrotechnica* et surtout de *Balanites aegyptiaca*.

Zones humides semi-pérennes dans cet environnement semi-aride, leur double fonction de zone de pâturage et de cultures de décrue et sèche génère une très forte attractivité de ces lacs. Le lac d'Aleg et ses pâturages, utilisés par le petit élevage sédentaire familial à effectifs modestes, étaient également traditionnellement une étape lors des déplacements des nomades du Nord au Sud du pays accompagnant le rythme des pluies. 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. Ces savanes très clairsemées sur les regs avec quelques Acacias appartiennent plutôt aux groupements à *Commiphora africana* dans la région d'Aleg et plutôt aux groupements à *Ziziphus mauritania* dans la région de Mâl.

Localisation des zones humides du sud-ouest mauritanien

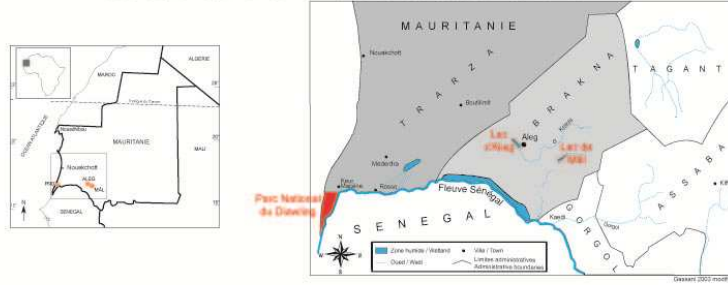


Figure 3 : Le lac d'Aleg (Mauritanie)

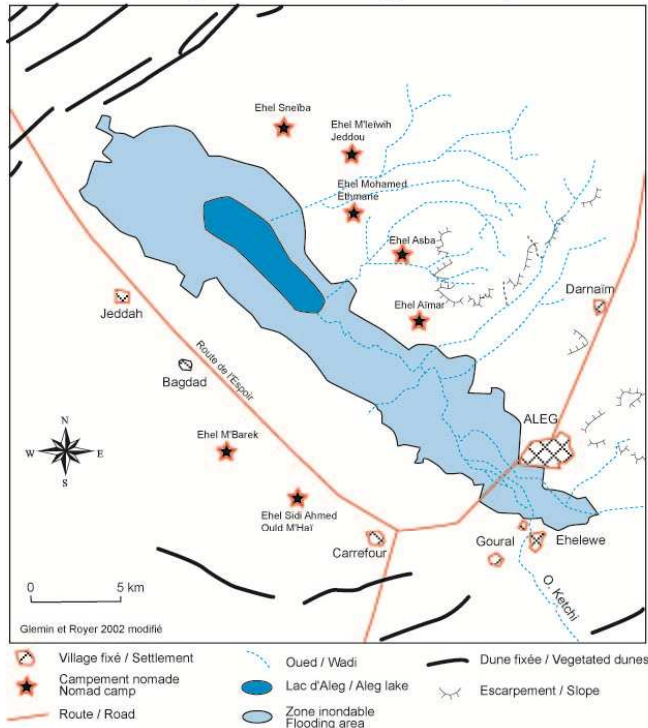
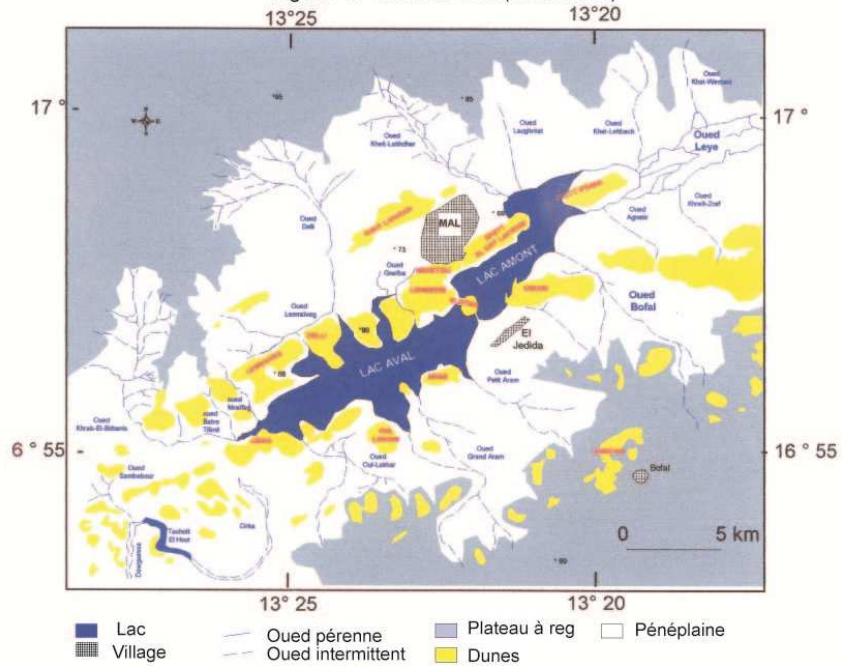


Figure 4 : Le lac de Mâl (Mauritanie)



Source : le Drezen, 2001

Le Bas Delta mauritano-sénégalais du fleuve Sénégal (fig. 5), est une vaste zone humide qui se situe dans une zone sub-sahélienne avec des précipitations moyennes annuelles de 300 mm à Saint Louis (Sénégal) et de 344 mm à Ndiago (Mauritanie), survenant essentiellement de juin à octobre, et une forte variabilité inter-annuelle. Cette région riche mais sous contraintes, a été marquée par de profondes perturbations environnementales et socio-économiques liées à la création des barrages de Diama et Manantali et de l'endiguement du fleuve Sénégal dans les années 1980, eux-mêmes mis en place pour remédier aux impacts de la sécheresse des années précédentes débutée à la fin des années 1960 et qui s'est interrompue à la fin des années 1990. C'est dans ce contexte que se place la création du Parc National du Diawling (PND) en 1991 (fig. 5), avec pour objectifs de concilier la protection de l'environnement et le développement socio-économique des collectivités ayant traditionnellement des droits d'exploitation dans la zone. Compartimenté en trois bassins alimentés par une inondation artificielle à partir d'ouvrages vannés sur la digue rive droite du fleuve, il couvre 16 000 ha du bas-delta. Il faut y ajouter la zone périphérique du parc d'environ 40 000 ha qui inclut deux dunes intérieures (Birette et Ziré), la dune côtière et la zone inondable du N'Tiallakh, ne bénéficiant pas du statut d'aire protégée, mais intégrée au plan directeur d'aménagement.

Le Pays dogon (Mali) (fig. 6) est situé aux limites des domaines sahélien et soudanien, avec des paysages végétaux de type savanes-parcs arborés fortement marqués par les pratiques agro-pastorales des populations. La moyenne pluviométrique annuelle à Bandiagara sur le plateau dogon est de 530 mm (1907-2003) avec d'importantes variations pluviométriques avec 440 mm au cours de la grande sécheresse des années 70-90 et 501 mm entre 1989 et 2005 (Le Drezen, 2008). Depuis 1991, la pluviométrie s'est rapprochée de la moyenne du début du vingtième siècle avec près de 540 mm. Les années 2005 et 2006 ont même été parmi les plus humides depuis les soixante dernières années, avec des moyennes qui dépasseraient les 700 mm (Le Drezen, 2008).

Les paysages du Pays dogon s'organisent autour de trois unités classiquement reconnues d'un plateau gréseux, limité par la « falaise » de Bandiagara et dominant la plaine sableuse du Séno au Sud-est. Cette dernière plus particulièrement étudiée, est séparée de la falaise par une série de dépressions périphériques drainant les écoulements saisonniers issus du plateau gréseux dans des gouttières parallèles au pied de la falaise de Bandiagara et inscrites dans les formations sableuses au façonnement dunaire constituant l'extrémité amont de la vaste plaine du Séno. Les écoulements endoréiques temporaires déclenchés pendant la saison des pluies se développent dans des vallées bordées par une ripisylve bien inscrites dans les formations sableuses à l'amont, et se perdant rapidement à l'aval. La partie amont nord de la plaine, où les formations sableuses s'organisent en dunes linéaires, est essentiellement dédiée aux troupeaux transhumants peuls, alors que vers l'aval et le Sud, où l'on passe à de simples épandages sableux, l'activité est principalement les cultures pluviales de mil et sorgho. De manière générale, les parcs agroforestiers composent l'élément majeur des paysages, avec des parcs arborés et arbustifs à vocation agroforestière où les arbres, hors forêt, sont sélectionnés dans les champs.

La région de Tadla–Azilal (Maroc) est caractérisée historiquement par une étroite complémentarité entre les trois unités qui la composent ; la montagne des Haut et Moyen Atlas et la plaine du Tadla qui la jouxte (fig. 7). Le piémont (dir) intercalé entre la plaine et la montagne, constitue une troisième unité bien distincte des deux précédentes. Le climat méditerranéen à tendance aride (436 mm de précipitations moyennes annuelles à Beni Mellal à 537 m d'altitude) et à fortes irrégularités interannuelles, ne permettait traditionnellement qu'une maigre agriculture bour² dans la plaine, fortement dépendante des précipitations, et

² Agriculture bour : agriculture en sec

Figure 5 :
Le bas delta du fleuve Sénégal
et les Parcs nationaux du Diawling (PND, Mauritanie) et des Oiseaux du Djoudj (PNOD, Sénégal)

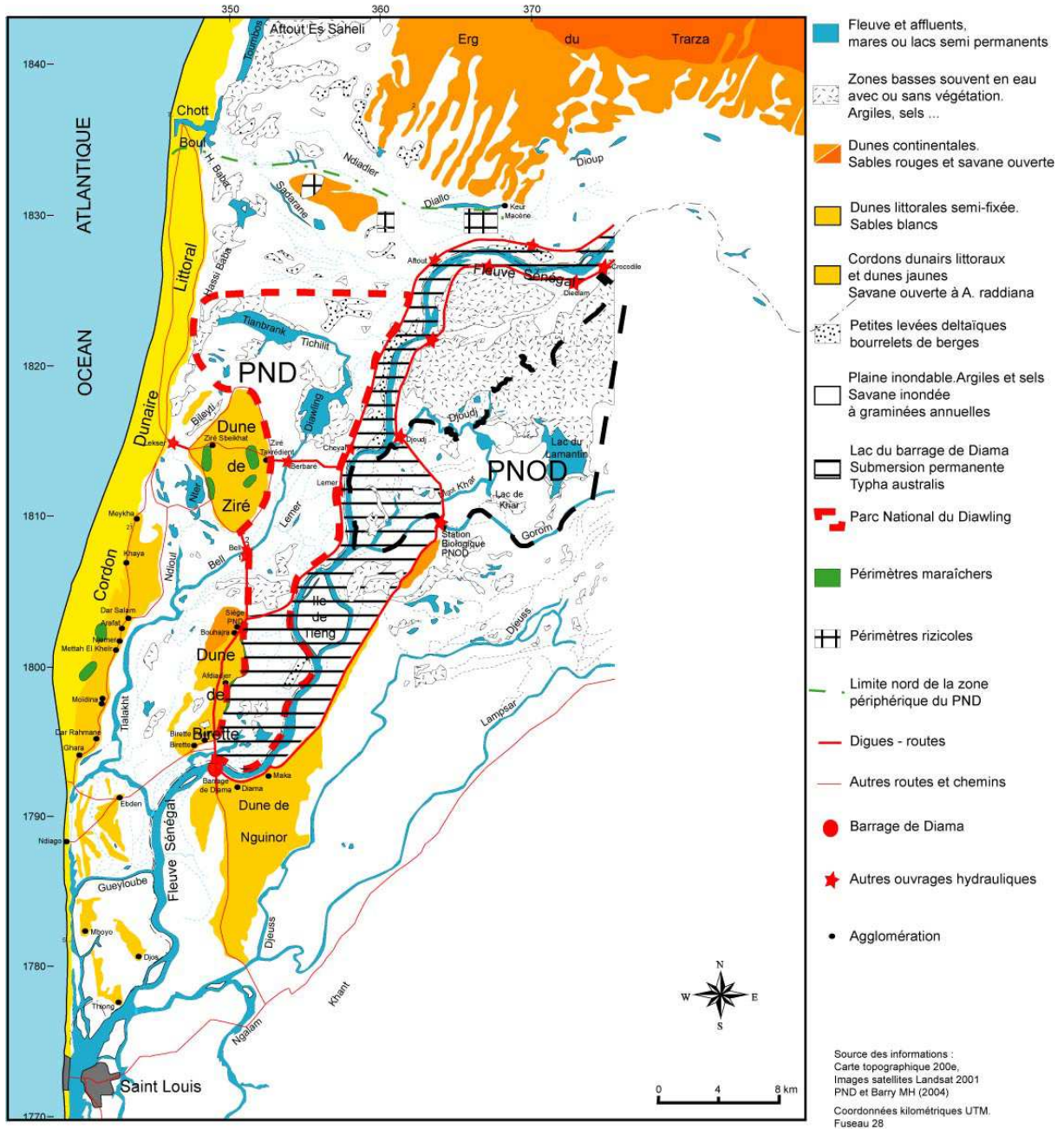


Figure 6 : Localisation et croquis morphologique du site de la plaine du Séno (Pays dogon, Mali)

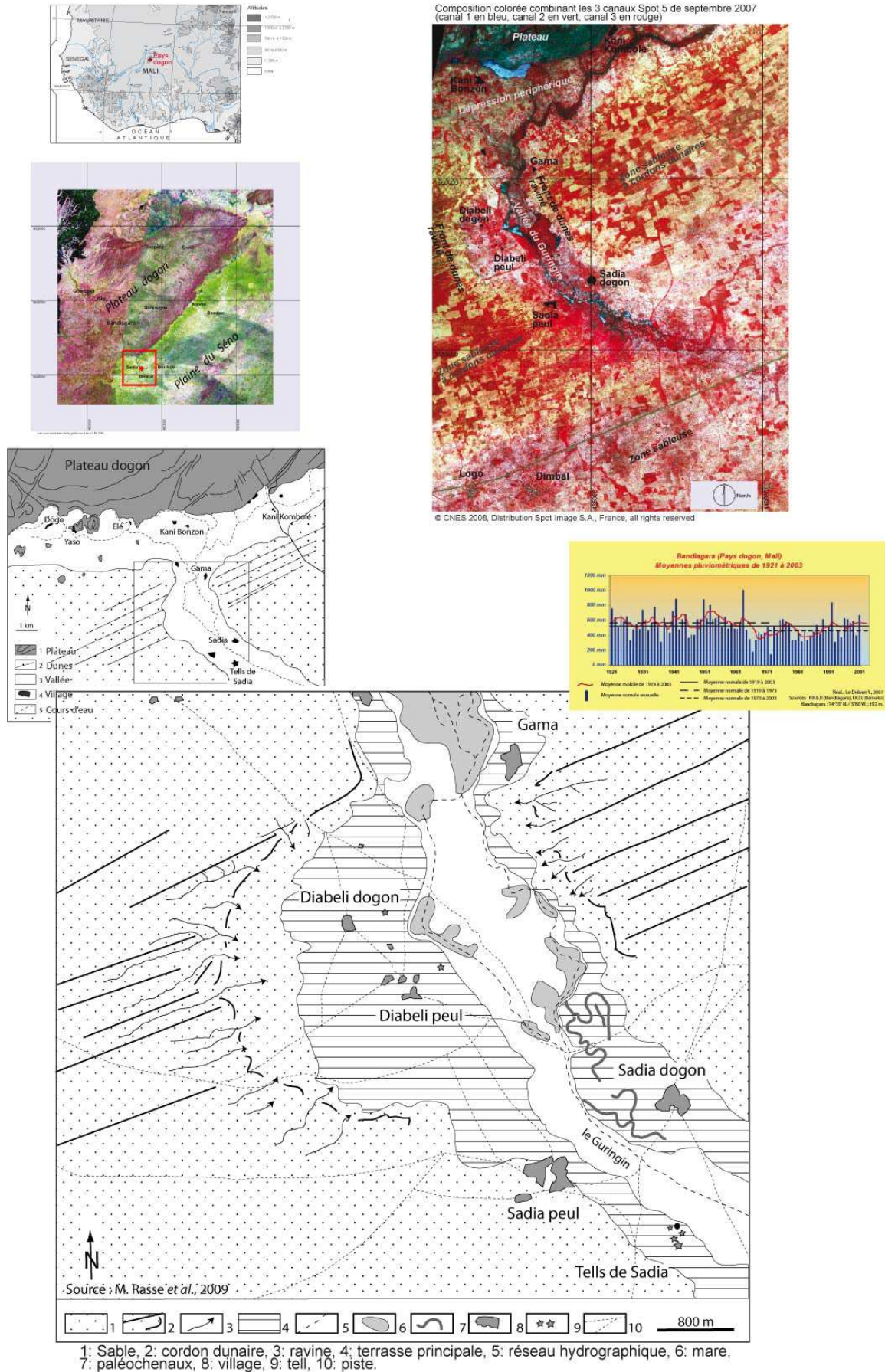
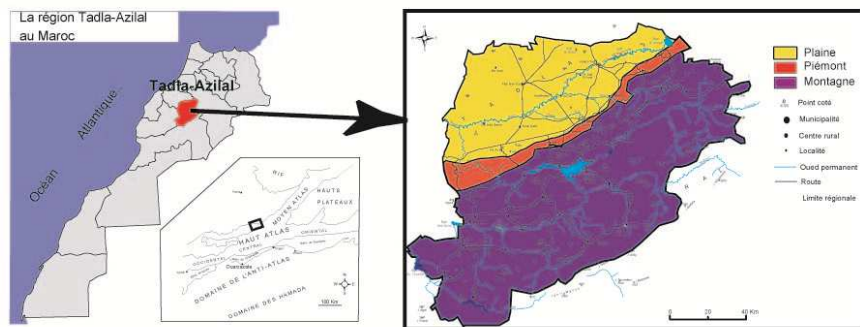


Figure 7 : Localisation de la région Tadla-Azilal (Maroc)



surtout un élevage ovin-caprin extensif transhumant. Seul le piémont était favorisé grâce aux nombreuses sources karstiques qui le jalonne et qui ont permis le développement d'une arboriculture irriguée avec l'olivier, principale espèce fruitière cultivée. Le Moyen Atlas, couvert en majorité par un matorral de chênes verts (*Quercus rotundifolia*) mêlés de lentisques (*Pistacia lentiscus*), de palmiers nains (*Chamaerops humulis*) et d'oléastres (*Olea europea*), est soumis à des processus d'érosion des sols assez marqués. Par endroit on rencontre des futaies bien conservées de chênes verts (*Quercus rotundifolia*) suivant l'altitude, l'exposition et les conditions édaphiques (El Khalki et Hafid, 2002) ainsi que des formations qualifiées de « pré-forestières » à *Quercus rotundifolia* (formations d'arbres hors forêt) dans la région d'Azilal. L'aménagement de la plaine à partir des années 30 a totalement bouleversé cette agriculture traditionnelle et la plaine du Tadla est devenue aujourd'hui l'une des premières régions irriguées du Maghreb.

Au-delà des caractéristiques climatiques qui relient ces différents terrains, par ailleurs très différents sur le plan social, économique et culturel, c'est leur position de marge saharienne mais également marge des centres de décision politique centraux, voire leur enclavement pour certains, qui permet la comparaison. Il s'agit de milieux sous contrainte, qu'elle soit climatique avec les sécheresses ou l'aridité ou topographique pour les régions de montagne. Les autres éléments de parenté sont liés à l'héritage de la colonisation, française en l'occurrence, et aux différentes formes d'aides « au développement » et d'encadrement des ressources et territoires.

Sur ces 7 sites d'études, la mise en évidence des processus d'évolution sur le terrain et par télédétection satellitaire et aérienne, et la détermination des différentes modalités de gestion des milieux et ressources et leur impact sur ces processus, ont permis de faire ressortir des convergences de facteurs. Ces exemples seront complétés par d'autres puisés dans la littérature.

A l'échelle des XXe et XXIe siècles, il ressort une réalité de transformation rapide des milieux et paysages avec une modification qualitative et quantitative des ressources naturelles (végétation, sol et eau) sur les sites que j'ai étudiés, comme sur d'autres sites cités dans la littérature. Il y a une perte effective de productivité à la fois primaire (herbacée et arborée) avec difficulté de régénération des formations herbacées et une mortalité importante des arbres ainsi que des processus d'érosion des sols et une modification de leur structure en lien avec leur dénudation et salinisation, les sécheresses et le surpâturage et le piétinement des troupeaux ou le défrichement et la mise en culture (labour), ainsi qu'une diminution des réserves hydriques, etc. Il y a également une évidence du rôle majeur des sociétés dans le développement de ces processus.

Classiquement ces processus sont qualifiés de dégradation ou de désertification dans la littérature scientifique comme grise, sous entendant en général leur irréversibilité. Pourtant, malgré ces constats, il me semble que rien n'autorise à employer systématiquement ces notions de désertification ni même de dégradation, surtout dans leurs acceptions les plus courantes. Rien ne permet non plus de stigmatiser les populations pour leur rôle dans le développement des processus.

Il ne s'agit pas ici de nier l'existence d'une réalité matérielle de dégradation physique, mais de s'interroger sur les fondements théoriques et les représentations qui justifient cette qualification. Ces processus, et par là même, ces notions de dégradation et de désertification peuvent être réinterrogés avec d'autres filtres, permettant ainsi de « substituer une conception complexe à la conception simpliste régnante ». (E. Morin, 2007). En effet, un certain nombre de critiques peuvent être portées à ces notions et aux principes scientifiques sur lesquelles elles s'appuient et qui peuvent se traduire par des conséquences parfois graves sur les

solutions mises en œuvre pour y remédier. On reviendra également sur les méthodes les plus fréquemment mises en œuvre sur le terrain à l'amont de ces études sur la dégradation et la désertification. Au-delà des limites des concepts scientifiques sur lesquels s'appuient ces notions de dégradation et de désertification, il apparaît également qu'elles se fondent extrêmement fréquemment sur des présupposés et représentations plus ou moins erronées de la « réalité ».

1- Des définitions floues et imprécises

La première des limites que l'on peut appliquer à ces notions concerne leur définition. Si les termes de désertification, et de dégradation sont relativement récents, les réflexions sur les processus en cause sont anciennes. Barrow (1991) indique ainsi que les auteurs grecs et romains de l'Antiquité s'étaient déjà intéressés aux problèmes de l'érosion des sols ou de la déforestation. On attribue également aux romains la première grande crise érosive du pourtour méditerranéen en lien avec une extension des terres agricoles dans les régions conquises d'Afrique du Nord (Ballais, 1981). Mais si la réflexion est ancienne, elle a pris une ampleur très importante à la suite de la sécheresse des années 1970 en Afrique sahélienne et son cortège de famines et de réfugiés 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). Cet effort s'est fait par ailleurs dans le contexte plus global de réflexion sur les relations nature / société des années 1960 et 1970. Cependant, malgré une mobilisation scientifique importante sur ces thèmes depuis, il existe toujours des dissensions à propos du contenu de ces notions.

1.1- Désertification

La définition de la notion de désertification, modifiée à de nombreuses reprises, puisqu'elle a fait l'objet de plus de 130 définitions (Mainguet, 1990), est particulièrement polémique. Il est probable que cette confusion est liée au fait que « la notion de désertification, [...] est autant un thème scientifique, une problématique politique et écologique globale qu'un levier d'action pour le développement » (Gagnol, 2011).

Cornet (2002) a retracé l'historique des définitions successives de la notion de désertification, depuis la première attribuée à L. Lavauden en 1927 jusqu'à celle faisant aujourd'hui consensus ; « 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 », adoptée par la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification (CNULD) à Paris en 1994 à la suite de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le développement de Rio en 1992 (CNUED). Cependant, cette notion popularisée par Aubreville en 1949, reste encore aujourd'hui contestée dans la communauté scientifique (Cornet 2002).

Gagnol (2011) indique que « les termes du débat scientifique et politique sur la désertification sont déjà posés avant l'apparition du mot même de désertification » puisqu'en 1924 déjà existe une controverse entre ceux imputant « la « progression » du désert à l'action néfaste des nomades » et ceux, comme le géologue Chudeau, qui « estime qu'il s'agit d'un phénomène passager de péjoration lié à des oscillations climatiques ».

On est revenu sur l'image de « l'avancée du désert » proposée par Lamprey (1975), « qui chiffrait l'avancée du Sahara à 5.5 km par an » (Cornet 2002), et de la « mer de sable », que l'on trouve pourtant encore toutes deux en 1985 chez Jean B., conseiller spécial du Directeur général des Eaux et des Forêts du Mali, mélangeant également allègrement processus d'aridification d'échelle géologique et cycles de sécheresse des années 1970 à 1980. En 2014,

ce sont encore les mêmes images qui sont diffusées dans la newsletter « acteurs public »³ interviewant Yamita Hassane, directeur général du Fonds spécial en faveur de l'environnement (FSE), assenant « on estime que le désert avance d'environ 1 kilomètre par an. » et « Le désert est aujourd'hui aux portes de la capitale, N'Djamena, qui est vers le centre du pays ».

Ces représentations, bien que rejetées par la communauté scientifique, se retrouvent dans l'imaginaire populaire, en écho à la manière dont est traité le sujet par les médias ou par les services de communication d'ONG particulièrement au moment de crises pour susciter les dons.

Bien que la définition ait été progressivement affinée notamment depuis la conférence sur la désertification (CNUD / UNCOD) du PNUE (UNEP) en 1977 à Nairobi⁴ (indication des facteurs causaux, reconnaissance de l'impact anthropique, délimitation des zones concernées ...), il reste encore aujourd'hui beaucoup d'éléments approximatifs. En effet, la définition retenue par la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification en 1994 n'est qu'un consensus politique et pas scientifique, négocié et rendu officiel, mais qui comme tout consensus, ne fait pas l'unanimité. Cornet (2002) résume ces désaccords en trois points : la désertification correspond-elle à un processus ou à un état ? ; est-ce un phénomène irréversible ou réversible ? ; quel est le rôle respectif de l'homme et des sécheresses ?

1.1.1- Les facteurs

Rapidement après l'émergence du concept de désertification, ses causes ont été très controversées. La coïncidence entre sécheresses et processus de dégradation peut, en effet, laisser penser qu'il existe un lien direct de causalité entre les deux, et c'est ce raccourci qui a été fait dans l'immédiate après-crise des années 1970. Cependant, la prépondérance des facteurs naturels, présentés dans les années 70 comme majeurs pour expliquer notamment les grandes crises environnementales et socio-économiques de cette période, a rapidement été passé ensuite au second plan. Cette hypothèse du rôle majeur des sécheresses a été globalement abandonnée officiellement depuis 1991 et la définition de la désertification du PNUE, et confirmée en 1994 par la convention des Nations Unies pour la Lutte contre la Désertification. Ces nouvelles définitions insistent au contraire sur le rôle des sociétés humaines.

Olsson (1983 et 1985) et Helldén (1984 et 1987) ont remis en cause dans leurs travaux les conclusions sur la minimisation du rôle des sécheresses au profit du rôle de l'homme, affirmant que le climat était le facteur principal des dégradations observées dans plusieurs zones sahéliennes, en opposition avec le crédo dominant dans la communauté scientifique à l'époque. Pourtant, B. Thebaud en 1988, après avoir passé la sécheresse de 1984-85 sur le terrain au Niger oriental avec les éleveurs peuls, montrait déjà « que la sécheresse ne pouvait pas tout expliquer ». « L'alternance de périodes sèches et humides était en fin de compte un trait marquant du Sahel pastoral et que les dernières sécheresses n'avaient fait qu'exacerber une crise dont les causes étaient enracinées dans des processus socio-économiques anciens et complexes ».

Si la FAO admet « qu'en certains points de la planète, des phénomènes de désertification peuvent apparaître sans que les activités humaines (généralement très réduites en raison de la faible densité de population) soient en cause », elle insiste cependant sur le fait que « le lien

³ <http://www.acteurspublics.com/2014/10/23/au-tchad-la-lutte-contre-la-desertification-est-le-plus-grand-defi-en-matiere-d-environnement> consultée le 27 octobre 2014

⁴ Définition de la désertification de l'UNCOD, 1977 : « La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes »

entre désertification et occupation humaine apparaît comme un concept généralisable » (FAO, 1993).

Mes travaux sur le piémont sud de l'Atlas Saharien et le bassin du Dadès par exemple montrent également que certains processus de « dégradation » sont indépendants des sécheresses puisqu'ils continuent à se développer après le retour des précipitations (Taïbi, 1998 ; Taïbi et El Hannani, 2004).

Geist et E. 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 adaptées 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 complexity » 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).

Geist et E. Lambin (2004) notent avec Helldén (1991) et Thomas (1997), que les causes de la désertification ou dégradation des zones arides restent controversées. En réalité, ils précisent que, si à échelle locale et nationale les causes sont avant tout socio-économiques, à échelle globale, elles ne sont pas totalement comprises.

Cependant, même à échelle locale, il est souvent très difficile de faire la part des facteurs anthropiques et naturels comme les sécheresses. Ainsi dans le bas delta du fleuve Sénégal, les processus de dégradation des écosystèmes des zones inondables observés à partir des années 1970, sont liés à une conjonction entre la « grande sécheresse » de ces années là et le barrage de Diama construit en 1986 et les digues connexes sur le fleuve, créant une forte perturbation du fonctionnement hydrologique du fleuve et de ses zones humides (Michel *et al.*, 1993 ; Diawara, 1997 ; Duvail, 2001 ; Hamerlynck, 2003 ; Barry, 2004 ; Taïbi *et al.*, 2006). En effet, dans le bas delta, les milieux biophysiques se sont fortement dégradés avec des processus de salinisation en aval du barrage de Diama, des processus de déflation et d'ensablement éoliens, ainsi que la dégradation quantitative et qualitative de la flore et de la faune halieutique et ornithologique. Le système écologique du bas delta du fleuve Sénégal est passé d'un environnement aquatique saumâtre avec des changements saisonniers marqués, à des écosystèmes d'eau douce à flux modéré continu en amont du barrage, et beaucoup plus salés en aval. Sur le plan socio-économique, l'altération des écosystèmes a entraîné la disparition de la plupart des activités traditionnelles qui y étaient liées, notamment la cueillette (*Sporobolus*, *Nymphaea*, gousses d'*Acacia nilotica*...) et par conséquent celle des activités d'artisanat qui en dépendent. La pêche est également devenue de plus en plus difficile avec la diminution des captures et à cause des plantes envahissantes réduisant les espaces de pêche.

1.1.2- Un processus ou un état

Le deuxième point de controverse porte sur la caractérisation même des processus en cause. La désertification est-elle un état du milieu, c'est-à-dire « la manifestation de conditions désertiques terme ultime de la dégradation des terres » (Cornet, 2002), ou bien est-ce le processus même de dégradation qui correspond à la désertification ? Soit on est confronté à des processus d'évolution en cours, dont l'issue reste incertaine, soit il s'agit d'un état qui

correspondrait à un équilibre qualifié de dégradé par rapport à un état initial. Sans approfondir pour l'instant sur les limites de ces notions d'équilibre et d'état initial, j'y reviendrai par la suite, cette distinction n'est pas toujours clairement faite dans les travaux scientifiques et encore moins dans les études appliquées menées par des ONG ou des services d'Etat de lutte contre la désertification ou la dégradation. Pourtant cela devrait être nécessaire pour définir si on cherche à restaurer des milieux ou écosystèmes (ou activités) disparues ou fortement altérées, ou si on cherche à juguler des processus à l'œuvre. Les actions à mettre en œuvre sont alors très différentes. Concernant les études scientifiques, on n'appliquera pas non plus les mêmes méthodologies et protocoles selon que l'on veut étudier un état actuel par rapport à un état révolu (donc plutôt des analyses diachroniques à partir d'images satellites et/ou des photographies aériennes ou éventuellement des enquêtes par exemple) ou que l'on veut étudier les processus de dégradation en cours (protocole d'étude de l'érosion, etc.).

La conception de la désertification comme état du milieu est la plus fréquente chez les scientifiques comme l'analyse A. Cornet (2002) citant de nombreux auteurs (Rapp, 1974 ; Mainguet, 1994 ...), ou Nahal (2004) pour qui c'est « l'aboutissement de processus de dégradation ». Cependant, si souvent la partie introductive des études semble indiquer cette conception dominante, les travaux menés et présentés par la suite montrent qu'ils s'intéressent plutôt aux processus en cours. Il y a donc fréquemment confusion entre les deux.

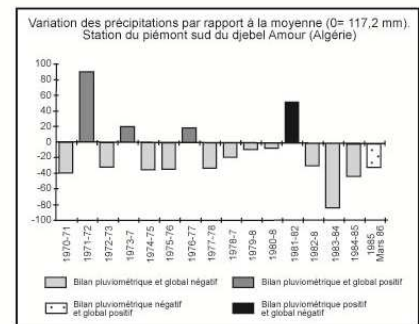
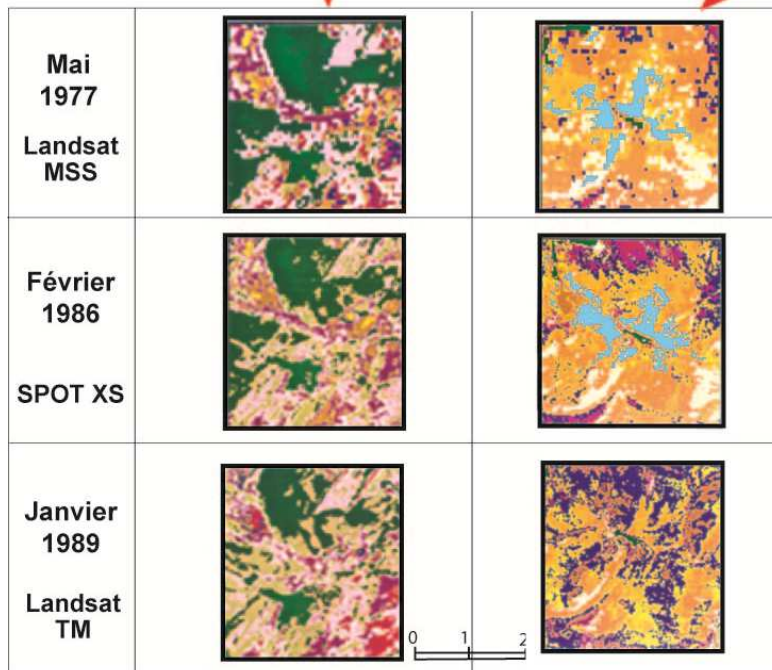
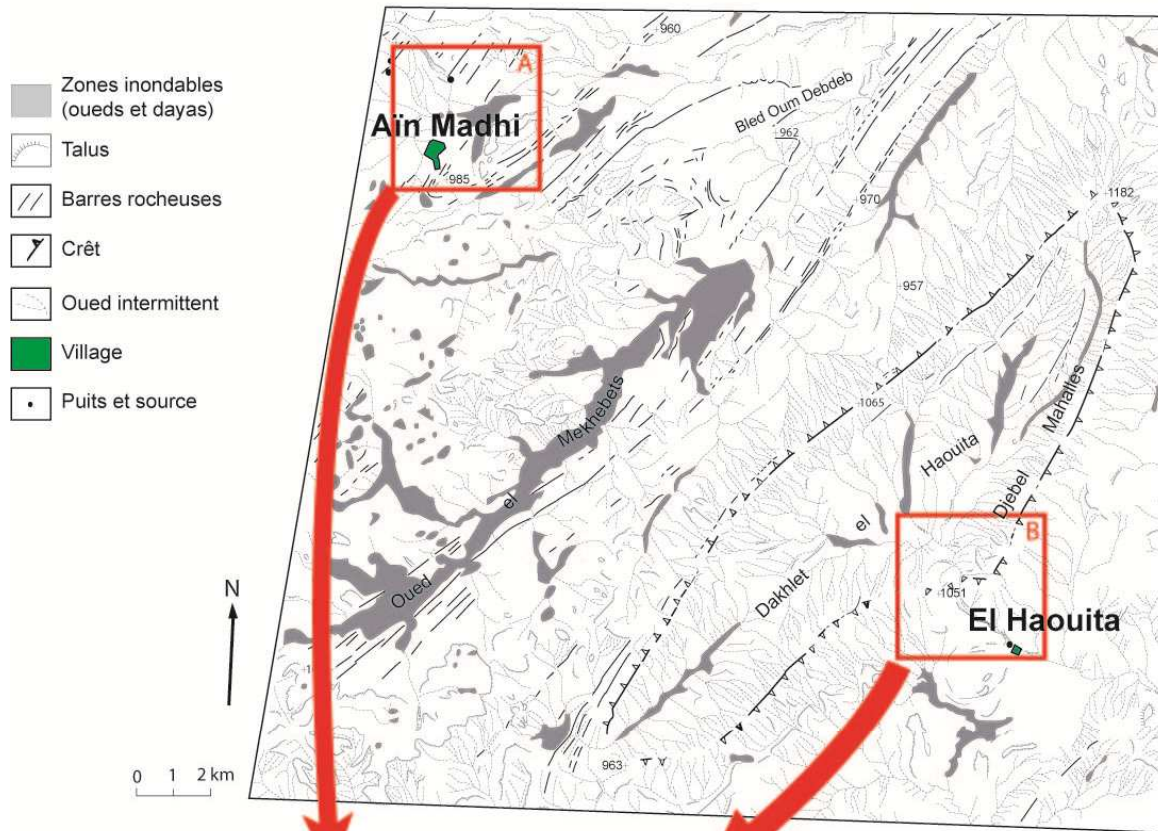
1.1.3- Irréversibilité ou non

Les conceptions divergentes entre irréversibilité ou non sont en partie contenues dans le point précédent. Cette irréversibilité est entendue lorsque la désertification « ne permet pas de retour à l'état primitif malgré des conditions de protection totale ou quasi-totale de l'environnement pendant la durée d'une génération, c'est-à-dire 25 ans » (Cornet, 2002, citant Floret et Pontanier, 1982). On peut s'interroger tout d'abord sur la validité de cette durée. Elle correspond à une temporalité de court terme, celle qui impacte effectivement profondément les sociétés humaines ayant perdu leur capacité d'adaptation et fortement vulnérables, comme cela fut le cas au Sahel dans les années 1970 et 1980, et régulièrement depuis. Mais à l'échelle de la résilience des milieux et ressources, cela est-il vraiment pertinent ? Les déclinis de la capacité productive mis en évidence au temps T des travaux de terrain sont ils effectifs sur le long terme ? Et qu'en est-il du temps des sociétés ? Des temps de leur adaptation à de nouveaux contextes environnementaux et socio-économiques ? Il importe donc d'analyser les processus à différents pas de temps courts, moyens et longs.

Dans les régions du Dadès (Taïbi et El Hannani, 2004), du piémont Sud de l'Atlas saharien (Taïbi, 1998a) ou du lac d'Aleg (Taïbi et *al.*, 2005), les processus de dégradation exacerbée observés ne sont pas pérennes à cette échelle temporelle, à l'exception de quelques sites très localisés. Dans ce cas peut-on réellement parler de désertification ?

Sur le piémont Sud de l'Atlas saharien en Algérie, 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, à partir des classifications non supervisées multidates sur tous les canaux Landsat 5 Thematic Mapper de janvier 1989 (sauf le canal TM 6), Landsat 2 MSS de mai 1977 et SPOT 2 XS de février 1986 (fig. 8). En mai 1977, saison végétative, mais sept ans après le début de la sécheresse, on note une zone plus ou moins concentrique correspondant à des sols nus à fort albédo autour du village d'El Haouita 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 couverts d'une maigre couverture végétale et probablement fortement compactés. Progressivement, vers la périphérie, le sol se couvre d'une végétation steppique moins rare et le compactage du sol s'amenuise, déterminant des réponses spectrales moins fortes. En février

Figure 8 : Dynamique d'évolution des états de surface du site de Aïn-Madhi / El Haouita (Piémont sud de l'Atlas Saharien, Algérie) pendant et après la sécheresse des années 1970-80 par classifications non supervisées d'images multitemporelles et multicapteurs.



Classes thématiques significatives

Très forte dénudation des sols	Dénudation des sols moins intense
Forte dénudation des sols	Végétation dense

1986 (à la fin de la sécheresse mais avant le retour des premières bonnes précipitations qui ont eu lieu en mars), cette auréole s'est étendue autour du village d'El Haouita, notamment vers le Sud. En janvier 1989 (période plus humide) l'auréole d'El Haouita a disparu.

Dans la région d'Aleg (Mauritanie), l'indice de minéralisation de 1992 (fig. 9), à la fin de la saison humide mais en année sèche, a mis en évidence de très larges auréoles plus ou moins concentriques à fort 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 confirmé sur le terrain. Sur l'indice de minéralisation de 2000 (fig. 9), en saison sèche mais lors d'une année beaucoup plus humide que 1992, on observe une régénération du couvert végétal de certaines de ces zones.

Le bas delta du fleuve Sénégal montre également une résilience des écosystèmes dès lors que l'inondation du fleuve a été restaurée, même artificielle, associée à la création du Parc National du Diawling en 1991 (Taïbi *et al.*, 2006a). Les formations herbacées annuelles et pérennes reprennent à nouveau leur développement de manière satisfaisante après la décrue, et de belles « prairies » à *Sporobolus robustus* monospécifiques peuvent ainsi être observées au Nord du lac de Diawling sur sols argilo-limoneux. Ailleurs, c'est *Sporobolus helvolus* qui recolonise les plaines d'inondation, comme en rive droite du marigot de Bell, ou des cypéracées (*Carex*, *Cyperus* ...) comme au Nord du lac de Diawling, *Sueda mollis* sur le bord Est du lac de Diawling et des pâturages à *Echinochloa* de qualité à proximité de la digue Nord du parc, dans le même bassin.

La mangrove, considérée comme une relique dans les années 80 et 90 dans le bas delta du fleuve Sénégal, conformément à la tendance ouest africaine de recul généralisé (FAO, 1993), montre également aujourd'hui dans le PND et sa périphérie, un développement localisé rapide et assez spectaculaire d'après l'analyse des photographies aériennes de 1954 et 1980 et des enquêtes auprès de la population. Les palétuviers sont en train de reconquérir les rives du marigot du Ntiallakh et sur le fleuve jusqu'en face de Saint Louis au Sénégal. Cette régénération concerne *Avicennia germinans* ainsi que *Rhizophora racemosa*.

De manière plus globale, Helldén (1992) et Olsson (1993) ont remis en cause le caractère d'irréversibilité supposée des processus de dégradation dans les régions sahéliennes, en s'appuyant sur les travaux par télédétection de Tucker *et al.* (1991) qui mettaient en évidence un « reverdissement » (greening) du Sahara avec le retour des précipitations dans les années 1990, après les crises des années 1970 et surtout 1980. Cette évolution a été confirmée depuis par les travaux d'Anyamba et Tucker (2005).

D'autre part, l'irréversibilité faisant référence à des notions d'état primitif et de productivité originelle, il paraît difficile de l'attester puisque la caractérisation d'un état primitif et d'une productivité originelle avant dégradation est extrêmement délicate, à part pour les zones dédiées à une production agricole, par ailleurs très localisées. En dehors de ces sites, les évaluations restent très aléatoires comme on le verra par la suite.

La mangrove du bas delta du fleuve Sénégal, illustre cette difficulté à cerner cet état initial. Il apparaît que les sites présentés jusqu'à présent dans la bibliographie relative au bas delta comme sites de régénération de la mangrove s'avèrent en réalité plus vraisemblablement de nouveaux sites de colonisation par les palétuviers. Si il y a donc une réelle reprise de la mangrove, ce n'est pas forcément sur les sites initiaux.

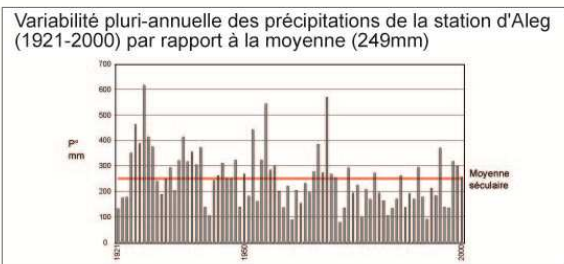
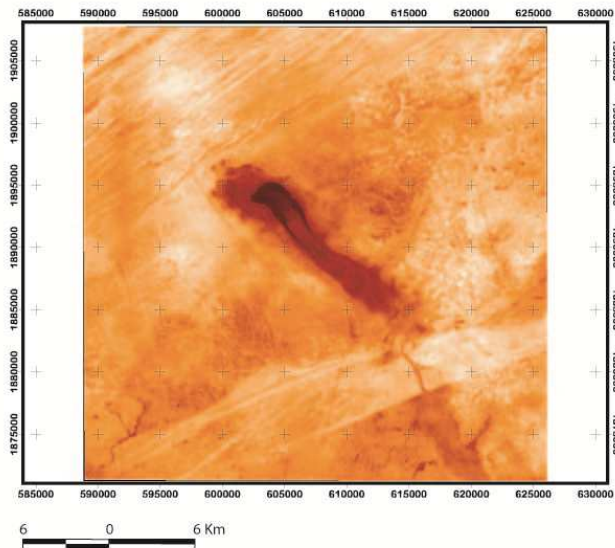
Ces insuffisances des définitions de la notion de désertification ont amené certains à proposer d'autres termes pour désigner les processus en jeu. Ainsi H.N. Le Houérou a-t-il proposé en 1968 la notion de « désertisation » qu'il veut plus précise que celle de désertification. Elle ne

Figure 9 : Dynamique d'évolution des états de surface du site du lac d'Aleg
(Brakna, Mauritanie) 1992-2000.

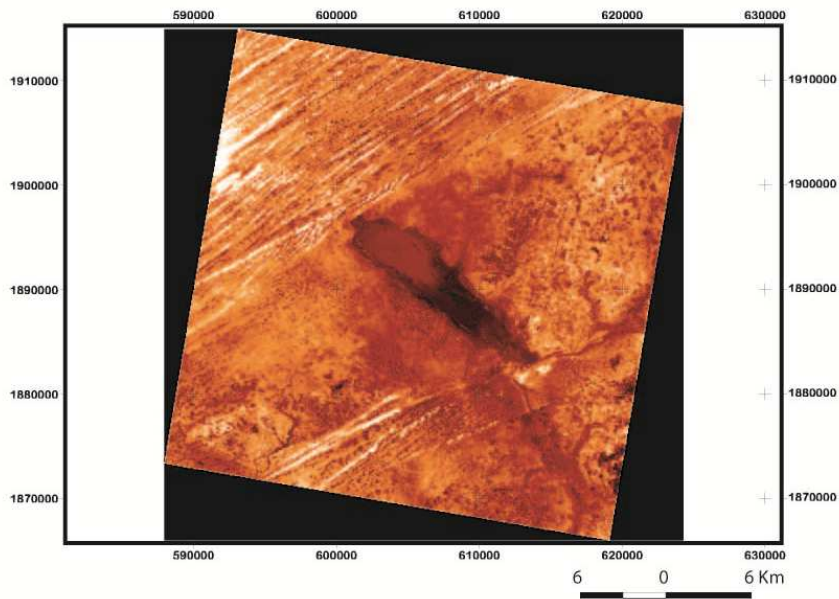
Indices de minéralisation ($R^2 + PIR^2$) des images SPOT XS du 27-09-1992 et SPOT Xi du 12-12-2000
(Images acquises dans le cadre du Programme Isis du Cnes n° 0207-350)

En blanc, zones de dégradation exacerbée (et nuages). En noir, eau libre ou avec végétation hydrophile (et ombre des nuages).
Rouge-orange, plus la teinte est foncée plus la zone est humide et caractérisée par une végétation dense (+ plateau cuirassé).

1992



2000



sera pas retenue par la communauté internationale. Par ailleurs, il s'inscrit lui-même dans une des théories d'explication de la désertification, celle du « man-made desert » (Geist et Lambin, 2004).

La FAO propose la définition : « Ensemble des facteurs géologiques, climatiques, biologiques et humains qui conduisent à la dégradation des qualités physiques, chimiques et biologiques des terres des zones arides et semi-arides et mettent en cause la biodiversité et la survie des communautés humaines. »⁵ Cependant, cette définition dont l'objectif est de mieux exprimer l'interaction fréquente entre les éléments climatiques et les pratiques humaines, ne règle pas le problème de l'irréversibilité ou non ni de savoir s'il s'agit d'un aboutissement ou d'un processus.

Toutes ces limites ont amené certains auteurs comme Helldén (1992) à remettre en cause la réalité même de la désertification, la qualifiant de « mythe ». Davis (2012) dénonce quant à elle déjà « le mythe colonial d'un long déclin environnemental de l'Afrique du Nord causé par les autochtones » qui aurait « structuré et encouragé l'aventure française au Maghreb pendant un siècle » (Davis 2012, p. 207). Pour Thomas et Middleton (1993) ce sont les institutions internationales qui ont créées « le mythe de la désertification ». Sans l'ONU, la désertification ne serait pas un point aussi important de l'agenda environnement à l'époque ainsi qu'aujourd'hui⁶. Appuyant cette thèse, Morris (1995) pointe les contradictions et erreurs flagrantes des chiffrages successifs des surfaces concernées par la désertification dans les travaux commandités par l'UNEP depuis les années 1970 jusqu'aux années 1990. Il s'interroge sur le fait que montrant paradoxalement que son action de lutte contre la désertification était efficace avec une diminution des surfaces affectées, l'UNEP continue à clamer la gravité et l'urgence du problème en 1992.

1.2.- Dégradation

La notion de dégradation est étroitement reliée à celle de désertification puisque cette dernière correspond à une « dégradation des terres » selon la définition du CNUCLD de 1994. La notion de « terre » fait référence à toutes les composantes de la zone considérée, c'est-à-dire le couvert végétal, les sols, les versants et surfaces géomorphologiques, les systèmes hydrologiques et la faune. Pour Warren et Agnew (1988), la désertification est la forme extrême de la dégradation des terres. Dregne (1998) note que la première conférence sur la désertification de 1977 était en réalité centrée sur un seul point ; la dégradation des terres et son contrôle. Sa définition (land degradation) qui correspond à un « déclin temporaire ou permanent de « la capacité productive » (selon définition ONU / FAO) ou du « potentiel biologique » d'une terre » (Warren 2002), n'est pas plus satisfaisante. En réalité, pour Barrow (1991), une définition précise est impossible du fait des nombreux facteurs qui peuvent être impliqués⁷. Si la notion de dégradation des sols est relativement claire, correspondant à une altération physico-chimique bien identifiée d'un sol, la notion de dégradation des terres est elle beaucoup plus grossière. En effet, on fait là référence « à l'ensemble d'un écosystème où le sol n'est qu'une composante parmi d'autres. Les processus de dégradation des terres incluent l'érosion hydrique, l'érosion éolienne et la sédimentation résultant de leur action, la destruction sur le long terme de la végétation et la diminution de nombreuses populations végétales et animales, ou la diminution des rendements des champs, la salinisation ou sodication des sols » (Darkoh, 1998). Bref, un ensemble de processus très divers aux

⁵ <http://www.fao.org/docrep/v0265f/v0265f01.htm> consulté en octobre 2014

⁶ « Without the UN, desertification may not be as high on the environment agenda as it is today » Thomas et Middleton (1993)

⁷ « A precise definition is impossible, given the many factors which may be responsible » Barrow 1991

modalités d'occurrence extrêmement variées, s'associant ou non en une extrême complexité rarement analysée dans la réalité.

L'érosion des sols, perte de substance que subit une portion de la surface terrestre (Neboit, 2010), recouvre un ensemble complexe d'opérations et de processus dont la nature et l'intensité varient selon différents facteurs topographiques, lithologiques, bioclimatiques et anthropiques. Les caractéristiques des formations végétales sont parmi les facteurs majeurs, celles-ci protégeant plus ou moins les substrats contre les différents processus de météorisation, les pluies (effet splash), le ruissellement et les agents de dynamique externe comme le vent.

Les processus d'érosion hydriques se développent souvent en lien étroit avec l'ouverture et la modification du couvert végétal qui ne protège plus les sols lors des fortes averses. Ils se développent aussi bien sur les versants des massifs montagneux des Atlas Nord africains que sur les faibles pentes des glacis de plaines et plateaux au sud comme au nord du Sahara. Les ruissellements concentrés ou diffus se traduisent par des formes de ravinement jusqu'à la dénudation totale de la roche mère. L'encroûtement des couvertures des glacis réduit l'efficacité du ruissellement, ne permettant que le développement de rides et rigoles très localisées liées aux processus de sheet-wash et qui procèdent d'évolutions sur des temporalités beaucoup plus longues. L'ablation des sols influe dans un second temps sur leur capacité de rétention en eau, et donc sur les réserves hydriques pour la végétation, accentuant la tendance au développement d'espèces « sahariennes » en domaine sahélien comme à tendance méditerranéenne. Le décapage superficiel réduisant l'épaisseur des sols, parfois totalement éliminés, ils sont plus rapidement saturés au moment d'épisodes pluvieux intenses et n'arrivent plus à tamponner efficacement les variations de débits des cours d'eau secondaire. Cela se traduit par l'augmentation de la charge solide et la turbidité des eaux des rivières et favorise l'envasement des barrages.

La dynamique éolienne se manifeste par les processus de déflation éolienne et d'ensablement. L'ouverture du couvert végétal couvrant les dunes en domaine soudano-sahélien favorise une plus grande érodabilité particulièrement des crêtes des cordons dunaires qui sont revivifiées. Ainsi dans la région d'Aleg, on observe de 1991 à 2000 une augmentation de 64% des surfaces de crêtes vives sur les anciens cordons qui étaient tous végétalisés en 1954 (Gassani, 2008). Sur les 47 km² de cordons dunaires végétalisés en 1954 de la zone d'étude, on observe 3 km² de crêtes vives en 1991 (à partir d'une image Spot panchromatique), 4,7 km² en 1995 (à partir de données image radar ERS) et 5,3 km² en 2000 (à partir d'une image Spot 4 multispectrale). Le sable des parties sommitales des cordons dunaires peu végétalisés est exposé à la déflation éolienne alors que leur base colonisée par des formations végétales à *Leptadenia Pyrotechnica* et *Balanites aegyptiaca* est plutôt stable. La déflation éolienne se manifeste également à travers le déchaussement des racines des ligneux, comme *Balanites aegyptiaca* sur les cordons dunaires au Nord du lac d'Aleg, créant de micro dépressions circulaires autour de chaque arbuste.

Le matériel prélevé par le vent, sableux sur les dunes et limoneux dans les fonds d'oueds, les lacs et autres zones humides, transite ensuite sur les surfaces planes des glacis sous forme de « brumes sèches » de poussières en suspension ou par saltation et roulage au sol pour les sables. Il s'accumule à l'arrière des obstacles depuis la très grande échelle dans les micro-dépressions créées par le piétinement des vaches par exemple dans les formations argileuses du centre de certaines tamourt à Aleg (Jahrat 'achra, 17°08'42"/13°52'78") jusqu'à de plus petites échelle, des dunes vives type barkhane ou bouclier barkhanique très mobiles. On peut observer tous les stades intermédiaires entre les dunes paraboliques fixées par la végétation en U concavité au vent, et les dunes vives, résultant d'une reprise d'érosion dans une nappe sableuse initialement couverte d'une formation végétale ou dunes

d'accumulation après transit du matériel prélevé par le vent dans un fond de rivière ou sur des formations dunaires revivifiées.

En zone côtière, la dynamique éolienne se conjugue avec la remontée du niveau marin, phénomène universel, qui entraîne une translation générale du milieu littoral et en particulier des cordons dunaires littoraux vers l'intérieur des terres. Dans le bas delta du fleuve Sénégal, cette progression a été évaluée à au moins 1 m par an vers l'est-sud-est, contraignant à l'abandon de parcelles maraichères des zones interdunaires et de villages ensevelis (Taïbi, 2007, rapport inédit).

La salinisation des sols, inhérente aux milieux secs et chauds et accentuée par les mauvaises pratiques d'irrigation, a tendance à accélérer et accentuer l'ensemble de processus d'érosion.

Barrow (1991) propose pour la dégradation la définition : « Land degradation may be defined as the loss of utility or potential utility or the reduction loss or change of features or organisms which cannot be replaced ». Warren (2002) note également que la définition de cette notion de dégradation reste difficile et qu'il est peu probable qu'un consensus puisse être trouvé concernant ne serait ce que les processus biophysiques en cause.

La dégradation, initialement « des terres », faisant référence à des éléments biophysiques précis des milieux et écosystèmes, c'est-à-dire le sol, la végétation, les organismes vivants, a progressivement été appliquée aux paysages (Richard, 1990) brouillant un peu plus la notion. En effet, le paysage étant cet objet perçu, comment qualifier et quantifier de manière objective sa « dégradation » ? Cela laisse déjà entrevoir toute la subjectivité potentielle des études sur la dégradation que je développerai par la suite, et notamment les interprétations réalisées à partir d'images satellites.

In fine la confusion de ces définitions floues et divergentes a permis l'application de ces notions à des situations extrêmement variées et différentes, vaste fourre tout qui masque également l'insuffisance des analyses sur le terrain.

2- Des concepts et postulats incertains

2.1- Des références à des concepts scientifiques contestés ou inadaptés

Au-delà des problèmes de définition globale des concepts de désertification et de dégradation, ces approches s'appuient sur un certain nombre de concepts scientifiques qui ne font pas forcément autorité au sein de la communauté scientifique ou qui, bien que mal adaptés aux domaines arides et semi-arides, leur sont malgré tout appliqués.

Ce sont notamment les notions d'équilibre et celle de climax associée pour nombre de naturalistes selon Blandin (2007), avec l'idée d'une régression par rapport à un état initial considéré comme « idéal » et qu'il faudrait restaurer.

Ramade (2002) définit la notion de climax comme le « terme ultime de l'évolution d'une communauté végétale qui correspond à l'optimum de développement de cette dernière compte tenu des conditions climatiques et (ou) édaphiques prévalant dans le biotope considéré ».

Cette notion développée au XXe siècle notamment par F.E. Clements (1916), s'appuie sur trois postulats décisifs (Simon, 1997). Il implique un état de stabilité, d'équilibre du milieu qui « est d'abord fonction du climat régional » et correspond « au terme d'une succession linéaire conduisant inévitablement au stade terminal ». Il y a là, pour Blandin (2007), « implicite, l'idéologie d'un état parfait des communautés vivantes, état d'équilibre en adéquation totale avec l'environnement physique » (Blandin, 2007, p. 38). Mais comme le souligne Simon (1997), ces trois postulats fondateurs peuvent être remis en cause. Cette

notion d'un « état d'équilibre idéal vers lequel tend la végétation d'un lieu dans des conditions naturelles stables » est toute théorique car la stabilité d'un écosystème n'est jamais totale, particulièrement dans les milieux méditerranéens qui « se prêtent mal à la conception d'un état d'équilibre final ». Ils sont considérés au contraire depuis longtemps (Sari 1977 ...), comme naturellement très sensibles aux agents de l'érosion par leur structure ou topographie très accidentée aux versants escarpés sans cesse réactivés par la tectonique active, une lithologie très érodable soumise à des précipitations très agressives surtout après la période de sécheresse estivale très accentuée desséchant sols et formations végétales (Neboit 1983). Sari (1977) parlait déjà en 1977 de « l'équilibre général instable » à propos de l'Ouarsenis dans l'Atlas Tellien du Nord de l'Algérie.

A la fin des années 1940 déjà, au moment où ces idéologies de l'équilibre étaient développées, des doutes étaient émis par certains scientifiques. C'est le cas d'Ira N. Gabrielson à la première conférence technique consacrée à l'écologie aux USA et organisée par l'UNESCO, indiquant que « l'évidence biologique ne semble pas soutenir la théorie d'un « équilibre de la nature ». Toute mon expérience de terrain indique qu'il y a en permanence un changement d'ajustement entre compétiteurs au sein des communautés écologiques. Ces ajustements basculent parfois violemment dans un sens ou dans un autre, sans interférence humaine. Aussi, l'« équilibre de la nature », si tant est que cela signifie quelque chose, c'est un équilibre excessivement dynamique qui ne se maintient jamais mais bouge constamment [...] » (Gabrielson, 1950, traduit et cité par Blandin, 2007, p. 35).

Blandin (2007) explique que pour tenter de dépasser ces contradictions, l'état climacique a été appliqué au concept d'écosystème plutôt qu'à « la nature ». Par la même, « le concept en quelque sorte technique de stabilité de l'écosystème va se substituer à celui d'équilibre de la nature, plus idéologique » (Blandin, 2007). Cependant, la dimension temporelle reste absente alors que « toute situation actuelle doit être interprétée en fonction de son histoire » (Blandin, 2007). L'écosystème serait « en permanence à l'équilibre » et lié uniquement au temps cyclique des rythmes saisonniers et reproductifs » (Blandin, 2007). Or « de même que des entités écologiques qualifiables d'« uniformes » ne peuvent représenter que des situations locales particulières dans un contexte plus large d'hétérogénéité, des systèmes se trouvant « à l'équilibre » sont donc des singularités temporelles dans un contexte général de changement » (Blandin, 2007, p. 51).

En arrière plan de ces conceptions, c'est le changement qui est systématiquement négativement connoté. Il faudra attendre l'écologie du paysage dans les années 1980 pour que « les perturbations [acquièrent] peu à peu un statut « positif » » et que « le concept de forêt climacique [par exemple], écosystème uniforme et stable, s'en ... trouve profondément perturbé. En effet, des « catastrophes » telles que tempêtes, explosion de ravageurs, incendies, ont été vues sous un nouveau jour ; récurrentes, elles produisent une structure en mosaïque, où coexistent des unités écologiques correspondant à différents stades de succession, d'où une divergence écologique et spécifique qui serait entretenue par le régime de perturbation. » (Blandin, 2007, p. 45-46). « Ainsi, des systèmes écologiques pourraient être en changement permanent » (Blandin, 2007, p. 47).

Pour Hutchinson *et al.* (2005), il existe d'autres modèles de « non-équilibre » qui soutiennent que plutôt qu'un seul point d'équilibre, il peut y en avoir de multiples. Ainsi dans le cas de processus de dégradation en milieu aride, l'état auquel sont réduits les espèces et le couvert végétal originel et le développement de nouvelles espèces, peut correspondre à un nouveau point d'équilibre, car les relations entre les espèces et les sols ont changé (notamment à cause de l'érosion). Hutchinson souligne que la valeur de « verdissement » de ce nouvel état peut être équivalente à l'ancien. Hutchinson (1996) décrivant un « modèle de désertification » à partir des prairies du Sud-Ouest américain, conclut ainsi qu'il est possible d'atteindre les mêmes niveaux de production primaire avec des plantes différentes qui ont moins de valeur

que les plantes d'origine. Par ailleurs, Westoby *et al.* (1989) et Milton *et al.* (1994) avancent que les modèles linéaires de succession végétale ne sont pas adaptés aux types de changements observés dans les parcours arides et semi-arides.

La référence au climax, et ce point de vue d'une situation initiale vers laquelle on voudrait retourner, est d'autant plus gênante, que fréquemment, la représentation des situations, états des ressources et milieux antérieurs au processus de dégradation, est idéalisée voire erronée comme nous le verrons plus loin. Pour Blandin (2007) « le concept d'« équilibre de la nature » a des racines philosophiques et religieuses anciennes » appuyé sur l'idée « que la nature vierge, non encore défigurée par les activités humaines, révèle « la Création » dans toute sa splendeur ». « L'idéologie de la *wilderness* – ou « idéologie de la nature vierge » - a imprégné et imprègne encore la vision de bien des protecteurs de la nature. » (Blandin, 2007). Les définitions des notions de réhabilitation ou restauration s'appuie sur ces idées et concepts. La restauration est définie par la Society for Ecological Restoration (cité par Aronson *et al.*, 1995) comme « la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique. Le but de cette intervention est de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème ». La restauration s'appuie donc ici sur l'idée de rétablissement d'un « ordre naturel » purement imaginaire la plupart du temps comme on le verra par la suite.

Dans les faits cela passe le plus souvent en zones de parcours arides et semi-arides par une mise en défens (qui indique d'ailleurs combien la composante socio-économique est ignorée) qui s'apparente à une « mise sous cloche » de l'écosystème, en contradiction avec l'idée de restaurer sa dynamique. En effet, les formations steppiques ou de savane des zones de parcours résultent des conditions écologiques locales, mais également de l'action du pâturage ou du feu. Aronson *et al.* (1995) conscients de la difficulté, voire impossibilité de la démarche, proposent d'ailleurs une restauration *sensu lato* se « contentant » d'un « retour à l'un des stades alternatifs stables possibles ou encore à un écosystème simplifié « synthétique » en tant qu'étape intermédiaire ». La réhabilitation implique un « démarrage forcé », l'écosystème n'ayant plus la capacité, comme dans la restauration, de réparer lui-même.

La notion de capacité de charge fréquemment associée aux descriptions des processus de dégradation et de désertification, est également à relativiser.

Cette notion de capacité de charge est une notion théorique difficile à quantifier. Elle s'applique en général à un usage précis et le plus fréquemment par rapport au pâturage, et sur un espace délimité. Pour l'élevage, elle s'exprime en général par rapport à l'unité zootechnique théorique, l'UBT (Unité de Bovin Tropical) en surface nécessaire pour nourrir cette UBT pendant une année ou plusieurs mois, pour une situation climatique donnée (année sèche ou normale ...). On définit une capacité de charge d'équilibre où l'exploitation de la ressource permet son maintien dans son état « normal », et une capacité de charge maximale au-delà de laquelle apparaissent des risques croissants de dégradation. Cette notion de capacité de charge « est conçue par les néomalthusiens comme un rapport figé entre des ressources fixes et une population croissante, alors qu'elle n'a de véritable sens qu'au regard d'un certain état technique, économique et social d'une population considérée, c'est une notion contingente, dynamique. » (Rossi et André, 2006). Cette notion nie « l'évolution historique des rapports hommes / milieux » et la part de « l'irréductible incertitude qui caractérise l'avenir des rapports interactifs entre les sociétés humaines et les milieux dans lesquels elles vivent et dont elles vivent. » (Rossi et André, 2006).

Par ailleurs, souvent dans les zones arides et semi-arides, les espaces et les ressources sont soumis à des multiusages qui rendent difficile cette quantification de cette capacité de charge. Et puis elle ne peut s'appliquer réellement que pour les troupeaux sédentaires et devient plus

que difficile à estimer là où les pasteurs se déplacent constamment avec leurs troupeaux entre des zones hétérogènes de qualité très différente (Mainguet, 1995).

Dans le contexte fréquent d'études incomplètes de ces milieux arides et semi-arides, on comprend que ces valeurs de capacité de charge ne sont souvent que des approximations grossières.

Les seuils d'irréversibilité de la dégradation résultant du dépassement de ces capacités de charge, deviennent alors totalement théoriques également. D'ailleurs, Warren et Khogali (1992) cités par Mainguet (1995), indiquent qu'en zone soudano-sahélienne, « là où, autour des points d'eau, les agrostologues ont vu antérieurement des dommages sévères, des études récentes ont révélé des aires améliorées par les apports de fumures dus au bétail venu des pâturages environnants ».

L'exemple du piémont Sud de l'Atlas saharien, montre bien la relativité de cette notion de capacité de charge. La commune de Aïn Madhi avec un cheptel 10 fois supérieur à celui de la commune d'El Haouita, il est vrai pour un territoire plus grand, mais seulement 3 à 4 fois plus, était caractérisée dans les années 1980 par une charge animale de 0.13 tête/hectare contre seulement 0.05 tête/hectare à El Haouita. Or, les processus de dégradation sont beaucoup plus marqués à El Haouita qu'à Aïn Madhi (Taïbi, 1998). On voit ici que ce sont les facteurs non biophysiques, socio-économiques et culturels de mode de conduite des troupeaux, des pratiques pastorales ..., qui expliquent cette apparente contradiction. Or ces critères ne sont pas pris en compte dans les calculs de ces capacités de charge basés exclusivement sur des critères biophysiques et une relation statique entre nombre d'habitants ou tête de bétail et stock de ressource.

Avec cette notion de dégradation, on part en effet du principe que les formations végétales ou les sols ou l'eau sont considérés et soumis à cet état. Ils sont donc considérés en termes de stock, soumis à des taux optimaux d'extraction. Or, comme l'explique Weber (1995), si les ressources naturelles peuvent l'être, comme l'a théorisé Hotelling (1931), ce n'est pas le cas des ressources que sont la végétation, les sols ou l'eau, car « renouvelables, elles sont soumises à une grande variabilité, à la fois naturelle et d'origine anthropique. De plus, il est peu réaliste de penser une ressource vivante indépendamment des autres avec lesquelles elle interagit au sein d'un écosystème. La logique sur laquelle repose la dynamique de leur exploitation est à la fois une logique de flux et de variabilité. » (Weber, 1995). « La fertilité fournit une illustration du flou sémantique. On parle de « stock de fertilité », et d'utilisation « minière » de la fertilité. La notion de stock ne vaut ici que de façon instantanée, dans la mesure où ce stock peut varier d'un moment à un autre de la même journée, comme à la même heure du même jour de deux années différentes; même en l'absence d'hommes. Quant à la notion d'utilisation « minière », elle est une métaphore dangereuse laissant supposer qu'indépendamment des hommes, le « stock de fertilité » resterait stable ou croissant. » (Weber, 1995).

Bien que pratiques pour conceptualiser la réalité, ces théories sont dangereuses car elles conduisent à tenir les usagers pour seuls responsables des fluctuations d'abondance, contre toute évidence. Ces conceptions tiennent alors « rapidement lieu de représentation du réel dans le cerveau des étudiants ou des gestionnaires. » (Weber, 1995).

Bien que la plupart de ces concepts et notions inadaptées présentés précédemment aient été remis en cause par des scientifiques, la plupart continuent d'être utilisés, mis en œuvre, ou bien, ayant profondément marqué les esprits, restent sous jacents notamment dans les pratiques locales, celles des instances internationales et des ONG ainsi que dans les discours politiques et médiatiques. « Les écologues écosystémistes, avec leur vision d'un système naturel équilibré et harmonieux, ont contribué à fonder une tradition intellectuelle et une culture populaire occidentales largement répandues. » (Golley, 1991 traduit et cité par

Blandin, 2007, p. 39). Malgré les limites argumentées par de nombreux chercheurs, les notions d'équilibre et surtout de climax « est devenu un « allant-de-soi », enseigné pendant des décennies comme une évidence » (Blandin, 2007, p. 38) et qui continuent donc à imprégner profondément les mentalités, notamment au sein des ONG environnementalistes.

2.2- Des conceptions basées sur une opposition récurrente entre nature et société

Une autre limite importante qui apparaît associée à ces concepts, c'est que souvent, les travaux portant sur la désertification ou la dégradation des milieux raisonnent « en termes de séparation, voire de contradiction et de conflit, entre faits naturels et faits sociaux » (Bertrand et Bertrand, 2002). Penser en termes de dégradation, c'est penser assez systématiquement en termes de relations Nature - Société conflictuelles, que les populations soient vues comme victimes ou comme causes des processus à l'œuvre. Pour Rossi et André (2006) « cette conception des rapports dialectiques entre l'homme et la nature est toujours fortement imprégnée dans le monde occidental, c'est-à-dire dans le système de pensée dominant, par l'héritage religieux judéo-chrétien et, plus généralement sémite. De façon manichéenne, l'homme y est opposé à la nature. ».

Cette conception se traduit par exemple par la difficulté à penser que des formations végétales comme la forêt amazonienne, « cet icône de la nature vierge », soit influencées, parfois profondément, par les activités des peuples forestiers » (Blandin, 2007, p. 49). Selon Maranz (2009), la plupart des biologistes et écologues travaillant en zone soudanienne et soudano-sahélienne, continuent à voir les écosystèmes de parcs avant tout comme un assemblage de végétation naturelle (Blench, 2001 ; Wickens et Lowe, 2008). Par contre, les observateurs des sciences sociales perçoivent un rôle beaucoup plus important des sociétés africaines traditionnelle dans les dynamiques de forêts et de savanes (Pelissier, 1980 ; Turner, 2000 ; Duvall, 2003).

Cette mise en opposition assez systématique passe notamment par la stigmatisation fréquente des populations usagères locales accusées d'être les facteurs principaux de la dégradation des milieux et des ressources, et présentées comme prédatrices.

M. Calvet (1997) montre comment dès le début du XIXe siècle se répand en France un discours où « le responsable de ces catastrophes [*ndla* : la dégradation de la forêt méditerranéenne] est, bien entendu, toujours le même, le « paysan » » (Calvet, 1997, p. 243). L'image diffusée est celle d'une forêt fragile attaquée par l'homme (le paysan, responsable présumé de tous les méfaits) et par le feu. Chalvet cite R. Hickel (1924), père de la foresterie méditerranéenne, évoquant « une mentalité uniforme des masses, qu'on pourrait qualifier de mentalité méditerranéenne », « mentalité de bergers » qui « tous ont le même mépris de la forêt ». Ce paradigme semble avoir été appliqué en premier aux pasteurs si on interprète les propos « l'agriculteur comme le pasteur ne peut-il être l'ennemi de l'arbre ? » tenu en 1930 par Ph. Arbos dans un compte rendu d'un ouvrage de Peattie⁸ dans la Revue des Pyrénées et du Sud Ouest sur la région du Conflent dans les Pyrénées. Même discours paternaliste chez Pees (1960) ingénieur des eaux et forêts, écrivant à propos des basques « cet homme « tranquille » est celui-là même qui continue à mener une lutte opiniâtre contre la forêt. » (A. Pees, 1960, p. 381).

Ces perceptions négatives, s'accompagnent également du « refus, souvent dédaigneux » par les gestionnaires, des usages traditionnels des populations locales, comme le note Chalvet (1997) pour le pourtour méditerranéen. Ainsi les forestiers en France aux XIXe et XXe siècles font table rase des pratiques et usages locaux traditionnels. Il s'agit alors pour les forestiers de modifier ces pratiques auprès de la population, et, comme le dit Hickel (1924) de « modifier,

⁸ R. Peattie, 1930, The conflent ; a study in Mountain Geograph, Geographical Review, pp. 245-257.

dans un sens favorable à l'idée forestière, la mentalité des populations ». Ce dénigrement des pratiques locales de gestion des ressources se rencontre depuis assez systématiquement dans la plupart des programmes de lutte contre la désertification ou la dégradation et de reboisement et autres restauration des milieux et ressources, mais également dans les programmes de développement des zones rurales, au Nord comme au Sud du Sahara.

Diffusé sur la rive Nord de la méditerranée par les scientifiques et techniciens et les élites locales soucieuses de préservation de leurs paysages « identitaires », ce discours s'étend et est amplifié en Afrique méditerranéenne et sub-saharienne où la coupure avec les populations locales est accentuée par la situation de domination politique totale durant la période coloniale. Cette perception a profondément imprégné et orienté les travaux et les actions de gestion et d'aménagement des ressources et territoires des pays d'Afrique francophone chez Aubréville notamment. Pour Davis (2012) le « mythe colonial d'un long déclin environnemental de l'Afrique du Nord ... reprochait aux Nord Africains et surtout aux pasteurs, la déforestation et la désertification de l'ancien grenier à blé de Rome après l'invasion arabe du XI^e siècle » (Davis, 2012, p. 207). On retrouve ainsi régulièrement dans les discours des forestiers au Maghreb l'idée du « paysan (et du pasteur) ennemi de l'arbre » par exemple dans la nécrologie consacrée à R.P. Hickel en 1935 dans la revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale reprenant cette antienne ; « Les Arabes, peuple essentiellement pasteur, ennemi de l'arbre » (Chevalier, 1935, p. 307). Boudy (1952), cité par Letreuch-Belarouci (1991), explique ainsi le développement des processus d'érosion dans les zones forestières d'Algérie par le Sénatus-Consulte du 22 avril 1863 de Napoléon III, déclarant les « tribus indigènes » propriétaires de toutes les terres forestières sur lesquelles elles n'exerçaient jusque là qu'un droit de jouissance, ouvrant la voie à des défrichements exagérés. Processus qui par ailleurs ne doit pas être sans fondement dans le contexte de relégation de ces mêmes tribus dans les montagnes suite à leur déguerpissement forcé des plaines colonisées. En Afrique de l'Ouest, Chevalier (1928) prône la création de réserves forestières et de forêts classées pour la « reconstitution des forêts-parcs de la zone soudanienne et de la zone guinéenne, (...) dégradées par les feux de brousse et les cultures transhumantes des indigènes ». Cette prescription sera mise en œuvre par les services forestiers de l'A.O.F., sous la houlette d'André Aubréville (1897-1982), ingénieur puis Inspecteur Général des Eaux et Forêts des colonies dans les années 1920-1940, qui en fut le chef de file. Il est l'un des artisans du décret du 4 juillet 1935 sur le régime forestier de l'A.O.F., qui sera le pivot du code forestier en usage jusqu'aux indépendances, puis dans la plupart des pays indépendants, au moins jusque dans les années 1980. Dans son livre *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*, Aubréville (1949) affirme que l'Afrique tropicale tend vers la savanisation et l'aridification générales, qui sont « l'œuvre persévérante de deux seuls fléaux, le défricheur et le feu ». C'est pourquoi, il assigne aux puissances colonisatrices le devoir de mettre des limites aux « pratiques inconsidérées des feux, des défrichements et de toutes les destructions sans raison valable. Ici, on doit changer de méthode agricole ; là interdire toute culture » (Aubréville, 1947). L'empire colonial britannique est également saisi par les mêmes inquiétudes à la suite des travaux d'Edward Percy Stebbing (1935, 1937), professeur de foresterie à l'Université d'Edimbourg qui alerte la communauté scientifique sur l'empiètement du Sahara qui menace les colonies d'Afrique occidentale (*The encroaching Sahara: the threat to the West African colonies*), accusant alors plutôt les activités humaines, et plus spécifiquement les systèmes productifs traditionnels autochtones (Ballouche et Taïbi, 2014).

On pourrait penser que ces perceptions ont évolué, notamment avec la popularisation du concept de gestion participative qui ne peut plus être dissocié aujourd'hui des politiques de développement local. Il n'en est rien souvent. Il est intéressant de noter que Letreuch-Belarouci (1991), évoquant « l'extension du désert » du Sahara vers les zones steppiques des

hautes plaines qui le borde au Nord en Algérie, indique que « à la faveur des couloirs de transhumance ouverts par les nomades et leurs troupeaux lors des mouvements saisonniers de migration vers le Nord, les vents du Sud s'engouffrent entre les chaînons montagneux entraînant des masses considérables de sable » (Letreuch-Belarouci, 1991, p. 552). Et poursuivant sur l'ensablement des villes de Bou Saada et des environs de Djelfa. Pure spéculation mentale que tout ceci, tout d'abord car les sens de migration des sables dans cette région sont du nord-ouest vers le sud-est (Taïbi, 1998b), infirmant l'idée de l'extension du Sahara et donc le rôle des éleveurs, mais tout à fait illustratif des relents de stigmatisation des populations nomades.

On peut lire également ces perceptions négatives à travers les affirmations par exemple d'un expert occidental cadre de l'UICN (Sournia, 1990), déclarant que « les parcs nationaux commencent à être encerclés par les populations rurales vivant au jour le jour d'une économie de subsistance et le malentendu qui s'est instauré depuis une vingtaine d'années entre l'homme africain et sa nature est en train d'évoluer vers le divorce définitif ». On a là une conception que l'on retrouve à l'origine de la création de l'UIPN, ancêtre de l'UICN, chez son premier secrétaire J-P. Harroy déclarant en 1949 que pour pouvoir étudier les associations naturelles, l'homme « doit préalablement les avoir protégées, c'est-à-dire les avoir, dans des aires appropriées et suffisamment vastes, soustraites aux influences perturbatrices d'origine humaine » (cité par Blandin, 2007, p. 34).

Il me semble également lire sinon le mépris, tout au moins de sérieux doutes sur les capacités des populations locales à prendre en charge la gestion de leurs ressources de manière rationnelle et efficace, à travers ce que je qualifie de réinvention de pratiques locales par les ONG et autres organismes de développement. Qu'est ce finalement que les pratiques de régénération naturelle assistée sinon les traditionnelles pratiques paysannes de sélection des arbres dans les champs ? La régénération naturelle assistée consiste en effet à laisser au cours du défrichement (en saison sèche ou en saison des pluies) un à trois rejets issus des souches des différents arbres et arbustes (entre 80 à 150 pieds à l'hectare) pour qu'ils poursuivent leur croissance (définition récupérée sur un des nombreux sites d'une ONG pris au hasard sur internet. En l'occurrence FIDAfrique).

Les différentes définitions internationales de la désertification ont plus ou moins insisté sur le rôle négatif de l'homme. La première de l'UNCOD (United Nations Conference on Desertification) en 1977 n'y faisait pas mention⁹. La deuxième d'un groupe ad hoc réunit par le PNUE en 1991 stigmatise au contraire les activités humaines¹⁰. La dernière de la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification en 1994, citée précédemment, revient à un compromis entre les différents facteurs causaux et « diminue l'insistance mise précédemment sur l'action de l'homme dans le processus de dégradation » (Cornet, 2002). Mais j'ai déjà précisé qu'il existait encore aujourd'hui deux grands courants de pensée entre les théories du « facteur climatique dominant » et celle assez extrême du « man-made desert », c'est-à-dire basée sur l'idée de facteurs humains principaux dans les processus de désertification et de l'extension irréversible du désert (Le Houérou, 2002).

Cette suspicion assez systématique des populations locales et la disqualification de leurs pratiques et savoirs-faire, s'est traduite sur le terrain par l'imposition de pratiques de gestion (pour le bien des populations) jusqu'au déguerpissement, notamment dans le cadre de la domanialisation de forêts par exemple ou la création d'aires protégées, de la période coloniale

⁹ « La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes » UNCOD 1977

¹⁰ « La dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches, résultant principalement de l'activité de l'homme. Elle intègre un certain nombre de processus qui aboutissent à l'appauvrissement des sols et de la végétation là où l'activité humaine est le facteur principal » PNUE 1991

jusqu'à la période actuelle. Même lorsqu'une gestion dite participative (et elle est souvent de façade comme nous le verrons par la suite) est mise en place dans ces territoires, cela correspond de fait à une dépossession des populations locales de leurs prérogatives de gestion des ressources, jugées inadaptées.

Si certaines grandes ONG comme l'UICN montrent dans leur évolution un changement assez marqué de point de vue, qui s'inscrit dans une dynamique globale concernant les politiques de gestion des parcs et aires protégées en Afrique, passées successivement de « la conservation contre les populations, pour les populations, avec les populations et par les populations » selon Compagnon et Constantin (2000) citant Murphree, rien n'interdit jamais un retour en arrière. L'exemple du Parc national du Diawling le montre clairement avec la Réserve de Biosphère Transfrontalière créée en 2005 dont le zonage vient remettre en question les équilibres trouvés entre protection de l'environnement et activités des populations.

Cette stigmatisation s'est traduite par le déguerpissement des populations à la création d'aire protégée comme dans le Parc National des Oiseaux du Djoudj dans le bas delta sénégalais du fleuve Sénégal en 1971.

Ces représentations négatives des relations société-nature s'expriment également à travers l'usage du facteur démographique, fréquemment cité comme un facteur causal acquis majeur des processus de dégradation des milieux et ressources en lien avec l'accroissement corrélatif des pressions directes sur ces ressources. Cela s'inscrit dans le contexte de revitalisation du malthusianisme dans les années 60 avec notamment l'ouvrage d'Ehrlich (1968) « the population bomb », puis le rapport Meadows « halte à la croissance » (1972) et le rapport de Bruntland (1987) bien que ce dernier soit plus nuancé dans ses affirmations. Cette théorie continue à faire recette bien que toutes les prédictions aient été depuis « démenties par les faits » (Rossi et André, 2006). Pourtant, de nombreux scientifiques ont fortement relativisé cette relation linéaire et simpliste. Ce lien doit en effet être nuancé comme le soulignent Gendreau *et al.* (1996) et Picouet *et al.* (2004). D'autres facteurs sociaux, économiques, culturels, viennent intervenir et parfois interférer. Pour Gendreau *et al.* (1996) il y a fondamentalement un problème de méthode à conclure que l'augmentation du nombre d'habitant est le facteur majeur de dégradation de l'environnement simplement en mettant en parallèle des chiffres de croissance de la population avec des limites de nature diverses (dont la capacité de charge dont j'ai développé les limites précédemment). De faibles densités rurales et une agriculture extensive peuvent également porter atteinte à l'environnement. Et au contraire, il faut attendre une certaine densité de population pour envisager une intensification (Gendreau *et al.*, 1996). Mortimore *et al.* (1993) indiquent que de fortes densités de populations peuvent au contraire être bénéfiques et pas destructrices.

2.3- L'instrumentalisation politique de la protection de la « Nature » et du déclin de l'environnement

L'objectivité des expertises et autres travaux sur la désertification ou de la dégradation des milieux peut également être relativisée du fait que ces thématiques sont fréquemment instrumentalisées à des fins de politique locale ou internationale ou à des fins économiques ou idéologiques.

La période coloniale tout d'abord montre que dans les pays colonisés, les politiques de protection des milieux, notamment forestiers, répondent avant tout à une volonté d'assujettissement et de dépossession des populations locales de leurs ressources naturelles et territoires.

Pour Davis (2012), en Algérie, « tout au long de la période coloniale, le récit décliniste servit trois objectifs principaux : l'appropriation des terres et des ressources, le contrôle social (y compris la fourniture de main d'œuvre) et la transformation de la production de subsistance

en production commerciale » (Davis, 2012, p. 208). La domanialisation d'une partie des terrains de parcours des nomades au Maghreb avec leur intégration dans le domaine forestier ont participé de ce projet. « Le récit décliniste colonial sur l'environnement a facilité l'expulsion des populations indigènes des meilleures terres, ouvrant la voie à l'agriculture coloniale » (Davis, 2012, p. 32). « Le récit environnemental... sert à justifier les lois sur la propriété privée niant les droits des Nord-Africains, à sédentariser les nomades, à développer des schémas de reboisement, à justifier des lois forestières draconiennes. » (Davis, 2012, p. 208). Pour Bayart (1993), cité par Ribot (1999), le discours sur le caractère « vide » et « désolé » de l'Afrique, développé pendant la période coloniale, sert à justifier l'intervention des colons européens comme sauveurs et « développeurs » des peuples « arriérés » de ces terres en marge.

Retraçant l'histoire des parcs nationaux africains, Rodary (2008) rejoint cette analyse en notant que « l'enjeu n'était pas uniquement écologique. Par-delà la formation précoce d'une action publique consacrée aux « espaces naturels », le parc fut avant tout un instrument d'appropriation de l'espace par les puissances coloniales et de pérennisation de ce contrôle par les gouvernements qui ont suivi. Cet affermissement passait par un contrôle interne des frontières de ces parcs vis-à-vis des citoyens, mais également par une inscription dans un cadre international contraignant où l'affirmation du fait étatique s'inscrivait dans un rapport de dépendance économique et politique vis-à-vis d'institutions étrangères ».

C'est le paradigme de Platon qui est régulièrement invoqué dans les pays colonisés pour justifier d'imposer un strict contrôle agronomique de l'usage des terres et des ressources par les services coloniaux (Morris, 1995, p. 19). Platon (380 av. JC) déplorait la dégénérescence de la civilisation grecque et la dégradation des forêts et des sols et suggérait la création d'une cité Etat (Polis) rationnellement construite où un roi philosophe guiderait et dicterait tous les actes, contrant ainsi les mauvaises pratiques des populations.

La période postcoloniale n'a pas remis en cause cet état d'esprit, bien au contraire. Après les indépendances « au Maroc et en Algérie, le récit décliniste fut convoqué par les gouvernements post-coloniaux pour justifier les projets qui privèrent de leurs droits les pasteurs, au nom de l'arrêt de la « désertification » » (Davis, 2012, p.212). Si on peut probablement voire dans ces politiques de substitution de l'Etat-Nation aux structures traditionnelles d'encadrement des territoires et des ressources, jugées archaïques, un objectif de « modernisation » de la société, on peut également les analyser sous l'angle d'une obsession sécuritaire, particulièrement au Maroc, et d'une volonté d'assujettissement de populations nomades considérées comme insoumises (*bled siba*).

Les pratiques de patrimonialisation des milieux « naturels » par la création d'aires protégées grâce au financement des institutions internationales et des ONG de protection de l'environnement se placent dans la même logique. Gagnol (2011) montre comment la notion de désertification « a fourni des arguments pour la « modernisation » des territoires africains en disqualifiant les pratiques locales de gestion du milieu et a contribué à la mise en protection de la nature en Afrique – décidée à l'échelle internationale par les tutelles coloniales ».

La simplicité des théories sur l'impact négatif sur l'environnement des usages des ressources par les populations locales, permet de justifier facilement le contrôle de ces ressources par les Etats coloniaux ou indépendants (Duvall, 2003).

On peut se demander également dans quelle mesure l'exagération des processus de dégradation et de désertification présentés comme cause du « sous développement », ne sert pas à éviter de s'interroger sur les autres causes économiques et politiques de cet état.

La protection de l'environnement peut également servir des intérêts purement économiques lorsqu'elle sert à capter les financements des ONG et institutions internationales par des associations locales ou internationales dans le cadre de projets « cartable » de restauration ou

protection d'écosystèmes. On a tout intérêt alors à dramatiser et exagérer la dégradation des milieux pour justifier leur préservation ou restauration. Il s'agit alors d'être « dans l'air du temps » et d'aller dans le sens des représentations que se font les bailleurs de fonds des territoires et écosystèmes en jeu.

J'ai déjà cité Thomas et Middleton (1993) qui ont montré combien les institutions internationales, par ailleurs principaux bailleurs de fonds des projets de lutte contre la désertification et dégradation, avaient créé « le mythe de la désertification ». Dans un contexte de financement sur appel d'offre, comment croire que ces institutions financent des équipes prônant des idées différentes. Les financements vont donc aux structures qui perpétueront ce mythe et continueront à s'appuyer sur des fondements plus qu'incertains. Il y a donc là de probables conflits d'intérêt entre bailleurs de fonds et chercheurs.

A l'échelle des nations, ces intérêts économiques peuvent se doubler d'objectifs politiques. Mugélé (2013) analyse ainsi la construction en 2008 du siège du Secrétariat exécutif de la Grande muraille verte à N'Djaména au Tchad dans le contexte de retour à la paix et d'appropriation par l'État de la thématique environnementale, « de plus en plus décisive dans les priorités des bailleurs de fonds et les grandes orientations de l'aide au développement. ».

« Au Tchad, depuis 2008, il est formellement interdit d'abattre tout arbre situé sur le territoire national. Cette décision brutale décrétée par le pouvoir central s'accompagne de l'interdiction de production et de commercialisation du charbon de bois. L'objectif affiché de ces mesures est de favoriser le maintien du couvert végétal pour éloigner le spectre de la désertification De fait, l'État tchadien a décidé de privilégier une approche exclusivement environnementale et extrêmement coercitive d'une pratique, la collecte du bois, qui est « symptôme du sous-développement » (Buttoud, 1995). Mais ce choix est légitimé par les opportunités politiques qu'offre la mobilisation des discours globalisés sur l'environnement dans un pays marqué entre 2004 et 2008 par d'importants troubles politico-militaires ayant gravement menacé le pouvoir du président Idriss Déby. » (Mugélé, 2013).

Aujourd'hui c'est le thème du changement climatique qui porte ces représentations de dégradation et de désertification, au sein des organisations internationales comme des Etats ou des ONG.

2.4- La dégradation posée comme postulat de départ

La lecture de la littérature scientifique et les discours des gestionnaires et politiques montre une tendance à poser la dégradation et/ou la désertification comme une vérité première, avant toute analyse, un postulat acquis de départ dans les études sur les régions arides, semi-arides et méditerranéennes. Il est fréquent de trouver des phrases introductives du type « La zone étudiée est soumise à des processus de dégradation ... » ou « La désertification et la dégradation des terres arides constituent un problème d'environnement d'envergure mondiale au même titre que les changements climatiques ... » (Milka, ministre de l'environnement et de l'aménagement du territoire tunisien, préface de l'ouvrage « L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? » de Pontanier *et al.*, 1995), sans que ces assertions n'aient été validées par des travaux de terrain (ou même par télédétection). Lorsque l'objectif est de mettre en évidence ces processus, il ressort que le postulat de départ de l'existence de ces processus de dégradation peut pré-orienter et biaiser profondément les résultats. Ainsi Bennazouz (1994) étudiant les processus éoliens dans les Aurès (Algérie) débute son article en indiquant que « cette étude s'inscrit dans le cadre d'un recherche globale en cours portant sur l'évolution géomorphologique récente et les conséquences sur la désertification à travers l'Atlas Saharien oriental ». Cette désertification n'est pas démontrée par la suite, car ce n'est pas l'objet du travail. Cependant cela sous entend que la dynamique éolienne ne peut que traduire une dégradation des milieux alors que ce n'est pas forcément le cas. Cette posture de recherche est

également assez patente dans les travaux basés sur l'utilisation d'images satellites utilisant notamment les indices de végétation comme je le montrerai par la suite.

Finalement, avec le recul, mes investigations durant ces années n'ont pas fait exception ; il s'agissait non pas de démontrer la réalité ou non de l'existence de processus de dégradation, posés comme allant de soi, mais en révéler leurs modalités et rythmes de développement ainsi que les facteurs en jeu. Or, l'exemple malien du Pays dogon est venu confirmer que le postulat initial de dégradation, admis par la communauté scientifique et les gestionnaires (d'Etat et ONG), était beaucoup moins évident qu'à priori. Au contraire de l'attendue diminution de la couverture végétale, véhiculée dans la littérature scientifique comme « grise » et par le discours des gestionnaires-aménageurs locaux et la population même, des suivis diachroniques par télédétection aérienne et satellitaire ont révélé une augmentation du nombre et de la densité des ligneux malgré les cycles de sécheresse des années 1970 à 1990 (Taïbi *et al.*, 2011a et 2011b).

Ce n'est donc pas tant que ces processus décrits n'existent pas, c'est la systématisation de l'application des notions de désertification ou de dégradation qui pose problème. Il est en effet fréquent de voir repris cette antienne de la désertification ou dégradation sans vérification aucune. Les processus seraient tellement une évidence qu'ils se passeraient d'arguments de validation et il serait même saugrenu de s'interroger.

Ce postulat s'appuie sur un second qui est que les zones arides sont nécessairement constituées d'écosystèmes fragiles et donc hautement susceptibles à la dégradation et à la désertification (Thomas et Middleton, 1994).

Par ailleurs, ces affirmations s'appuient aussi sur des données puisées dans la bibliographie elles-mêmes fortement biaisées par le même présupposé de base. On fait ainsi beaucoup référence à des données statistiques récupérées auprès des organismes internationaux (ONU, FAO, Union européenne, Banque mondiale ...) réputés pour leur sérieux. Pourtant, Ozer (2004), par exemple, démontre que les données statistiques fournies par la FAO sur le déboisement sont « incohérentes et très imprécises ». Or, ce sont ces données qui sont utilisées régulièrement pour attester l'impact de la collecte du bois de feu sur les processus de désertification, et en fait argumenter l'existence de cette désertification sans réelle validation.

Les quantifications des mangroves en milieux tropicaux humides montrent les mêmes imprécisions. En réalité, ces chiffres sont à prendre avec prudence. En effet, pour Faramalala *et al.* (2008), ces données peuvent varier selon les méthodes utilisées pour la quantification et la définition des mangroves choisie. Comme le précise Cormier-Salem (1999), les définitions de la mangrove ne sont pas toujours explicites, et « le terme mangrove désigne non seulement un arbre ou une formation végétale, mais aussi un marais maritime tropical, un écosystème littoral forestier ou aquatique, un système à usage multiple, un paysage amphibie, etc. ». Cette difficulté à définir l'objet relativise les quantifications à échelle globale comme locale. Il y a notamment une confusion régulière entre les peuplements de ligneux eux-mêmes et leur habitat.

Benjaminsen (1993) a démontré par ses investigations de terrain dans le Gourma malien combien les présupposés de l'impact de la collecte de bois de feu sur la dégradation des forêts et sur la désertification, assenés partout dans cette région, peuvent être faux. Sur la base d'un travail de terrain empirique, il montre très clairement que le bois collecté provient d'arbres morts, et que ces processus ont été mis en avant dans cette région par les services maliens des Eaux et Forêts pour pouvoir mettre en œuvre leur politique de « harcèlement des ruraux pauvres » de cette région.

La recension bibliographique réalisée par Davis (2012) montre également que les statistiques des surfaces forestières au Maghreb de Boudy (1955 et 1958), estimées comme fondées par la communauté scientifique, sont très régulièrement reprises pour servir de base à l'évaluation du recul des forêts dans cette région. Or, « ces estimations doivent cependant être maniées

avec précaution car Boudy déduisait l'extension des anciennes forêts des cartes de la végétation potentielle et ne prenait pas en compte les repousses dans ses calculs » (Davis, 2012, page 293). Aujourd'hui, ces statistiques de Boudy « sont fréquemment citées dans les projets des nations Unies ainsi que dans les documents d'autres institutions environnementales internationales et ONG » « notamment dans un rapport de l'UNFAO sur les ressources forestières dans les régions méditerranéennes de 1994 incluant des calculs sur les « aires forestières potentielles actuelles » » (Davis, 2012, p. 217 et p. 298).

D'ailleurs, pour Thomas et Middleton (1993), les bases sur lesquelles s'appuient le discours diffusé par l'ONU que la désertification affecterait 1/3 des terres du globe, sont au mieux inexactes et au pire rien de plus que des spéculations¹¹. Je développerai plus loin les limites de ces estimations des surfaces touchées par la désertification (GLASOD et ICASALS comme Atlas de la désertification de l'ONU) qui sont pourtant très abondamment citées dans la bibliographie et sur lesquelles s'appuient nombre de politiques de lutte contre la dégradation et la désertification.

Dregne (1998) s'étonnait également qu'en 1995 lors de la « Convention to Combat Desertification », aucun des 100 pays ayant participé à la préparation de la convention, n'avaient fourni d'informations sur l'extension et la sévérité des processus de dégradation sur leur territoire. La position spécifique des pays africains à cette convention se basait donc uniquement sur les surfaces de zones sèches, la pauvreté, le faible niveau des infrastructures gouvernementales et les difficultés socio-économiques. En réalité, il s'inquiétait que dans tout le document du CCD (71 pages), il n'y ait qu'une seule référence à une étude sur la mise en évidence de la dégradation. Ayant eu lui-même à réaliser une étude sur l'évaluation de la dégradation par pays pour l'UNEP en 1992, Dregne (1998) avait été confronté à « l'abysmale pauvreté des bonnes données sur la dégradation des terres et des sols ». En 1985, Stocking citait également seulement 200 expérimentations contrôlées sur les effets de l'érosion hydrique sur la productivité des sols. Depuis, elles sont plus nombreuses, mais de taille réduite et concentrées sur quelques pays seulement. Le manque est encore plus flagrant pour les expérimentations terrain sur l'impact de l'érosion éolienne, la salinisation, la compaction des sols et sur la productivité (Dregne, 1998), tous processus cités sans cesse dans les exemples de dégradation ou de désertification.

Les assertions péremptoires de désertification ou de dégradation et leurs supposées conséquences en termes de « perte de productivité », ne sont donc souvent que pure spéculation mentale pour différentes raisons que je développerai par la suite.

En réalité souvent ce sont de simples estimations de l'extension globale de la désertification, fournies notamment par les organismes internationaux comme éléments de cadrage des politiques d'actions, qui sont présentées comme des faits, « quasiment gravés dans le marbre » (Thomas et Middleton, 1993).

Cela veut donc bien dire que la plupart des travaux sur ces processus, et, en aval, des programmes de lutte contre la dégradation et la désertification, ne s'appuient finalement que sur des présupposés non étayés. Cela hypothèque d'ailleurs fortement leurs chances de réussite comme nous le verrons plus loin.

Chacun reprend donc à son compte les assertions des précédents, sans réelle validation terrain mais avec toutes les certitudes d'une vérité mainte fois entendue et ressassée et attestée par des autorités légales dont on ne peut douter de la fiabilité et du sérieux.

Je prendrais quelques exemples parmi la multitude traitant de ces sujets, tout à fait typique de cette démarche de répétition sans vérification. Ainsi le travail de Diallo *et al.* (2008 et 2011) sur la réserve de Fina dans la boucle du Baoulé au Mali. Les auteurs montrent une progression des zones agricoles en périphérie de la Réserve au détriment de la savane arborée et un

¹¹ « The bases for such data [ndla : desertification affects one third of the world's land area] are at best inaccurate and at worst centred on nothing better than guesswork » Thomas et Middleton (1993)

processus important de création de savane arbustive qu'ils présentent comme une « dégradation du milieu ». Ils incriminent « l'irruption frauduleuse, multiple, et répétée de l'homme, l'exploitation du bois d'œuvre, la transhumance (coupes et mutilations des ligneux fourragers) » sans vraiment l'argumenter, puisqu'ils ajoutent que ces facteurs « pourraient expliquer ce phénomène ». En réalité ils se fient uniquement à un rapport d'expertise pour l'UNESCO d'Albignac *et al.* (1998) ainsi qu'à un précédent travail de Faye *et al.* (2008) qui lui-même portait sur le Sénégal (surprenant, mais qui montre bien les extrapolations), indiquant que « la coupe abusive de bois a déjà été révélée comme un facteur important dans la dynamique régressive des ligneux ». Ils concluent par « Nos résultats corroborent l'idée très répandue de l'aridification du climat dans les régions sèches et l'opinion généralement admise selon laquelle la pression anthropique sur les ressources ligneuses s'aggrave sans cesse, notamment en région soudanienne et sahélienne. » Or ces processus ressemblent beaucoup à ceux que j'ai pu mettre en évidence en Pays dogon au Mali que j'analyserais de manière très différente plus loin, et qu'il est difficile de qualifier de dégradation.

Le rapport de l'évaluation intégrée des écosystèmes de la région de Mopti (2009) commanditée par le ministère de l'environnement et de l'assainissement du Mali dans le cadre de l'Initiative pauvreté – Environnement, est également caractéristique de la démarche adoptée dans ces travaux menés par « une équipe constituée d'un coordonnateur national, expert en développement durable, et de quatre autres experts [...] assistée par un expert international recruté par le PNUE ». Le rapport commence par assener la classique litanie des milieux dégradés : « Les formations forestières et les parcours pastoraux de la région sont dans un état de dégradation accentuée à cause des périodes de sécheresse qui durent depuis des décennies. Ils ont subi une modification profonde à cause de l'insuffisance de pluies et de la baisse des crues. A ces facteurs, il faut ajouter la forte pression de l'homme caractérisée par les feux de brousse, le surpâturage, la mise en valeur agricole des espaces jadis à usage exclusivement pastoral, la coupe abusive du bois et le braconnage. ». Puis il pointe pour la zone du Séno-Bankass une problématique majeure de « dégradation des formations végétales et des sols et d'érosion du sol ». In fine, les conclusions alarmistes de l'évaluation environnementale ne s'appuient que sur l'utilisation de quelques compositions colorées d'images Landsat ETM7 de 2006 (octobre et décembre) non corrigées radiométriquement et sur des enquêtes auprès des acteurs locaux dont on perçoit le caractère très orienté par les questions clés débutant par des assertions du type « Il est bien connu que les écosystèmes de la région de Mopti sont fortement dégradés. ». Par ailleurs, ils calculent un différentiel entre les stocks disponibles et la demande de bois énergie, qui leur permet de conclure que « la région est donc en train d'entamer actuellement ses réserves de bois vert » sur la base d'un « capital ligneux de 34 000 000 m³ et une productivité de 0,36m³/ha/an » alors que les experts ne se sont en réalité intéressés vraiment qu'aux forêts classées et visiblement pas du tout aux ressources d'arbres hors forêts qui constituent pourtant dans cette région l'essentiel de la biomasse ligneuse d'après mes propres travaux.

Dans cette même région, Banga (2003) décrivant « l'environnement naturel des dogon » au Mali, s'alarme du fait « que l'épuisement du sol se déroule plus vite que son rétablissement naturel. L'érosion du vent va s'emparer de ces sols et la désertification de ces zones est imminente ». Il ajoute, reprenant sans recul le discours général ressassé sur ces régions, que « une population croissante est considérée souvent comme la cause principale de désertification dans ces régions arides ».

Je ne prendrais pas d'autres exemples, car pour l'essentiel, la littérature adopte la démarche de ceux-ci.

Ces travaux montrent à quel point les études scientifiques traitant de la question peuvent être également subjectifs et leurs résultats totalement biaisés par ces postulats qui ne sont finalement que des idées reçues.

La lecture du passé, même récent, se réalise à partir du présent et à partir du filtre du présent. Or celui-ci est marqué par l'idée bien ancrée que le XXe siècle et sa deuxième moitié notamment, est sous le sceau de la désertification et la dégradation des milieux et des ressources. Ce passé, et les évolutions jusqu'à aujourd'hui, sont donc vus à travers ce prisme déformant. « Le passé est construit à partir du présent, qui sélectionne ce qui à ses yeux, est historique ... » (Morin, 2007, p. 13).

Chalvet (1997) montre combien malgré les évolutions de la société aux XIXe puis XXe siècles, le « discours sur la forêt méditerranéenne ne s'adapte pas toujours. Il se répète et s'alimente des mêmes arguments : la dégradation des surfaces forestières, le poids de l'élevage, les méfaits du feu avec, en contrepoint, la nécessité de la protection des peuplements et du reboisement. De nos jours, certains aspects de cette évocation restent encore ancrés dans l'opinion publique et même chez certains spécialistes » (Chalvet, 1997, p. 249). Elle indique combien les représentations de la forêt méditerranéenne se fondent sur des postulats chargés d'émotions et posés comme des évidences immuables.

Il n'est que d'écouter ou lire aujourd'hui les discours et d'y retrouver les mêmes tournures de phrases, les mêmes termes maintes fois répétés pour se convaincre de cela. Les images diffusées dans les médias à l'occasion de chaque nouvelle sécheresse et son lot de conséquences dramatiques sont également très illustratives. Le même sol craquelé par le manque d'eau sur lequel un personnage, un enfant en général, au visage émacié par la faim et au regard hagard comme une supplique, alimentant (et alimenté) par là même un catastrophisme généralisé qui finit par s'appliquer indistinctement à toutes ces régions arides, semi-arides et méditerranéennes.

M. Cohen (2009) indique que « le retournement d'image des paysages méditerranéens » est resté incomplet malgré les travaux scientifiques de Naveh (1998), Grove et Rackham (2000) ou Alexandre (2001) par exemple, qui sont venus relativiser les caractérisations systématiques de dégradation. Les « études européennes à connotation ... alarmistes ... publiées sur la « désertification méditerranéenne » (Geeson *et al.*, 2002) persistent (Cohen, 2009).

Il est intéressant de voir également comment les populations locales ont fini par intégrer également ce discours sur la désertification notamment, diffusé par les ONG ainsi que les administrations à chaque projet local.

On retrouve ainsi fréquemment le champ lexical utilisé par ces ONG dans les réponses, formatées, aux enquêtes sur l'évolution des paysages en Pays dogon. L'image véhiculée par les ingénieurs ou les ONG prend le dessus sur les réalités concrètes, allié au poids des moyens financiers associés aux projets développés.

2.5- Catastrophisme

L'instrumentalisation politique et économique couplé à la méconnaissance des processus à l'œuvre, alimente un certain catastrophisme qui transparaît à travers l'écoute et la lecture des discours ambiants sur la désertification et la dégradation des milieux et des écosystèmes, qui sont fréquemment fortement dramatisants.

La littérature grise des discours politiques, des instances internationales (ONU, FAO, Union européenne, Banque Mondiale, ...) ou des ONG, comme scientifique, montre des accents très catastrophistes lorsqu'elle évoque les processus à l'œuvre dans les régions arides et semi-arides. Ainsi en 1987, l'UNEP utilisait-elle l'image d'une bombe à retardement pour alerter sur le problème de la désertification dans le monde.

C'est surtout à partir des années 1980 que la notion de « crise environnementale » devient courante et aujourd'hui un cliché « sans réelle preuve » (Barrow, 1991). Il est d'ailleurs intéressant de noter que malgré cette relativisation, cet auteur dont l'ouvrage « land degradation » de 1991 est probablement le plus cité de la littérature sur la désertification et la

dégradation, le débute par un tableau très dramatisant de ces phénomènes : « Much of the Earth is degraded, is being degraded or is at risk of degradation ». Assertion tout à fait sensée pour un géomorphologue raisonnant à échelle géologique, mais qui peut être très mal interprétée par le profane et qui prend ici une toute autre signification.

Ces accents dramatisants se retrouvent très rapidement après « l'invention » du terme dans les années 1920, notamment dans les articles « catastrophistes de Stebbing¹². A la suite d'une mission sur le terrain dans le nord de la colonie du Nigéria, l'ancien chef du service forestier en Inde prédit rien de moins qu'une « annihilation totale de la végétation et disparition de l'homme et de l'animal » par l'avancée du Sahara vers le sud » (cité par Gagnol, 2011).

Aubreville en 1937 parle de « la transformation de l'Afrique occidentale en une immense savane nue, vraisemblablement impropre à la culture et à l'habitat humain ».

Ces tableaux très dramatisants perdurent toujours. Ainsi Letreuch-Belarouci (1981) décrivant les régions de l'Atlas saharien en Algérie objet du programme de reboisement du « barrage vert », il est vrai en employant fréquemment le conditionnel : « Dans la très grande majorité des stations, toute végétation naturelle a disparu : les formations climaciques et paraclimaciques incendiées, pâturées, maltraitées de multiples façons ... ». En 2014, Yamita Hassane, directeur général du Fonds spécial en faveur de l'environnement (FSE), « estime que le désert avance d'environ 1 kilomètre par an. ».

Ces visions catastrophistes s'ancrent sur celle de la « spirale infernale » du malthusianisme adapté à l'environnement de manière générale. « C'est le fameux « cercle vicieux de dégradation » ou « population / environnement nexus » des anglophones, dans lequel une population de plus en plus nombreuse est contrainte d'exercer une pression toujours plus grande sur un milieu dont « la capacité de charge » est finalement dépassée, entraînant ainsi la population et le milieu dans une spirale infernale où la paupérisation et la dégradation du milieu se nourrissent l'une de l'autre. » (Rossi et André 2006). Malgré les « démentis par les faits », ces visions restent encore aujourd'hui très présentes dans les discours dominants et diffusées par les médias. C'est le cas dans l'ouvrage de Dreschel (2001), prônant l'idée que les zones semi-arides d'Afrique, particulièrement les zones de parcours, sont enfermées dans une spirale néo-malthusienne de dégradation irréversible et incontrôlable (Reed *et al.*, 2006). Dans son dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, F. Ramade (2002) à l'item « ressources », consacre plus d'un tiers de son développement à une présentation de la dégradation de ces ressources renouvelables incluses, l'associant étroitement à l'explosion démographique, et dans des accents très catastrophistes avec des termes comme « éradication », « anéantissement », etc.. On retrouve également très fréquemment dans la littérature l'emploi de termes comme « fléau ».

Banga (2003) s'alarme à propos de la plaine du Séno en Pays dogon, du fait que « la croissance démographique va tellement augmenter la pression sur le *oru*¹³ que l'épuisement du sol se déroule plus vite que son rétablissement naturel. L'érosion du vent va s'emparer de ces sols et la désertification de ces zones est imminente ». Scénario déroulé en pure spéculation si on se réfère à nos observations de terrain qui montrent que la déflation éolienne ne peut être généralisée ainsi dans la plaine du Séno et qu'elle est au contraire extrêmement localisée sur le front des dunes au contact avec la dépression périphérique au pied de la « falaise » de Bandiagara.

Représentations toutes subjectives que ces descriptions catastrophistes.

Ce catastrophisme ambiant s'explique pour Le Poulichet (1991) pour qui « le terme « catastrophe » constitue probablement un signifiant essentiel de notre époque ».

¹² Stebbing E.P., The Encroaching Sahara : The Threat to the West African Colonies, The geo. J., 1935, 6, p. 506-519.

Stebbing E.P., The threat of the Sahara, J. of the Royal Afr., Soc. 1937, 145, p. 3-35.

Stebbing E.P., The Man-made desert in Africa, Afr. Affairs, 1938, 146, p. 1-40.

¹³ ndla : le *oru* correspond à la brousse selon Banga

Pour Le Poulichet (1991), « la représentation de la catastrophe agit ... comme un « praticable » pour la pensée ». C'est une manière d'arriver à appréhender une réalité extrêmement complexe et effectivement souvent traumatisante si on se réfère aux conséquences de la sécheresse de 1973-74 au Sahel, surmédiatisée et dont l'impact mondial a fortement marqué les esprits, et de tenter d'y apporter une réponse. Pour Borsinger (2007) également « sur la scène internationale, la catastrophe donne l'illusion de resserrer des liens distendus : pendant un instant, sa dramaturgie rend, par la grâce de l'image omniprésente, le monde de l'autre soudain moins opaque et donc plus accessible à l'intervention réparatrice ». Mais on peut ajouter que « la jouissance au catastrophisme sert parfois une certaine indigence des analyses » (Le Poulichet, 1991). Or on a vu précédemment combien peu de pays avaient effectivement réalisé une évaluation fiable et complète des processus de dégradation qui affectaient leur territoire. Chalvet (1997) expliquant la transformation radicale de l'image de la forêt méditerranéenne au XIXe siècle en France, ajoute que le discours qui se développe alors met en avant un ton inquiet et alarmiste où « la déforestation devient alors une véritable boîte de Pandore qui permet d'expliquer tous les dérèglements de la nature ».

Le Poulichet (1991) ajoute que ce catastrophisme peut également servir « la prospérité d'un discours religieux ». On pourrait compléter que cela peut servir aussi une certaine « charity business » de certaines ONG et leurs antennes locales en Afrique particulièrement, ou des intérêts politiques comme vu précédemment.

Expliquant les fondements imaginaire de la représentation catastrophiste de l'évolution de l'environnement au XXe siècle, Le Poulichet (1991) souligne que « il ne faudrait pas en conclure naïvement que les risques relatifs à l'environnement n'existent pas et ne sont pas dignes d'intérêt, mais c'est plutôt le brutal catastrophisme les concernant qui paraît irrationnel et qui probablement résulte en partie d'un effet de déplacement [d'autres] enjeux du vivant », c'est-à-dire, d'après cette auteure, « une crise symbolique des représentations de la mort et de la procréation dans un contexte d'évolution technologique extrêmement rapide ».

Bien sur, ce catastrophisme concernant ces processus de dégradation ou désertification, prend racine dans le terreau de catastrophes réelles comme le Dust Bowl des années 1930 aux Etats-Unis ou la sécheresse de 1973-74 et ses dizaines de milliers de victimes au Sahel, cependant, « même si tous les chercheurs en sciences de la nature sont loin d'aborder unanimement les menaces écologiques sous la forme de catastrophes inéluctables, c'est pourtant bien en ces termes que l'évènement touche l'opinion publique » (Le Poulichet 1991). On est en présence d'une catastrophe annoncée par des faits évidents qui ne peuvent être contestés à partir du moment où elle est démontrée par une « expertise scientifique » réputée sérieuse et solide.

Le Poulichet (1991) s'interroge également sur le fait que « dans l'actualité quotidienne relayée par les médias, la figure de la catastrophe ne tend elle pas à devenir le paradigme de tout évènement mutatif ? ». Ce sentiment impliquerait une peur systématique de tout changement, même des seuls paysages. Pour Blandin (2007), le contexte idéologique de création et de diffusion par les chercheurs en écologie et relayé par les politiques et instances internationales de « l'idée d'un « équilibre global de la Nature », d'un *equilibrium world*, déclinée en « stabilité des écosystèmes » dans la deuxième moitié du XXe siècle, explique probablement « que les perturbations soient généralement considérées comme des catastrophes » (Blandin, 2007, p. 42). Il poursuit en précisant que « imputés aux activités humaines, les changements globaux sont ressentis comme des déséquilibres, des détériorations d'une situation antérieure meilleure : le « changement » est négativement connoté. », « les perturbations sont généralement considérées comme des catastrophes en raison d'un contexte idéologique particulier, celui d'un désir de stabilité, de permanence de notre environnement » (Blandin, 2007, p. 43 et p. 42).

Cette dramatisation est également liée à une mauvaise prise en compte des temporalités des processus à l'œuvre et celles de leurs facteurs et conséquences. En effet, « la catastrophe, dite

naturelle, et la crise, dite sociale, peuvent conduire au catastrophisme si on ne les replace pas dans leurs temporalités spécifiques » (Bertrand, 2002). Penser en termes de dégradation, c'est en effet penser sur le court terme alors que les processus à l'œuvre, notamment les choix de gestion, peuvent, et doivent, être eux pensés sur le moyen ou le long terme (construction d'un parc agroforestier pour la gestion de la fertilité des sols ...).

Ce climat ambiant dramatisant masque totalement tout un pan des problèmes pour ne mettre en lumière que les aspects les plus catastrophiques. Thomas et Middleton (1993) notent ainsi que lorsqu'un événement aussi émouvant qu'une famine se déroule, l'identification des causes est toujours secondaire pour attaquer le problème. Ces approches dramatisantes à outrance sont alors surtout « stérilisantes » car connotées négativement. En se focalisant sur certains éléments du « problème », et en occultant d'autres, elles passent alors à côté des problèmes réels.

Ces dernières années, la désertification et la dégradation des milieux et des ressources sont de plus en plus fréquemment associées à la thématique du changement climatique global. Ce débat étant au devant de la scène depuis les années 1990 notamment (avec Rio 92 ...), l'attention portée de l'opinion publique mais aussi des Etats et du secteur industriel, se transfère inévitablement sur eux.

2.6- Un état initial idéalisé ou fantasmé

Les notions de dégradation et de désertification qui font référence à des éléments biophysiques précis des milieux et écosystèmes comme les sols, la végétation ou les organismes vivants, sont progressivement employées, plus particulièrement la dégradation, pour désigner des évolutions ou des changements, des paysages, par exemple lors du Séminaire international de Dakar de novembre 1988, sur la "Dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest". Or, il n'existe pas d'outil à proprement parler pour évaluer cette « dégradation des paysages » comme on peut le faire pour un écosystème ou un milieu. Cela souligne justement le caractère très subjectif que peuvent prendre ces descriptions de la dégradation. En réalité s'il y a effectivement souvent une réalité matérielle de dégradation physique (déstructuration des sols, perte de biodiversité végétale ou animale ...), ces caractérisations sont en général plutôt fondées sur des représentations des paysages qui ne s'appuient pas sur ces réalités matérielles, mais profondément culturelles et souvent idéalisées. La désertification ou la dégradation décrite ne correspond souvent qu'à une lecture du paysage chargée des filtres culturels de l'observateur ainsi que de toutes les images catastrophistes et idées reçues présentées précédemment et qui imprègnent aujourd'hui l'esprit de la plupart de nos contemporains.

La nature « dont la vision actuelle dérive du jardin d'Eden » est perçue comme « belle, bonne, fragile et en harmonie. L'action de l'homme est elle perçue « comme génératrice de déséquilibre, destructrice, négative. » (Rossi et André 2006).

Le chercheur ou gestionnaire natif de la région étudiée, verra dans les transformations des paysages de son enfance une perte irréversible de l'innocence de cette période qu'il associe à la pureté des paysages idéalisés. Mariko K.A. (1996) débute ainsi son ouvrage « la mort de la brousse. La dégradation de l'environnement au Sahel », par une description de son enfance et sa découverte émerveillée de la brousse à Kournawa au Niger, village de son grand-père, à la fin des années 1920. Il poursuit ensuite en relatant ses observations aux accents très dramatiques un peu partout en Afrique à partir de ses divers postes au Service des Eaux et Forêt notamment. Il s'inquiète ainsi depuis Ansongo au bord du fleuve Niger de 1940 à 1943, de « toutes les formes de dégradation de l'environnement sahélien », décrivant pêle-mêle « les facteurs écologiques comme les vents, la sécheresse, les différentes formes d'érosion des sols, l'ensablement des pâturages, des points d'eau, des terres agricoles, l'avance des dunes de

sable, et les facteurs humains comme le surpâturage, le déboisement, les feux de brousse, les mises en culture de terres marginales, combinant leurs actions destructrices, précipitèrent la mort de la brousse ». Bref, on perçoit à travers ce qui est présenté comme des descriptions objectives, basées sur des années de pratiques de terrain dans toute l'Afrique de l'Ouest, une certaine idéalisation des paysages perdus de l'enfance, et, comme responsable de services Eaux et Forêt, une idéalisation de la forêt, dont les descriptions magnifiées sont fréquentes tout au long de l'ouvrage.

Les paysages étant des constructions sociales issues de systèmes de représentation religieux, économiques, culturels, etc., ils peuvent donc être considérés comme identitaires, patrimoniaux, par un groupe (socio-économique ou d'âge, etc.) qui en reconnaît l'importance, et sans intérêt voire comme une contrainte par un autre groupe. Selon les rapports de force en présence, ce sera l'une ou l'autre de ces représentations qui sera favorisée ou écartée. Les paysages de forêt sont particulièrement illustratifs de ces représentations divergentes entre acteurs des territoires.

2.6.1- La forêt idéalisée. Un parti pris idéologique pour la forêt

Dans ces imaginaires des paysages perdus, dégradés, la forêt est en général l'élément qu'il faudra restaurer. On est en effet confronté, en régions soudano-sahéliennes et méditerranéennes à une survalorisation de la forêt dans les descriptions des états antérieurs à la dégradation ainsi que dans les programmes de lutte contre la dégradation et la désertification et de restauration. Or, l'exemple du domaine méditerranéen montre combien ces représentations des paysages forestiers peuvent être culturellement idéalisées et chargées d'a priori sur les processus dynamiques qui les animent.

Les travaux de Chalvet (1997) sur la forêt méditerranéenne sont illustratifs à cet égard. Elle montre que la représentation en France de la forêt spécifique au pourtour méditerranéen a évolué et n'est donc pas figée. Elle décrit comment la représentation mentale des forêts méditerranéennes est passée de la fin du XVIII^e siècle au XIX^e siècle d'une image idyllique « terre d'abondance ornée d'une riche végétation » reflétant « un regard empreint des grandeurs et des beautés des civilisations grecques et romaines » à une perception d'une forêt dégradée « maigre spectacle en comparaison des riches feuillages [des] forêts du Nord » (A. Young, agronome anglais, voyageant dans le midi de la France en 1792, cité par Chalvet, 1997). Cette représentation forgée sur la comparaison a été diffusée notamment en France par le corps des forestiers qui à partir de 1801 sont formés, pour tout le territoire, à Nancy, où ils se construisent une connaissance des forêts quasi exclusivement basée sur l'exemple des hautes futaies du Nord de l'Europe. Dans le sud de la France, ces agents recrutés jusque là localement en domaine méditerranéen et donc familiers de ces paysages qu'ils avaient à gérer, en avaient une toute autre image. En Italie où les forestiers sont formés à Florence, en région méditerranéenne, l'image des paysages méditerranéens forestiers est également beaucoup plus positive (Fourault-Cauët, 2007).

La notion de dégradation appliquée en France de manière systématique aux forêts méditerranéennes est donc toute subjective et ceci même si les pratiques sylvicoles des forestiers en France aux XIX^e et XX^e siècles, ont fini par se détacher « des archétypes du Nord de l'Europe » du fait des particularités identifiées des milieux méditerranéens (Chalvet, 1997).

Même si Chalvet note à travers les comptes rendus des nombreuses missions des forestiers en Méditerranée dans la revue des eaux et forêts au XIX^e siècle, des analyses fouillées de ces milieux nouveaux pour ces forestiers, et leur prise de conscience de la difficulté d'appliquer les méthodes enseignées à Nancy, ils se forgent et diffusent un discours et une vision de ces milieux et de leur dynamique d'évolution très orientée. « Les notables et les forestiers

fabriquent l'image d'une forêt méditerranéenne idéalisée, une forêt ancienne climacique, totalement adaptée aux conditions physiques locales. Une forêt qu'il faut reconstruire, une forêt qu'il faut bien sur retrouver ». (Chalvet, 1997, p. 245). En effet, « cette image de la forêt dégradée et affaiblie par l'homme, [est] associée à l'image d'une nécessaire action de protection ou de reboisement ». Cette idée est encore très présente chez les forestiers français dans les années 1960, comme chez Pees (1960), ingénieur des eaux et forêts, pour qui, parlant des Pyrénées orientales, « le Basque doit revenir à l'idée forestière » (Pees, 1960, p. 382).

Ces représentations ont été transposées au Sud de la méditerranée et en Afrique subsaharienne pendant la période coloniale, par Aubreville par exemple qui a été en poste au Nord comme au Sud du Sahara. « Fidèle à la tradition de l'École forestière française, partout il recherche les peuplements homogènes, ou presque purs, et les formations fermées, modèle idéal du forestier français. » (Bergeret, 1993). Selon Aubreville, « tous les immenses boisements de savanes de l'Afrique sont le résidu d'une dégradation lente et qui se poursuit opiniâtrement, d'anciennes forêts tropicales » (Bergeret, 1993). Or, Fairhead et Leach (1996) ont démontré en Guinée dans la région de Kissidougou que les terres qualifiées de dégradées par déforestation par les colons européens puis les forestiers européens et africains, n'ont en réalité jamais été couvertes de forêts. Les quelques forêts existants dans les zones de mosaïques forêt-savane de cette région sont, au contraire, des créations des populations (Ribot, 1999).

Cette survalorisation de la forêt en Afrique de l'Ouest est également liée à l'idée que « la forêt augmenterait le potentiel précipitable de l'atmosphère et la déforestation réduirait fortement les pluies » (Ballouche et Taïbi, 2014). Ainsi l'exprime Aubréville (1949) : « Il est (...) certain, bien que le fait soit difficile à prouver expérimentalement, que la forêt a une influence sur le climat général lui-même, au point de vue de la pluviosité ».

Pour le domaine méditerranéen, Chalvet (1997) explique que suite à l'image négative des formations végétales de ces milieux forgée par les forestiers, le reboisement est alors préconisé comme solution universelle et panacée, façonnant « le mythe d'un âge ancien où l'on trouvait encore « d'antiques et majestueuses futaies. » (C.H. De Ribbe, 1857, p. 32). ».

Il n'est pas anodin que le terme de désertification ait été créé par un forestier Lavauden (1927) pour décrire l'appauvrissement et la dégradation de boisements du Sud tunisien. En Algérie, la Ligue pour le reboisement, fondée dans les années 1880 par le docteur Trolard, tient « un discours lyrique sur l'utilité des forêts, leur action déterminante sur le climat, le régime des eaux, les vents et la lutte contre la sécheresse et la désertification. Pour asseoir leur crédibilité, ses membres se réfèrent sans cesse aux ouvrages de géographes ou de forestiers. Ils n'hésitent pas à extrapoler à partir d'exemples français tels les glissements de terrains, inondations et autres incidents survenus dans les montagnes alpines et le sud de la France. » (Bergeret, 1993). « Ils vont jusqu'à affirmer que tout le Sud algérien, autrefois couvert de forêts, attirait les pluies et donnait à la contrée l'aspect de la région des grands lacs couverts d'immenses massifs boisés aux États-Unis et au Canada ! » (Bergeret (1993) citant Reynard, 1880¹⁴ (cité par Chalvet, 1997).)

Ces représentations se sont transmises après les indépendances au corps des forestiers nationaux. et on les voit encore aujourd'hui s'appliquer en Afrique du Nord comme subsaharienne dans les projets des associations notamment de protection de l'environnement, les ONG conversationnistes internationales et leurs antennes locales et les programmes de gestion mis en œuvre par les forestiers pour le compte des Etats nations. Elles sont également diffusées par les médias largement mondialisés. Pour Said (2000) « ce système mondial qui produit et fait fonctionner conjointement la culture, l'économie et le pouvoir politique, ainsi que leurs dimensions militaires et démographiques, a une tendance institutionnalisée à produire

¹⁴ M. REYNARD, Restauration des forêts et des pâturages du sud de l'Algérie, Alger, A. Jourdan, 1880 (cité par Chalvet).

des images transnationales démesurées, qui réorientent, au niveau international, la pensée et la réalité sociale ». Ce sont la plupart des politiques de gestion de ces milieux et ressources qui sont profondément orientées par ces postulats « erronés ». Bien que basées sur des connaissances limitées voire fausses des réalités écologiques comme socio-économiques, ce sont ces images qui s'imposent dans les politiques publiques car notamment véhiculées par les ONG et leurs importants moyens financiers et de communication.

En 1985, B. Jean, ingénieur du Génie rural, des Eaux et des Forêts et conseiller spécial du Directeur général des Eaux et des Forêts, décrit au Mali en zone soudanienne des processus de disparition d'une « forêt claire qui devait probablement la recouvrir et dont il ne reste plus que quelques reliques » et qui « a été depuis longtemps détruite par la hache et la houe de l'homme ; la pratique du feu ne lui a pas permis de se reconstituer. Elle a laissé la place à un paysage de savanes plus ou moins arborées, dont le tapis herbacé continu de grandes graminées est très favorable à la propagation du feu ». Il précise cependant que « cette savane est entrecoupée, autour des villages, de champs et de jachères récentes qui se caractérisent par la présence d'arbres « utiles » pour leurs fruits, écorces, fibres, fourrage. Ces arbres contribuent au maintien de la fertilité des sols et à la protection contre l'érosion.»

Dans ce contexte général de survalorisation de la forêt, la mobilisation intense scientifique et institutionnelle qui a suivi les graves sécheresses qui ont affecté le Sahel dans les années 1970, s'est notamment traduite par des actions de reboisement sur le terrain. Ainsi, on retrouve probablement ce mythe de la forêt à travers le pharaonique et très coûteux programme du barrage vert en Algérie dans la région de l'Atlas saharien (également associé au mythe de l'avancée du désert comme vu précédemment). Le projet lancé dans les années 1970 prévoyait 3 millions d'hectares de reboisement en Pin d'alep entre les hautes plaines steppiques au nord et le Sahara au sud sur une bande continue ouest – est de la frontière marocaine à la frontière tunisienne au niveau de l'Atlas saharien. Letreuch-Belarouci (1991) précise en effet qu'il s'agit d'une « reconstitution de la forêt dans l'Atlas saharien ». Pourtant, les caractéristiques climatiques (précipitations moyennes oscillant entre 200 et 400 mm par an dans les meilleurs cas) et litho-édaphiques, comme indiqué par Traysac (1981), ne sont pas particulièrement favorables au développement de futaies, même si quelques reliques de boisement en pin d'alep ou de junipéraie s'observent ponctuellement dans ces régions. Par ailleurs, cette localisation traduit l'idée de l'époque que la désertification correspondait à une extension du désert. Il fallait donc protéger les riches terres du nord de l'invasion par les sables venus du sud. Or une étude rapide des données anémométriques de ces régions (Ballais *et al.*, 1979 ; Callot et Oulehri, 1996) montre que les flux et donc les déplacements potentiels de sables, sont de direction nord-ouest / sud-est dominante et pas sud / nord comme imaginé ici. Une étude détaillée des formes et formations sableuses de la frange nord du Sahara que j'ai menée dans la région de Laghouat (Taïbi, 1998b), confirme cela, même si il apparaît effectivement quelques formations dunaires héritées d'une ancienne direction sud-est / nord-ouest. Ce programme de reboisement qui a végété longtemps depuis les années 1970, est relancé ces dernières années mais sur des objectifs différents. Il s'appuie aujourd'hui sur le thème de la lutte contre le changement climatique global. Pourtant, Traysac (1981) mettait déjà en doute les chances de succès de ces reboisements dans la région de Djelfa dès lors qu'ils sortaient des sites, restreints, les plus propices sur le plan litho-édaphiques. Or, sans l'avoir étudié extrêmement en détail, ce barrage vert est censé former une bande continue Ouest-Est de la frontière marocaine à la frontière tunisienne, s'affranchissant de ces « subtilités » physiques de la qualité des sols par exemple.

Il est probable que le récent projet de la « grande muraille verte » qui doit traverser toute l'Afrique d'Ouest en Est, globalement sur la zone soudano-sahélienne, s'appuie également en partie sur ces représentations, au-delà des enjeux politiques locaux, régionaux et internationaux comme vu précédemment.

On retrouve également cette idéalisation de la forêt originelle disparue en Ethiopie. Gascon (1998) décrit ainsi ce qu'il qualifie de « Mythe de la forêt perdue d'Ethiopie » diffusé tant par les universitaires que les journalistes et ONG, accusant les Amhara-Tigréens d'avoir détruit une forêt qui objectivement n'a en réalité jamais existé. Les « brousses tigrées » sont un autre exemple de qualification abusive de « forêt » alors qu'il s'agit au mieux pour le géographe d'un « fourré ». L'association GSTA/PD a ainsi monté un projet de « remise en état environnementale » de la forêt de Toupéré en Pays dogon identifiée par cette association comme zone biologiquement menacée et œuvrer en collaboration avec les communautés locales afin de gérer de manière plus efficace les ressources naturelles. Nous avons pour notre part identifié les formations végétales de cette région localisée sur la plateau dogon au nord-est de Bandiagara, comme une formation de brousse tigrée, en aucun cas relique d'une forêt préexistante dégradée.

Cette survalorisation de la forêt se lit à travers la mauvaise appréhension et perception des arbres hors forêt. « D'après la FAO, il s'agit des «arbres sur des terres n'appartenant pas à la catégorie des terres boisées qui incluent les forêts (ou terres forestières) et les autres terres boisées». Selon cette définition, les arbres hors forêt sont localisés sur les «autres terres», c'est-à-dire sur les terres agricoles, sur les terres bâties (établissements humains et infrastructures) et sur les terres nues (dunes, anciennes mines, etc.) » (Bellefontaines *et al.*, 2001). Mhirit et Et-Tobi (2000) ont défini pour le Maroc quatre types de systèmes d'arbres hors forêt ; « Les pâturages permanents à ligneux portent à eux seuls 84,5 % des systèmes arborés hors forêt. Le second système d'arbres hors forêt (12 %) est caractérisé par les vergers et les arbres fruitiers dispersés. Les plantations de protection, appelées DRS (défense et restauration des sols), qui peuvent être fruitières, forestières-fruitières ou sylvopastorales, équivalent à 3 %. Les autres systèmes (0,5 % restant) comprennent les parcs urbains et périurbains, les rideaux verts, les plantations d'alignement et les peupleraies. ». Bellefontaines *et al.* (2001) indiquent que pour les décideurs et les aménageurs, les arbres hors forêt sont des entités différentes des arbres de forêt et « n'ont pas encore éveillé suffisamment leur intérêt ». Ceux-ci sont au contraire plutôt dévalorisés. Les formations végétales constituées de ligneux épars sont ainsi en général considérées comme des formations de dégradation de forêts préexistantes, parfois totalement idéalisées comme vu précédemment. D'ailleurs, les arbres hors forêt sont donc définis par rapport à la forêt. Il n'y a aucune évaluation de la potentielle substitution des ressources arborées des forêts par celles des terres agricoles dans un contexte de parc agroforestier. Au contraire, le développement de parcelles agricoles est fréquemment associé à des processus de dégradation des milieux dans les travaux sur les régions soudano-sahéliennes ou méditerranéennes.

Pourtant, pour les populations rurales de la plupart des pays de la planète, ces ressources ligneuses hors forêt que l'on retrouve notamment dans les champs ne sont pas séparées des ressources forestières et leurs dynamiques sont intimement liées (Bellefontaines *et al.*, 2001). Ces populations sont en général très attentives à la gestion de ces arbres hors forêt qui assurent de très nombreuses fonctions. Ils sont une source alimentaire et de pharmacopée importante, participant à l'équilibre nutritionnel et sanitaire des populations rurales. Les feuillages sont utilisés pour nourrir les troupeaux en période de soudure ou de sécheresse. Ils fournissent une part non négligeable du bois-énergie, du bois d'œuvre (pour la construction et l'artisanat) et du bois de service, ainsi que de l'ombrage pour les troupeaux mais également les agriculteurs dans les champs. Les arbres hors forêt peuvent également servir pour délimiter les champs et marquer les espaces. Ils peuvent aussi avoir des rôles culturels et religieux majeurs. Leur impact sur la conservation des sols, des eaux et de la diversité biologique est encore très mal connu mais semble important.

Cette mauvaise prise en compte des arbres hors forêt explique qu'ils ne soient quasiment jamais quantifiés et donc pas intégrés dans les statistiques nationales et locales sur les

ressources ligneuses. Pourtant en termes de biomasse ils constituent probablement une part aussi, voire, plus importante que la biomasse des forêts.

Ainsi au Maroc, Mhirit et Et-Tobi (2000) estiment que les systèmes d'arbres hors forêt couvrent 20 % des terres contre 12,5 % pour le domaine forestier (5,5 % de terres forestières et 7 % d'autres terres boisées).

Non seulement les arbres hors forêt sont négligés, mais les parcs agroforestiers où ils sont dominants, sont fréquemment associés à des formations de dégradation de forêts préexistantes. Cet état d'esprit procède d'une dissociation arbitraire entre agriculture et forêt (Petit, 1999) par les forestiers occidentaux puis africains.

Dans cette logique de survalorisation et d'idéalisation des forêts, sur quel laps de temps faut-il se projeter ? Lorsque parfois effectivement des forêts ont préexisté dans le passé, de quel passé s'agit-il ? Grove (1996) indique ainsi que l'on peut faire remonter les changements environnementaux en domaine méditerranéen liés à la combinaison de facteurs anthropiques et naturels, à 5000 BC. Faut-il alors penser la « restauration » de ces milieux sur la base de ces paysages passés plurimillénaires ? Faut-il remonter à la période romaine qui est caractérisée également par des changements écologiques majeurs (Grove 1996) ?

Les politiques de patrimonialisation de la « nature » et des ressources s'inscrivent également souvent dans ces logiques, les figeant dans des états idéalisés.

3- Des méthodes et techniques inappropriées ou orientées

3.1- Des outils techniques d'analyse inappropriés ou mal employés

Le choix des outils et la manière de les mettre en œuvre pour caractériser, diagnostiquer, ou faire le suivi de ces processus peut également fausser ou biaiser les résultats.

L'outil de télédétection de plus en plus utilisé ces dernières décennies dans les travaux sur la désertification et la dégradation en est un bon exemple.

La télédétection est utilisée à très petite échelle (données de résolution spatiale kilométrique, notamment NOAA-AVHRR ou MODIS de plus en plus) pour mettre en évidence les dynamiques régionales ou à grande échelle (résolution spatiale entre 5m (et moins avec les données Quickbird par exemple) et 30m) pour les dynamiques locales.

C'est notamment le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index ou (Indice Normalisé de Végétation Verte)) qui est utilisé de manière assez systématique, particulièrement à échelle globale comme indicateur de désertification. Par exemple, le programme GEMS (Global Environment Monitoring System) et le GRID (Global Resource Information Database) compile des données hebdomadaires, mensuelles, saisonnières et annuelles de NDVI des images NOAA (NOAA / GVI) sur une période de 1982 à 1994 pour établir un suivi des changements temporels de la végétation à l'échelle de toute la zone sahéenne. Cet indice est le rapport de la différence entre la réflectance dans le proche infrarouge et dans le rouge, sur la somme des deux (PIR-R/PIR+R). Il est lié au volume apparent qui est corrélé à la phytomasse aérienne, c'est-à-dire la biomasse végétale. Deux variables sont prises en compte avec cet indice ; le taux de couverture dans le Proche Infrarouge et le degré d'activité chlorophyllienne (dans le Rouge). Le NDVI qui peut être corrélé à de nombreuses propriétés des plantes, est utilisé pour caractériser l'état de santé des plantes, pour repérer les changements phénologiques, pour estimer la biomasse verte et les rendements et dans bien d'autres applications.

Les différents traitements d'images satellites que j'ai mis en œuvre ces dernières années sur ces différents sites, m'ont montré combien cet outil pouvait être insuffisant. A échelle locale, avec des données Landsat ou Spot à 20m ou 30m de résolution spatiale, les images satellites ne permettent de mettre vraiment en évidence que les processus exacerbés de dégradation des

sols et des couverts végétaux. Par ailleurs, dans ces régions arides et semi-arides où les taux de recouvrements des sols par la végétation sont inférieurs à 40% (en saison sèche pour la zone sahélienne et soudano-sahélienne), le NDVI s'avère inefficace pour identifier et discriminer les formations végétales chlorophylliennes ouvertes, à l'exception des zones humides. La réponse propre des formations végétales de savane, de steppe et de matorral, souvent fortement ligneuses pour les formations steppiques et le matorral et à faible densité de recouvrement, est alors largement dominée par celle des sols sous-jacents. Dans ces cas, d'autres indices plus appropriés peuvent alors être utilisés comme le SAVI ($[(PIR - R) / (1 + L)] / [(PIR + R + L)]$ de Huete (1988) et ses nombreuses déclinaisons, par exemple le TSAVI pour le domaine méditerranéen ($a[PIR - a][R - b] / R + a.PIR - a.b$ ¹⁵) de Barret *et al.* (1989), ou les indices de minéralisation ($R^2 + PIR^2$ ou $MIR - R / MIR + R$) qui apportent une information supplémentaire sur les sols nus, notamment soumis à dégradation (Taïbi *et al.*, 2005). Cependant, ce sont là encore les zones à dégradation exacerbée qui sont pour l'essentiel discriminées.

Vogt (1992) mettait déjà en doute l'utilisation du NDVI, notamment en zones arides où la faible densité de végétation augmente la contribution du sol et rend son interprétation douteuse, particulièrement avec les données du capteur AVHRR dont le grand angle de vue (55,4°) influence considérablement la dimension des pixels (1,1 km à 6,5 km) et donc la quantité et l'homogénéité de l'information perçue. Même s'il est normalisé, le NDVI reste sensible à la géométrie de vue et d'illumination, plus spécialement dans les régions où la densité de végétation est faible et où la présence de sol est importante (Bannari *et al.*, 1995). A échelle globale, l'utilisation du NDVI pour définir un état de désertification ou de dégradation est donc très hasardeuse pour ces régions arides et semi-arides. En effet, ces NDVI suivent pour l'essentiel la végétation herbacée qui est la première à être touchée lors des sécheresses, et prend peu ou mal en compte la végétation ligneuse arborée hors forêt qui constitue pourtant l'essentiel des boisements en domaine soudano-sahélien. Il ne peut pas non plus prendre en compte les processus de dégradation qualitative des couverts végétaux ou très difficilement (en tout cas, je n'ai pas vu d'étude avec cette optique).

Bai *et al.* (2008) qui ont mis en œuvre le programme LADA (Land Degradation Assessment in Drylands) pour la FAO, en s'appuyant sur les variations autour de la normale du NDVI du radiomètre Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS) enregistré par NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) AVHRR, sur une période de 23 ans, et pour pallier les lacunes des résultats du GLASOD notamment, reconnaissent dans leur conclusions les limites de cet indice pour mesurer les processus de dégradation¹⁶.

Ces critiques valent non seulement pour la mise en évidence des processus de désertification mais également pour leur réfutation. Beck *et al.* (1990) indiquent que si les images satellites permettent de mettre en évidence des variations de « verdissement » d'une région, elles ne permettent pas, la plupart du temps, de montrer les changements dans la composition du couvert végétal. Elles passent à côté des transformations en termes d'espèces (disparition ou raréfaction de certaines espèces, développement voire « invasion » par d'autres). Ainsi les travaux de Tucker *et al.* (1991) puis d'Anyamba et Tucker (2005) mettant en évidence un « reverdissement » du Sahara, ne prennent pas du tout en compte le caractère qualitatif des formations végétales. « Plus vert » signifie-t-il de meilleure qualité ? Pourtant pour Orr (1997) ces changements qualitatifs correspondraient à une première étape de dégradation suivie par

¹⁵ PIR est le canal du proche infra rouge, R le rouge, a la valeur de la pente de la droite des sols et b la valeur de l'interception de la droite des sols.

¹⁶ Bai *et al.*, 2008, "All changes measured by the RUE-adjusted NDVINPP index are not land degradation as usually understood. Land-use changes which reduce NDVI (e.g. from forest to cropland of lesser biological productivity, or an increase in grazing pressure) may or may not be accompanied by soil erosion, salinity or other symptoms of land degradation of concern to soil scientists."

un cercle vicieux d'effets rétroactifs aggravant les effets initiaux. Par ailleurs, les dégradations en termes de qualité fourragère par exemple ne sont pas non plus mises en évidence, alors que c'est pourtant un des éléments majeur de la notion de perte de productivité associée à celle de la dégradation.

A échelle locale, le NDVI ne permet de travailler que sur la quantification de la biomasse verte. Or il est dangereux d'associer de manière directe, « manichéenne », une diminution de biomasse verte à une dégradation. L'organisation spatiale des végétaux doit également être prise en compte, notamment celle des ligneux et leur nature.

Les traitements orientés pixels des images satellites ne permettent pas non plus d'identifier les changements structuraux liés à la modification des équilibres entre arbres et herbes alors que la plupart des formations végétales soudano-sahéliennes et sahéliennes correspondent à des savanes associant en diverses proportions ces deux objets.

Ainsi, les strates herbacées et arborées ou arbustives associées en proportion variable qui constituent les formations de savane sont difficilement séparables à partir d'outil de télédétection (Aman *et al.*, 2001 ; Stuart *et al.* 2006) et rend difficile la distinction de paysages pourtant très différents d'une savane arbustive ou arborée par exemple. L'utilisation d'images satellites de saisons contrastées, humide et sèche, si elle permet en partie de dépasser cette limite avec la caractérisation saisonnière de ces objets, reste également insuffisante car toutes ces approches se basent sur des traitements orientés pixel qui négligent les éléments de photo-interprétation comme la texture, le contexte, la forme des objets constituant les unités paysagères. Les pixels ne sont pas de vrais objets géographiques et la reconnaissance d'entités spatiales comme des unités paysagères (au sens géographique du terme, c'est-à-dire résultant d'une combinaison de facteurs physiques et humains) basée sur des approches pixels classique génère de nombreuses confusions entre objets sur les images issues de traitements (Hay et Castilla 2006). Les insuffisances de ces traitements tiennent au fait que toutes ces approches se basent sur la notion de signature spectrale qui sous tend la plupart des traitements d'images utilisés. Bien que très utile la signature spectrale n'est pas parfaite et les confusions entre objets sont impossibles à éliminer totalement. Les variations locales des caractéristiques physiques et bio-chimiques d'objets (humidité, état sanitaire des végétaux, éclaircissement, etc.) entraîneront nécessairement des variations spatiales du rapport signal-objet.

Si à échelle globale ce sont des séries de moyennes de NDVI calculées saisonnièrement, mensuellement ou quotidiennement, qui sont utilisées et permettent de mettre en évidence cette dynamique des couvertures végétales, à échelle locale, souvent par manque de moyens ou de données disponibles, les suivis diachroniques sont réalisés à quelques dates sur une saison, fréquemment différente pour les années utilisées. Les conclusions fournies sur la dynamique d'évolution des territoires étudiés en utilisant le NDVI mais aussi des classifications non supervisées posent alors de multiples problèmes :

- La saison influe très fortement en milieu soudano-sahélien sur la couverture herbacée.
- La forte variabilité interannuelle des précipitations influe très fortement sur ces mêmes couverts herbacés.
- Les corrections radiométriques des images sont fréquemment omises influençant donc les risques de confusions entre objets et donc leur quantification.
- La structure des paysages créée par les couverts végétaux est rarement prise en compte.
- La dynamique des paysages que traduit la structure des paysages est rarement prise en compte (type de ligneux, disposition dans l'espace, morphologie des ligneux ...).

Turner (2003) s'interroge dans quelles mesures cette technologie (la télédétection et les SIG) contribue, modifie et entrave notre compréhension des relations matérielles et immatérielles des sociétés humaines avec leur environnement. Il pointe notamment le fait que si les images satellites permettent de spatialiser les informations, notamment de dégradation des milieux, cependant, elles favorisent souvent une confiance excessive dans les corrélations spatiales

pour déduire l'impact de la gestion de l'environnement. Sans prendre en compte les contextes sociaux et historiques, le risque est alors grand de mal interpréter les processus en cours (les exagérer par exemple) ou établir des liens de causalité non fondés.

Par exemple, une augmentation des zones cultivées est systématiquement associée à une dégradation des milieux car correspond à un défrichement de forêts. Il faut rappeler que l'Europe a connu ces mêmes processus depuis l'antiquité et le Moyen-âge. Peut-on qualifier aujourd'hui les territoires européens de dégradés de manière systématique ?

A échelle locale, en l'absence de travaux de terrain approfondis sur des périodes anciennes, la télédétection satellitaire et aérienne multitemporelle est souvent le seul moyen pour caractériser les dynamiques d'évolution par rapport à des situations actuelles. Or il est fréquent de trouver des études où aucune correction radiométrique des différentes images satellites n'a été appliquée. En effet, « la pratique des corrections atmosphériques étant une étape difficile et peu naturelle du traitement des images, [...] elle est abandonnée rapidement devant la complexité apparente de la méthode » (Kergomard, 2000). Pourtant, les corrections radiométriques sont indispensables « dès que le traitement d'images de télédétection a pour but d'effectuer des comparaisons multidates entre des images provenant du même capteur ou de capteurs et de satellites différents, ou d'assurer une reproductibilité de méthodes d'identification ou de classification des surfaces, sans devoir reprendre l'analyse d'échantillons pris sur l'image à traiter » (Kergomard, 2000). Parfois les validations terrain actuelles sont également absentes ou incomplètes. Il faut alors s'attendre à de nombreuses confusions et erreurs d'interprétation qui faussent les quantifications d'évolution de surfaces. Par ailleurs, Verbyla et Boles (2000) indiquent les problèmes de surestimation des changements d'occupation des sols liés à d'inévitables erreurs de superposition d'images multitemporelles.

L'imagerie satellitaire n'est donc pas un outil objectif dont on peut utiliser les résultats, notamment quantitatif sans précaution. Bien plus, pour Robbins (2001) l'utilisation de l'imagerie satellitaire peut fixer certaines interprétations de l'environnement et orienter les formes de gestion. Pourtant, il est paradoxalement extrêmement fréquemment mis en œuvre dans ces régions et sert de support au développement de programme de développement et d'aménagement et de lutte contre la désertification.

3.2- Des quantifications approximatives

Au-delà de la difficulté à se positionner sur le plan scientifique, les divergences de définitions ont des conséquences importantes sur la quantification des surfaces concernées et sur les stratégies de lutte contre la désertification ou la dégradation. En effet, il est difficile d'imaginer qu'une définition correspondant à un consensus politique puisse permettre une quantification rigoureuse de processus biophysiques. Ainsi la différence de conception de la désertification comme « aboutissement de processus de dégradation » ou comme le processus lui-même, porte « les priorités sur la restauration de zones dégradées ou sur la lutte contre les causes et les mesures préventives » (Cornet, 2002). Le PNUE a d'ailleurs reconnu que l'Atlas de la désertification publié en 1992 s'appuyait sur des bases de données comportant beaucoup de lacunes et d'imprécisions. Pour Bai *et al.* (2008), ce sont non seulement les causes et la sévérité de la dégradation des terres qui sont contestées, mais également leur extension¹⁷. Morris (1995) démonte totalement toutes les quantifications soumises à des contraintes plus bureaucratiques que scientifiques, réalisées dans les années 1970 et 1980 à la demande de l'UNEP. Cornet (2002) indique ainsi que « deux ensembles principaux de données mondiales [qui] ont servi de source pour les données relatives à la désertification » montrent une

¹⁷ Bai *et al.*, 2008 “its [ndla : Land degradation] causes, extent and severity are contested” page 1

différence très importante de valeurs. Les valeurs fournies par le programme d'évaluation mondiale de la dégradation des sols (Global Assessment of Soil Denudation, GLASOD de 1990) à l'échelle du 1/10 000 000^e (Oldeman *et al.*, 1991), exécuté par l'Université de Wageningen pour la FAO, sont beaucoup plus basses que celle fournies par le projet GAP II en 1992 du centre international d'étude des zones arides et semi-arides (International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies, ICASALS) de l'Université technique du Texas, dont les chiffres portent sur la dégradation des sols et/ou sur les zones souffrant de dégradation de la végétation. L'estimation du pourcentage des terres arides du monde entier montrant des signes plus ou moins importants de désertification est de 19.5% pour le GLASOD et de 69.5% pour ICASALS (Kosmas *et al.*, 2013). Une des raisons de cette divergence quantitative est liée au choix méthodologique d'évaluation. Ainsi, la carte du GLASOD « est basée sur des perceptions, et pas des mesures de la dégradation des terres »¹⁸ (Bai *et al.*, 2008). Pour Kosmas *et al.* (2013) ces différences sont liées à une mésentente sur « ce qu'il faut mesurer » et « comment le mesurer ». Le conseil d'administration de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire reconnaissant ces lacunes sur les processus de dégradation des terres, a entrepris de compiler des données régionales plus détaillées, dérivées de revues de littérature, de modèles d'érosion, d'évaluations sur le terrain et de télédétection. Cette étude a estimé un niveau de dégradation des sols et de la végétation, moins alarmant, de 10 % des zones sèches mondiales (Lepers *et al.*, 2005). Cependant, cette étude ne couvre que partiellement les zones arides (seulement 62 %).

Un dernier projet a été lancé par le PNUE et la FAO pour améliorer cette évaluation de la dégradation des terres dans les zones arides (LADA - *Land Degradation Assessment in Drylands project*) basé sur 22 années de NDVI (FAO, 2008).

Ces quantifications sont basées sur différents indicateurs de désertification qui ont été définis successivement depuis les années 1970. Les premiers de Berry et Ford (1977) ou Reining (1978) par exemple, déclinés aux échelles globale (albédo, fréquence des tempêtes de poussière, précipitations, érosion des sols et sédimentation et salinisation), régionale (productivité biologique, biomasse érigée, climat, salinisation, nutrition) et locale (productivité, niveau de vie, perception humaine), ont été remis en question par Mabutt en 1986 pour des raisons d'applicabilité, notamment des indicateurs climatiques ou de productivité biologique. Par la suite diverses institutions ont proposé d'autres indicateurs (ONU Indicateurs pour un développement durable, Agenda 21, l'European Topic Centre on Soil, l'US Global Change Research Information Office ou l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), etc.). Ces indicateurs se déclinent en indicateurs climatiques, indicateurs biophysiques faisant référence à la géomorphologie, aux sols, aux eaux et à la végétation, et enfin en indicateurs socio-économiques relatifs à la population, à l'utilisation des sols, à l'irrigation, à l'économie de la région, etc. (CeSIA et IATA, 1998).

Pour Dregne (1998) les principaux processus globaux de désertification sont la dégradation de la végétation, l'érosion hydrique, l'érosion éolienne, la salinisation, la perte de fertilité des sols et l'encroûtement et la compaction des sols. Ce même auteur déclinait, en 1983, ces indicateurs de désertification par type d'occupation du sol. Ainsi en zones de parcours, les indicateurs biologiques marquent les premières étapes de la dégradation, et les indicateurs physiques d'érosion accélérée en marquent les derniers stades. En zones de cultures pluviales, ce sont les processus d'érosion accélérée, hydrique et éolienne, qui sont les principaux indicateurs de désertification.

Cependant, la synthèse de l'atelier régional sur « système d'information sur la désertification à l'aide de la planification dans la région Méditerranéenne » (1998) piloté par le CeSIA (Accademia dei Georgofili en Italie) et le IATA (Consiglio Nazionale delle Ricerche en

¹⁸ Bai *et al.*, 2008 "It was a map based on perceptions, not a measure of land degradation" page 1.

Italie), indique qu'il n'existe pas d'indicateur parfait pour la désertification et que l'on peut en utiliser plusieurs selon la zone et l'échelle d'application. « Les caractéristiques idéales sont qu'il doit être disponible à intervalles de temps réguliers, il doit avoir un coût limité, être accessible en temps réel et être facilement analysable et compréhensible. En plus bien sûr du fait qu'il soit significatif par rapport au changement en examen. » (Kosmas *et al.*, 2013).

En 2007, l'UNCCD en adoptant un Plan cadre stratégique à dix ans lors de la Conférence des Parties 8 (COP8) à Madrid, présentait le développement d'indicateurs comme prioritaire pour permettre « l'estimation, à différentes échelles, des tendances de la dégradation des terres et de la désertification, les progrès accomplis grâce à des projets locaux, l'impact des politiques publiques, etc. » (Amsallem et Bied-Charreton, CSFD, 2009). En 2009, lors de la COP 9, l'UNCCD identifiait à nouveau la nécessité d'élaborer ces indicateurs. Dans cet objectif, le CSFD proposait la même année, un premier jeu de 99 indicateurs à échelle locale et 45 indicateurs au niveau national, qui restent encore aujourd'hui en cours de définition.

Au-delà de cette difficulté à définir de « bons » indicateurs, les défauts des quantifications des surfaces concernées et des processus de dégradation ou désertification à l'œuvre résultent également des lacunes des données statistiques leur servant de support. Ainsi la recension bibliographique réalisée par Davis (2012) montre que les estimations de Boudy (1955 et 1958) des surfaces forestières au Maghreb, jugées comme fondées par la communauté scientifique les utilisant encore très fréquemment, « doivent cependant être maniées avec précautions car Boudy déduisait l'extension des anciennes forêts des cartes de la végétation potentielle et ne prenait pas en compte les repousses dans ses calculs » (Davis, 2012, p. 293). Les indications de surfaces deforestées et dégradées au Maghreb au cours des XIXe et XXe siècles données par de nombreuses sources bibliographiques sont par conséquent très imprécises voire fausses. Plus récemment, Ozer (2004) inspectant les données statistiques sur le déboisement de la FAO, régulièrement reprises comme argument attestant de processus de dégradation en Afrique de l'Ouest, les qualifie « d'incohérentes et très imprécises ».

3.3- Simplification et études sectorielles

Si les définitions de désertification s'accordent désormais à peu près toutes sur un point, au moins au niveau des instances internationales ; l'imbrication des facteurs naturels et anthropiques, les études sur ces phénomènes négligent souvent un des deux aspects. Ces études sectorielles s'appuient sur l'idée que les milieux et écosystèmes procèdent exclusivement de processus biophysiques et négligent les facteurs sociaux et culturels majeurs dans la construction des paysages ou inversement, elles imaginent que les sociétés, seules maîtresses de la nature, peuvent la modeler au gré de leurs envies et fantasmes (de la forêt là où elle aura du mal à se développer, ...). Pourtant les processus physiques sont étroitement liés aux composantes sociales, économiques, politiques et culturelles de ces milieux. Travailler sur une composante sans s'intéresser et prendre en compte les autres, c'est passer à côté des vrais problèmes. Or il est fréquent que les études sur les processus à l'œuvre ne se focalisent que sur certains éléments du « problème », en occultant d'autres tout aussi pertinents.

En effet, la plupart des approches actuelles de recherches scientifiques fondamentales ou appliquées¹⁹ s'intéressent soit aux processus physiques exclusivement (pédologues, écologues, ingénieurs agronomes, hydrologues ...), soit aux facteurs anthropiques et conséquences socio-économiques de ces processus (économistes, anthropologues,

¹⁹ Tout du moins celles qui ont pu être observées sur le terrain ou à travers la littérature. La bibliographie ayant trait à ces processus dans ces milieux arides, semi-arides et méditerranéens étant extrêmement volumineuse, particulièrement développée depuis les années 1970 en réponse à la crise sociale, économique et environnementale majeure liée à la sécheresse 1973-74 au Sahel, je n'ai pas prétention à l'exhaustivité

pastoralistes ...). Ce sont fréquemment des indicateurs qui sont utilisés dans ces études, permettant de « réduire le nombre de mesures et de paramètres qui seraient normalement nécessaires pour rendre compte d'une situation avec exactitude » (Cornet, 2002, citant OCDE, 1993), mais favorisant une simplification dans les descriptions des conditions biophysiques et socio-économiques des milieux affectés et également une simplification des mécanismes et processus résultants de ces conditions. Salvati *et al.* (2008 et 2011) pointent ainsi les lacunes des variables socio-économiques comme la densité de population, etc., dans les indicateurs clés pour définir les zones sensibles à la désertification. Cornet (2004) analysant ceux définis par la commission des Nations Unies pour le Développement Durable (CSD) avec le schéma « pressions, états, réponses » (PER), montre qu'ils tendent « à suggérer des relations de type linéaire entre activités humaines et environnement alors que celles-ci sont beaucoup plus complexes ». Par ailleurs il ajoute concernant les autres travaux de réflexion sur ces indicateurs (OSS par exemple) que « peu ont été testés et calculés, et beaucoup moins sont opérationnels ». On peut d'ailleurs se poser la question si les idées reçues que je développerai par la suite, n'ont pas orienté la définition de ces indicateurs, en se focalisant sur certains éléments du problème pour ne pas voir les autres.

Mortimore et Turner (2005) vont plus loin, et concluent avec Rasmussen (1999) que « une importante littérature scientifique, politique et populaire sur le Sahel manque de rigueur analytique en ce qui concerne les causes ».

La prépondérance de ces travaux sectoriels s'explique. Nombreux sont les scientifiques qui pointent la difficulté des études sur les milieux et les ressources. En effet, comme le souligne Du Castel (2007) parlant spécifiquement des écosystèmes, « c'est la diversité et la multiplicité [des] fonctionnalités passées, présentes et futures qui rend l'évaluation de la valeur des écosystèmes extrêmement délicate. Difficulté accrue par le fait que l'humain est partie intégrante de ces écosystèmes et que, partant, la tentation est forte d'évaluer la valeur des écosystèmes à la seule aune du développement ou à l'inverse, d'inscrire la conservation de la nature comme une finalité ».

Les quelques travaux appliquant des méthodes intégrées d'analyses biophysiques et socio-économiques et les appliquant sur le terrain, montrent également de profondes faiblesses car on y voit poindre en filigrane dans les ouvrages et articles, le « dogmatisme opérationnel » au sens de Sautter (1978). Les projets sont « descendants », ils sont pensés par les scientifiques et techniciens représentants de l'Etat et viennent s'appliquer sur le terrain sollicitant alors une adhésion locale à postériori.

Ainsi les travaux de longue haleine menés depuis 1973 jusqu'aux années 1990 par les équipes du CEPE-CNRS et de l'ORSTOM avec l'INRA Tunisie et l'Institut des Régions Arides de Tunisie (IRAT) sur les régions d'Oglat Merteba ou Menzel el Habib en Tunisie présaharienne (Le Floc'h, 1973 ; UNESCO, 1980 ; Le Floc'h *et al.*, 1995). Ces équipes ont mis en pratique sur ces terrains les préconisations issues de leurs analyses scientifiques. C'est d'ailleurs une orientation fréquente des organismes comme l'ORSTOM, en Tunisie où cet Etablissement Public Scientifique et Technique (EPST) français est très implanté depuis des décennies. On retrouve la même démarche descendante dans le programme de restauration et réhabilitation d'agroécosystèmes du *Secano interior* au Chili central, piloté également par un organisme public chilien de recherche et développement agro-pastoral (*Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, INIA), associé aux mêmes CEPE-CNRS et ORSTOM (Ovalle *et al.*, 1995).

Les travaux interdisciplinaires restent dans le meilleur des cas dans une forme d'interdisciplinarité restée imbriquée dans le modèle disciplinaire, c'est à dire qui « procèdent d'une démarche unilatérale, celle de la discipline des auteurs » (Jollivet, 2009). Les chercheurs en sciences sociales auront tendance à ignorer les « aspects matériels de phénomènes dans leurs analyses « quand ce n'est pas à en dénier l'intérêt, si ce n'est même la réalité » (Jollivet, 2009). « ... quant aux chercheurs « naturalistes », au sens large du terme,

ou bien ils se contentent d'enfermer les pratiques auxquelles ils se réfèrent dans des boîtes noires, ou bien ils se cantonnent dans une attitude volontariste (il suffirait de changer les pratiques incriminées), ou bien ils renvoient la balle aux sciences sociales (en leur confiant la charge de changer ces pratiques) » (Jollivet, 2009).

Une autre tendance, que l'on retrouve plus particulièrement dans la littérature grise des rapports d'experts, d'ONG ou de structures et organismes de gestion de parcs nationaux ou entités territoriales comme des bassins versants de fleuve (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) par exemple), est de considérer que l'existence de processus géomorphologiques d'érosion notamment hydriques et éoliens ou de salinisation des sols, même localisés et même inscrits dans des dynamiques saisonnières ou cycliques des milieux concernés, seraient significatives de désertification ou de dégradation irréversible. On peut penser qu'il s'agit là d'une application « à la lettre » de la définition de la désertification comme « dégradation des terres » et de ses indicateurs. Les mêmes raccourcis sont faits pour « les feux de brousse en Afrique sub-saharienne [qui] sont le plus souvent considérés comme des aléas néfastes pour l'environnement. Pourtant il est maintenant avéré qu'ils participent, dans ces espaces tropicaux, à la structuration de la végétation des savanes » (Caillault *et al.*, 2009).

L'interprétation purement négative des processus observés très localement a ensuite tendance à être généralisée à l'ensemble de la région d'étude comme nous le verrons par la suite.

3.3.1- Qualifications des dynamiques d'évolution par l'étude du couvert végétal

Les changements du couvert végétal, quantitatif ou qualitatif sont les premiers éléments utilisés pour qualifier l'évolution d'un milieu en termes de dégradation, car éléments les plus facilement mesurables sur le terrain, comme à distance, par télédétection. Pour Mabutt (1986), les premières étapes de la dégradation des zones de parcours se manifestent à travers les indicateurs biologiques, particulièrement les transformations quantitatives et qualitatives des formations végétales. Cependant, toutes les formations végétales ne répondent pas de la même manière aux contraintes climatiques, ni aux transformations de leurs usages par les populations locales, notamment les formations herbacées et arborées ou arbustives. La dynamique de régénération des formations végétales dans le bas delta du fleuve Sénégal en est une bonne illustration. En effet, dans le cadre totalement artificialisé de l'inondation des différents bassins du parc, la croissance de ces différentes graminées (hémicryptophytes) est totalement soumise au respect précis des scénarios d'inondation définissant la hauteur d'eau et la durée de l'inondation dans les bassins. Or, ces recommandations n'ont pas toujours été respectées ces dernières années et, par exemple, une inondation trop longue peut ainsi favoriser le développement des cypéracées au détriment des *Sporobolus*. En effet, selon Hamerlynck et Duvail (2003), *Sporobolus robustus* et *Sp. helvolus* nécessitent une hauteur d'eau inférieure à 0.8 m et une durée d'inondation de 2 à 4 semaines maximum. Entre 0.8 m et 1 m, ce sont les cypéracées qui sont favorisées surtout si l'inondation se prolonge plusieurs mois. Cette régénération, qui est donc très étroitement dépendante des inondations, est très inégale dans le bas delta du fleuve Sénégal et sa pérennité reste encore à préciser. La rive sud-est du marigot de Bell, non inondée en 2004, était ainsi totalement nue en mars 2005 alors que la rive droite était elle colonisée par *Sporobolus helvolus*. De même, dans la plaine inondable à l'ouest de la dune de Birette dans le N'tiallakh (fig. 5) qui n'a pas été inondée depuis 1999 (seule année où la crue est bien remontée depuis 1993), les *Sporobolus* ne se sont pas développés et n'y subsistent que sous forme de touffes broutées jusqu'à la racine car soumises à un surpâturage intense. Au sud-ouest de cette dune, on rencontre les mêmes processus mais sans *Sporobolus*, avec des chénopodiacées et autres espèces halophiles. On observe d'ailleurs

Zygophyllum dans ces zones attestant de leur salinité élevée en l'absence de lessivage. Les alternances de champs de cypéracées, de poacées ou de chénopodiacées, notamment au nord du parc, résultent donc vraisemblablement de variations de la micro-topographie définissant des hauteurs d'eau favorables à l'un ou l'autre des groupes. Les sites à cypéracées observés au nord du lac de Diawling correspondent ainsi certainement simplement à des zones où l'inondation a été trop prolongée et la lame d'eau trop élevée. La régénération observée n'est donc probablement que conjoncturelle, mais on ne pourrait l'affirmer qu'en établissant chaque année une corrélation entre les scénarios d'inondation appliqués et le développement des graminées. Malgré toutes ces incertitudes, la restauration des inondations à partir des ouvrages de Cheyal et Lemer a néanmoins favorisé la fixation par des chénopodiacées (*Arthrocnemum macrostachyum* et *Phyloxerus vermicularis*) des nebkas qui s'étaient développées dans les bassins de Bell et de Diawling (mirador) suite à l'exondation prolongée, limitant ainsi fortement les processus de déflation. La régénération de *Sporobolus* et des cypéracées dans les différents bassins a certainement joué le même rôle. *Tamarix senegalensis* connaît également une bonne régénération un peu partout dans le parc, particulièrement dans le bassin de Bell et au nord de l'ouvrage de Lekser autour du lac Ntok. Des questions restent posées concernant sa dynamique progressive qui pourrait se faire au dépend des graminées dans les plaines inondables.

Malgré les différences importantes de réponse aux forçages climatiques ou anthropiques des différentes formations végétales, la distinction n'est pas toujours faite dans les travaux sur les processus de dégradation et désertification. C'est ainsi souvent le cas dans les analyses par télédétection, mettant en évidence des taux de recouvrement, de biomasse verte ou l'activité photosynthétique, indistinctement pour les formations herbacées et arborées, aspect qui sera développé plus loin. Les photographies aériennes sont parfois utilisées pour quantifier séparément les couvertures arborées, mais le travail étant en général visuel/manuel très fastidieux, les exemples sont rares (Le Drezen, 2008) ou couvrent des surfaces réduites pas forcément représentatives des dynamiques globales. Les méthodes orientées objet qui permettent de discriminer les ligneux des herbacées (Taïbi *et al.*, 2011b) sont encore peu utilisées. Les travaux de terrain se focalisent eux en général avant tout sur les formations arborées, parfois arbustives, certainement car ce sont les éléments les plus visibles et faciles à appréhender et car les enquêtes de terrain montrent, par ailleurs, que si les arbres et arbustes sont en général assez bien connus et reconnus par les populations locales, c'est moins évident pour les herbacées (à part les plus utiles).

Les caractéristiques climatiques et édaphiques des régions arides favorisent le développement de formations végétales variées. Elles sont steppiques peu denses et très ouvertes, que l'on rencontre sur les surfaces des glacis et des hamadas à reg, et qui sont associées à des formations contractées dans les zones les plus humides, où l'arbre apparaît. Une troisième forme correspond aux formations éphémères qui se développent après les précipitations (acheb en Afrique du Nord) constituées de géophytes annuelles et d'éphémérophytes.

Dans les zones semi-arides, l'arbre et l'herbe s'associent en proportions variables et les formations végétales sont caractérisées par une dynamique saisonnière très marquée.

Les zones humides, grâce aux réserves hydriques mais également à l'accumulation de formations superficielles par ruissellement favorisant la constitution de sols, sont caractérisées par des associations végétales particulières.

Dans les deux cas, les zones sableuses dunaires très localisées présentent des formations végétales spécifiques, notamment psammophiles.

C'est ce facteur que j'ai également principalement utilisé dans mes travaux. En effet, je n'ai pas cherché à utiliser tous les indicateurs possibles, par manque de temps et de moyens financiers. Par ailleurs, selon la disponibilité des données, les analyses ont été poussées plus ou moins loin. Le couvert végétal a été analysé dans une approche diachronique quantitative et qualitative de terrain et par télédétection satellitaire et aérienne sur des périodes la plupart du temps avant, pendant et après la « grande sécheresse » des années 70-80 et 90 pour certains sites (cf. les différentes données images et dates utilisées en annexe). J'ai également mis en évidence, essentiellement par télédétection, les processus d'érosion hydrique et éolienne ainsi que la salinisation des sols. Seules des observations rapides de terrain sont venues compléter ces données. Le manque de moyen ne m'a pas permis de développer des mesures stationnelles approfondies sur les propriétés physico-chimiques, hydrodynamiques ou sur la structure des sols (compactage, formation de croûtes). Je n'ai donc pas d'information non plus sur les changements des processus de ruissellement ou d'effet splash. Je n'ai suivi que les manifestations de ces processus, à travers les modelés de ravinement, de déflation et d'ensablement et de salinisation superficielle.

Cependant, Thomas et Middleton (1997) précisent que si les changements des couverts végétaux sont relativement faciles à identifier, ce n'est pas le cas des changements affectant les sols, qui sont pourtant tout aussi importants. Ils sont donc fréquemment négligés dans les études sur la dégradation et la désertification.

Melzi (1993) à l'issue d'une étude sur les steppes présahariennes du Sud algérois, conclut que « les observations et autres estimations discontinues et disparates tiennent une grande part dans les publications sur ce phénomène [ndla : la désertification] et contribuent à figer cette vision « simpliste » d'une dynamique régressive et généralisée aboutissant inévitablement à un désert total ».

3.4- Un problème d'échelle spatiale et temporelle d'approche

En consultant la bibliographie, on observe également une tendance à la généralisation de processus locaux à des régions entières et inversement l'application à échelle locale de conclusions réalisées à échelle globale. Ce sont notamment les données au 1/ 10 000 000^e du GLASOD (pour la FAO) qui sont déclinées sans ajustement à échelle locale même si il est bien précisé sur le site du GLASOD²⁰ que ces données à petite échelle ne sont pas appropriées pour des échelles nationales. Les géographes sont pourtant pointilleux en général sur ces changements d'échelle intempestifs.

On trouve alors des différences notables, voire des conclusions contradictoires, pour de mêmes régions dans différents travaux.

L'Atlas saharien en marge nord du Sahara en Algérie nous donne un exemple typique de ces généralisations. Letreuch-Belarouci (1991) décrivant un état général essentiellement basé sur de la bibliographie, présente les formations de steppe à alfa de cette région comme résultant d'une dégradation de forêts antérieures ; « Les couloirs à alfa qui séparent aujourd'hui [ndla : les peuplements de pin d'Alep et de genévrier de Phénicie] ... ne sont autres que le terme ultime de la dégradation de peuplements de même nature» (Letreuch-Belarouci, 1991, p. 289). Il reconnaît cependant que « la difficulté est pratiquement insurmontable lorsqu'il s'agit d'interpréter bon nombre de végétations steppiques. Car si certaines d'entre-elles constituent sans aucun doute les climax actuels sur de grandes portions de territoire, beaucoup d'autres pourraient encore dériver d'anciens climax plus ou moins forestiers (forêts claires, forêts steppes fortement clairiérées, etc.) malgré la grande aridité apparente des milieux qu'elles occupent» (Letreuch-Belarouci, 1991, p. 245). En réalité il reprend là les éléments de la

²⁰ <http://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod>

« carte de la végétation de la région méditerranéenne » de l'UNESCO- FAO de 1970 d'échelle au 1 / 5 000 000^e. Or Traysac (1981), sur la base d'une approche de terrain de la végétation et des sols, présente ces mêmes formations steppiques à alfa de cette région comme climacique. Il va même bien au-delà car, s'il ne les nie pas, il relativise fortement la part des dégradations anthropiques sur les formations végétales et les sols de cette région de l'Atlas saharien central (Monts des Ouled Naïl) marquée par des processus d'érosion très dynamiques (hydriques et éoliens), pourtant présentées encore aujourd'hui comme leur facteur principal dans la littérature (tout du moins celle consultée !). Son approche fine de la végétation et des sols (prenant notamment en compte leur sensibilité à l'érosion), l'amène à la conclusion que « la part des dégradations [anthropiques] est difficilement évaluable. Elle semble en tout cas très inégale selon le type de couverture » (Traysac, 1981, p.57). Concernant la forêt claire « climacique » à pin d'alep plus ou moins associée à des chênes verts et des genévriers oxycèdres ou de phénicie et localement des lentisques, elle « paraît occuper actuellement la plupart des positions qui lui sont propices, mais avec des densités de recouvrement extrêmement variables, ... » (Traysac, 1981). Pour lui, cette forêt a été dégradée par l'homme très localement sur les interfluves les plus accessibles et sur le versant Nord de l'Atlas Saharien. Mais il précise que « comme dans ces secteurs les conditions litho-édaphiques ne permettaient en général qu'une forêt très claire, on est passé de celle-ci à un matorral arboré. La modification a été importante, mais n'a pas entraîné une atteinte radicale au climax ». Il relativise également les pressions sur ces formations forestières avec l'exemple de reboisements, il est vrai domaniaux, réalisés dans les années 1930 qui se maintiennent bien depuis (en 1981, bien sur). Les formations steppiques à alfa, également « climaciques » à son sens, ont par contre elles subi de fortes pressions de surpâturage et de défrichement pour la mise en culture, aboutissant localement à une dénudation totale. Mais il finit par conclure que « la dégradation [des formations végétales] n'a... vraisemblablement pas bouleversé les systèmes morphogénétiques en place, à l'exception de secteurs de badlands d'extension relativement réduite ». Et ceci car « les formations végétales, dans leur état originel, devaient être déjà suffisamment ouvertes pour ne pas empêcher l'action du ruissellement ni du vent ». L'utilisation croissante de la télédétection satellitaire ces dernières décennies comme on le verra plus loin, a favorisé ces dérives. Les données globales acquises sur des régions entières à l'aide des données NOAA-AVHRR ou MODIS sont ensuite extrapolées au niveau local par d'autres chercheurs ou plus fréquemment dans de la littérature grise d'experts, sans que le changement d'échelle ne soit souvent étayé et argumenté.

Inversement, Cornet (2002) s'interroge sur la manière « de tirer, à partir de ces études [ndla : locales] basées sur un nombre limité de sites, des conclusions plus générales pour l'ensemble d'une région, et de réconcilier les résultats souvent contradictoires obtenus au plan local et au niveau global ». C'est notamment l'effet « vu depuis la route » qui peut profondément biaiser les représentations de l'état de l'environnement d'une région. La perception des experts peut en effet être profondément inconsciemment orientée par la vision des bords de routes utilisées pour rejoindre les sites d'étude. En Afrique de l'ouest, ces routes goudronnées ou pistes praticables toute l'année étant peu nombreuses, elles sont intensivement utilisées également par les charbonniers exerçant de fortes pressions sur les formations végétales de bordures. On peut citer la route de l'espoir reliant Nouakchott et la côte à la partie est de la Mauritanie, ou la piste reliant Bamako à Mopti et le Pays dogon au Mali. Les traitements d'images de la région d'Aleg montrent parfaitement cet effet démultiplicateur de la route sur la ponction de bois (Taïbi *et al.*, 2005). Ribot (1999) indique ainsi qu'en 1973, les services forestiers sénégalais ont interdit le stockage du charbon de bois le long des routes comme cela se pratique classiquement pour faciliter le commerce, car cela « perturbait les bailleurs de fonds internationaux ». Ces extrapolations peuvent également naître à partir d'observations locales autour des agglomérations et industries associées, voies navigables et voies de chemins de fer,

favorisant toutes des ponctions exacerbées des ressources, cependant non significatives des processus à échelles régionales.

Ce sont également les échelles temporelles d'approche des processus qui posent problème. J'ai déjà évoqué précédemment la question de la validité de la période de 25 ans préconisée pour les suivis et l'affirmation de l'irréversibilité ou non de la désertification. La question de la temporalité se pose également concernant les pas de temps d'analyse pour le suivi des processus. Le choix des saisons d'étude est important mais également des années et leur nombre pour les suivis diachroniques rétrospectifs à partir de l'imagerie aérienne et satellitaire.

4- Les conséquences des limites de ces notions de désertification et de dégradation

Au-delà de la rigueur scientifique qui voudrait que tout concept soit appliqué à une situation sur la base d'analyses approfondies (voire effectives), ces notions de dégradation et de désertification doivent être maniées avec précaution car leur application un peu trop systématique a des conséquences parfois graves pour les territoires et les populations concernées. En effet, les études sur les changements environnementaux globaux, parmi lesquels on peut inclure la désertification, se focalisent de plus en plus sur « la compréhension et l'explication des problèmes environnementaux pour y apporter une solution rapide et efficace »²¹ (O'Brien, 2011).

Hutchinson (1996) précise bien que la conception de la désertification oriente les politiques adoptées par les agences finançant les projets de développement économique dans les zones arides et semi-arides.

Si le catastrophisme, et la stupeur qui en découle, permettent de répondre dans l'urgence aux crises humanitaires comme on le voit régulièrement ces dernières années, ils sont par contre à mon sens contre productifs pour prendre en charge l'après crise et lui donner des réponses adéquates sur le long terme. Ces réponses, qu'elles émanent d'Etats ou d'ONG, dramatisant à outrance la situation sont extrêmement « stérilisantes », et, se focalisant sur certains éléments du « problème », les plus catastrophistes, et en occultant d'autres, elles passent alors à côté des problèmes réels. En voulant répondre trop rapidement, les différents projets mis en œuvre s'appuient sur des fondements inadéquats et mettent souvent en œuvre des approches purement techniques. Couplés à des objectifs basés sur des représentations erronées ou partielles des réalités terrain, à la fois socio-économiques et biophysiques, les programmes dits de lutte contre la désertification ou la dégradation, se soldent souvent par des échecs.

Par ailleurs, ces réponses restent souvent très techniques. Or Mura (1991) notait à propos des crises érosives et leur gestion, que « la conservation des sols ne se ramènerait pas seulement à la mise en œuvre de mesures seulement techniques encore que nécessaire ... Une lutte efficace impliquerait ... des changements économiques et sociaux considérables... ». Il précise d'ailleurs que « pour des praticiens, confrontés à des obligations de résultats rapides, elle est inquiétante ».

4.1- Des échecs des programmes de restauration et réhabilitation

Bon nombre de ces projets de lutte contre la dégradation ou la désertification basés sur les idées fausses décrites dans le chapitre précédent, conduisent logiquement et irrémédiablement à l'échec.

Une des raisons est que ces programmes sont en général portés par des ONG, grandes internationales (UICN, WWF, peace corps, ...) ou petites locales, ou des structures

²¹ « understanding and explaining environmental problems to addressing them quickly and effectively » O'Brien, 2011, p. 110.

internationales (UNESCO, PNUE, ...) qui sont celles qui ont porté et/ou véhiculé les idéologies déclinistes et/ou environnementalistes décrites précédemment.

Ainsi en est-il de beaucoup de projets de reboisement, préconisés comme solution universelle et panacée aux problèmes de dégradation et de désertification avec la diffusion du mythe de la forêt à toute l'Afrique du Nord comme subsaharienne comme présenté précédemment.

Même si effectivement la couverture végétale est un des facteurs majeur de l'érosion des sols (Neboit, 2000), il est reconnu qu'un couvert forestier n'est pas plus efficace (voire même moins lorsque la goutte de pluie se reforme à l'extrémité des feuilles) qu'un couvert herbacé dense. Tous deux interceptent les gouttes de pluies et limitent ainsi l'effet splash sur les sols. Tous deux maintiennent le sol par leur réseau racinaire et absorbent de l'eau, limitant ainsi le ruissellement, le ravinement et les glissements de terrain.

L'application systématique de programmes de reboisement se traduit en réalité assez fréquemment par des échecs cuisants pour différentes raisons.

Une première correspond à un choix d'essences de reboisement qui s'avère inadaptées ou implique des conséquences pires que les maux à remédier. C'est le cas de *Prosopis juliflora* diffusé dans toute l'Afrique de l'Ouest. Extrêmement efficace pour stabiliser des dunes vives, il se traduit par contre par un appauvrissement extrême de la biodiversité végétale. En effet, sous le *Prosopis*, rien ne pousse. Les conséquences sont telles qu'il est aujourd'hui fréquemment l'objet de campagnes de déboisement où les populations sont incitées à utiliser son bois pour le charbonnage, comme j'ai pu l'observer dans le Parc National du Diawling ou dans la région de Mâl où il avait fait l'objet de campagnes de plantations importantes dans les années 1990. Sur le site de Mâl, les premiers reboisements en *Prosopis juliflora* ont débutés en 1987 sur les dunes vives à proximité du village avec différents financements (PNUD, UNSO, FAO et UE). S'ils ont été très efficaces pour la fixation des dunes vives, ils ont eu par contre une incidence majeure sur les jardins maraîchers à proximité du village, les *Prosopis* pompant l'eau utilisée pour l'arrosage, générant un très fort mécontentement des femmes principales maraîchères car elles ont du déplacer leurs parcelles s'éloignant ainsi du village. Depuis, le *Prosopis* est progressivement remplacé sur les dunes ou en bordure par des espèces locales, notamment *Leptadenia pyrotechnica* et *Acacia nilotica* ou *Balanites aegyptiaca*.

L'eucalyptus, introduit dès la fin du XIX^e siècle et diffusé massivement pendant tout le XX^e siècle en Afrique du Nord comme sub-saharienne, est aujourd'hui également le sujet de nombreuses controverses. Peu esthétique, il a tendance également à consommer toutes les réserves hydriques ne laissant pas les autres espèces se développer. Cependant il semblerait qu'en de nombreux sites sub-sahariens, la population l'ait bien accueilli car il a permis de créer de nouvelles activités autour du bois produit rapidement.

Une deuxième raison tient aux études climatologiques, pédologiques, hydrologiques insuffisantes, inconsciemment déclarées inutiles puisque le projet correspond à une restauration d'une forêt disparue. J'ai déjà évoqué à ce propos le projet du barrage vert en Algérie. « Le barrage vert est maintenant considéré comme un échec écologique, les arbres plantés eurent un très faible taux de survie » (Davis, 2012, p. 212, citant Ballais 1994).

Lorsque ces insuffisances se couplent avec une stratégie de captation de fonds financiers octroyés par des institutions internationales pour la lutte contre la désertification, elles peuvent être volontaires. Ainsi le projet pilote de plantation d'*Atriplex nummularia* dans le bassin du Dadès (Maroc), présenté comme exemplaire pour la restauration des parcours dégradés, il sert régulièrement de site de visite pour les représentants des bailleurs de fonds internationaux. Or, l'observation régulière de la plantation et les discussions avec certains membres de l'ORMVAO montre clairement que ce succès est totalement fictif, les plantes étant régulièrement arrosées et en réalité totalement inadaptées aux caractéristiques édaphiques du site (reg de glakis).

Ces programmes de restauration ou de protection des milieux et écosystèmes ont parfois un effet contre productif. Ainsi, Aidoud et Touffet (1996) montrent que les mises en défens de steppes arides dans le sud oranais en Algérie favorisent une diminution de la biomasse en raison de l'arrêt du pâturage. En effet, lorsqu'il est modéré, le pâturage peut être un facteur stimulant de la production chez la plupart des espèces pérennes. « En l'absence de pâturage, auquel ces espèces sont relativement adaptées, toute la ressource semble s'orienter vers le maintien d'une phytomasse sur pied aux dépens de la production ». La mise en défens, si elle favorise une remontée biologique de la formation végétale, en réduit la qualité fourragère en favorisant le développement des parties ligneuses au détriment des feuilles. La sous-exploitation des pâturages à plantes pérennes entraîne la formation d'épines et de tiges ligneuses inconsommables ou gênantes pour les bêtes. En milieux steppiques, c'est le cas essentiellement pour l'armoise blanche qui développe des hampes florales au printemps et qui ne sont consommables que jeunes. La mise en défens permet donc à ces hampes de se lignifier devenant impropre à la consommation animale (Aidoud et Touffet, 1996).

Ce sont également les lacunes d'analyse des dimensions sociales, économiques voire culturelles, qui influent sur la réussite ou non des projets. Les chantiers de Défense et Restauration des Sols (DRS) organisés par la loi du 2 février 1941 et l'arrêté du 17 mai 1941 en Algérie, en sont un exemple type d'échec, relevé assez rapidement après leur mise en place. Les inventaires réalisés et les actions mises en œuvre (notamment création de banquettes de DRS sur les versants nord de l'Atlas tellien, associées à des seuils et petits barrages de ravins et des reboisements et fixation végétales) avaient pour objectif de protéger les plaines et les grands ouvrages (barrages) de la colonisation contre l'érosion active dans les montagnes telliennes. Dicté par des nécessités économiques et commerciales avant tout, même s'il était présenté officiellement pour l'amélioration des conditions de vie des populations locales (il s'est malgré tout accompli en partie par du travail forcé), ce programme s'est soldé par un échec et même une accentuation des processus d'érosion qu'il était censé combattre. En effet, les banquettes n'ont pas été entretenues par les paysans locaux après le départ des ingénieurs des eaux et forêts qui pilotaient les chantiers. Or si elles ne sont pas entretenues, ces banquettes favorisent des réactions en chaînes à partir de la moindre rigole non colmatée et qui se résorberait normalement en secteur végétalisé (forêt ou matorral) (Benchetrit, 1955). Les raisons de ces échecs sont multiples : les programmes ne prenaient pas en considération les intérêts des paysans, l'effort expérimental a été insuffisant à l'amont, les banquettes ont été implantées dans des milieux ne correspondant pas à ceux préconisés par ces études expérimentales, ou encore le coût exorbitant des aménagements (Arabi *et al.*, 2004).

Les programmes d'aide aux populations pendant et après les périodes de sécheresses ont également eu des effets induits parfois négatifs. C'est le cas des programmes "d'hydraulique pastorale" avec la multiplication des points d'eau et la modernisation de l'abreuvement, mis en œuvre au Sahel à partir des années 1950 pour développer l'élevage extensif, et intensifié après les années 1970. Techniquement, la création de stations de pompage mécaniques ou de forages artésiens ne posait pas de problèmes, et cette politique fut appliquée à vaste échelle. Si cette politique trop exclusivement fondée sur des considérations techniques a contribué sans conteste au développement de l'élevage sahélien, elle a provoqué en même temps de nombreux dysfonctionnements. Cette politique a augmenté le nombre et le rendement des puits, « autorisant donc la présence d'un nombre plus important d'animaux alors que le pâturage, quant à lui, restait le même puisque son abondance dépendait, comme auparavant, des aléas de la pluviométrie » (Baroin, 2003). Ces surcharges animales localisées ont pu favoriser autour des puits une exacerbation de la dégradation des sols et des couvertures végétales déjà fragilisées. Ces problèmes, largement sous-estimés au départ, furent accentués par les années de sécheresse à partir de 1969.

Les politiques de soutien des éleveurs en période de sécheresse développées en Algérie notamment dans les années 1970 avec la distribution de fourrage de complément pour les troupeaux, ont eu à peu près les mêmes conséquences. Sur le piémont sud de l'Atlas Saharien, cette politique a ainsi favorisé la concentration et le cantonnement des troupeaux autour des villages d'El Haouita et El Kheneg et des pressions de pâturage intenses sur les formations végétales et les sols de ces zones (Taïbi, 1998).

Par ailleurs, définir des projets bien ficelés et techniquement parfaits n'implique par leur application. Ainsi dans Parc National du Diawling, les scénarios d'inondation artificielle du bas delta du fleuve Sénégal, destinés à restaurer les écosystèmes dégradés suite à la construction du barrage de Diama, et élaborés en concertation avec les pêcheurs takhrédieunt, ne sont en réalité par vraiment appliqués simplement car le parc qui dépend des barrages de Diama et de Manantali pour son fonctionnement, n'est absolument pas associé à leur gestion assurée par l'Office de Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) a qui appartiennent également la plupart des ouvrages de contrôle hydrauliques vannés et notamment les ouvrages d'alimentation. Or, la SOGED/OMVS n'a pas jusqu'à nos jours compris les enjeux liés à la sauvegarde de cet espace. Sa gestion des ouvrages est faite à l'échelle du fleuve et pas du parc uniquement. Elle est donc soumise à des impératifs qui peuvent être en contradiction avec les vœux du PND. Les dates d'ouverture et de fermeture des ouvrages prévues ne sont ainsi pas toujours observées, notamment en raison des travaux d'entretien fréquents et de la production hydroélectrique du programme de l'OMVS qui occasionne des lâchers réguliers d'eau pour le turbinage, créant des dysfonctionnements importants. Ces lâchers intempestifs, trop tardifs ou précoces, ne facilitent pas la gestion qui se doit d'être précise des niveaux d'eau pour des raisons d'équilibres écologiques et d'exploitation économique. Ils modifient également la salinité de l'eau qui fluctue beaucoup au cours de la saison sèche. Or ce scénario n'était pas envisagé lors de l'élaboration du plan de gestion du parc qui prévoyait plutôt l'adoucissement des eaux du N'thiallakh à travers les ouvrages de Lemer et de Bell pendant la saison des pluies (Hamerlinck, 1996).

4.2- Dépossession de fait et exclusion des populations

Un autre facteur d'échec découle des oppositions frontales ou insidieuses fréquentes des populations aux programmes de restauration et de protection des ressources et écosystèmes pour lutter contre la dégradation et la désertification. Ce refus de participer sur le long terme, voire la destruction volontaire des actions engagées dans les projets, résulte d'un sentiment de dépossession des ressources et de leur territoire par les populations concernées, même lorsque ces projets ont pour ambition le développement local et l'amélioration de leurs conditions de vie.

Cette dépossession peut être volontaire et directe ou au contraire induite, dans le cadre de la création d'aires protégées, de la domanialisation des terres et ressources, de politiques de développement local définies par les Etats, etc.

Le déguerpissement forcé des populations est un premier exemple de dépossession directe, dans le contexte assez fréquent, comme indiqué dans le chapitre précédent, de perception négative plus ou moins consciente des relations société – nature par les instances chargées de l'aménagement des territoires et de la gestion des ressources. Ces pratiques s'observent tant pendant la période coloniale qu'après les indépendances, notamment du fait des agences nationales d'aménagement du territoire, des Services des Eaux et Forêts, ou autres Offices régionaux de Mise en valeur Agricole (au Maroc), mais aussi suscités par les grandes ONG de conservation de la nature (IUCN, WWF, etc.) dans le cadre d'aires protégées. Le raisonnement est, comme l'analysent Rossi et André (2006), que « pour « préserver »,

« protéger » la nature, il n'y a pas d'autre solution que d'exclure l'homme et de créer des « réserves » ».

Cet état d'esprit est très clair au Togo dans la circulaire du gouverneur général datée du 1^{er} février 1933 stipulant : « J'ai envisagé, comme moyen efficace d'empêcher une trop grande déforestation du pays, de créer un vaste domaine forestier classé, dégagé de l'inconsistance des terres boisées vacantes et sans maîtres, bien constitué en droit, définitivement assis en superficie et spécialement protégé » (Aubreville, 1937). Ces aires protégées devaient demeurer, autant que possible, à l'écart de tout contact humain, et la pénétration et la chasse devaient y être interdites (Foury, 1948). L'arrêté du gouverneur général envisageait bien de laisser la population indigène exercer ses droits d'usage dans le domaine non classé, mais en considérant les terres forestières comme « vacantes et sans maîtres », il faisait apparaître que les autorités coloniales ne comprenaient guère les pratiques traditionnelles d'utilisation des terres et un certain mépris vis-à-vis des pratiques locales. Bergeret (1993) indique que pour l'Algérie dès le début de la période coloniale « de nouvelles dispositions législatives leur permettent désormais « d'exproprier les indigènes des enclaves des forêts domaniales, communales ou d'utilité publique » (loi du 9 décembre 1885). Enfin, en 1903, "la loi spéciale à l'Algérie autorise le gouverneur général à déclarer d'utilité publique la constitution de périmètres de reboisement. Par décrets, plusieurs périmètres sont ainsi créés. Les propriétaires, qu'ils soient français ou indigènes, sont expropriés en contrepartie d'une indemnité dérisoire. Par ailleurs, le code forestier métropolitain a été adopté dès 1874 et offre aux agents forestiers la possibilité de restreindre sensiblement les droits d'usage indigènes, droits de pâturage notamment. ».

La création des aires protégées en Afrique de l'Ouest initiée au cours de la période coloniale s'inscrit clairement dans ce contexte. Si aujourd'hui les conceptions dominantes concernant les politiques de gestion des parcs et aires protégées en Afrique ont évolué vers une plus grande intégration des populations locales, ces politiques de gestion restent assez symptomatiques de cette situation de dépossession, lente mais sûre, des moyens patrimoniaux des populations africaines. Pour Rodary (2008), en effet, « le parc fut avant tout un instrument d'appropriation de l'espace par les puissances coloniales et de pérennisation de ce contrôle par les gouvernements qui ont suivi. »

Les gestionnaires du Parc National des Oiseaux du Djoudj sur la rive sénégalaise du fleuve Sénégal, reconnaissent ainsi que « La création du parc en 1971 et son extension en 1975 procèdent de mesures autoritaires imposées aux populations » et que ces « mesures ont entraîné l'exclusion des populations d'une partie de leurs terroirs » (Diouf, 1997).

Si la philosophie générale des programmes de protection ou de conservation des ressources et des milieux a évolué en Afrique depuis ces premières expériences, passant successivement de « la conservation *contre* les populations, *pour* les populations, *avec* les populations et *par* les populations » selon Compagnon et Constantin (2000) citant Murphree, il n'en reste pas moins que la plupart restent fondamentalement excluants.

Les mises en défens, qui sont souvent considérées comme une action prioritaire pour la protection et restauration des milieux, car la plus simple à mettre en place économiquement et techniquement, procèdent du même principe d'exclusion. Elle implique un arrêt total à court terme de toute forme de pression humaine et animale, censé permettre aux divers écosystèmes d'amorcer une évolution progressive avec des vitesses variables selon leur pouvoir de régénération. Elle consiste donc notamment à interdire l'utilisation des pâturages des parcours steppiques et forestiers par les troupeaux, participant ainsi du même processus de dépossession.

Largement utilisées au XXe siècle, elles sont toujours d'actualité bien que de nombreux travaux aient montré depuis leur intérêt limité voire contreproductif lorsqu'elles sont utilisées de manière systématique comme vu précédemment. Ainsi le projet rendu public en septembre

2010 de mise en défens d'une surface de 10 000 ha de la steppe à M'sila (Algérie) durant la période allant de 2010 à 2013, dans le cadre du programme de proximité de développement rural du Haut commissariat pour le développement des steppes (HCDS). Présentée comme associant les éleveurs et les communes concernées, elle semble en réalité décidée par les autorités publiques.

Ces dépossession, qu'elles soient directes ou indirectes, génèrent en général une sourde opposition des populations locales vis-à-vis du programme de restauration – réhabilitation – protection, de l'aire protégée et de l'institution qui en a la charge. Ces conflits entre administrations et population portent en général sur les droits de propriété et d'usage des ressources et territoires. Dans ce contexte, selon Ostrom (1999), les usagers locaux ne sont pas incités à raisonner leur gestion des ressources sur le long terme car implicitement il apparaît qu'ils n'en tireront pas les bénéfices. Ces actions étant fondamentalement excluantes, elles ne sont donc pas appropriées par les populations concernées, favorisant de fréquentes transgressions des limites des zones protégées et des règles de leur usage et des pratiques de gaspillage et d'abus d'usage. On observe ainsi des intrusions régulières des troupeaux dans les zones mises en défens, pour peu que la surveillance ne soit pas suffisante. Cela peut se traduire également par des destructions délibérées. Ainsi le relate Tchamie (1994) au Togo en 1990, où des coupes illicites, des destructions volontaires de reboisements de teck de l'Etat et une chasse effrénée illégale s'est déroulée dans le parc national de Keran (et en dehors pour les plantations de teck) « pour se venger et non pour satisfaire leur besoin de gibier ».

Dans le Parc National du Diawling, malgré une gestion dite participative fonctionnant plutôt bien, tout du moins avec une partie des populations du bas delta du fleuve Sénégal, on note que malgré leur acceptation, les éleveurs considèrent que le plan de gestion actuel des niveaux d'eau dans le parc est en fait à leur détriment. Ils continuent de souhaiter, sans constituer certes un front, une inondation de contre-saison ou, à défaut, un plan d'eau facilement accessible au bétail en saison sèche pour s'abreuver (Barry, enquêtes inédites 2005). Leur participation à la bonne gestion du PND reste donc extrêmement fragile.

Au-delà de ces échecs, et des sommes et de l'énergie dépensées en pure perte, ces programmes de protection et restauration des milieux et des écosystèmes et de lutte contre leur dégradation, ont également des conséquences importantes sur les populations concernées. Ils participent en général de la déstructuration des structures locales traditionnelles d'encadrement des territoires et des ressources. En effet, la prise en charge par un opérateur extérieur de la gestion des ressources et du territoire équivaut à une dépossession de leurs prérogatives des populations locales et de leurs représentants, les affaiblissant ainsi un peu plus. Il en résulte une déstructuration progressive des systèmes agro-sylvopastoraux. « Favorisée par les réglementations successivement mises en œuvre, l'emprise des forestiers, de plus en plus contraignante, provoque l'apparition de la pauvreté, voire de la misère, car les zones boisées constituent un milieu proprement vital pour « les tribus », leurs cultures, leur bétail et leurs habitations. » (Bergeret, 1993).

Aujourd'hui, « il est communément admis depuis le Sommet de la terre [de Rio 92] que les populations locales ont un rôle éminent dans la gestion des ressources naturelles » (Du Castel, 2007). Mais même si la plupart du temps les programmes de conservation ou de protection des ressources et des milieux affichent une gestion participative comme fondement de leur action (c'est désormais presque une obligation pour obtenir des financements !), la réalité est souvent toute autre (Adams *et al.*, 2004 ; Robbins *et al.*, 2006). Binot et Joiris (2007) s'interrogent « dans quelle mesure cette « participation » des populations au projet environnementaliste débouche sur un réel partenariat », sachant que « désormais, les projets de conservation de la biodiversité comportent tous une dimension sociale et la question de l'implication des populations riveraines dans la gestion des ressources naturelles est devenue essentielle. Les approches participatives de gestion des ressources naturelles ont été ces

dernières années très fortement soutenues par les bailleurs et les institutions en charge des programmes de conservation de la biodiversité. » (Binot et Joiris, 2007, citant Hulme et Murphree, 2001).

En réalité, ces pratiques de gestion participative si répandues aujourd'hui, sont souvent plus procédurales que réelles. La critique générale qui peut être faite aux instances de délibération et de participation mises en place, est que le plus souvent, elles le sont pour éviter le « blâme social » ou pour capter des financements plutôt que pour une réelle transformation des pratiques.

On peut prendre l'exemple du Géoparc du M'goun dans le Tadla-Azilal au Maroc, projet émergé en mai 2000 avec la création de l'Association pour la Protection du Patrimoine Géologique Marocain (APPGM) rassemblant des géologues marocains et étrangers, suivi par la signature au printemps 2004 d'une convention pour la création et la gestion du projet du géoparc M'Goun entre le Conseil Régional Tadla Azilal, les conseils provinciaux de Beni Mellal et Azilal (59 communes), les provinces de Beni Mellal et Azilal et l'APPGM et un Conseil d'Orientation et de Suivi du Géoparc M'Goun (COSGM) chargé du contrôle et du suivi du projet et s'inspirant beaucoup des expériences de la Communauté autonome de La Rioja et le Géoparc du Lubéron en France. En 2005 est ensuite créée l'Association du Géoparc M'Goun (AGM), avec pour mission de soutenir l'étude et la réalisation du projet de géoparc en concertation avec les signataires de la convention pour la création et la gestion du projet (2004). Le projet et l'AGM bénéficient d'une reconnaissance et d'une adhésion des politiques locales (Région de Tadla-Azilal, Province d'Azilal, et des élus locaux auprès desquels elle mène des actions de sensibilisation et d'explication du projet), est également encouragé par des associations locales œuvrant activement pour les populations du territoire. « Un géoparc a pour but de permettre aux habitants de se réapproprier les valeurs de l'héritage du territoire et de participer activement à sa revitalisation culturelle mais il doit aussi leur permettre d'améliorer leur vie (aspect social) tout en gérant au mieux les ressources naturelles, le paysage et l'environnement en général » (Charte du Réseau Européen des Géoparc (5 juin 2000, Ile de Lesbos, Grèce). Or avant même la création effective de cette structure, la collaboration avec les populations locales semble limitée. En effet, ce projet montre une structure totalement descendante. Si, selon le Président de l'A.G.M. (Mr Ouabbas), « les communes sont très volontaires dans l'élaboration du projet », on constate que le projet du Géoparc peine depuis son lancement à mobiliser la population locale qui ne se sent pas concernée. Les problèmes liés à la communication autour du projet s'ajoutent aux appréhensions d'une population souffrant des difficultés inhérentes à des conditions environnementales et sociales difficiles.

Lorsque la procédure de gestion participative est vertueuse, elle est affaiblie par des lacunes majeures.

Ainsi dans le Parc National du Diawling (Mauritanie), en plus de la gestion des ouvrages hydrauliques pour reconstituer un cycle de crue annuelle dans la plaine inondable du fleuve Sénégal pour y restaurer les écosystèmes dégradés, une seconde priorité du parc consiste à développer des relations de collaboration avec les populations du bas delta. Les ressources naturelles doivent être « cogérées » avec les communautés locales qui doivent être impliquées à la fois dans la conception et dans la mise en œuvre des scénarios et plans de gestion. La création de ce parc marque bien l'évolution des conceptions dominantes concernant les politiques de gestion des parcs et aires protégées en Afrique qui se sont concentrées à partir des années 1990 sur l'outil participatif pour gérer les espaces protégés. Dès les prémices du projet et face à l'hostilité des populations locales (qui craignaient d'être dépossédées et expulsées comme les populations du Parc National des Oiseaux du Djoudj côté sénégalais en 1971 dont elles connaissent et partagent l'histoire), une mission composée de scientifiques et de personnes ressources de la communauté locale a été mise en place pour discuter des

objectifs du PND, connaître les savoir-faire traditionnels des usagers locaux, recueillir les différents avis concernant la remise en eau de la plaine et élaborer en commun un plan de gestion adapté. Cela a permis de mettre en place par exemple des ouvrages hydrauliques, notamment ceux de Berbare, Lekser et Bell 2 sur avis des pêcheurs pour permettre aux espèces marines de migrer vers leurs zones de reproduction ou vers les zones nourricières pendant les stades juvéniles (Hamerlynck et Duvail, 2003), mais aussi des digues appropriées ainsi que de fixer les dates d'ouverture et de fermeture des ouvrages en tenant compte de plusieurs paramètres (période de ponte des poissons, croissance des graminées...). Grâce à ces efforts, la mise en place du PND, malgré les craintes initiales, n'est pas finalement perçue comme une amputation du territoire à leurs « anciens » ayants droits. Bien au contraire, la régénération des écosystèmes a permis la reprise des activités qui s'étaient arrêtées comme la pêche, la cueillette et l'artisanat (tissage de nattes en *Sporobolus* et *Typha*, tannage des peaux en utilisant les gousses d'*Acacia nilotica*). Toutefois, malgré ce travail de base et porteur de résultats appréciables, la perception du parc par la majorité de la population locale n'est pas très positive et son impact réel sur leurs conditions de vie souvent occulté, à tort ou à raison. Par ailleurs, si une politique de gestion participative est le crédo même du parc, les entretiens et enquêtes auprès des différents usagers et gestionnaires du parc (Barry, 2004) montrent qu'il n'est pas aisé de connaître précisément la perception profonde et juste du parc par ses différents usagers locaux. Par exemple, autant, si l'on veut, il est aisé de remonter l'origine de certains fonds d'un commerce individuel bienfaisant jusqu'au PND, autant il est difficile de trancher sur le degré de compréhension et d'adhésion réelles des acteurs aux principes de gestion « durable » des ressources naturelles préconisés par le parc. En effet, nombreux sont ceux qui pensent ou disent que leur gestion ancestrale, « naturelle » et régulée, a aussi des bienfaits, déjà prouvés, sur les ressources. Et ils ne manquent pas d'arguments quant il s'agit de le rappeler, souvent avec plaisir, aux « *nouveaux venus et pêcheurs des bonnes pratiques de l'environnement* » selon l'expression d'un pêcheur de Ziré Takhrédieunt pendant l'une de nos enquêtes par causerie de groupe. Cette attitude est très manifeste chez les pêcheurs Takhrédieunt qui sont, de l'avis général et jusqu'à susciter la jalousie, les mieux intégrés dans la gestion du parc, mais également les plus méfiants (Hamerlynck *et al.*, 1999). La petite communauté des pêcheurs Takhrédieunt dans le Parc National du Diawling a longtemps joué ce rôle d'expert-population écouté à la faveur des circonstances. En effet, les intéressés, fins connaisseurs de leurs intérêts, se positionnent avant tout en ayant-droits légitimes des ressources sur « leur » territoire (celui du parc) et donc incontournables pour le parc et sa gestion. Ils n'ont donc pas forcément fait leur la philosophie du parc et les objectifs de développement fixés, tel que les discours politiques présentent souvent la situation. En fait, nos enquêtes révèlent l'échec profond, sinon l'absence totale même d'une stratégie de communication du parc, et ce, alors même que ses réalisations sont visibles et même mesurables. Echech en termes de sensibilisation et de capacité à convaincre, de fréquence des rencontres de négociations entre acteurs et, plus grave encore, de représentativité des interlocuteurs : la majorité des interlocuteurs du parc vient du cercle des notabilités et autres élites locales, et pour une poignée de villages habituels seulement : élus, chefs et adjoints de village, présidentes de coopératives, chef d'arrondissement, commandant de brigade de la gendarmerie qui sont d'ailleurs considérés par tous comme des étrangers de service en transit. Les éleveurs sont également notamment absents du comité de gestion qui ne représente qu'imparfaitement les différents usagers du Parc. D'ailleurs, les objectifs de coordination des activités pastorales et piscicoles par exemple, stipulées dans le décret de création du parc, pour un développement harmonieux, sont encore loin d'être atteints. Le plan de gestion actuel des niveaux d'eau dans le parc se fait ainsi depuis le début au détriment des éleveurs qui souhaitent toujours une inondation de contre-saison ou, à défaut, un plan d'eau facilement accessible au bétail en saison sèche. Les autres usagers dont les activités concernent

également les mêmes espaces n'ayant pas toujours eu ces privilèges et se sentant lésés, n'y ont vu, et à juste raison, qu'une faveur dans la manière d'opérer des autorités du parc entre des usagers qui se complétaient mieux entre eux-mêmes dans leur organisation.

Par ailleurs, dans le Parc national du Diawling, même si la gestion participative est un des deux objectifs du parc avec la restauration des inondations, dans les faits il n'a pas rendu aux populations locales la gestion de la principale ressource, l'eau, totalement contrôlée par l'Office de Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) depuis la construction des barrages de Manantali en amont et de Diama en aval, et des digues connexes le long du fleuve Sénégal.

Et puis, même lorsque des politiques de gestion participative relativement efficaces sont mises en œuvre, elles ne sont jamais à l'abri d'un retour en arrière. Le cas de la Réserve de Biosphère Transfrontalière (RBT) dans le bas delta du fleuve Sénégal, reconnue par l'UNESCO depuis juin 2005, montre clairement ce risque. En effet le zonage de la RBT redéfinit complètement l'organisation de l'espace dans le PND et fait totalement abstraction du rapport aux lieux des communautés locales et place en aire centrale (donc a priori zone strictement protégée) des espaces majeurs pour le pâturage, ainsi que le bassin du Diawling et le haut bassin du Tiallakht à mangrove, dernières poches d'eau au milieu de la saison sèche. On aurait là une exacerbation de la mauvaise intégration des éleveurs dans les processus de cogestion des ressources naturelles déjà évoqués précédemment.

Evoquant la gestion participative, Rodary (2008) fait remarquer que la « vague participationniste est venue renforcer l'appareil conversationniste, en s'appliquant sur des espaces périphériques aux parcs, que ces espaces soient eux-mêmes protégés ou non ».

En participant de la déstructuration des systèmes agro-sylvo-pastoraux particulièrement lorsqu'elles se traduisent par la paupérisation des populations, ces exclusions viennent affaiblir encore ces sociétés déjà affectées et renforcer leur incapacité à gérer les crises environnementales ou socio-économiques.

2eme partie

Des approches renouvelées, d'autres filtres pour appréhender les processus à l'œuvre

L'analyse de toutes les limites, approximations et lacunes associées aux notions de désertification et de dégradation et aux concepts, méthodes et outils utilisés pour les étudier, les remettent très sérieusement en question.

Si la plupart du temps il existe effectivement des réalités de transformations rapides des milieux, ressources et paysages, elles sont vues à travers un prisme déformant tellement chargé de subjectivité que les conclusions des études sont totalement biaisées.

Il n'est pas question ici de nier la réalité des processus d'érosion et de dégradation des sols ou l'appauvrissement quantitatif ou qualitatif de formations végétales, avec la disparition de certaines espèces végétales, l'envahissement par d'autres, etc., mais c'est la généralisation non argumentée et « l'angle d'attaque » des phénomènes qui est à revoir.

Le catastrophisme associé à l'idée de l'irréversibilité des processus fréquemment assenés sont rien moins qu'assurés.

En ré-envisageant tous les sites au nord ou au sud du Sahara sur lesquels j'ai travaillé ces dernières années, il me semble que, dans tous les cas de figure, les états actuels des milieux ne sont pas des manifestations d'un stade ultime de dégradation, que l'emploi de la notion de désertification ne peut s'y appliquer, et que celle de dégradation est à relativiser, tout du moins à dédramatiser. Sur le plan social et économique, on se place en général vraisemblablement plutôt dans une phase de transition, qui perdure ou qui a perduré longtemps (à échelle humaine s'entend), entre deux états ; entre une situation et des modalités de gestion des ressources et territoires devenues obsolètes et une nouvelle situation qui reste encore à définir ou en cours de mise en place.

Dans tous les cas, il est possible d'envisager les processus en cours sous des angles de vues moins catastrophistes et plus constructifs, en passant d'une conception idéalisant et cherchant à « restaurer » un état initial « originel » disparu, à une conception de « faire avec » un nouvel état différent du précédent.

Pour cela, parmi les éléments à reconsidérer de manière générale dans les études sur les processus qualifiés de désertification ou de dégradation, il faut replacer les dynamiques biophysiques observées dans des cadres et contextes sociaux, économiques, politiques, culturels, physiques, spatiaux et temporels beaucoup plus larges que ce qui se fait la plupart du temps pour toutes les raisons évoquées dans le chapitre précédent. Il s'agit de s'appuyer sur des analyses systémiques pour comprendre leurs facteurs explicatifs, et de mettre en œuvre des outils et méthodes d'approche appropriés.

1- Une lecture systémique de la complexité des processus et de leurs facteurs

Le changement d'état d'un milieu ou d'un écosystème et sa résilience ne procèdent pas uniquement de processus biophysiques. Ils impliquent également des enjeux socio-économiques et culturels parce que les facteurs de ces processus sont tout ou partie anthropiques et parce qu'ils se traduisent par des impacts sur les sociétés humaines (activités agricoles, risques ...) qui y apportent des réponses variées selon leur vulnérabilité (incluant leur perception des processus) et leur capacité d'adaptation. La lecture des processus doit donc être systémique combinant études environnementales et socio-économiques, et combinant caractérisation des processus de changement d'état et processus d'adaptation des populations ainsi que leur vulnérabilité.

On dira qu'il ne s'agit là que d'une évidence pour une géographe. Pourtant, l'évolution de la géographie française laisse transparaître un certain divorce entre ces deux volets, bien qu'elle se fonde sur leur combinaison. Bertrand (2002) notait ainsi le rendez-vous manqué de la géographie avec l'environnement, place prise par l'écologie qui semble redécouvrir partiellement sur le tard les sociétés.

Jollivet (2009) indique « un indispensable changement des postures de recherche ». Les chercheurs « naturalistes » doivent accepter « l'idée que la façon dont ils conçoivent la matérialité de leurs objets est à la fois ce que celle-ci est en elle-même et une construction sociale, c'est à dire le produit de déterminants sociaux ; et donc, qu'elle est en partie relative à ceux-ci ». Cependant, « il faut, à l'inverse, que les chercheurs en sciences sociales acceptent l'idée que les dimensions matérielles, physiques, chimiques et biologiques des objets sont parties intégrantes de leurs analyses, c'est à dire jouent un rôle en soi, socialement déterminant, soit dans la construction sociale même de l'objet, soit dans la question qu'il pose à la société » (Jollivet, 2009).

Il s'agit ainsi d'aborder les ressources naturelles par une approche spatialisée à l'échelle des géosystèmes qu'elles participent à construire et de les appréhender de manière globale, « comme des objets, ou des sujets mixtes, à la fois naturels et sociaux » (Bertrand et Bertrand, 2002).

L'eau est un objet pour lequel cette approche prend tout son sens. Fil conducteur qui court dans la plupart de mes travaux à travers l'étude des zones humides du bas delta du fleuve Sénégal, des lacs d'Aleg et de Mâl (Mauritanie), des dayas du piémont Sud de l'Atlas saharien (Algérie), des oueds Dadès et M'goun (Maroc) ou des marigots du Pays dogon (Mali), non seulement l'eau commande l'état des formations végétales selon son degré de rareté, et l'état des sols à travers notamment les processus d'érosion hydrique, mais cette ressource peut également être abordée comme élément de risque, crue brutale et inondations²², et aussi « comme objet conventionnel, permettant de produire du collectif » (O. Alexandre citant Gumuchian, 2004). L'eau est en effet, particulièrement là où elle est rare, un élément majeur de structuration des sociétés autour de sa mobilisation et de son partage, et objet de conflits. Le contrôle de l'eau dans les régions arides et semi-arides est ainsi synonyme de maîtrise du territoire, des activités pastorales à travers les puits, et agricoles à travers le partage des eaux de surface des oueds et des lacs, et souterraines phréatiques collectées avec les galeries drainantes notamment (Khattaras du Maroc et Foggaras d'Algérie). Elle est donc l'objet de conflits souvent violents entre éleveurs et agropasteurs ou agriculteurs ou entre tribus et fractions, dès que sa disponibilité diminue en période de sécheresse ou du fait des modifications des pratiques agricoles (motopompes, puits profonds, ...).

De la même manière, le végétal peut être appréhendé comme formation végétale mais également comme objet, arbre (ou plus exactement ligneux) et herbe, comme élément structurant des paysages, mais aussi comme ressource économique (pâturage, prélèvements divers, ...) ou comme patrimoine culturel et/ou religieux. Ressource majeure pour les populations humaines et support pour la faune, les formations végétales sont les éléments les plus visibles et les indicateurs les plus évidents de l'évolution des milieux, sur le terrain comme sur les images satellites.

Au-delà de l'évolution quantitative de la ressource²³, ce sont les modalités de sa gestion et de son appropriation qu'il importe de saisir.

Chacune de ces ressources n'est pas indépendante de l'autre. C'est leur association dans des systèmes dynamiques qui doivent retenir l'intérêt. Au-delà des ressources, ce sont donc les géosystèmes, incluant toutes les ressources locales, qui doivent être investigués.

Le géosystème, « système géographique naturel homogène lié à un territoire » (Beroutchachvili et Bertrand, 1978), est caractérisé par « un potentiel écologique », « combinaison de facteurs géomorphologiques (nature des roches et des manteaux superficiels, valeur de la pente, dynamique des versants ...), climatiques (précipitations,

²² Sur les versants de l'Atlas de Beni Mellal (Maroc) et son dir par exemple

²³ Comme je l'ai abordé dans le programme Aquasis en Algérie par exemple, qui visait à la valorisation des eaux usées pour l'agriculture oasienne en Algérie et en Tunisie (Moguedet *et al.*, 2002 ; Taibi *et al.*, 2003)

températures ...) et hydrologiques (nappes phréatiques épidermiques et sources, pH des eaux, temps de ressuyage du sol ...) et par un certain type d'exploitation biologique de l'espace ». Ils sont également soumis à différentes actions anthropiques et sont un « produit du travail social » (Bertrand, 2002). Ils ne présentent pas nécessairement une très grande homogénéité physiologique, et sont constitués de paysages différents.

Pour Berouchtchavili et Bertrand (1978) il faut appliquer une méthodologie pour « insérer l'analyse géosystémique dans la problématique sociale (et non l'inverse) ». Pour cela, ils préconisaient de définir « le complexe territorial naturel à partir des caractères du mode et du système de production, en particulier dans son rapport avec les forces productives ».

Il ne s'agit pas seulement de faire un constat quantitatif et qualitatif de dynamiques d'évolution biophysiques et de leurs conséquences sociales et économiques et politiques. Il faut saisir le plus précisément possible les facteurs de ces processus pour les éclairer le plus « objectivement » possible et potentiellement débusquer les regards trop orientés par des idées préconçues.

Au-delà des processus biophysiques qui peuvent être analysés par télédétection ou sur le terrain, il s'agit de comprendre et de mettre en évidence la complexité des facteurs à l'origine de ces processus, qu'ils soient naturels ou anthropiques.

Ces facteurs doivent être appréhendés à différentes échelles spatiales, du local « strict » et local « large », au régional, en distinguant des facteurs « de proximité »²⁴ et des facteurs « liés à des forces motrices sous jacentes »²⁵ selon l'expression de Geist et Lambin (2004), mêlant facteurs sociaux, culturels, économiques et climatiques.

1.1- Des processus de dégradation localisés liés à des facteurs de proximité

De l'étude des différents sites au nord et au sud du Sahara sur lesquels j'ai travaillé, il ressort des travaux par télédétection et terrain, qu'il faut distinguer dans les analyses deux niveaux d'échelle locale. En effet, si à échelle locale « stricte » très restreinte de la périphérie d'un village, d'un campement, d'une route ou piste importante, d'une ferme ou une maison familiale ou d'un écosystème attractif (lac ou zone humide par exemple en zone aride), ce sont les facteurs sociaux, culturels et économiques qui sont dominants pour comprendre la dynamique des milieux, dès que l'on s'affranchit de la position stricte à proximité de ces lieux générant de fortes pressions anthropiques, les facteurs biophysiques prennent une part beaucoup plus importante. Les suivis diachroniques par télédétection montrent ainsi une grande hétérogénéité de l'évolution des couverts végétaux et des sols sur les différents sites, selon la proximité des sites d'agglomération des populations et de leurs activités (villages, routes, points d'eau...).

1.1.1- Des processus exacerbés et localisés à échelle locale « stricte »

A échelle locale « stricte », les suivis diachroniques par télédétection couvrant la deuxième moitié du XXe siècle des sites à activités dominantes agro-pastorales du bassin du Dadès, du piémont Sud de l'Atlas saharien, du lac d'Aleg et du bas delta du fleuve Sénégal montrent le développement de zones fortement dénudées sous forme d'auréoles autour et à proximité des zones de concentration des hommes et leurs troupeaux. Cependant, si ces auréoles se développent en lien avec la « grande sécheresse » des années 1970-80, elles subsistent pour la plupart malgré le retour des précipitations dans les années 1990-2000, indiquant finalement une certaine indépendance vis à vis des caractéristiques biophysiques de ces espaces. Les

²⁴ Proximate causes

²⁵ Underlying driving forces

sécheresses interviennent seulement comme éléments secondaires à cette échelle locale « stricte ».

C'est la concentration croissante de population et des troupeaux sur des zones restreintes qui expliquent directement ces dynamiques. Elle est liée à de forts taux d'accroissement de la population couplés à des phénomènes de sédentarisation et semi-sédentarisation des nomades. Ainsi, dans le bassin du Dadès, on peut suivre, sur trois compositions colorées d'août 1987, de mars 1999 (Landsat-5 TM) et d'avril 2006 (Landsat-7 ETM+) combinant à chaque date trois axes d'Analyses en Composantes Principales sur tous les canaux bruts, le développement sans résorption d'une bande à très fort albédo, 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. 10). Zone de dénudation intense des sols aux trois dates, 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 qui apparaissent sous forme de taches fortement végétalisées contrastant avec les surfaces minérales environnantes.

Sur le piémont Sud de l'Atlas saharien en Algérie (fig. 8), c'est la différence d'évolution entre la périphérie du village d'El Haouita, marquée par une dénudation exacerbée des sols, et celle du village de Aïn Madhi distant de quelques kilomètres seulement, caractérisée par des processus modérés, qui permet d'attester de cet impact anthropique majeur. On observe en effet de mai 1977 (Landsat 2 MSS) à février 1986 (SPOT 2 XS) le développement d'auréoles très localisées de dénudation exacerbée des sols et d'ouverture de la végétation autour du village d'El Haouita, qui, par contre, se sont résorbées en janvier 1989 (Landsat 5 Thematic Mapper).

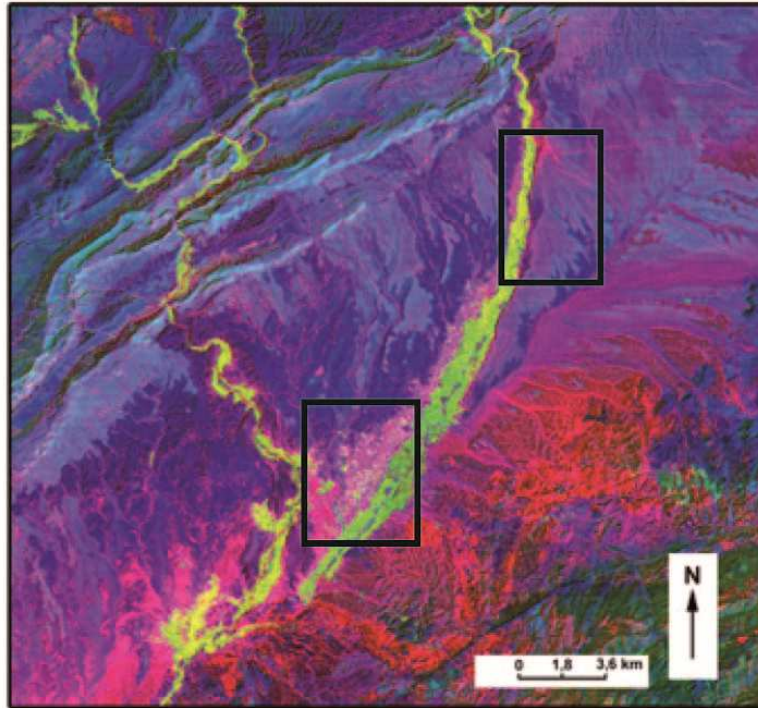
Dans les régions d'Aleg et de Mâl, les suivis diachroniques par télédétection à partir des photographies aériennes de 1954 et d'une série d'images satellites couvrant les années 1970 à 2000, couplés à des validations-vérifications terrain, ont mis également en évidence des évolutions variées selon la localisation.

Dans la région d'Aleg, l'indice de minéralisation²⁶ de 1992 (fig. 9), à la fin de la saison humide mais en année sèche, montre également de très larges auréoles plus ou moins concentriques à fort 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. Sur l'indice de minéralisation de 2000 (fig. 9), en saison sèche mais lors d'une année humide, on observe une régénération du couvert végétal de certaines de ces zones. Par contre, les auréoles de sols dénudés 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 tamourts du nord-ouest du lac. 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. La résolution plus fine de l'image panchromatique (HRV-P de SPOT) de janvier 1991, en saison sèche, permet aussi de mettre en évidence, à Aleg, des zones à dégradation moins « aiguë », notamment des « couloirs » étirés sur 5 km entre la zone lacustre et les villages de Bagdad installés dans les années 1990 le long de la route de l'espoir avec la sédentarisation des nomades. Ils correspondent à des zones de passage quotidien des troupeaux venant s'abreuver et pâturer au lac ce qui occasionne un piétinement et un surpâturage intense. Ces processus sont à relier la forte augmentation de la population des agglomérations comme Aleg, avec des taux d'accroissement annuel entre 1977 et 1988 de 3,4 %, et de 1,33 % entre 1988 et 1999 (ONS, RGP 1977, 1988 et 1999). Ce développement des villes et des villages s'est accompagné durant cette période de l'apparition de nouvelles zones d'urbanisation, anciens campements nomades devenus villages.

²⁶ Indice de minéralisation ($R^2 + PIR^2$) où R = canal rouge (2 de Spot) et PIR = Proche Infrarouge (3 de Spot)

Figure 10 :
Compositions colorées des 3 premières composantes des ACP des images Landsat de 1986, 1999 et 2006.

Composition colorée des 3 composantes de l'ACP
des 6 canaux de l'image Landsat 5 TM d'août 1999

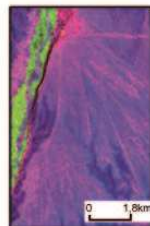
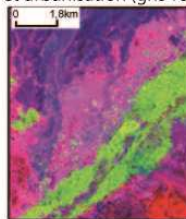


Zoom des 3 dates traitées

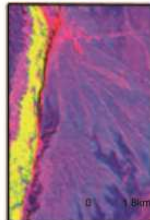
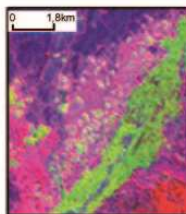
Zoom 1:
Développement des jardins
(taches vertes)
+ dégradation (rose)
et urbanisation (gris-rose)

Zoom 2:
Processus de sheet wash
sur glacis n°2 (traits roses)

1986



1999



2006

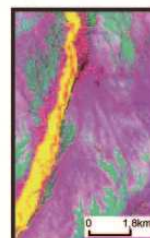
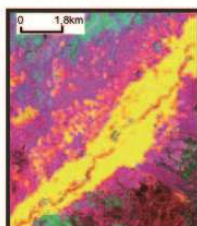


Photo 1:
Fermes privées avec puits individuels
strictement délimitées par des murs,
fonctionnelles au second plan et
en cours d'aménagement au premier plan



C'est le cas à Aleg des villages de Bagdad et Jeddah dans les années 1990 le long de la route de l'Espoir, de Carrefour fixé depuis 1983, de Taïba, village le plus important avec 1 500 habitants, installé en 1974, de Ehelewe développé récemment ou de Darnaïm avec 1 250 habitants, établi en 1984 (fig. 3).

Dès que l'on s'affranchit de ces localisations strictes, la transformation du couvert végétal est beaucoup moins marquée, comme dans la partie nord-est du lac d'Aleg, là où les pâturages sur reg sont pauvres, peu attractifs et d'accès difficile en l'absence de route. La pression anthropique y est donc plus faible.

L'amplitude de la revivification des sommets des cordons dunaires ogoliens rectilignes (elb) et de couloirs interdunaires de la périphérie des deux lacs varie aussi, bien qu'elle soit généralisée, avec un recul plus ou moins intense de la savane. Si au sud du lac d'Aleg, le cordon dunaire est relativement bien végétalisé, partout ailleurs la savane à *Balanites aegyptiaca*, *Leptadenia pyrotechnica* et quelques rares *Acacia sénégale* (gommiers), associés à *Cenchrus biflorus*, a connu un recul plus ou moins intense générant une revivification des crêtes des dunes, voire l'ensemble de la dune, nettement visible sur les indices de minéralisation (fig. 9). 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 camelins engendrant un véritable labourage des flancs des dunes et du fond des dépressions par un intense piétinement quotidien, sont totalement dénudées ou couvertes d'une savane appauvrie très ouverte.

On retrouve les mêmes processus sur les cordons dunaires de la périphérie du lac de Mâl où ils sont, là encore, particulièrement marqués à proximité des agglomérations, routes et pistes.

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 de Diama et des digues connexes sur le fleuve, de la dégradation corrélative des écosystèmes, puis de la création du Parc National du Diawling. De manière générale la pression sur les ressources naturelles est élevée dans le Bas Delta, surtout du fait des densités humaines très fortes dans les seuls lieux habitables possibles que sont les dunes, intérieures de Ziré et de Birette et littorale, situées au dessus du niveau de l'inondation. On compte ainsi respectivement 54 et 49 habitants au km² pour les dunes de Ziré et de Birette contre, par comparaison, à peine 38 habitants/km² pour le département de Mbagne, le plus peuplé de toute la région du fleuve. Ces chiffres peuvent être supérieurs sur certaines portions dans le sud de la dune littorale où se concentrent la majorité des villages, sans compter les campements des transhumants en saison sèche. Ces densités sont certes relatives, mais suffisantes pour avoir des impacts importants sur l'environnement, compte tenu des nombreuses activités extractives. Par ailleurs, la population du bas delta a nettement augmenté ces dernières décennies. Concomitamment à cette croissance de la population, la charge animale et toutes les autres activités que supporte déjà le Bas Delta, et particulièrement les dunes, ont également augmentées, soumettant les ressources, notamment végétales, à des pressions plus intenses encore, qui sont à moduler selon la saison et selon la ressource concernée. Le principal problème du manque d'espace a été encore accru par l'accroissement de la salinisation dans les plaines inondables du N'tiallakh et à l'aval du barrage de Diama et le développement des plantes invasives dans la retenue du barrage. L'exiguïté de l'espace utile génère un chevauchement des terroirs villageois exacerbant encore les pressions sur les ressources qui y sont utilisées. Les zones de maraîchage, de cueillette et les puits par exemple sont des espaces communs à plusieurs villages. Il faut ajouter le compartimentage de l'espace par les digues, le barrage et la retenue d'eau de Gambar, qui a fortement réduit l'espace des activités humaines au moment de l'inondation et pendant la décrue. Pendant ces périodes, les espaces utiles pour les villageois et le bétail se réduisent à la dune littorale et aux dunes de Ziré et de Birette.

Le suivi diachronique couvrant les années 1970 aux années 2000, combinant images satellites, photographies aériennes et terrain montre, comme sur les autres sites étudiés, des localisations préférentielles de dénudation des sols sur les dunes intérieures à proximité de certains villages. C'est le cas de l'auréole de sols nus du nord-ouest de la dune de Ziré, autour du village de Ziré Sbeikhat. La composition colorée des indices de minéralisation de 1992 et 2001 fait ressortir en blanc cette zone totalement à nu en 2001 sur la dune de Ziré (fig. 11A et photo 2) 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, lorsque l'on croise sous SIG les zones de forte pression du bétail par terroir et par zones tampons autour des villages et des puits avec celles de la ponction de bois de feu, ainsi que les zones tampons autour des pistes le long desquelles la pression est démultipliée car facilitant les déplacements, on fait nettement ressortir cette zone totalement à nu de la dune de Ziré. Par ailleurs, ce même espace ne montrait pas de dégradation marquée en 1979 (fig. 12) bien que l'influence de la sécheresse des années 1970 aurait dû être perceptible à cette date. La périphérie du village de Ziré Takrédient, à l'est de la même dune, apparaît sur cette composition colorée des indices de minéralisation de 1992 et 2001 (fig. 11) 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. En effet, le nombre d'habitants est passé de 34 en 1980 à 1068 en 2006 pour Ziré Sbeikhat alors que Ziré Takhrédient montre une évolution plus lente avec 163 habitants en 2006 contre 73 en 1980. Les autres villages actuels de Ziré Lekseir (85 habitants), Hay Jedida (127 habitants), Ziré Angor (69 habitants) et Ziré Legh Reid (212 habitants), n'existaient pas en 1980. 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. 11B). 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. Les trois puits localisés au nord de la dune de Ziré où la plupart des troupeaux transhumants et sédentaires du bas delta se concentrent pendant la saison sèche, sont également caractérisés par la dégradation exacerbée de la savane des dunes et des formations herbacées des prairies inondables proches. Dans le N'tiallakh qui n'a pas été inondé pendant des années (à part en 1999 seule année où la crue est bien remontée depuis 1993), les *Sporobolus* ne se sont pas développés et n'y subsistent que sous forme de touffes broutées jusqu'à la racine car soumises à un surpâturage intense. Au sud-ouest de la dune de Birette, on rencontre les mêmes processus mais sans *Sporobolus*, avec des chénopodiacées et d'autres espèces halophiles. On observe d'ailleurs *Zygophyllum* dans ces zones attestant de leur salinité élevée en l'absence de lessivage. Par ailleurs, au fur et à mesure de la décrue et pendant la saison sèche, ces zones sont envahies par le bétail qui avait passé la période d'inondation sur les dunes, et qui consomme et piétine les pieds de *Sporobolus* en croissance. C'est notamment l'est des villages de Arafat, Ndiamer et Meftah, qui sont concernés, bien qu'alimenté en eau par le marigot du N'tiallakh. Les villageois de Arafat indiquent d'ailleurs qu'ils ne pratiquent quasiment plus cette cueillette depuis la construction du barrage. Les sites des bassins de Bell et du Diawling, régulièrement inondés et éloignés des villages, sont soumis à de plus faibles pressions et montrent une bonne régénération. Mais lorsqu'elle existe, cette régénération observée de *Sporobolus* n'est probablement que conjoncturelle et reste très aléatoire d'une année à l'autre selon la durée et l'importance de l'inondation et les pressions subies.

Figure 11 :
Dynamique d'évolution des formations végétales et des sols dans le bas delta du fleuve Sénégal
(1979 - 1992 - 2001)

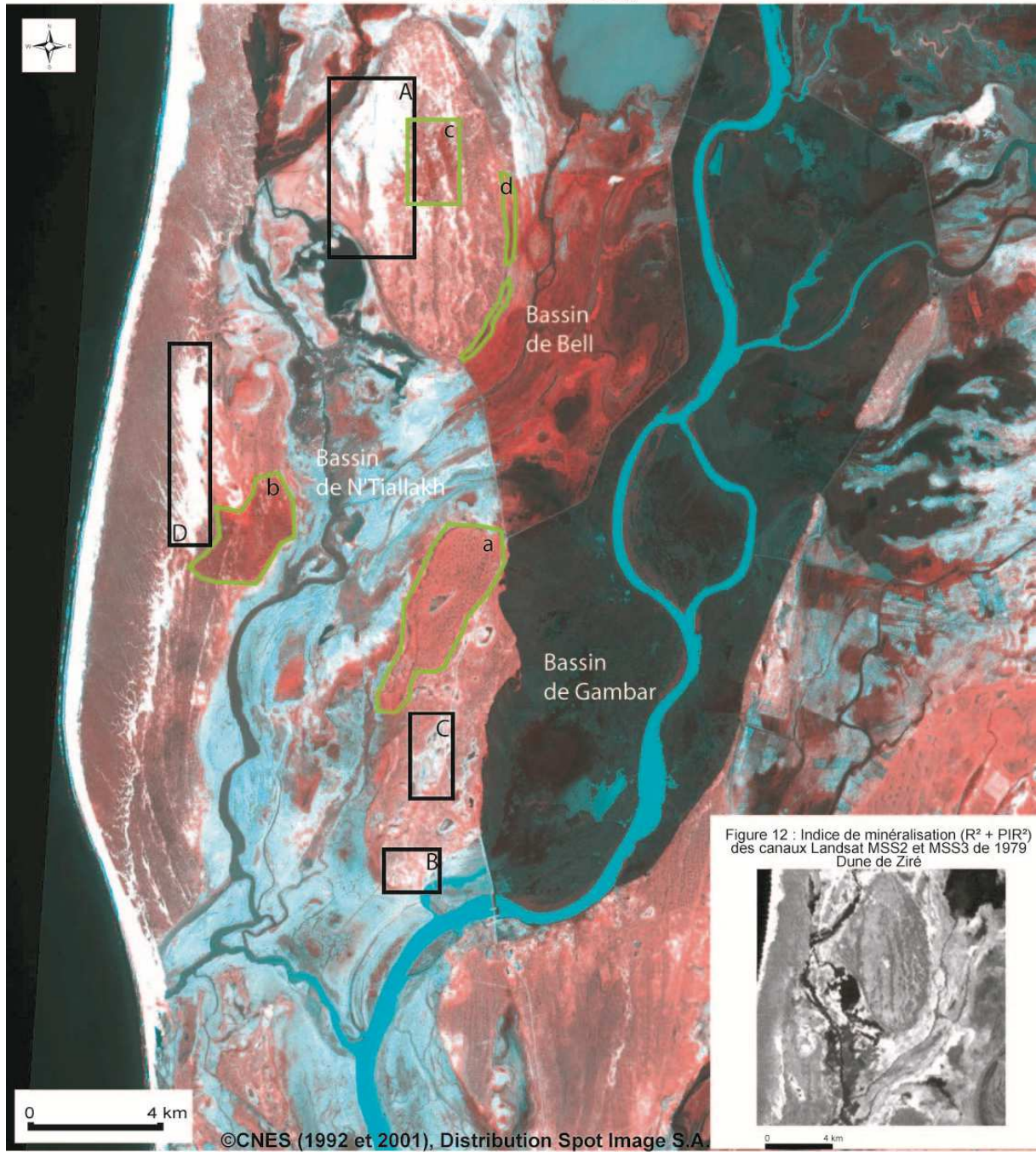


Figure 12 : Indice de minéralisation ($R^2 + PIR^2$)
des canaux Landsat MSS2 et MSS3 de 1979
Dune de Ziré

©CNES (1992 et 2001), Distribution Spot Image S.A.
En rouge vif : Zones fortement dégradées en 1992 et à régénération végétale en 2001.
En rouge clair : Zones fortement dégradées en 1992 et à faible régénération végétale en 2001
En blanc : zones fortement dégradées aux 2 dates
En noir et bleu : Zones en eau

Photo 2 :
Transgression sableuse de la dune littorale vers l'ouest



Photo 3 :
Zone totalement dénudée de la dune de Ziré



Par contre, le liseré à fort albédo le long du cordon dunaire littoral visible sur cette composition colorée (fig. 11D) est différent. 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 malgré tout le principal facteur 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. Ces processus d'ensablement créent d'ores et déjà des perturbations pour les activités de maraîchage. Ils ont par exemple contraint à l'abandon en 2002-2003 de parcelles maraîchères à Meimakh. Initialement localisées à l'est du cordon littoral intérieur, elles ont été déplacées à l'ouest dans la zone interdunaire séparant les deux cordons constituant la dune littorale.

En Pays dogon la situation beaucoup plus mitigée et moins claire nécessite encore des approfondissements pour en saisir tous les éléments.

La localisation préférentielle de ces zones à régression exacerbée des formations végétales steppiques ou de savane et de dénudation des sols 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 donc le rôle prépondérant des activités humaines dans ces processus, en corrélation avec la crise climatique, mais qui n'intervient que de manière secondaire. En effet, si la « grande sécheresse » des années 1970-80 a eu un réel impact en fragilisant ces milieux, c'est l'accroissement des pressions anthropiques localisées qui ont amplifié les conséquences de ces crises climatiques, facteur « déclenchant » mais seulement conjoncturel, à l'amont de l'ensemble des processus observés. Elles sont même devenues très secondaires puisque les processus sont pérennes voire en développement sur les glaciés de rive droite de l'oued Dadès (Maroc) en 1999 et en 2006, autour de Ziré Sbeikhat dans le bas delta du Sénégal ou à Aleg (Mauritanie) en 2000, malgré le retour des précipitations, et donc indépendamment des cycles secs et humides dans ces espaces soumis à des pressions notamment de surpâturage intenses car quotidiennes.

1.1.2- Une dégradation quantitative plus « diffuse » à échelle locale « large »

Parallèlement à ces transformations des états de surface exacerbées entraînant une dénudation totale du sol, mises en évidence notamment à partir des images satellites, il existe également sur ces différents sites, à échelle locale « large », une évolution généralisée plus "diffuse" de transformation quantitative des couverts végétaux, ainsi que des processus qualitatifs (disparition de certaines espèces, colonisation par d'autres plus sahariennes, etc.).

A cette échelle locale « large », les climats arides des zones de marge nord sahariennes, oscillant entre 100 et 200 mm de précipitations moyennes annuelles, déterminent une végétation steppique peu dense dominée par des chaméphytes ligneuses comme *Haloxylon scoparium* sur le piémont sud de l'Atlas saharien ou dans le bassin du Dadès, plus ou moins intriquée de formations à alfa (*Stipa tenacissima*) sur le piémont Sud de l'Atlas saharien et plus développées sur les Hautes plaines au nord de cet Atlas en Algérie. Au sud du Sahara, les climats sahéliens et soudano-sahéliens à une saison humide estivale et des moyennes de précipitations annuelles oscillants entre 300 et 500 mm et à forte variabilité interannuelle, sont associés à des savanes.

Les sécheresses des années 1970-1980 ont entraîné 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, du Pays dogon 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. 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, en Pays dogon ou dans le bas delta du fleuve Sénégal, en raccourcissant leur cycle végétatif. Dans les zones des marges nord sahariennes, la végétation dense ligneuse était déjà contractée dans ces zones humides des oueds ou dayas, du fait de l'aridité plus marquée. Les activités humaines et leurs transformations affectent également directement les couvertures végétales et les sols des zones arides à cette échelle locale « large », mais de manière diffuse si on compare avec les processus observés à échelle locale « stricte ». Par ailleurs, ces zones révèlent fréquemment une résilience importante des écosystèmes après le retour des précipitations. Ainsi, les « couloirs » étirés sur 5 km dans la région d'Aleg entre la zone lacustre et les villages de Bagdad installés dans les années 1990 le long de la route de l'espoir avec la sédentarisation des nomades, zones à dégradation moins « aiguë » que les auréoles autour des villages et campements, ont disparues sur les images de 2000, probablement car la bonne moyenne pluviométrique a favorisé cette année là une régénération de la strate herbacée. Ceci étant, il se peut que cela soit simplement lié à la résolution plus grossière des images de 2000 (20 m) par rapport à celle de l'image panchromatique de 1991 (10 m de résolution spatiale).

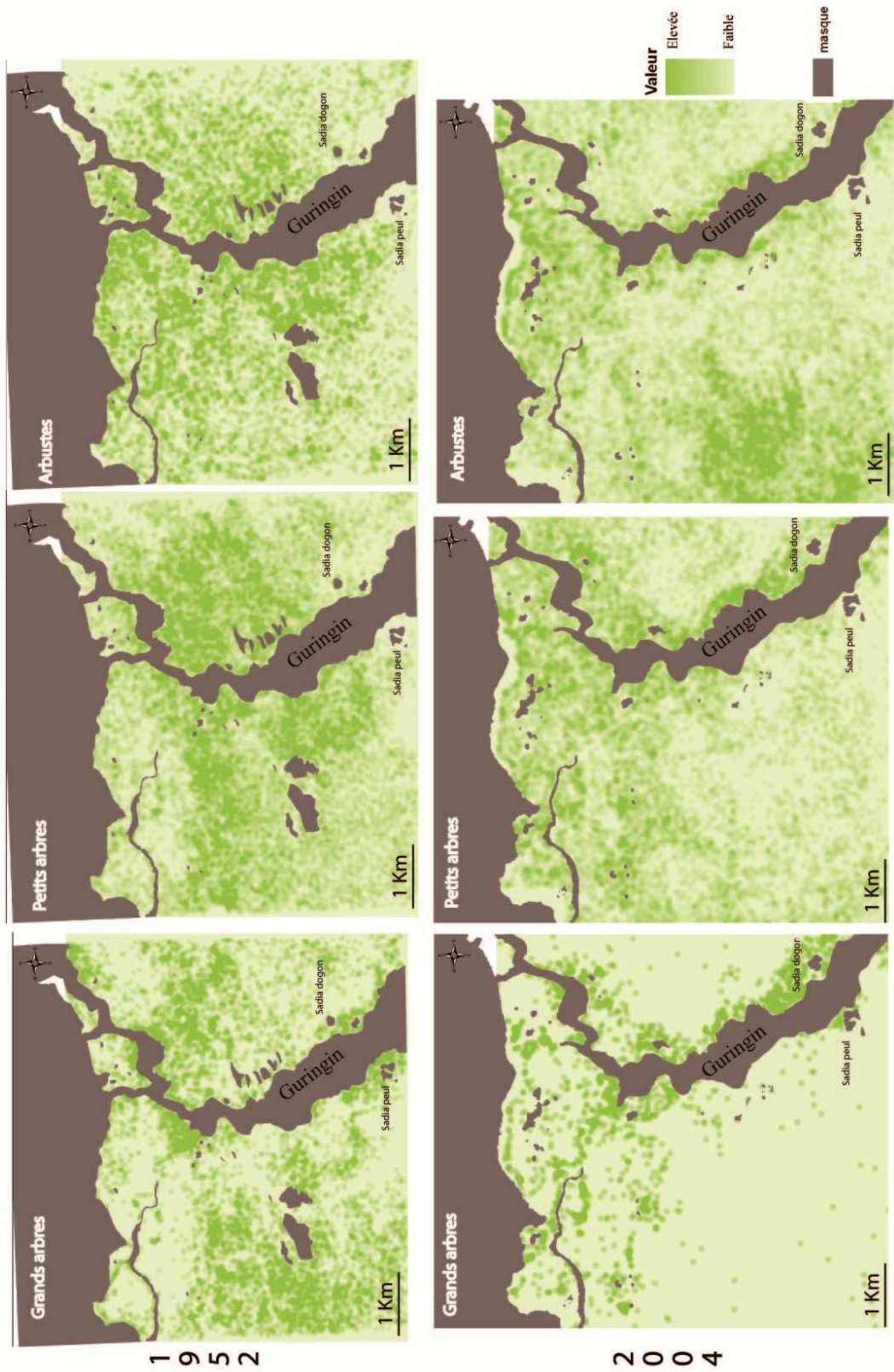
Ces processus apparaissent difficilement à travers les images satellites et le type de traitements utilisés, mais ils peuvent être décrits par des travaux de terrain, à travers enquêtes et entretiens auprès des populations locales et gestionnaires ou en utilisant des photographies aériennes de résolution spatiale plus fine que les images satellites. Ainsi sur le piémont Sud de l'Atlas saharien, les taux de couverture du sol par la végétation steppique étaient globalement de l'ordre de 20 à 30 % (40 % dans les meilleurs cas) dans les années 1980, alors qu'ils auraient été supérieurs à 50 % dans les années 1950-1960 (ANAT, 1989). Le Houérou (1968) cite également Monchicourt qui décrit en 1906 des formations à alfa beaucoup plus vigoureux et plus dense à cette époque avec photographies à l'appui. Dans le bassin du Dadès, les taux de recouvrement de la végétation steppique qui seraient de 30 % en moyenne, dépasseraient les 60 % là où elle est protégée par des épineux (*Zizyphus lotus*) (ORMVAO, 1999). Dans les régions d'Aleg et de Mâl également, la savane sahélienne arborée des années 1950 aurait été beaucoup plus dense et riche qu'aujourd'hui.

Dans la région du bas delta du fleuve Sénégal, l'évolution des couverts végétaux prend une forme particulière plus complexe du fait des fortes perturbations créées par la construction du barrage de Diama et l'endiguement du fleuve Sénégal puis par la création du parc national du Diawling (Taibi *et al.*, 2006a et b ; Taibi *et al.*, 2007 ; Taibi *et al.*, 2014a). Dans le bas delta mauritanien du fleuve Sénégal, les formations de savane se localisent sur les dunes intérieures et la dune littorale. Elles sont constituées d'*Acacia tortilis*, *A. senegal*, *Balanites aegyptiaca* et *Euphorbia balsamifera* ainsi que de quelques baobabs (*Adansonia digitata*), associés au couvert herbacé composé de *Chloris prierii* et *Zygophyllum simplex*. Le pied des dunes en bordure des plaines d'inondation est colonisé par *Acacia nilotica*. Ces formations de savane arborée des dunes de Birette et Ziré et de savane arbustive de la dune littorale, ont été fortement affectées par la sécheresse débutée à la fin des années 60, en conjonction avec l'accroissement des pressions de pâturage et de coupe de bois. Le phénomène est nettement visible sur les images satellites de décembre 1992 et octobre 2001 (fig. 11). Sur la composition colorée combinant les indices de minéralisation ($R^2 + PIR^2$) des images Spot 2 Xs de décembre 1992 (2 ans environ après la création du Parc National du Diawling mais alors que les inondations artificielles n'avaient pas encore débutées) et Spot 4 Xi d'octobre 2001 (7 ans après les premières inondations artificielles des bassins du parc), on

peut visualiser en rouge vif les zones fortement dégradées en 1992 et ayant connues en 2001 une forte régénération, naturelle pour l'essentiel ou par reboisement ponctuellement, des formations végétales de savane sur les dunes de Ziré, Birette et la dune littorale (à l'exception du bassin de Bell et le Bileyti au Nord-Ouest de Ziré, où la réponse correspond à celle des hydrophytes) (fig. 11a, b, c, d). En rouge pâle apparaissent, sur les dunes intérieures et littorale, les zones fortement dégradées en 1992 et à faible régénération végétale en 2001.

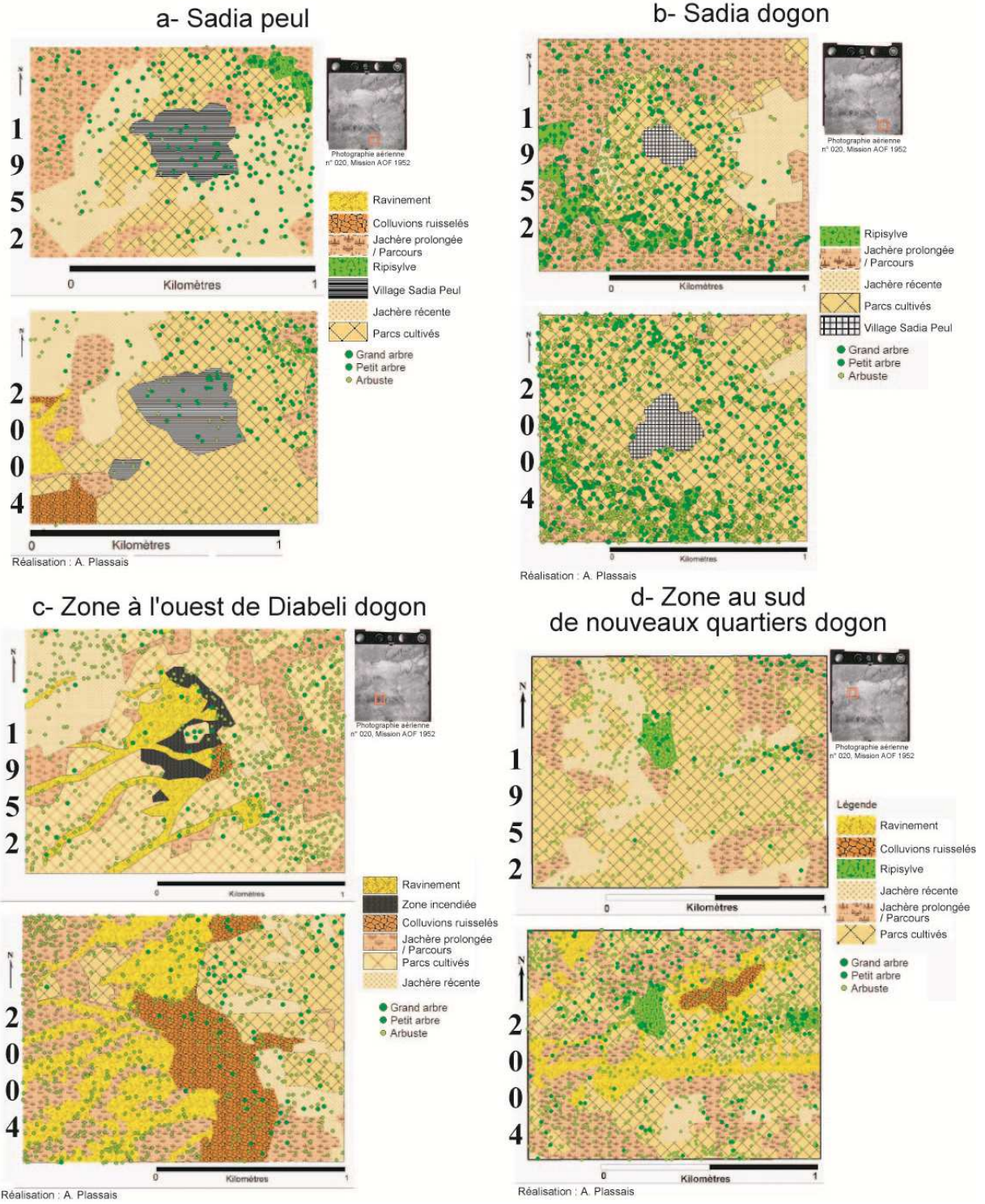
En Pays dogon un travail plus approfondi a permis de caractériser plus précisément l'évolution quantitative des couverts végétaux et plus généralement des paysages de la région de Sadia dans la plaine du Séno, à partir de données issues de classifications orientées objet et d'analyses visuelles de photographies aériennes de 1952 et d'images Quickbird de novembre 2004 (Taibi *et al.*, 2011a et b ; Taibi *et al.*, 2012). Je me suis intéressée plus particulièrement à la composante ligneuse de ces savanes dans ces analyses diachroniques. L'intérêt est de coupler la quantification précise des ligneux avec l'occupation des sols et la caractérisation plus générale des paysages à deux périodes avant et après sécheresse. Tout d'abord, le recensement à date récente des ligneux, montre que ce sont les arbustes qui dominent dans cette région de plaine (88 384 en 2004), suivis par les petits arbres (15 327 en 2004) et les grands arbres (1 717 en 2004), mais leur répartition spatiale n'est pas homogène. Les fortes densités des trois types de ligneux en périphérie proche de la vallée du Guringin contrastent avec les faibles densités de la périphérie plus lointaine. La dépression périphérique au pied de la « falaise » de Bandiagara est également caractérisée par de fortes densités d'arbustes et petits arbres. Les zones à recouvrement sableux localisées à l'extrême ouest sont, elles, marquées presque exclusivement par de fortes densités d'arbustes, les petits arbres se localisant plutôt au contact avec la dépression périphérique et les grands arbres étant quasiment absents, sauf autour des villages. Par ailleurs, la densité des ligneux en 2004 montre une nette individualisation d'unités à forte densité en périphérie de la vallée du Guringin, dans la dépression périphérique et dans la partie ouest de la zone dunaire alors que la terrasse principale du marigot et la partie sud de la zone sableuse sont marquées par de très faibles densités (fig. 13). Le croisement des couches d'informations d'inventaire des ligneux avec le type d'occupation du sol, sur de petites zones de 1 km², indique que, après exclusion de la ripisylve où ils sont bien sur particulièrement concentrés, les ligneux se retrouvent majoritairement dans les parcs agroforestiers cultivés en nombre (25 117) et en densité (8,09 ligneux / ha). Le nombre de ligneux est également fort dans les zones de parcours et jachères prolongées avec 24 126 individus, mais la densité y est inférieure avec 5,27 ligneux / ha. Ce croisement décliné par type de ligneux révèle que si globalement le nombre d'arbustes est comparable pour les zones de parcours/jachères prolongées (22 473 individus) et les parcs cultivés (20 856 individus), la densité est elle plus importante dans les parcs cultivés (6,71 ligneux / ha) et la différence s'affirme pour les petits arbres (1,24 ligneux/ha dans les parcs cultivés contre 0,34 ligneux / ha dans les zones de parcours/jachères prolongées) et surtout les grands arbres beaucoup plus denses dans les parcs agroforestiers (0,13 ligneux / ha) que dans les zones de parcours/jachères anciennes (0,04 ligneux / ha), bien que restant modeste dans les deux cas. Le suivi diachronique de ces données indique une évolution rapide depuis 1952. Cependant, si il y a une diminution globale des ligneux de - 39,9 % depuis 1952 (26 636 individus à 22 648 en 2004), les suivis diachroniques de l'occupation du sol et de la couverture de ligneux indiquent des évolutions spatiales contrastées (fig. 13). Le site de Sadia peul (fig. 14a) montre une diminution globale des ligneux entre 1952 et 2004 passés de 309 à 220 individus (- 28,8 %) ainsi que de leur densité (de 3,5 à 2,54 ligneux / ha). Par contre la densité en arbustes a nettement augmenté, spécifiquement dans les parcs cultivés où elle a été multipliée par deux. L'emprise de ces parcs cultivés s'est d'ailleurs nettement accrue en auréole autour du village en champs désormais permanents. On note aussi un doublement du nombre global de ligneux (5,3 à 9,58 ligneux / ha) sur le site de Sadia dogon (fig 14b), et

Figure 13 : Dynamique de la densité des ligneux de la plaine du Séno entre 1952 et 2004



Calcul des densités de ligneux à partir de la carte des ligneux ponctuels sur la base d'une grille de 100m de côté

Figure 14 :
Dynamique d'évolution des parcs agroforestiers de 4 sites de la plaine du Séno (1952-2004)



particulièrement un doublement de la densité des arbustes. Par contre les grands arbres y diminuent dans les parcs cultivés. Là encore, les parcs cultivés ont connu une forte extension, passés de 30,6 % à 88 % de la surface totale, corrélativement au recul des jachères. Cet accroissement du nombre et de la densité des ligneux est particulièrement spectaculaire dans les zones de parcours au sud-ouest où la densité des arbustes a augmenté de 30 à 80 % (+ 198 % en nombre) et jusqu'à 30 % pour les petits arbres (fig 6 et 7) même si globalement le nombre de petits arbres a diminué (- 59 %). Par contre les grands arbres y sont eux en fort recul (fig 8) avec une diminution de densité de plus de 50 % (- 99 % en nombre). Lorsque l'on s'éloigne des villages dans ces zones de parcours, les tendances s'inversent avec une diminution des arbustes (- 84 %) et une augmentation des petits arbres (+ 86 %) et des grands arbres (passés de 11 à 576 individus).

Les formations ligneuses de la ripisylve montrent elles aussi un recul de 14 % de leur surface globale passée de 225,26 ha en 1952 à 197,6 ha en 2004. Elle est aussi nettement moins dense et plus discontinue en 2004. Ce recul est plus ou moins accentué selon la localisation et ainsi particulièrement marqué à proximité des villages de Diabéli peul et Diabéli dogon. Sur la terrasse principale du marigot du Guringin en rive droite, la ripisylve a connu un très fort déclin, sa surface ayant connu une régression de - 72 % sur le terroir de Diabéli dogon et de - 61 % sur celui de Diabéli peul, tous deux villages récents installés depuis les années 1950. Cette diminution concerne les petits arbres (- 76 % pour Diabéli dogon et - 83 % pour Diabéli peul) et les grands arbres (- 91 % pour Diabéli dogon et - 92 % pour Diabéli peul), mais également les arbustes en recul de 56 % pour Diabéli dogon et 12 % pour Diabéli peul. En rive gauche dans la zone dunaire, le recul est de même ordre avec - 60 % pour la couverture globale, une très légère augmentation du nombre d'arbustes (+ 3 %) et une forte diminution des petits arbres (- 73 %) et grands arbres (- 94 %).

1.1.3- Processus qualitatifs

A côté de ces changements quantitatifs du couvert végétal, il existe une transformation qualitative peu visible sur les images satellites, qui se manifeste par la raréfaction, voire disparition, de certaines espèces et/ou à l'inverse la colonisation par d'autres espèces.

Dans le bassin du Dadès, c'est par exemple l'apparition et l'extension d'espèces « indésirables », car non appréciées par le bétail, du type *Peganum harmala*, qui est significative de ces processus. Dans les steppes du sud oranais en Algérie, Aidoud et Touffet (1996), mettent en évidence des années 1970 aux années 1990, l'installation et l'extension des thérophytes en majorité mais aussi des vivaces, à la place de l'alfa qui dépérit. C'est également le port des végétaux qui se serait modifié. Les touffes d'alfa seraient ainsi de hauteur et volume fortement réduits sur le piémont sud de l'Atlas saharien. En 1906, Monchicourt (cité par Le Houérou, 1968) indique que « lorsque la plante [l'alfa] n'a jamais été touchée ni par les mains des exploitants, ni par le feu, elle atteint des proportions vraiment gigantesques ... l'extrémité des feuilles arrive au menton d'un homme debout et l'épi qui dépasse de 50 centimètres les feuilles plus hardies se joue au vent au dessus de la tête de l'observateur... ».

A Aleg, les *Acacia senegal* et *A. nilotica* ont quasiment disparus, de même que le baobab aujourd'hui très rare ou *Zizyphus mauritania*. Sur les dunes, cette dégradation qualitative, se traduit par exemple par la disparition des gommiers (*Acacia senegal*) traditionnellement exploités. À l'Elb El Jmel, à Aleg, les gommiers des formations de savane ont été remplacés par des formations à *Boscia senegalensis*. On peut observer cette savane dans la région de Mâl dans les deux mises en défens à Tartougal créée en 1995 et à Benar quelques années plus tard sur le même modèle. Totalement fermées pendant quatre ans puis ouvertes au bétail deux mois et demi par an en période de soudure, ces deux zones montrent un tapis graminéen

beaucoup plus dense et les touffes plus hautes que dans les zones soumises à pâturage, et on y retrouve une très grande diversité biologique arborée comme herbacée, inventoriée par Ballouche et Le Drezen (2001). La strate herbacée très dense est dominée par *Panicum laetum* accompagnée de *Cenchrus biflorus*, de *Cassia tora*, de *Tephrosia sp.* et de *Schoenfeldia gracilis*. La strate arborée et arbustive avec de très nombreuses jeunes pousses comprend *Anogeissus leiocarpus*, *Cassia italica*, ainsi que des *Acacia ehrenbergiana*, *A. seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Maerua crassifolia* et *Zizyphus mauritania*. Certaines espèces typiquement sahéliennes avaient quasiment disparu dans le reste de la région comme *Grewia tenax*, *Combretum aculeatum*, *Commiphora africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Maytenus senegalensis* et *Acacia senegal*. Ailleurs, la savane « originelle » est parfois remplacée par une végétation psammophile à *Stipagrostis sp.* voire *Panicum turgidum* et *Leptadenia pyrotechnica* attestant de conditions plus « sahariennes » du milieu. Ces formations qui peuvent présenter des densités de recouvrement assez importantes, correspondent donc malgré tout à une formation de substitution et une transformation qualitative de la végétation. Certaines herbacées fourragères comme *Schoenfeldia gracilis*, espèce typique de la savane sahélienne, ont quant à elle disparues. Parallèlement, on observe une prolifération d'autres espèces comme *Balanites aegyptiaca*, espèce psammophile 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 comme au Sud de Taïba, dénote ce changement qualitatif et une colonisation par défaut. Là, le surpâturage sélectif ne laisse subsister souvent que ces espèces non consommées par les animaux, *Calotropis procera* étant parfois associé à *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* comme au sud de Taïba. Moins frappante mais tout aussi significative de cette évolution, 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).

1.2- Des facteurs plus globaux

Au-delà de ces « facteurs de proximité », plus spécifiquement l'accroissement de la population et des troupeaux et leur cantonnement, permettant d'expliquer les processus en cours, que l'on voit s'exprimer très nettement aux échelles locales, il existe aussi des « forces motrices sous-jacentes » (underlying driving forces) selon l'expression de Geist et Lambin, qui ont trait aux spécificités sociales et culturelles locales (structures sociales notamment) et régionales ou nationales (politiques agricoles, politiques de décentralisation, etc.). Ces facteurs déterminent notamment des choix de modes et types de mises en valeur et usages des ressources, et influent donc sur les « causes de proximité ». Geist et Lambin (2004) incluent également dans ces « forces motrices sous-jacentes », le facteur climatique. Cependant, ce qui caractérise surtout cette échelle large, ce sont les multiples interactions entre les nombreux facteurs locaux, régionaux et globaux à différentes échelles temporelles.

Parmi ces facteurs globaux il faut ainsi analyser les mutations, parfois profondes, de l'occupation et de l'utilisation des milieux et des ressources depuis le XIXe siècle.

1.2.1- Mutations de l'occupation et de la gestion des ressources et des milieux

Les mutations profondes de l'occupation et de l'utilisation des milieux et ressources depuis le XIXe siècle, mais particulièrement dans la deuxième moitié du XXe siècle en Afrique de manière générale, sont des éléments d'explication majeurs des processus d'évolution quantitatifs et qualitatifs de la couverture végétale et des sols, leur ampleur, pérennité et

localisation. Ces transformations des modalités de gestion des ressources et des territoires, associées à celles des statuts juridiques, ont un impact majeur sur les pressions qui s'exercent sur eux et sur la concurrence pour leur usage.

1.2.1.1- Sédentarisation et semi-sédentarisation et modification des pratiques d'élevage et de conduite des troupeaux

Les différents sites d'études sont caractérisés par des activités d'élevage majeures quand elles ne sont pas dominantes, qui se sont profondément transformées au cours du XXe siècle. L'aridité, les couvertures végétales lâches au moins une partie de l'année, et les sols souvent pauvres, ont dédié ces sites à un élevage extensif transhumant ou nomade.

Le pastoralisme et l'agropastoralisme sont donc les systèmes de production les plus communs dans ces régions arides et semi-arides. L'élevage y est l'activité dominante associée à une agriculture plus ou moins développée et essentiellement de subsistance. Malgré les différences dans les formes d'organisation de ces systèmes, influencées par des facteurs historiques, culturels, économiques ou technologiques, on retrouve globalement selon El Aich et Waterhouse (1999) les mêmes grands types de stratégies dans ces systèmes de production ; diversification des activités de subsistance, composition et mobilité des troupeaux. Dans ces régions arides, cette mobilité du bétail leur permet d'accroître la productivité et de mieux résister aux sécheresses par rapport aux troupeaux sédentaires (Breman et de Wit, 1983 cité par El Aich et Waterhouse, 1999). Par ailleurs, ces déplacements des troupeaux exercent une pression moindre sur les ressources, sauf là où ils sont concentrés comme autour des points d'eau permanents.

Ce sont donc des systèmes transhumants ou nomades qui caractérisaient ces régions arides et semi-arides. Caractérisaient, car ils connaissent un recul très rapide que Aït Hamza (2002) relie dans le bassin de Ouarzazate au Maroc à l'appauvrissement des pâturages corrélatif des sécheresses des années 1970-80 et que l'on complétera par des facteurs sociaux et politiques. Ce recul se lit à travers les phénomènes de sédentarisation et de semi-sédentarisation massifs, les éleveurs nomades s'étant fixés dans ou à proximité des agglomérations ou points d'eau.

Sur le piémont sud de l'Atlas saharien, on note ainsi un accroissement important de la population éparsée dans les communes du piémont avec, de 1977 à 1987, des taux de croissance de 5,4 % dans la commune de Aïn Madhi, de 3,95 % dans la commune de Kheneg et de 0,3 % dans celle d'El Haouita. On peut assimiler cette population éparsée aux semi-sédentaires en partant du principe que la semi-sédentarisation correspond à la fixation des nomades dans un même site toute l'année par fixation de la tente ou la construction d'un logement en dur plus ou moins proche des agglomérations et points d'eau avec leurs troupeaux. C'est surtout la part relative de la population éparsée des différentes communes qui est significative et à corrélérer avec les dynamiques d'évolution opposées des communes d'El Haouita et de Aïn Madhi vues précédemment. Si elle était seulement de 2 % en 1977 puis 3 % en 1987 dans la commune de Aïn Madhi, par contre, elle était de 47,3 % en 1977 et 29,3 % en 1987 dans la commune d'El Haouita et de 27,8 % puis 23,5 % à Kheneg pour les mêmes périodes. Cette diminution relative entre 1977 et 1987 dans ces deux communes correspond à la sédentarisation définitive d'une partie de cette population semi-sédentarisée dès le début de la sécheresse. Par ailleurs, dans cette région, on voit nettement le passage progressif de la propriété des troupeaux des nomades aux sédentaires de 1966 à 1987. Ainsi en 1966, dans la commune de Brézina localisée à 120 kilomètres environ à l'ouest des deux précédentes, sur 280 propriétaires, 160 étaient nomades et ils détenaient 22 810 têtes de bétail contre 3 600 aux sédentaires, soit 86,3 % du troupeau total (MARA 1974). En 1987, les propriétaires nomades de troupeaux étaient devenus largement minoritaires par rapport aux sédentaires. Sur 789 éleveurs de troupeaux inférieurs à 100 ovins, 709 étaient sédentaires et 80 nomades. Les

troupeaux plus importants étaient exclusivement détenus par des nomades, mais ils restent inférieurs en nombre aux sédentaires (200 nomades propriétaires de troupeaux de 100 à 300 ovins, et 180 de troupeaux de 300 à 1000 ovins). Le processus s'est poursuivi par la suite.

Même dynamique en Mauritanie où le taux de sédentarisation de la Wilaya d'Aleg était de 92,50 % en 2000, cependant inférieur au taux national de l'ordre de 94,9 % à la même date. Dans la moughataa²⁷ d'Aleg, les nomades ne représentaient plus que 15,3 % de la population en 1999, contre plus de 51 % en 1977 et 30,6 % en 1988 (ONS, RGP 1977, 1988 et 1999). Elle reste pourtant un des bastions du nomadisme en Mauritanie (4,8 % de nomades à l'échelle du pays). Ce phénomène de sédentarisation, se double d'un fort taux d'accroissement naturel dans les anciennes et les nouvelles agglomérations, comme vu précédemment dans les facteurs de proximité.

Dans le bas delta du fleuve Sénégal, tous les villages implantés sur les dunes littorales et intérieures ont connu une forte progression de leur population qui n'est pas seulement due à l'accroissement naturel. Au début des années 2000, la régénération des écosystèmes dans le Parc National du Diawling mauritanien et sa périphérie proche, a rendu cet espace de fait très attractif avec l'amélioration des conditions de vie, la diversification des activités, le développement des échanges avec l'ouverture des routes, etc. Les éleveurs, qui traditionnellement se déplaçaient vers les parcours de l'erg du Trarza pendant l'hivernage, restent désormais pour la plupart cantonnés toute l'année sur ces pâturages du bas delta du fleuve Sénégal. Le phénomène est aussi lié au retour saisonnier des ressortissants locaux qui avaient émigré à Nouakchott ou Nouadhibou et l'arrivée des immigrés temporaires des villages environnants (de la commune de Keur Macène mais aussi ceux de la rive gauche) attirés par « l'abondance » du moment. Ainsi, pour la seule dune de Ziré, on comptait 107 habitants en 1980, contre 1925 en 2006 avec des évolutions variables selon les villages, notamment l'apparition de nouveaux comme Ziré Lekseir, hay Jedida, Ziré Angor et Ziré Leghraid. Les tendances sont les mêmes sur les autres dunes. Plusieurs campements fixés sont également apparus durant cette période.

Dans le bassin du Dadès, c'est la part respective du bétail sédentaire et de parcours qui est un bon indicateur de ces processus de sédentarisation et semi-sédentarisation. On notait ainsi en 1999 (ORMVAO) la domination des ovins sédentaires (54,5 %) par rapport aux ovins de parcours dans le périmètre du Dadès (constitué par les communes de Boumalne-Dadès, Aït Youl et Souk Lakhmis) et leur forte proportion (22,7 %) dans le périmètre du M'goun plus à l'Ouest (constitué par les communes de Aït Sedrate, Kelaat Mgouna et Aït Ouassif). Durant les périodes de sécheresse, la réduction du potentiel fourragé des pâturages ne permettant plus aux nomades et transhumants de subvenir à leurs besoins par la seule activité pastorale, les a incités à se rapprocher des vallées du Dadès et 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. C'est ainsi dans l'Assif n'Targuit à l'extrême Est du bassin. Ces semi-sédentarisation, normalement ponctuelles et circonstancielles, deviennent pérennes. Les nomades ne sont pas repartis à la fin des années 1980 lors de l'interruption du cycle de sécheresse.

Si ces processus de sédentarisation se sont accélérés partout avec les dernières sécheresses, en réalité, le processus est beaucoup plus ancien. Il prend ses racines durant la période coloniale où les autorités françaises ont pris le contrôle d'une partie des terrains de parcours des tribus nomades. Je reviendrai sur cette histoire un peu plus loin.

²⁷ Moughataa : équivalent des départements en Mauritanie

Partout donc, le nomadisme extensif, aujourd'hui en très fort recul, est remplacé par un semi-nomadisme et surtout par un élevage familial sédentaire, systèmes beaucoup plus intensifs où le cheptel est cantonné toute l'année, ou une grande partie, sur des pâturages restreints et déjà faibles en productivité végétale à cause des sécheresses. En effet, le semi-sédentaire conserve en général un troupeau relativement conséquent, l'élevage restant sa principale source de revenu à la différence du sédentaire. La semi-sédentarisation ayant lieu à proximité des agglomérations et points d'eau permanents, elle s'accompagne du cantonnement des troupeaux dans ces zones restreintes. Ce cheptel utilisant quotidiennement les pâturages de plus en plus surexploités de la périphérie des campements, villages et zones urbaines, définit ainsi un surpâturage localisé et le développement des taches de dégradation plus ou moins concentriques observées sur les images et le terrain et décrites précédemment. 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.

Dans le bas delta du fleuve Sénégal, l'élevage, qui occupe une place importante, s'appuie sur un cheptel constitué de bovins, de camelins, d'ovins et de caprins. Les ovins et les caprins sont destinés à un élevage domestique dans le cadre du cercle familial alors que les bovins et les camelins sont plus ou moins transhumants. Selon les recensements associés aux cartes sociales réalisées lors des enquêtes de terrain avec les habitants des différents villages, le bétail destiné à l'élevage domestique représente environ 2/3 du cheptel total du bas delta (Barry, 2005 inédit). Les deux types d'élevage n'exercent pas les mêmes pressions sur les écosystèmes et donc ne jouent pas le même rôle dans leur dégradation potentielle. L'élevage transhumant a un rayon d'action relativement large qui engendre une pression beaucoup plus diffuse que l'élevage domestique. Les animaux se déplacent partout dans le bas delta et même traditionnellement au-delà, au Nord vers l'erg du Trarza, en fonction de la saison. Mais les distances parcourues pendant cette transhumance se sont beaucoup réduites depuis la sécheresse des années 1970, même si elle reste encore relativement importante. Dans les faits, les troupeaux restent pour l'essentiel aujourd'hui cantonnés même pendant la saison humide et l'inondation dans le bas delta. Parallèlement, on observe le développement de l'élevage local non transhumant stationnant aujourd'hui sur place toute l'année. Les troupeaux sillonnent le bas delta à la recherche de pâturages en empruntant les digues en saison humide et d'inondation ou en pataugeant dans l'eau comme les vaches et même les dromadaires (en saison sèche) pour brouter les verts pâturages à graminées dans le Diawling et le Bell ou à *Avicennia* dans le haut bassin de N'tiallakh et jusque dans l'île de Thiong où certains éleveurs nomades ayant de bons rapports avec les villageois viennent parquer leur troupeau. Cette pression permanente, accentuée pendant l'inondation notamment sur les formations de savane des dunes de Ziré, Birette et littorale, car s'exerçant sur un espace restreint, se traduit par une dégradation des sols par piétinement, et des formations végétales par surpâturage, les rejets d'*Avicennia* étant par exemple non seulement piétinés mais souvent arrachés par les dromadaires. Cette pression du pâturage s'exerce en effet également sur les formations de mangrove dont certains sites présentent alors de faible pourcentage de rejets, les jeunes pousses étant généralement plus appétantes et plus tendres que les individus adultes. Mais ces derniers sont également appréciés par le bétail, leur donnant une physionomie particulière avec un port peu élevé et en « boule » caractéristique, notamment au niveau de la confluence des marigots du Bell et du Khouroumbam ou du N'tiallakh.

A Aleg et Mâl, si le développement végétal des lacs et leur périphérie durant l'hivernage permet de supporter des charges de pâturage élevées, il n'en est pas de même pendant la saison sèche. De plus, la pression du bétail sur ces pâturages augmente considérablement au début du mois de novembre avec l'arrivée de troupeaux d'éleveurs nomades qui séjournent autour des lacs jusqu'en juin. Elle est donc forte notamment au début de l'hivernage et

compromet alors la régénération du couvert végétal car les jeunes pousses sont systématiquement broutées et atteignent difficilement leur maturité. Les témoignages locaux, confirmés par les observations de terrain, indiquent qu'avec la sécheresse de ces dernières décennies, le cantonnement du cheptel toute l'année autour du lac d'Aleg et le broutage incessant ont entraîné une diminution de la couverture graminéenne de la zone lacustre. Ces formations sont en effet activement exploitées, directement par pâturage des bovins ou par prélèvement de fourrage à partir des berges au fur et à mesure de la décrue.

Les sédentaires participent également, de manière indirecte, à ces processus. Ils disposent en général de petits troupeaux d'ovins qui constituent leur mode de placement du capital.

Si les effets sur le milieu de l'élevage transhumant sont difficilement perceptibles à l'échelle des terroirs, cela est beaucoup plus facile à déterminer pour l'élevage domestique essentiellement ovin et caprin. En effet, les petits ruminants parcourant quotidiennement les périphéries des villages, puisqu'ils doivent y revenir tous les soirs, avec un rayon d'action dépassant rarement les 10 km ce qui correspond en gros aux terroirs villageois. Cette pression décroît donc du centre vers la périphérie des villages, soit directement par broutage soit par l'élagage comme pour *Faidherbia albida* pour les gousses et le feuillage par les éleveurs.

Beaucoup de citadins, particulièrement les anciens nomades, mais aussi fonctionnaires ou commerçants, ont investi dans le mouton (et la chèvre pour le lait) qu'ils font pâturer au moins une partie de l'année autour des agglomérations (Aleg en Mauritanie, Boumalne-Dadès ou Kelaat Mgouna au Maroc, Laghouat en Algérie, ...). Si le bétail n'est pas confié à un berger pasteur, il est envoyé tous les jours sur les parcours. En effet, dans un contexte global de croissance de la population et surtout de population urbaine aux habitudes alimentaires plus exigeantes, le mouton particulièrement, mais également les bovins en zone subsaharienne, sont devenus des biens de spéculation de très grande valeur. Le bétail étant devenu une valeur sûre de rentabilité et sa valeur monétaire très importante, on a assisté au renforcement du cheptel, notamment par des propriétaires sédentaires sans passé pastoral.

Par ailleurs, si le cheptel a été décimé dans les premières années de la sécheresse des années 1970-80, il s'est ensuite rapidement reconstitué, particulièrement les ovins et caprins pour les raisons citées précédemment. A Aleg, 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). En 2010, on estimait les petits ruminants à 240 000 têtes, les bovins à 150 000 et les camelins à 72 000 (MDRE, 2011). Sur le piémont Sud de l'Atlas saharien en Algérie, on est passé de 1 183 230 têtes d'ovins dans la wilaya de Laghouat en 1977, période de début d'exacerbation de la sécheresse, à 768 900 têtes en 1985-86, période de fin de la sécheresse, soit une perte de 35 % du cheptel (ANAT, 1977 ; Bneder, 1988). Si la sécheresse des années 1970 a eu un impact sur les troupeaux de cette région, accroissant la mortalité du bétail, on est cependant loin des pertes de 80 % du cheptel de la sécheresse de 1945-46, il est vrai accentuées par les prélèvements de guerre. L'alimentation de complément et les soins vétérinaires notamment prodigués par les autorités algériennes ont permis de limiter relativement les pertes. Par ailleurs, le troupeau a commencé à se reconstituer très rapidement après le retour à des conditions climatiques plus favorables, passant à 792 000 têtes en 1986-87, puis à 936 807 en 1988-89 et 958 012 en 1991 (ONS 1991). En 1992, le troupeau total avait dépassé le million avec 1 094 446 têtes (tout bétail confondu).

Le lien établi ci-dessus entre croissance de la population et du cheptel et processus de dégradation sont très critiquables. J'ai déjà évoqué les travaux de Gendreau *et al.* (1996) qui ont ainsi relativisé la part de la croissance de la population comme facteur de dégradation des milieux. D'autre part, ce lien fait référence en filigrane aux notions de capacité de charge, dont j'ai également présenté les limites.

Cependant, ces éléments font partie des pressions exercées sur les milieux et les ressources, et se conçoivent également dans un contexte global de réduction des surfaces dédiées aux

parcours depuis la période coloniale avec notamment leur intégration au domaine forestier et la mise en défens, et plus récemment avec leur conversion en terres agricoles.

1.2.1.2- Transformation des pratiques et développement de nouvelles activités agricoles

Parallèlement aux mutations de l'élevage, les pratiques agricoles ont également fortement évoluées et sont venues souvent impacter les surfaces dédiées aux parcours en utilisant les meilleures terres de pâturages et en les réduisant de manière générale, favorisant ainsi la concentration des troupeaux sur les parcours restants.

L'agriculture reste secondaire dans les sites arides et semi-arides étudiés, cependant, la présence de zones humides y crée un contexte particulier qui explique le développement relativement important de zones agricoles. Par ailleurs, les parcs agroforestiers cultivés sont dominants dans la zone soudano-sahélienne de la plaine du Séno au Mali grâce aux précipitations moyennes annuelles autour de 500 mm.

L'agriculture traditionnellement pratiquée à Aleg et Mâl était la culture pluviale, sur les cordons dunaires, car plus faciles à cultiver malgré une moindre fertilité que les bas fonds. Elle était basée sur la production de mil et parfois d'arachides. Les zones inondables étaient également le siège de cultures de décrue, améliorées à Mâl avec la construction en 1962 d'un barrage qui coupe le lac en deux. Les pâturages des lacs (bourgou) étaient également utilisés par les troupeaux sédentaires et transhumants soit en y accédant directement par des couloirs délimités depuis les rives pour éviter les champs, soit par prélèvement de fourrage par les agriculteurs.

Dans la plaine du Séno, l'organisation agro-pastorale coïncide approximativement avec la configuration géomorphologique. La dépression périphérique qui s'étire d'est en ouest au pied de la « falaise » de Bandiagara, incisée dans les formations dunaires par des marigots intermittents actifs en période d'hivernage, est totalement cultivée avec du riz dans les bas fonds et du mil pluvial sur les zones plus hautes. La bande étroite constituée de formations dunaires étirées parallèlement à la falaise, dédiée à l'élevage, passe à des épandages sableux « simples » lorsque l'on s'en éloigne, où l'on retrouve des parcs agroforestiers intensément cultivés en céréaliculture pluviale. Les terroirs agricoles sont structurés en couronnes successives plus ou moins arborées autour des villages, faisant se succéder l'auréole des champs permanents avec quelques grands arbres (Baobab et *Faidherbia albida* essentiellement), suivie d'une zone à jachères plus fréquentes et s'allongeant progressivement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre.

Dans la vallée du fleuve Sénégal, l'agriculture était pour l'essentiel de décrue (vers octobre dans la moyenne vallée) pratiquée dans la plaine d'inondation du fleuve ou *waalo* (sorgho, mil, haricot verts ...), même si le calendrier agricole commence toujours avec les cultures pluviales dans le *dièri* (cultures précoces dès les premières pluies en juin avec la pastèque, le petit mil...). En réalité, ces zones de décrue du fleuve étaient occupées successivement par les pêcheurs puis les agriculteurs et enfin les éleveurs au fur et à mesure du retrait de l'eau puis des récoltes. Ce cycle d'activité supposait une entente politique entre les différents protagonistes, doublée de relations économiques (échanges de poissons, mil, lait et beurre...) (Schmitz, 1986).

Dans le bas delta mauritanien du fleuve cette agriculture de décrue était très peu développée, les activités principales étant la pêche et la cueillette et secondairement l'élevage.

Dans le bassin du Dadès, seule l'atténuation de l'aridité dans les vallées par les apports en eau exogènes des deux oueds pérennes à bassin-versant atlasique, le Dadès et le M'goun, et la présence de sols cultivables sur les terrasses étagées dans ces vallées, y permet le développement d'une agriculture concentrée sous forme de champs exigus, formant une

longue oasis sans palmiers. L'irrigation impérative des cultures se fait par submersion des parcelles étroites à partir de dérivations des eaux des oueds. Hors des vallées, les glacis sont couverts de reg incultes dédiés à l'élevage sur parcours steppiques.

Même configuration générale sur le piémont sud de l'Atlas saharien, où les seules zones cultivées se localisent à proximité d'oueds et de sources où elles sont irriguées, ou dans les dayas, siège d'une céréaliculture pluviale pauvre (Orge) et très aléatoire.

Les communautés exploitant ces milieux arides et semi-arides ont toujours su gérer la rareté des ressources en eau en développant notamment des systèmes ingénieux de mobilisation et de répartition. Ces techniques traditionnelles, en général simples, mettent rarement en péril les milieux naturellement fragiles de ces écosystèmes secs, notamment car les ponctions d'eau sont relativement modestes, limitées par la capacité de l'homme ou de l'animal.

Les nappes superficielles d'inféoflux dans le fond des oueds et marigots sont ainsi utilisées par de simples puisards détruits à chaque crue. Parfois la nappe sub-affleurante peut être utilisée directement par les palmiers qui y plongent leurs racines comme dans le Souf (Algérie). Les nappes plus profondes sont atteintes par des puits qui peuvent atteindre 100 m de profondeur en roche cohérente, l'eau étant extraite par des mécanismes plus ou moins sophistiqués (système à balancier ou noria actionnées par l'homme ou un animal, etc.). Il existe également des systèmes plus complexes de galeries souterraines à faible pente permettant de drainer une partie des eaux de nappes superficielles vers une surface irrigable. Mis au point en Iran et en Syrie au VIII^e siècle (*Qanat*), ils se sont ensuite répandus sur tout le pourtour méditerranéen avec les *khettaras* au Maroc et les *foggaras* en Algérie. Dans tous les cas, la mobilisation de l'eau reste modeste car basée sur la traction humaine ou animale qui limite naturellement les volumes utilisés. Pour les ressources de surface, on observe fréquemment des systèmes de dérivation des eaux des cours d'eau à débit pérenne à partir de petits barrages submersibles ou d'ouvrages de prise. Les eaux des cours d'eau intermittents peuvent elles être utilisées par des systèmes d'épandage de crue composés de seuils ou de barrages en maçonnerie de faible hauteur.

Après extraction ou dérivation de l'eau, son transport vers les terres à irriguer en aval et sa répartition entre les différents usagers se fait en général par des systèmes de canaux à ciel ouvert appelés séguias au Maghreb.

Au cours du XX^e siècle et encore aujourd'hui, avec l'augmentation de la demande alimentaire de plus en plus diversifiée par une population croissante, notamment urbaine, aux habitudes alimentaires plus exigeantes, phénomènes couplés à la sédentarisation des anciens nomades, aux améliorations techniques et à la circulation accrue de moyens financiers (notamment par l'émigration et les ONG), l'agriculture, traditionnellement marginale, a fortement évolué dans la plupart des régions de marges sahariennes. Les terres cultivées se sont en général développées au détriment des surfaces de parcours, mettant en concurrence agriculteurs et éleveurs sur des terres fragilisées par les sécheresses.

Selon les sites, ce sont les agricultures traditionnelles de décrue, pluviale ou irriguée qui se sont développées ou au contraire ont reculé voire disparu au cours du XX^e siècle.

a- Développement de l'agriculture de décrue dans les zones humides

A Aleg et Mâl, les lacs ont toujours été le lieu d'une agriculture de décrue développée au fur et à mesure du retrait des eaux après la saison des pluies en été. Cependant, avec la construction d'un barrage hydro-agricole dans le lac de Mâl de 1959 à 1962, partageant la cuvette en deux, le phénomène s'est amplifié. Après la vidange des lacs, au fur et à mesure que les eaux se retirent (à partir du mois d'octobre), les agriculteurs commencent par enlever à la main la végétation aquatique qu'ils mettent en tas et qui servira de fourrage pour le bétail.

Puis ils plantent, principalement du sorgho, et procèdent à la mise en défens en installant des clôtures pour protéger leurs cultures contre le bétail. La production à l'intérieur de ces petits périmètres est très diversifiée. On y cultive le sorgho mais aussi des haricots, des pastèques, et du maïs, ainsi qu'aubergines, tomates, laitues et carottes.

Par ailleurs, des digues, diguettes et petits barrages, aménagements transversaux financés beaucoup par l'Union Européenne, ont été mis en place pour retenir les eaux de l'oued Ketchi alimentant le lac d'Aleg et de l'oued Leye à l'amont du lac de Mâl. Une cinquantaine de diguettes ont ainsi été aménagées dans les années 80 sur le bassin versant du lac de Mâl par des gens qui ont abandonné les cultures aux abords des lacs de Mâl et d'Aleg (Gassani, 2008). Derrière les diguettes construites en saison sèche perpendiculairement aux écoulements dans les oueds affluents des lacs, les eaux ne sont retenues que peu de temps, environ 28 jours après les crues. Ensuite, ces retenues sont vidangées pour mettre les semis, la période des cultures débutant en octobre et se poursuivant jusqu'en décembre. Ces diguettes individuelles de quelques dizaines de mètres de long restent en place de nombreuses années grâce à leur recharge alluviale à chaque crue. On y cultive des haricots, des pastèques, des carottes, du mil et du sorgho. Les petits barrages, édifices plus importants car souvent placés dans des zones à fort débit, sont construits sur plusieurs centaines de mètres sur le même principe d'accumulation de terre et de pierres. Les eaux sont retenues derrière ces barrages pendant une période allant de trois à quatre mois après les pluies, puis ils sont vidangés pour mettre les semis. Les cultures à l'intérieur de ces petits périmètres qui débutent en décembre et se poursuivent jusqu'en avril sont très diversifiées. Les agriculteurs d'Aleg mais également les éleveurs sédentaires, accusent ces ouvrages de réduire les apports en eau au lac et donc d'impacter la production, générant régulièrement des conflits sur fond de transformation sociale et économique majeure qui sera détaillée par la suite.

Dans cette région, les cultures sous pluies, fortement dépendantes des fluctuations des précipitations, ont été progressivement abandonnées pendant la « grande » sécheresse au profit de ces cultures de décrue et du maraîchage irrigué. Ainsi, la culture sous pluie sur le bassin versant du lac de Mâl n'a été possible, entre 2002 et 2006, que pratiquement une année sur deux seulement (en 2002, 2005 et 2006), du fait du déficit pluviométrique enregistré les autres années (Gassani, 2008) et ceci malgré le retour à une bonne pluviométrie moyenne à partir des années 2000. L'occupation croissante des terres fertiles des lacs est aussi liée à la reconversion dans l'agriculture de certains anciens nomades sédentarisés ayant perdu leur cheptel avec la sécheresse ou dans l'obligation de trouver une activité générant des revenus d'appoint.

Le développement de cette agriculture de décrue dans les zones inondables et les oueds affluents s'est fait au détriment des pâturages des lacs, historiquement utilisés par le petit élevage sédentaire familial et par le bétail transhumant des populations nomades pour qui le lac a toujours constitué une zone de passage. Par ailleurs, l'intensification des cultures de décrue et la réduction de la jachère qui en résulte sont un facteur d'appauvrissement de ces écosystèmes lacustres, caractérisés en outre par un affaiblissement de la fertilité des sols.

b- Développement de l'agriculture pluviale

Dans la zone soudano-sahélienne de la plaine du Séno au Mali, où les moyennes pluviométriques annuelles autour de 500 mm permettent encore des cultures de céréales non irriguées, l'agriculture pluviale connaît un fort développement depuis la deuxième moitié du XXe siècle, bouleversant le partage des territoires. La plaine était traditionnellement partagée entre les activités agricoles dominantes à partir de la saison humide jusque vers fin novembre et les activités d'élevage pratiquées avant tout par les peuls transhumants ainsi qu'un petit élevage sédentaire. A des degrés variables, ce sont les anciennes zones de parcours localisées

sur les formations dunaires proches de la « falaise » de Bandiagara qui connaissent un processus de colonisation agricole avec le développement de véritables fronts de développement agraire, sous forme de parcelles géométriques au milieu de la zone à *Sida* des zones dédiées auparavant à l'élevage transhumant (fig. 15 et photo 4). Ce processus de colonisation correspond à une descente des populations de la falaise dans la plaine à partir de la colonisation française et la « pacification » de ces territoires antérieurement soumis aux razzias peules. Cette demande en terres découle également de l'augmentation de la population par croît naturel et par sédentarisation des peuls éleveurs depuis la grande sécheresse des années 1970-80, créant de nouveaux villages. Ce processus s'accompagne d'une intensification des cultures avec une réduction des temps de rotation des cultures - jachères. L'emprise des parcs cultivés s'est également nettement accrue en auréole autour des villages dans la plaine. Ainsi en périphérie de Sadia Dogon où les parcs cultivés ont connu une forte extension, passés de 30,6% à 88% de la surface de la zone, corrélativement au recul des jachères lié à une intensification agricole (fig. 14b). En réalité, c'est l'ensemble de la plaine qui montre un changement d'agrosystème, avec une augmentation de la densité en arbustes (multiplié par 2 ou plus) et la diminution du nombre de grands arbres dans les parcs cultivés, révélant une substitution de parcs à *Faidherbia albida* aux parcs anciens composites à karité, néré, etc. Ce processus se réalise dans un contexte d'intensification agricole que traduit le recul assez systématique des jachères et la sélection de *Faidherbia albida* dans les champs, cette espèce permettant de fixer l'azote et une meilleure régénération des sols sursollicités.

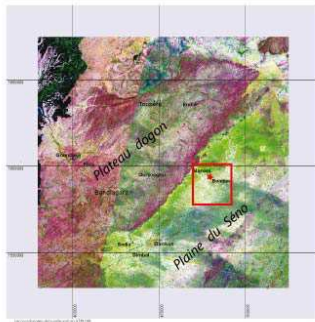
c- Développement de l'agriculture irriguée par grande, moyenne et petite hydraulique

Des fronts pionniers agricoles basés sur des cultures irriguées se développent rapidement ces dernières décennies sur les marges nord sahariennes, notamment d'Algérie, de Libye et de Tunisie, grâce à l'équipement en petite, moyenne et grande hydraulique et l'évolution extrêmement rapide dans la deuxième moitié du XXe siècle des techniques de prélèvement de l'eau par forages profonds, barrages et l'usage de motopompes.

Les techniques des forages pétroliers notamment ont permis l'utilisation des ressources en eau de nappes très profondes captives, parfois fossiles, de plusieurs centaines de mètres de profondeur, comme l'aquifère profond du Continental Intercalaire à température élevée (50 à 60°C) du Sahara septentrional, d'une superficie de 800 000 km² et une capacité théorique de 60 000 km³, et la nappe moins profonde (100 à 400 m) du Complexe Terminal à température de l'ordre de 25 à 30°C contenue dans divers horizons perméables du Crétacé supérieur et du Tertiaire. A l'origine artésienne dans toute la région de l'Oued Righ (SE algérien), cette nappe est actuellement marquée par une forte baisse de l'artésianisme du fait d'une surexploitation intense. Toute la frange nord du Sahara s'est ainsi couverte de champs cultivés grâce à cette eau fournie à bas prix par les Etats Lybien et Algérien. Dans l'Est algérien, dans la région de Biskra, les parcelles créées par des particuliers sont irriguées par des forages financés en partie par l'Etat algérien dans le cadre du Plan National de Développement Agricole depuis les années 1980. Les cultures très variées vont des traditionnels palmiers dattiers et autres arbres fruitiers (oliviers, grenadiers, abricotiers, etc.) aux légumes destinés aux marchés nationaux et internationaux. Cet agri-business concerne également le désert libyen notamment grâce à la Grande Rivière artificielle.

Ces nouveaux périmètres agricoles viennent empiéter et morceler un peu plus les terrains de parcours comme indiqué précédemment, mais ont également généré des impacts dramatiques sur certaines anciennes oasis qui ont connu un déclin parfois rapide. L'augmentation des rejets d'eaux usées agricoles, mais également urbaines, et conséquence de la croissance de la consommation en eau, participe à la remontée des nappes superficielles qui engorgent les

Figure 15 : Le front agricole dans la plaine de Banani-Bombou (Pays dogon, Mali)



a- Site de Banani-Bombou

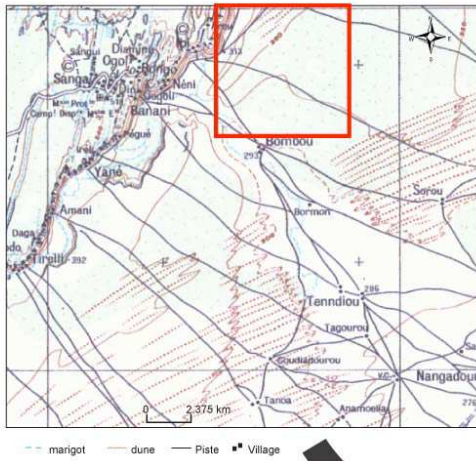
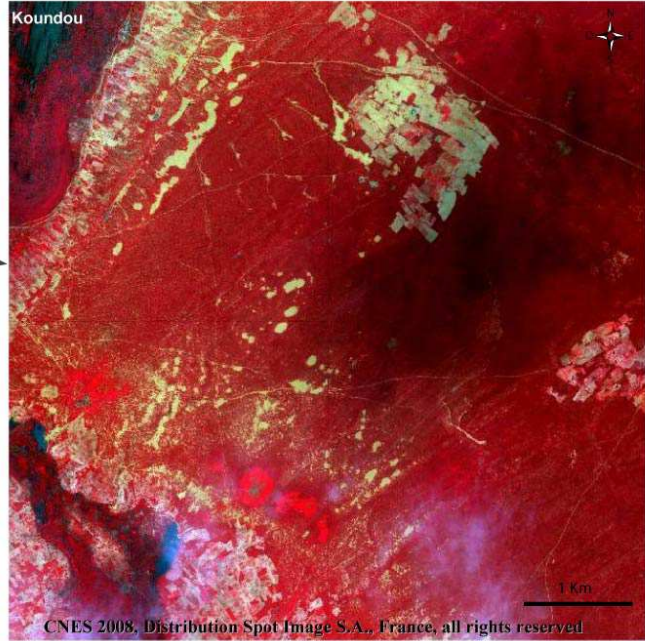


Photo 4 :
Champs cultivé de l'année dans la zone
sableuse dédiée aux parcours
du nord de la plaine du Séno

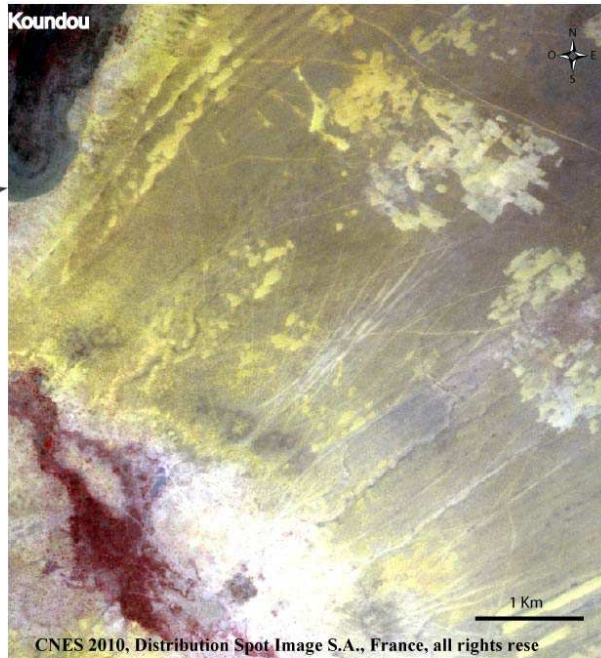


b- Composition colorée des canaux 1-2-3 Spot 5 du 11-2008



CNES 2008, Distribution Spot Image S.A., France, all rights reserved

c- Composition colorée des canaux 1-2-3 Spot 5 du 02-2010



CNES 2010, Distribution Spot Image S.A., France, all rights reserved

zones basses des oasis et engendrent des processus de salinisation comme à Biskra, El Oued, Touggourt ou Ouargla en Algérie (Idder, 1998). Cette remontée est perceptible depuis 1985 en aval des nouvelles zones irriguées d'Oumache (Biskra). La palmeraie voisine est touchée et les palmiers dans les parcelles les plus proches des zones basses dépérissent. Ces processus sont également dramatiques dans la vallée de l'Oued Righ grand collecteur des eaux de drainage des nombreuses palmeraies couvrant 20 000 ha dont 8000 ha ont été mis en valeur depuis 1986. Dans cette région relativement plane où les eaux ont du mal à s'évacuer, le niveau statique de la nappe superficielle alimentée par les eaux de drainage et les eaux usées urbaines de Touggourt a régulièrement augmenté se rapprochant ainsi de la surface du sol. L'eau vient même chaque hiver stagner en surface.

Cette technologie des forages profonds a également permis le développement du programme « d'hydraulique pastorale » au Sahel à partir des années 1950, dont l'objectif était de multiplier les points d'eau et de moderniser l'abreuvement des troupeaux, pour développer et intensifier l'élevage extensif en jouant sur un facteur essentiel, l'accès à l'eau (Baroin, 2003). Ces forages ont eu tendance à favoriser la concentration des troupeaux et donc les surpâturages localisés.

Parallèlement à cette moyenne hydraulique, la construction de grands barrages au nord comme au sud du Sahara a permis également le développement de l'irrigation grâce à la grande hydraulique sur de très vastes périmètres. La politique des grands barrages s'est généralisée dans les pays méditerranéens et arides au XXe siècle avec comme objectif principal le développement de l'irrigation et l'alimentation en eau des villes, la production hydroélectrique étant secondaire. Les grands ouvrages de régularisation sont dimensionnés de manière à permettre le stockage de la majeure partie des apports d'eau en saison humide et leur redistribution pendant les étiages des années d'hydraulicité normale (régularisation annuelle) et en années sèches (régularisation interannuelle).

La plaine du Tadla au Maroc au pied du Moyen Atlas, traditionnellement dédiée à l'élevage ou mise en valeur en bour (cultures pluviales), a été ainsi totalement transformée par les aménagements hydro-agricoles dès les années 1930, essentiellement grâce à deux barrages (El Hansali et Bin el Ouidane) ainsi que le pompage dans les nappes locales dans une moindre mesure. Le périmètre irrigué couvre aujourd'hui 127 000 ha (périmètre de Béni Amir en rive droite de l'oued Oum er Rbia et de Béni Moussa en rive gauche), soit 40 % de la surface totale de la plaine du Tadla. Les cultures pratiquées sont la céréaliculture (37 %), le maraîchage (30 %), les cultures agro-industrielles (coton, betterave sucrière) très consommatrices d'eau, les cultures fourragères et l'arboriculture. Cette plaine est depuis cet équipement totalement perdue pour les troupeaux transhumants qui y séjournaient auparavant en hiver, les cantonnant sur les piémonts sud de l'Atlas. Seules les terres bours (cultivées en sec), qui couvrent encore 207 000 ha dans la plaine caractérisée par une végétation steppique ouverte à jujubiers lorsqu'elles ne sont pas cultivées, sont encore ponctuellement accessibles pour les troupeaux sédentaires.

Dans la vallée du fleuve Sénégal, face à la situation dramatique créée par les sécheresses sévères des années 1970, la solution qui semblait la plus adaptée aux trois pays riverains du fleuve a été de développer l'irrigation sur de grands périmètres rizicoles s'appuyant sur deux barrages, le barrage-réservoir de Manantali en amont, achevé en 1988, censé soutenir le débit d'étiage et produire de l'hydroélectricité, et le barrage « anti-sel » de Diama en aval dans le bas delta, achevé en 1985, dont la principale fonction est d'empêcher la remontée des eaux salées de la marée dans le fleuve.

Ces aménagements hydrauliques aux objectifs exclusivement économiques et sociaux ont eu de graves conséquences environnementales et socio-économiques notamment sur le Bas Delta du fleuve. La perturbation du fonctionnement hydrologique de cette zone humide pendant près de dix ans a engendré non seulement la dégradation du milieu biophysique, mais

également la disparition de la plupart des activités socio-économiques liées, rapidement mis en évidence par des travaux postérieurs aux barrages comme ceux de Michel *et al.*, dès 1993 ou S. Duvail en 2001. Le barrage de Diama avec l'endiguement des deux rives sur plus de 100 km (fig. 5), a interrompu le phénomène inondation-exondation des plaines inondables et profondément modifié les milieux. Les terres du bas delta ont été soumises à des phénomènes de salinisation importants, particulièrement au niveau de l'estuaire à l'aval de Diama encore soumis au cycle de la marée, ainsi que dans le bras du N'Tiallakh. L'absence de recharge de la nappe superficielle par les eaux douces dans l'ancienne plaine d'inondation favorise la remontée d'un biseau salé et les phénomènes d'ascension capillaire des eaux salées superficielles. Au nord, les anciennes cuvettes de la plaine inondable, peu ou pas atteintes par les inondations de Diama, ont eu tendance à évoluer en sebkhas. Cette salinisation est accentuée aux environs de la retenue en raison de la pression hydrostatique qu'elle provoque (Hamerlynck et Duvail, 2003). La combinaison de la sécheresse, de la salinisation des terres et des eaux, de la disparition des crues et de l'inondation prolongée en amont du barrage, ont considérablement appauvri la flore de la plaine alluviale, certaines espèces ayant totalement disparu. La mangrove s'est ainsi fortement réduite partout, et souvent, lorsqu'elle subsiste, les peuplements d'*Avicennia africana* ont supplantés *Rhizophora racemosa*. Les superficies occupées par *Sporobolus robustus*, exploitées artisanalement par les populations locales, ont également fortement diminué (Duvail, 2001). Les formations de savane arborée ont également souffert, en combinaison avec une coupe abusive des arbres. Elles se sont réduites souvent à quelques individus (*Acacia*, *Balanites* et *Adansonia*) en bordure des plaines inondables ou sur les massifs dunaires de Ziré, Birette et Ebden et la dune côtière, qui étaient eux en nette revivification. L'ouverture du couvert végétal associé à la salinisation des sols et la dessiccation prolongée des fonds de cuvettes pendant la saison sèche, a favorisé une forte éolisation qui a accentué la dégradation des formations arborées. Les matériaux prélevés par déflation et redéposés par le vent ont formé ainsi des champs de nebkhas notamment dans le bassin du Diawling et encore visible aujourd'hui en rive sénégalaise dans le Parc National des Oiseaux du Djoudj. Une mortalité importante des *Tamarix senegalensis* a aussi été constatée dans un premier temps, surtout dans les zones les plus basses, même si aujourd'hui cette espèce semble au contraire en phase de colonisation rapide. La retenue du barrage est marquée par la prolifération d'hydrophytes envahissantes, notamment *Typha spec.*, et *Salvinia molesta* dont la colonisation a pu être maîtrisée depuis. La faune halieutique du bas-delta a été également fortement touchée, ce qui s'est traduit par la diminution des captures par les pêcheurs (principalement des espèces estuariennes) accompagnée d'un changement de la nature des espèces (Diawara, 1997). Cette diminution de la ressource halieutique, associée à la disparition des lieux de nidification liée à la dégradation de la couverture végétale, a eu de graves conséquences sur la faune ornithologique avec une forte réduction du nombre d'oiseaux migrateurs comme l'on souligné les comptages d'oiseaux annuels côté mauritanien comme sénégalais réalisés dans les parcs nationaux. Le bas delta (Diawling et Djoudj) accueille en effet d'importantes populations de migrateurs paléarctiques. Sur le plan socio-économique, l'altération des écosystèmes a entraîné la disparition de la plupart des activités, notamment la cueillette de *Sporobolus* pour la confection de nattes, la récolte de *Nymphaea lotus* ou des gousses d'*Acacia nilotica* qui servent pour le tannage des peaux (Duvail, 2001). La pêche, autrefois activité procurant des revenus substantiels pour la population est devenue de plus en plus difficile avec la diminution des captures et à cause des plantes envahissantes. Cette période après barrage a également été marquée par une recrudescence de maladies hydriques dans toute la vallée avec un accroissement du nombre de personnes atteintes (paludisme, bilharziose urinaire et intestinale). L'alimentation en eau potable est paradoxalement devenue difficile pour les animaux (pas de couloirs de passage vers le fleuve)

et les résidants dans certaines localités avec en outre une qualité de l'eau douteuse. La salinité de l'eau des puits, même ceux situés à proximité du lit du fleuve, n'a cessé d'augmenter.

Du côté sénégalais, les conséquences ont été identiques. Il faut y ajouter le déplacement forcé des populations d'éleveurs peulhs remplacés par des agriculteurs (riz), la prolifération de *Pistia stratiotes* qui s'ajoute à celle de *Typha spec.* et des problèmes de pollution des eaux et des sols par les phytosanitaires utilisés dans les périmètres rizicoles.

Aujourd'hui, dans la vallée du fleuve Sénégal, de nombreux périmètres rizicoles développés au détriment des cultures de décrues, ont été abandonnés depuis du fait de la salinisation des sols. Dans le bas delta, la création du parc National du Diawling en 1991 et la mise en place d'une inondation partielle artificialisée et liée à l'ouverture temporaire d'ouvrages ont permis une bonne régénération des écosystèmes que je détaillerai plus loin, mais avec des cycles de la végétation qui sont désormais désaisonnalisés et s'adaptent aux arrivées d'eaux.

Ces ouvrages hydrauliques classiques sont encore d'actualité, notamment au Maroc qui projette la construction d'une trentaine de nouveaux barrages au rythme d'un ou deux par an.

Pourtant en pays méditerranéens et semi-arides, les charges élevées en sédiments des eaux de crue engendrent un envasement particulièrement actif des retenues. La perte de capacité utile des réservoirs est ainsi de l'ordre de 0,5 à 1 % par an, voire plus en Algérie avec 2 à 3 % par an, ce qui équivaut à une durée de vie des réservoirs de capacité moyenne de 30 à 50 ans.

De coûteux transferts d'eau ont également été mis en place par certains Etats pour alimenter les villes ou les périmètres irrigués, zones fortement consommatrices et souvent dépourvues de ressources. Ainsi entre le bassin-versant de l'oued Tessaout (Haouz oriental) et le Haouz central de Marrakech au Maroc.

Les dernières décennies ont vu également partout en Afrique le développement rapide de la petite hydraulique privée. Les eaux sont de plus en plus fréquemment puisées grâce à des motopompes qui remplacent l'énergie animale ou humaine, donc sans limites de volume puisque la mobilisation peut être continue, et sans contrôle de la collectivité car elles sont souvent mises en place sans autorisation légale. Ces motopompes ont permis de mettre en culture des surfaces plus importantes et en dehors des sites traditionnels proches des sources d'eau de surface.

Ainsi dans le bassin du Dadès s'est développée une agriculture hors des vallées grâce à la multiplication des puits et l'utilisation croissante de ces moto-pompes acquises souvent grâce aux apports financiers de l'émigration. Au niveau de l'axe Kelaat M'gouna – Boumalne-Dadès, ces nouvelles parcelles, qualifiées de « jardins » où dominent les oliviers, souvent délimitées par un mur en terre avec ou sans maison, sont irriguées à partir de puits privés (fig. 10, photo 1). Ces périmètres irrigués en dehors des vallées, dépourvus de sol au sens agronomique, s'accompagnent également de la construction de nouvelles séguias et de la densification du réseau d'irrigation entraînant une augmentation des prélèvements dans les oueds. Certains champs des nouveaux espaces agricoles dans la dépression de Zawyat Moulay Abd El Malek (fig. 10 zooms 1) à l'ouest de l'oued M'goun, sont irrigués par l'eau prélevée dans l'oued M'goun par un canal comparable à des khetaras, système qui n'a jamais existé auparavant dans cette partie du bassin traditionnellement zone de parcours. De nouvelles cultures commerciales y sont développées avec l'arboriculture ; pommiers, amandiers, grenadiers, figuiers et oliviers déjà présents, et le développement du maraîchage.

L'usage des motopompes s'accompagne fréquemment de comportements de gaspillage de la ressource chez ces agriculteurs. Les nappes phréatiques et les eaux de surface sont soumises à une surexploitation par une multitude d'exploitants ponctionnant sans contrôle des volumes variables selon les techniques utilisées.

Ce développement incontrôlé ces dernières décennies a participé à la diminution des niveaux des nappes phréatiques dans la plupart des plaines de piémont des Atlas au Maghreb. Ainsi dans la plaine du Haouz de Marrakech au Maroc, le développement des prélèvements d'eau

dans la nappe du Haouz, principalement par pompage, a engendré un important déficit moyen du bilan de la nappe de 157 millions de m³/an (prélèvements évalués à 395 millions de m³/an pour des apports renouvelables estimés à 238 millions de m³/an). La baisse moyenne des niveaux piézométriques durant les 20 dernières années sont de l'ordre de 5 à 10 m voire de 30 à 40 m à proximité de la ville de Marrakech dans la zone des champs captant de la ville.

La petite irrigation s'est également développée sans l'usage de ces motopompes. C'est notamment le cas du maraîchage sur les dunes du bas delta du fleuve Sénégal et sur les dunes en périphérie des lacs d'Aleg et de Mâl. L'irrigation des périmètres proches des lacs ou du fleuve Sénégal se fait par puisement direct manuel dans les étendues d'eau, ou à partir de puisards exploitant l'inféoflux. Les périmètres plus éloignés de la ressource en eau de surface sont eux alimentés par des forages équipés comme à proximité d'Aleg par exemple.

Ces petits jardins protégés du cheptel, multipliés à partir des années 1980 à Mâl sont entretenus principalement par les villageoises (des haratines de la tribu des Torkozs) du village de Jedida. Les cultures qui débutent au mois d'octobre et qui se terminent en avril, sont irriguées à partir de puisards creusés dans le lit de l'oued Leye. On y produit surtout des aubergines, des tomates, des laitues et des carottes vendues sur le marché de Mâl (Gassani, 2008).

Dans le bas delta du fleuve Sénégal, le maraîchage dunaire s'est développé en bordure de la retenue de Diama et sur la dune de Ziré, pratiqué essentiellement par les femmes qui commencent à s'organiser en coopératives et participent davantage à la vie économique grâce à des soutiens techniques et financiers.

Cette activité maraîchère occupe une place de plus en plus importante dans les zones humides du Sud mauritanien, et il est probable qu'elle va encore se développer dans les années à venir. L'introduction croissante de cette agriculture dans le système du marché a également des incidences fortes sur les transformations qu'elle a connues. Les produits maraîchers sont vendus sur les marchés locaux comme à Aleg ou à Mâl, ou régionaux comme à Nouakchott ou Saint Louis, nécessitant un accroissement de la production en étendant les zones cultivées et en les intensifiant.

1.2.1.3- Prélèvements de ressources (bois de feu et d'œuvre, cueillette)

Ces différentes activités agricoles et d'élevage étaient associées traditionnellement à des pratiques de cueillette qui ont également évolué sous l'impact des sécheresses et de l'accroissement de la population sédentaire.

La forte productivité et les riches ressources renouvelables produites par les formations végétales de savane, lacustres et de mangrove sont largement utilisées par les populations qui y trouvent outre des matériaux de construction, du bois de feu, du charbon et une ressource alimentaire, des pâturages pour le bétail ainsi qu'une intéressante pharmacopée. Ces formations végétales sont de fait soumises à de fortes pressions anthropiques de prélèvement particulièrement exacerbées durant les années 1970 à 1990 de sécheresse.

Ainsi, dans le bas delta du fleuve Sénégal, les femmes récoltaient les tiges de *Sporobolus robustus* pour confectionner des nattes vendues dans toute l'Afrique de l'Ouest et les gousses d'*Acacia nilotica* qui servaient également pour le tannage du cuir. Aleg et Mâl étaient réputés pour leur production de gomme arabique prélevée sur *Acacia senegal*.

Il faut ajouter le prélèvement de bois d'œuvre et de feu et pour le Sahel le charbonnage commercial ou individuel pratiqué notamment sur *Acacia nilotica*. 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 particulièrement intense du couvert végétal autour de cet axe routier.

Dans le bas delta du fleuve Sénégal le charbonnage est autorisé et même encouragé sur le *Prosopis juliflora* dont l'introduction en reboisement s'est révélée contreproductive, l'espèce introduite empêchant le développement des espèces d'arbres locales et les herbacées, réduisant ainsi la biodiversité. Le problème a également été relevé à Mâl où les plantations de *Prosopis juliflora* sont en concurrence pour l'eau avec les jardins maraîchers qui ont du être déplacés.

Dans le bassin du Dadès, le prélèvement de bois domestique (bois de feu, balais, ...) s'est accru corrélativement aux sédentarisation et semi-sédentarisation. Hammoudou M. (1996) estime que ce taux de consommation varie de 0,5 à 0,9 kg par personne et par jour.

Ces prélèvements ne sont pas homogènes spatialement. Ils sont particulièrement forts à proximité des villes, villages et campements. Dans le bassin du Dadès, les images satellites de 1987 permettent d'évaluer le déplacement quotidien pour le ramassage intensif à environ 6 km. Dans le bas delta du fleuve Sénégal, j'ai défini les distances de prélèvement à partir de cartes mentales des ressources et sociales et des calendriers d'usages réalisées par M.H. Barry (inédit, 2005) dans le cadre de Méthodes accélérées de recherche participative (MARP), complétées par des enquêtes et entretiens individuels directifs et semi directifs et des entretiens collectifs (Focus group), ainsi que des traitements d'images satellites et photographies aériennes, et d'observation de terrain. Ces pressions de prélèvement sont variables selon les ressources concernées. Ainsi les pressions exercées sur les formations de savane pour la ponction de bois de feu et d'œuvre ont été subdivisées en trois degrés de pressions, définis de manière empirique à partir des cartes mentales ; les pressions les plus fortes dans l'espace compris entre 0 et 150 m autour du village, fortes de 150 m à 500 m et moyennes de 500 m à 1000 m. Au-delà, elles sont considérées comme faibles. Pour les formations de mangroves, cette distance est plus importante, car le bois aux usages très particuliers (éléments de barque, ..) est moins fréquemment utilisé, et la graduation a été inversée en prenant comme point central les sites de mangrove identifiés sur le terrain, les cartes mentales et les photographies aériennes. Si un village ou campement se retrouve dans la première auréole de 0 à 500 m, la pression est qualifiée de très forte, puis la pression se réduit de 500 m à 1000 m, jusqu'à 2000 m au delà de laquelle la pression est minime.

Si de manière générale on peut estimer que les prélèvements de bois de feu et domestique ont augmentés ces dernières décennies corrélativement à l'augmentation de la population, notamment urbaine, il faut cependant rester prudent avec ces assertions qui restent à confirmer. En effet, cette relation n'est pas du tout pertinente en Algérie où l'Etat a mis en place très tôt une politique de fourniture de gaz domestique à bas coût aux populations réduisant drastiquement le recours au bois de feu. Par ailleurs, Benjaminsen (1993) a remis en cause l'impact de la collecte de bois de feu sur la dégradation des forêts et sur la désertification dans le Gourma malien. Sur la base d'un travail de terrain empirique, il démontre que le bois collecté provient d'arbres morts et n'impacte donc pas réellement les formations boisées, au rebours des assertions des services maliens des Eaux et Forêts.

1.2.2- Le rôle majeur des structures d'encadrement des territoires et des ressources

Au-delà de ces premiers constats, notamment de l'impact de l'accroissement des populations et de leurs activités, 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 les mutations actuelles et leurs impacts sur le système écologique de ces zones. En effet, ce sont ces organisations sociales locales, auxquelles se sont plus ou moins substituées les organismes gouvernementaux ou les ONG, qui orientent les choix et pratiques de gestion et

d'usage des ressources naturelles et territoires. Elles constituent ainsi les « forces motrices sous jacentes » de Geist et Lambin (2004).

Selon Péliissier (1980), « au-delà des relations matérielles d'une population avec les différentes composantes de son environnement, c'est son type d'organisation qui se trouve transcrit dans le paysage ».

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 la crise environnementale qui a fait suite à la « grande » sécheresse, apparaît une crise sociale et culturelle qui a eu un impact majeur 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. La plupart des pays d'Afrique sont en effet marqués au XXe siècle par une transformation très rapide et profonde des modalités de gestion des territoires et des ressources, liée à des substitutions successives des structures d'encadrement des territoires et des ressources.

L'ampleur et la pérennité des transformations observées des ressources et paysages, sont liées à une désorganisation dans la gestion du milieu qui échappe aux institutions traditionnelles d'encadrement des territoires que sont les tribus ou les communautés villageoises et dans un contexte de désengagement de l'Etat de nombreuses 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.

1.2.2.1- Eclatement des structures traditionnelles d'encadrement des ressources et des territoires

Traditionnellement, en tout cas sur les sites étudiés, la gestion des ressources et du territoire était essentiellement communautaire, ou tout le moins encadrée par des règles définies par la communauté.

L'exercice des pouvoirs était formalisé dans un corpus en général non écrit, de droits d'usages, d'appropriation et d'exploitation. Ces structures servaient de cadre au sentiment d'appartenance territoriale et aux sentiments identitaires.

Selon Naciri (2002) « Le Maroc a connu à travers son histoire une tradition d'autogouvernement des communautés tribales par elles-mêmes. De même, une capacité endogène de gestion de tous les aspects de la vie collective par les corps intermédiaires peut être observée. Ces derniers ont toujours structuré la vie locale, que ce soit sur le plan religieux (confréries), social (tribus, confédérations de tribus) et politique (Jemaâ). ». On peut appliquer ce principe à l'ensemble du Maghreb.

Le système foncier traditionnel avant les transformations de la colonisation puis post coloniales, était caractérisé par une grande variété et complexité de statuts et formes de la propriété, mais marqué par les traditions communautaires (Chérif, 1995). Dans le Maghreb des plaines et peuplé de sédentaires et surtout à proximité des villes, s'affirme une propriété melk²⁸ en indivision alors que dans les régions de montagne et plus arides des tribus et du nomadisme dominant, ce sont les droits collectifs qui dominent et marquent encore

²⁸ La propriété Melk correspond à la propriété privée au Maghreb

globalement de nos jours la distribution des terres. Là, l'agriculture, essentiellement de subsistance, était basée sur une propriété communautaire correspondant à une forme d'exploitation collective des sols et des ressources mis à disposition de la famille sur décision de l'ensemble de la communauté à travers ses structures de décision (Jemaâ, ...). La part de chaque famille est déterminée en principe en fonction de ses besoins, mais interviennent également des critères de statut social, ... Cette allocation du sol était périodique. Ces biens communs étaient donc partagés parmi les membres de la communauté dont le niveau de base était la famille.

Pour le Maghreb, jusqu'à une époque très récente, l'homme se définissait notamment par une appartenance familiale ainsi qu'ethnique ou religieuse (islam, confrérie ...). « A la base du système ... la famille patriarcale et agnatique composée le plus souvent des fils et petits fils d'un même père ... maintenait généralement la « propriété » indivise et fonctionnait en tant qu'unité, sous l'autorité du chef patriarcal qui contrôlait la production et en assurait la répartition » (Chérif, 1995). « La réunion de plusieurs cellules familiales issues en théorie, d'un même ancêtre fondateur, constituait une fraction de tribu » possédant une portion de territoire de la tribu, dont la partie plantée ou cultivée plus ou moins régulièrement était partagée en lots familiaux. « L'entraide, parfois l'exploitation communautaire, était un devoir pour tous les membres de la fraction » (Chérif, 1995). Au niveau de la fraction « apparaissent les institutions supra-familiales de caractère « politique », telles que la djemaa ou assemblée délibérante des chefs de famille, et le cheikh ou chef « élu » de tout le groupe » (Chérif, 1995). « La finalité du système était de réaliser une certaine dynamique d'équilibre qui permettait à l'ensemble de vivre, par le jeu des alliances et des oppositions (entre groupes presque égaux), en dehors de toute intervention d'un pouvoir supérieur, Etat ou chef trop puissant » (Chérif, 1995). « Au niveau supérieur se situait la tribu ou confédération tribale » présentant les mêmes traits que la fraction, sauf que l'unité de cette entité plus vaste « ne se réalisait, par la réunion de ses notables ou par la désignation d'un chef commun, que dans des circonstances exceptionnelles, telles que la menace d'un danger extérieur » (Chérif, 1995). Par ailleurs, « la conscience de l'appartenance à la tribu ou à la confédération n'était pas aussi claire que dans le cas de la fraction ».

« La tribu matérialisait toujours son unité par la possession d'un territoire, partagé entre les fractions, mais défendu en commun en cas de menace » (Chérif, 1995).

Il faut ajouter à ce cadre les relations avec le Makhzen (l'Etat), dont l'influence a souvent été déterminante pour réduire ou avantager une tribu (notamment les tribus makhzen) ou certains lignages.

Pour Galissot (cité par Chérif, 1995), ce « cadre » formel de « fraternité » n'exclut pas, au contraire « de vrais rapports d'exploitation et de grandes inégalités », jusqu'aux rapports de servitude et d'esclavage abolis en théorie il y a peu en Mauritanie.

Ce modèle de fonctionnement développé pour les tribus largement majoritaires jusqu'au XXe siècle au Maghreb, s'applique en grande partie pour les sociétés villageoises et de petites villes, par contre beaucoup plus soumis au Makhzen.

En Afrique sub-saharienne « de nombreuses et importantes concentrations d'hommes demeurèrent sans Etats, défendant jalousement leur liberté ..., se soumettant à des coutumes acceptées de tous pour régler les affaires courantes » (Iliffe, 2009). La responsabilité politique était tenue chez les peuples de langue mandé, le plus vaste groupe de la savane occidentale, par « le *fama*, qui était à la fois maître de la terre et chef politique d'un *kafu*, groupe de villages formant un Etat miniature », « élément de base à partir duquel s'édifièrent des structures politiques plus vastes, mais aussi plus éphémères » (Iliffe, 2009) comme l'illustre l'histoire du Mali par exemple. La structure familiale est également à la base de la société, dans un contexte de sous-population chronique jusqu'au XXe siècle.

Dans ces contextes, les ressources en eau étaient traditionnellement en général considérées comme appartenant à la communauté et non appropriables par des individus, entre autre parce que, comme en Afrique de l'Ouest, l'eau était considérée comme une divinité majeure ou intermédiaire et élément abritant des génies à respecter et honorer. Seul le droit d'usage peut être individuel et se transmettre ou se concéder. Dans ce cadre, la gestion des ressources en général, et en eau en particulier, était basée sur différents principes et systèmes légaux. Les lois coutumières (ou habituelles) issues de la répétition de certaines pratiques ou actions, correspondent aux coutumes et traditions, en général non écrites, qui déterminaient pour l'essentiel les droits d'eau. La loi religieuse, notamment islamique dans les pays arabomusulmans, s'appuie notamment sur deux grands principes du droit de se désaltérer pour tous (hommes et animaux) et du droit à l'irrigation là où l'eau peut être utilisée. Le droit coranique est donc caractérisé par la propriété collective des eaux (et des pâturages) et organisée selon des règles précises.

Les droits coutumiers mis au point et adaptés sur de longues périodes en fonction de l'histoire et des rapports de force entre les communautés et en adéquation avec les caractéristiques écologiques locales, définissent en général des règles de gestion des ressources qui assurent leur pérennité. Ces règles varient selon le type d'activité dominant, les caractéristiques physiques du milieu, les relations lignagères ou politiques entre groupes voisins ou les relations spirituelles entretenues avec les territoires et les ressources. Les modalités de mobilisation des ressources en eau génèrent par ailleurs des relations humaines complexes pour le droit de passage et d'usage de cette ressource. De manière globale, le premier principe est la priorité de l'amont sur l'aval. Les communautés de l'aval disposent d'eau si les besoins des communautés d'amont ont été satisfaits, sauf si elles disposent de la force matérielle (pouvoir économique ou politique) ou morale (confrérie religieuse, zaouïa en pays musulman par exemple) pour imposer le respect de leurs intérêts aux communautés de l'amont. Cela génère des rapports de force ou d'association dans l'exploitation en commun du canal d'amenée d'eau (séguia au Maghreb) ou l'achat du droit de passage auprès des communautés de l'amont.

La répartition de l'eau fait ensuite l'objet de droits d'eau complexes et se réalise également à travers des pratiques sociales compliquées et subtiles et des arbitrages par les instances internes à ces communautés rurales permettant de résoudre les nombreux conflits d'usage. Le partage de l'eau des khattaras par exemple était en général régit par un régime de droit d'eau où les parts sont proportionnelles à l'investissement de chacun (financier ou manuel). Ces systèmes nécessitent une participation collective de la communauté des bénéficiaires, pour l'entretien, très dur, des conduits et des regards d'aération des khattaras, ou des réseaux de canalisations.

Cette gestion communautaire et les structures qui l'encadrait ont subi les premiers coups de boutoirs au moment de la période coloniale. Partout, l'assujettissement des populations devait passer et est passé par l'affaiblissement de ces structures d'encadrement.

Avec la colonisation puis les indépendances, les autorités « traditionnelles » locales qui assuraient la gestion de l'eau et des terres (agricoles et pâturages) dans les pays du Maghreb et du Sahel selon des critères historiques, claniques et religieux, ont été progressivement affaiblies, réduisant ou annihilant leur pouvoir et rôle de gestion des ressources et des espaces ainsi que leur rôle de régulation écologique.

Au sud du Sahara, « la chefferie traditionnelle en Afrique semble ne s'être jamais remise du traumatisme né de son contact avec les premiers colonisateurs européens. » (Nach Mback, 2000). Pour Naciri (2002) « l'intermède colonial, de moins d'un demi-siècle (1912-1956), [ndla : au Maroc] pourrait paraître insignifiant, au regard de l'évolution plus que millénaire de l'État marocain. Or, cette période fut décisive par les changements qu'elle introduisait dans le rapport entre les hommes, leurs territoires et le pouvoir central ».

L'exemple de la société pastorale, notamment au nord du Sahara, est particulièrement illustratif des procédés mis en œuvre durant la période coloniale. Les sociétés nomades ont toujours été considérées comme provocatrices de troubles et devant être vassalisées, car constituant un obstacle politique pour toute autorité centrale que ce soit l'Etat colonial puis les Etats indépendants (Boukhobza, 1976 et 1982). Par ailleurs, la mobilité des nomades leur a donné la réputation d'être insaisissables et incontrôlables. En Algérie et au Maroc, les vastes territoires de parcours des piémonts sud des Atlas et des montagnes elles mêmes, qualifiés de zones périphériques (Naciri, 1999) par l'administration coloniale, ont été contrôlés par le biais de 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 d'une partie des parcours de montagne 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. Dès 1903, une loi a permis en Algérie l'expropriation pour le reboisement et la mise en défens. En 1934, 10 000 ha étaient concernés par ces « restaurations », dont 3 000 ha expropriés (Benchetrit, 1955). Tihay (1976) indique que la colonisation française au Maghreb, en refoulant les populations dans les montagnes avec l'appropriation des plaines, les a poussés à défricher. Nouschi (1959) précise ainsi qu'en 1845 dans les Aurès (Algérie), au début de la colonisation, la surface des parcours par habitants allait de 4.15 hectares pour la tribu des Amamra (près de Khenchela) à 10.57 hectares vers l'Ouest, beaucoup plus que par la suite. 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. Pour Nach Mback (2000) « l'Etat post colonial à reconduit sans solution de continuité le régime d'émasculon de l'autorité traditionnelle mis en place par la colonisation. ».

En agissant ainsi, l'occupant a porté atteinte à l'autonomie et à la mainmise de la tribu sur la gestion de ses terres et brisé les liens de solidarité qui unissaient les membres de chaque tribu. Or, l'affaiblissement de la solidarité, obligation envers les autres membres, affecte la cohésion du groupe social dans son ensemble.

Pour comprendre l'enjeu que représentent les terrains de parcours dans ces régions notamment de marges nord sahariennes, 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 (Makhzen au Maroc) (Naciri, 1999). Ces tribus jouissaient traditionnellement d'une large autonomie dans la gestion de leurs ressources.

L'Etat colonial puis indépendant a progressivement dépossédé les nomades, mais également les ksouriens, de leurs prérogatives sur l'organisation du partage de l'eau, de la terre et des pâturages. Les institutions traditionnelles régissant les modes d'exploitation du milieu ont été remplacées par une administration étatique centralisée. Les processus de sédentarisation amorcés et encouragés par l'administration ont fait perdre progressivement la notion d'appartenance à la tribu et favorisés l'individualisation. Ils définissent une perte de contact et de possibilité de gestion du milieu, désormais prise en charge par l'administration. La dépendance croissante des nomades et semi-sédentaires vis à vis des centres urbains marque également leur assujettissement au pouvoir. Les nomades sont alors totalement déresponsabilisés de la gestion du milieu et en état de dépendance totale par rapport aux autorités nationales car obligés d'y faire recours constamment. En Algérie, les initiatives économiques et sociales de développement et aménagement sont directement commandées

par la capitale, par l'intermédiaire des walis qui sont eux-mêmes directement rattachés au gouvernement d'Alger. Les initiatives locales sont en général bloquées.

Dans ce contexte, les anciens nomades sont devenus progressivement les salariés des nouveaux gros propriétaires sédentaires ou de coopératives, au fur et à mesure de leur déchéance. Ils n'ont plus de possibilité d'influer sur le mode d'occupation et de gestion de l'espace. La gestion actuelle des pâturages se fait uniquement selon des impératifs du marché, de spéculation sur le cheptel. Elle est par conséquent souvent basée sur une logique de surexploitation du milieu. Pour certains auteurs (Boukhobza, 1982), cette paralysie de l'initiative des éleveurs détermine leur désintéressement de plus en plus grand vis à vis de la terre. Par ailleurs, la sédentarisation marquant le bout de la chaîne de la déchéance, l'aboutissement de la déstructuration sociale, elle est donc extrêmement mal ressentie. Les anciens nomades livrés à plusieurs décennies de déstructuration profonde des tribus qui assuraient le socle de la société nomade de ces régions, privés de repères dans l'Algérie « socialiste » de l'après indépendance qui a accentué encore cet éclatement social par la sédentarisation dans les villages socialistes et la réforme agraire avortée, ont mis en œuvre dans la phase de semi-sédentarisation précédant la sédentarisation définitive, des pratiques de relations à leur environnement prédatrices, destructrices, qualifiées de « suicide » par Boukhobza (1982). Selon cet auteur, les modes de gestion actuels, les surcharges localisées des troupeaux procéderaient donc en partie d'une sorte d'autodestruction en parfaite connaissance de cause. Ceci bien évidemment dans un cadre économique contraignant.

Il y avait probablement aussi, dans ces choix politiques, une réelle volonté de « modernisation » des sociétés par les Etats indépendants, devant passer par la disparition des traditionalismes jugés rétrogrades et archaïques. Le nomadisme et le semi-nomadisme était en effet perçus comme le signe d'une société primitive et de sous-développement.

Au Maroc, le bilan d'une des dernières assises sur l'aménagement du territoire (1998) est sans équivoque. Le rapport de synthèse montre bien quels sont les fondamentaux sur lesquels ont été instaurées les politiques d'aménagement du territoire dans ce pays depuis l'indépendance ; l'État est et reste l'acteur principal de toute initiative concernant le territoire, et l'obsession sécuritaire apparaît comme le fil conducteur de toutes ses actions. Mais le plus problématique est que le pouvoir a souvent élaboré ses politiques d'aménagement du territoire sur la base de faux objectifs, sachant qu'ils étaient irréalisables. Les origines et les fondements de cette politique sont à rechercher dans les rapports qu'entretient le pouvoir central avec les communautés et les pouvoirs régionaux qui composent le pays (tribus, confréries) et dans sa perception des spécificités historiques de chacune des régions et des milieux (plaines, montagnes) qui constituent le territoire marocain. L'exemple de la montagne marocaine est particulièrement significatif à cet égard. Le pouvoir central a toujours entretenu des relations conflictuelles avec une montagne insoumise alors que les plaines sont elles souvent dominées et assujetties. La montagne était ainsi durant la période du protectorat qualifiée de territoire « inutile » par Lyautey en opposition au Maroc des plaines et des plateaux dits « utiles ». Ces rapports entre montagne et plaine s'inscrivent donc dans une longue histoire dont l'enjeu principal est la maîtrise du territoire par le pouvoir central et la lutte des tribus pour la préservation d'une autonomie de gestion spatiale et sociale. De cette relation conflictuelle est née une perception fragmentaire du territoire marocain. Il devient alors évident que l'état actuel de la montagne marocaine n'est pas uniquement la conséquence des contraintes physiques auxquelles elle est soumise (El Hannani *et al.*, 2009).

Cette dépossession des structures traditionnelles de leurs prérogatives de gestion est également passée par la modification des statuts fonciers et des droits de l'eau. La colonisation a en effet ajouté et superposé un autre système légal aux deux précédents (coutumier et religieux) : la loi romaine. Définie pour tout le pourtour méditerranéen, et reflétant la nature de la société durant cette période, elle a inspiré les législations actuelles des

pays colonisés d'Afrique. Elle est basée sur la primauté de la propriété privée (individuelle, de collectivité ou d'Etat). Les codes de l'eau instaurés dans les pays africains colonisés s'en inspirent notamment. Les ressources en eau furent alors considérées comme propriété de l'Etat dont l'approbation devient nécessaire pour tout usage.

Désormais, la mobilisation des eaux de surface est de plus en plus le fait des services des Etats. Leur implication a permis au XXe siècle le développement d'importants aménagements hydrauliques de mobilisation, d'accumulation et de régularisation des ressources en eau ainsi que l'équipement de vastes périmètres irrigués. Ainsi la mise en valeur de la vallée du fleuve Sénégal a été totalement transformée par la régularisation des crues du fleuve par les deux barrages de Diama en 1986 en aval et Manantali en 1988 en amont. Des sociétés d'aménagement, la Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal (SAED) au Sénégal et la Société Nationale de Développement Rural (SONADER) en Mauritanie ont assuré l'aménagement de ces périmètres irrigués. La gestion des ressources en eau est assurée par l'Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) créée par les trois pays riverains (Sénégal, Mauritanie et Mali).

Dans le bas delta du fleuve Sénégal, ce sont toutes les relations séculaires de gestion agro-sylvo-pastorales entre les différents acteurs qui se succédaient dans l'espace et le temps qui ont été ébranlées brutalement suite à la sécheresse et à ces aménagements dans la vallée du fleuve et son bas delta.

Au Maroc, la gestion des ressources en eaux à usage agricole des grands périmètres irrigués est déléguée aux Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole (ORMVA) sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. Ces Offices assurent aussi l'aménagement hydro-agricole des terres irrigables ainsi que l'intensification de la mise en valeur agricole et l'encadrement et l'organisation des agriculteurs. Les agriculteurs informés par les ORMVA des ressources disponibles (rationnements prévisibles ou non...) doivent s'organiser en conséquence. Ils ont totale liberté concernant l'usage de ces volumes d'eau alloués.

Cette déliquescence des systèmes « traditionnels » et l'éclatement des sociétés et des structures sociales a été aggravée par les sécheresses des dernières décennies ainsi que par l'émigration forte dans tous ces pays, modifiant radicalement les flux financiers et les rapports sociaux.

L'introduction de ces nouvelles formes de droits de l'eau et des terres, associée à la croissance démographique, la pression sur les terres et la dégradation des milieux et des ressources, ont entraîné une déstabilisation du droit coutumier. Les règles de gestion « traditionnelles » collective des ressources ont été progressivement affaiblies au profit d'une individualisation et appropriation privée plus ou moins reconnue des terres et des ressources en eau que l'on détaillera plus loin.

Aujourd'hui, au Maghreb, la plupart des Jemaâ souffrent d'une baisse de l'estime que leur accorde la population. Les règles d'usage dont elles sont porteuses et qui se réfèrent au droit coutumier et religieux, sont fréquemment transgressées. Seules les zaouïas, confréries religieuses musulmanes, ont encore de nos jours l'autorité morale d'imposer et faire respecter des règles d'usage et de gestion des ressources et territoires strictes et claires. Ainsi la zaouïa Tidjania à Aïn Madhi sur le piémont sud de l'Atlas saharien en Algérie, a pu réglementer l'accès aux pâturages pendant la sécheresse des années 1970-80, expliquant les dégradations peu marquées de la végétation et des sols comparativement aux autres communes environnantes. Leur puissance préservée à même permis de protéger ces territoires du terrorisme islamiste pendant les années 1990 comme à Adrar avec la zaouïa Bekria de Tamentit, la plus connue de la quarantaine dans le Touat, le Gourara et le Tidikelt. Dans la profondeur abyssale du chaos social et politique algérien des années 1990, elles ont été les seules à arriver à maintenir ces règles pendant ces années noires de guerre civile.

Sur tous les sites que j'ai étudiés ces dernières années, cette déliquescence est plus ou moins marquée et avancée.

Pour les sites du Dadès marocain ou du Brakna mauritanien, ces tribus conservent encore quelques prérogatives et semblent de maîtrise des milieux et ressources, notamment concernant la gestion des ressources en eau et l'appropriation individuelle des ressources et territoires, que je décrirai plus loin, qui se déroule dans un cadre à peu près défini. Mais ces prérogatives sont de plus en plus limitées dans la région d'Aleg si on se réfère à la multiplication des diguettes dans les oueds par les anciens tributaires affranchis et les conflits récurrents autour du remplissage du lac. Dans le bassin du Dadès si la Jemaâ maîtrise encore les eaux de surface des oueds, elle a totalement perdu le contrôle des eaux souterraines ponctionnées sans contrôle par les puits dans les nouvelles « fermes » privées et leurs motopompes. L'appropriation des terrains de parcours se fait au sein des membres de la tribu mais dans une frénésie alimentée par la peur de chacun d'être in fine lésé.

En Pays dogon, réputé pour « son extraordinaire richesse culturelle et artistiques » (Kamian 2003) qui lui ont valu son classement au titre du patrimoine culturel (et naturel) de l'humanité par l'UNESCO en 1989, l'organisation sociale traditionnelle est encore très vivace malgré « la crise des valeurs ... qui caractérise la période actuelle » (Bouju 2003), en lien avec divers facteurs dont l'émigration (bien que pas nouvelle), l'impact du tourisme au développement rapide ou les conversions aux religions révélées etc. Cette vivacité s'est vue renforcée par « la politique de décentralisation du Mali [qui] a offert une plus grande responsabilisation des populations locales dans la gestion de leurs ressources. » (Cissé, 2003).

Cette vivacité des systèmes traditionnels de régulation sociale est probablement un des éléments majeurs expliquant le caractère limité des processus de dégradation dans la plaine du Séno.

1.2.2.2- Substitution incomplète par l'Etat et ses administrations

Colonisation et décolonisation ont vu la substitution plus ou moins marquée des Etats-Nations aux anciennes structures traditionnelles d'encadrement des ressources et territoires.

Ce transfert de souveraineté sur les ressources est passé entre autre par la domanialisation et la nationalisation des ressources et l'introduction de la loi romaine au moment de la colonisation en Afrique, basée sur la primauté de la propriété privée (individuelle, de collectivité ou d'Etat) et dont s'inspirent les législations actuelles des pays décolonisés de ces régions.

Cependant, cette substitution est, de fait, restée partout très incomplète, soit parce que les politiques mises en œuvre étaient inadaptées, soit du fait de leur affaiblissement rapide. L'affaiblissement voire la disparition des structures traditionnelles n'a pas vraiment profité à ces Etats-nations centralisateurs.

Une des raisons est que le passage de la légitimité traditionnelle, fondée sur le respect, couplée à une légitimité charismatique fondée sur la foi (zaouïa par exemple ou esprit ou ancêtre fondateur), à une légitimité rationnelle légale, est resté très incomplet.

Les états n'ont pas pris la place laissée vacante par l'affaiblissement des structures traditionnelles d'encadrement des ressources naturelles et des territoires. Et le veulent-ils ? L'absence totale de la montagne marocaine dans les programmes d'aménagement du territoire au Maroc, espace classiquement qualifié de dégradé au Maroc et au Maghreb de manière générale (il n'existe pas d'équivalent d'une « loi montagne » par exemple), est un signe de ce manque de volonté. Si le Maghzen a toujours été présent dans ces régions rurales du Maroc, c'était toujours dans une logique de confrontation, d'assujettissement contre révolte. Ces rapports de force perdurent encore aujourd'hui. En Mauritanie, l'Etat, création extrêmement récente n'a pas réellement de réalité concrète dans ces régions éloignées de Nouakchott.

Les tentatives de réformes agraires pour accompagner la « modernisation » des campagnes sont un autre exemple de cette incapacité des Etats à se substituer totalement aux structures traditionnelles. Mises en place dans de nombreux pays décolonisés dans l'euphorie des indépendances, elles se sont quasiment toutes soldées par des échecs systématiques. Je n'entrerais pas dans le débat sur les raisons de ces échecs, entre volonté locale ou extérieure d'enterrement des réformes par coups d'Etat ou étouffement technocratique progressif, mais elles illustrent cette désarticulation assez rapide des institutions et de leurs prérogatives notamment économiques. Ce processus a été interprété comme résultant des politiques d'ajustement structurel qui ont touché tous les pays africains, et se sont traduites par le désengagement assez rapide de ces Etats, dès la fin des années 1970 pour certains, durant les années 1980 pour d'autres. Ces programmes d'ajustements structurels sont venus affaiblir ces Etats et leur a fait perdre souvent une légitimité fragile au sortir des colonisations.

Comme l'ont montré Arnold (1998) et Arnold et Stewart (1991) cités par Ostrom (1999), notamment concernant la gestion des forêts en Inde, « la nationalisation de fait »²⁹ des ressources collectives dans la plupart des pays en développement (Algérie, Maroc, Mali et Mauritanie inclus) s'est traduite par un régime d'accès libre, et donc l'absence de système de régulation. En effet, cette nationalisation ne s'est pas accompagnée des moyens suffisants pour assurer la surveillance et l'encadrement des vastes territoires concernés. Les autorités locales ayant perdu leurs prérogatives de gestion locale ou fortement affaiblies, les ressources sont donc de fait soumises à un accès libre dans un contexte de flou légal et réglementaire favorisant tous les abus.

C'est ce que l'on observe sur le piémont sud de l'Atlas saharien en Algérie, dans le bassin du Dadès au Maroc ou dans la région d'Aleg et de Mâl en Mauritanie.

Sur les sites étudiés au nord et au sud du Sahara, il existe une corrélation étroite entre le degré de vivacité des structures d'encadrement des territoires et ressources et l'ampleur des processus de dégradation. Dans les zones où l'on a observé des dégradations importantes très localisées, les structures tribales ont été détruites. Ainsi, dans la commune d'El Haouita en Algérie, la société rurale "traditionnelle" nomade a été totalement désintégrée comme à peu près partout sur ce piémont par l'Etat colonial puis l'Etat algérien indépendant, car constituant un obstacle politique pour les autorités centrales (Boukhobza, 1976 et 1982). Elle dépend désormais de l'administration centrale étatique dont l'incapacité à faire appliquer et respecter ses réglementations et législations est apparue de manière dramatique dans les années 1990 de guerre civile meurtrière. Le contraste est encore plus fort avec l'agglomération de Kheneg créée *ex-nihilo* dans les années 80. Croissance de la population (4,88 % à Kheneg et 3,97 % à El Haouita de 1977 à 1987 essentiellement du fait des migrations internes à la wilaya), des sédentarisation et semi-sédentarisation, gestion de l'espace et des activités économiques sont très mal maîtrisées dans ces communes. De fait, la gestion du milieu y est soumise au marché et à la spéculation sur la viande ovine. Les règles d'usage des parcours collectifs ont disparu avec l'effondrement des structures sociales traditionnelles. Durant la période de sécheresse, la concentration des troupeaux s'est donc localisée essentiellement à la périphérie d'El Haouita et de Kheneg notamment, où les terrains étaient en "accès libre", sans encadrement précis des ressources et des territoires, et dans un flou juridique et quotidien de leur usage et appropriation.

L'analyse des processus à l'œuvre à Aleg et Mâl montre que l'on se place également vraisemblablement dans une phase de transition, qui perdure, entre une gestion « tribale traditionnelle » qui tend à devenir obsolète dans un contexte d'appropriation individuelle des ressources et une nouvelle situation qui reste encore à définir. L'accès aux pâturages du lac d'Aleg sont réglementés par la tribu Idjeidjba qui en est légitime propriétaire malgré la remise

²⁹ « de jure government property regime »

en cause de ce droit par l'ordonnance du 5 juin 1983 qui prône que « le système de tenure foncière traditionnelle est aboli » (Art. 3) et la loi n°2000-044 relative au code pastoral qui veut accroître les pouvoirs des administrations locales mauritaniennes. 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 du lac 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, et ceci à titre exceptionnel, les années de très mauvais remplissage du lac. Ils y accèdent par l'intermédiaire de couloirs aménagés à travers les champs de culture de décrue qui débutent à la cote 28,5 mètres et s'étendent jusqu'aux limites de la zone inondée. Mais ces règles sont de plus en plus fréquemment remises en causes, à la fois par l'Etat comme l'indique l'ordonnance citée précédemment, mais également par les anciens tributaires affranchis comme on le verra par la suite.

Malgré l'apparente main mise des Etats centralisés sur les territoires et les ressources, dans les faits, après les indépendances, ces jeunes Etats n'ont jamais réellement réussi à imposer leur nouveau cadre législatif et réglementaire. Aujourd'hui, on observe une superposition fréquente de droits de l'eau et des terres différents, plus ou moins respectés, combinaison des droits « traditionnels » coutumiers et religieux encore en vigueur, du droit romain hérité de la colonisation et du droit étatique mis en place après les décolonisations.

L'assujettissement aux plans d'ajustements structurels s'est également traduit par un désengagement des Etats de nombreuses de leurs fonctions et les mettant dans l'incapacité à assurer le suivi et la pérennité de certains grands projets de développement ou d'aménagement.

Ainsi dans la vallée du fleuve Sénégal, les Sociétés Nationales créées pour l'aménagement de la vallée (Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal (SAED) au Sénégal et Société Nationale de Développement Rural (SONADER) en Mauritanie) ont commencé à se désengager dès la fin des années 1980, aggravant les dysfonctionnements et la dégradation des milieux, notamment les nombreux problèmes de salinisation des terres entre autre liés à une mauvaise conduite des irrigations et générant des abandons de nombreux périmètres irrigués.

Le programme « d'hydraulique pastorale » mis en place dans toute la région sahéenne à partir des années 1950 illustre également cette dynamique, puisque les nouveaux puits et forages créés par les Etats sahéens étaient également censés être entretenus par l'administration. « Mais la grande pauvreté des pays sahéens, et l'indigence de leurs administrations, ne pouvaient qu'entraver ou bloquer, sur le long terme, le suivi nécessaire au bon fonctionnement de ces installations. Il avait été plus facile de trouver de l'argent pour créer ces équipements, que pour en garantir ensuite un suivi régulier. » (Baroin, 2003).

Par ailleurs, les administrations des Etats qui assurent désormais de plus en plus la mobilisation des ressources, eaux de surface notamment, définissent des modalités de gestion souvent très éloignées des réalités de terrain. Dans le bas delta du fleuve Sénégal, la disponibilité en eau douce est ainsi totalement soumise aux choix et bonne volonté de l'Office de Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) tout d'abord, a qui appartiennent également la plupart des ouvrages de contrôle hydrauliques vannés et notamment d'alimentation. Elle est soumise également aux décisions du Parc National du Diawling qui maîtrise les ouvertures et fermetures des vannes internes, mais qui n'est absolument pas associé à la gestion des barrages de Diama et de Manantali, assurée par l'OMVS, dont il dépend totalement pour son fonctionnement. Or, la gestion des ouvrages par l'OMVS ne prend pas en compte les attentes du Parc pour la sauvegarde de cet espace. Pensée à l'échelle du fleuve, elle est soumise à des impératifs qui peuvent être en contradiction avec celles du parc et des usagers. Fréquemment, les ouvertures et fermetures des vannes et les lâchers d'eau décalés des barrages

déséquilibrent le fonctionnement écologique et modifient également la salinité de l'eau qui fluctue beaucoup au cours de la saison sèche.

La lourdeur de ces structures administratives d'Etat complexifie aussi beaucoup les procédures de fonctionnement.

La haute technicité de la plupart des grands aménagements d'Etat, notamment les grands périmètres irrigués par rampes-pivots et aspersion, génère des dysfonctionnements pour des difficultés de maintenance, d'obtention de pièces de rechange, etc., qui obèrent leur bon fonctionnement et leur rentabilité.

La dépossession des communautés de leurs ressources et territoires au profit d'une structure centralisée d'Etat, sans assurer une meilleure gestion, se traduit souvent par une sourde opposition et un refus de coopération des instances traditionnelles, soucieuses d'essayer de conserver le peu de leurs prérogatives restantes. Ainsi dans le bassin du Dadès, l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate (ORMVAO) est confronté depuis les années 1990 au refus de la Jemaâ de la mise en service du périmètre irrigué équipé à l'entrée de la ville de Ouarzazate (Communication orale, Hammoudou).

Dans le bas delta du fleuve Sénégal, les barrages et digues connexes construites durant les années 1970 et 1980, ont totalement dépossédé les populations locales de la ressource en eau de la crue annuelle du fleuve Sénégal. Si la création du Parc National du Diawling côté Mauritanien, a permis en partie à nouveau la participation des populations locales au processus de gestion des ressources, elle reste très incomplète. Les éleveurs considèrent ainsi que le plan de gestion actuel des niveaux d'eau dans le parc se fait depuis le début à leur détriment et ils souhaitent toujours une inondation de contre-saison ou, à défaut, un plan d'eau facilement accessible au bétail en saison sèche. Par ailleurs, les pêcheurs Takhredieunt considérés comme les mieux intégrés au processus de co-gestion, restent convaincus d'être les vrais « propriétaires » des terres et ressources (enquêtes inédites Barry, 2006) et donc incontournables pour le parc. On a là de potentielles sources de conflits nécessitant encore plus de dialogue et de concertation permanents entre les différents acteurs pour trouver de meilleurs compromis.

Les politiques de décentralisation menées un peu partout dans les années 1990 – 2000, qui « vise(nt) à donner aux collectivités locales des compétences propres, distinctes de celles de l'État, à faire élire leurs autorités par la population et à assurer ainsi un meilleur équilibre des pouvoirs sur l'ensemble du territoire.³⁰ » (Assemblée nationale française, 2010), sont un dernier sursaut des Etats pour tenter paradoxalement de reprendre la main.

Selon Nach Mback (2003), confrontés à un processus sans précédent de désarticulation de leurs systèmes politiques et économiques, la décentralisation a été vue par les Etats africains comme une solution de sortie de crise. Tout commence, affirme-t-il, au cours des années 1980 durant lesquelles la plupart des indicateurs de performances économiques sont tendanciellement défavorables, mettant ces Etats en difficulté dans leurs principaux engagements vis-à-vis de la société comme de leurs partenaires extérieurs. « La décentralisation est censée rapprocher le processus de décision des citoyens, favorisant l'émergence d'une démocratie de proximité ».

Au Maroc, depuis l'indépendance, le pouvoir central s'est engagé dans une politique de régionalisation adossée à un long processus de décentralisation administrative qui n'est toujours pas achevé. Mais faute d'instaurer une vraie autonomie de gestion et de prise de décision aux régions et de leur octroyer des moyens financiers suffisants, cette politique ne s'est jamais vraiment concrétisée sur le terrain (El Hannani *et al.*, 2009). Ce problème de moyens est celui que l'on retrouve partout.

³⁰ Il s'agit là d'une définition française mais qui a servi de modèle la plupart du temps à ces processus africains.

Pourtier (2004) indique que si en Afrique francophone les Etats se sont engagés dans ces processus de décentralisation en mimétisme avec le second souffle de ces politiques en France, « les délégations de pouvoir ne s'accompagnent pas toujours d'une dévolution des moyens qui les rendraient effectives ».

Les tentatives de s'appuyer sur les traditions communautaires dans quelques pays africains après les indépendances (socialisme africain) pour faciliter, accélérer le développement, ont également été des échecs, en grande partie lié à l'introduction de la monétarisation et les logiques marchandes. Ces processus de monétarisation ont favorisés la désagrégation de la famille, qui formait comme on l'a vu précédemment, le socle de ces sociétés, et des liens familiaux et des solidarités et une augmentation du rôle des intermédiaires, producteurs et vendeurs.

Pourtant quelques exemples intéressants montrent qu'avec une volonté locale forte, une réelle dynamique de développement est possible. Ainsi dans la commune de Mâl en Mauritanie, la décentralisation entamée depuis 1986 à permis, grâce à la volonté et le dynamisme d'un maire, Ahmed ben Amar, également ancien ministre de l'éducation, d'apporter une atténuation aux impacts des dernières sécheresses. Il a impulsé notamment des mises en défens communautaires assez efficaces à Tartougal en 1995 et Bennar quelques années plus tard, conçues, réalisées et gérées par l'Association agro-pastorale des villages. Ces réserves pastorales, où le tapis graminéen des formations de savane, bien protégé, est nettement plus dense et les touffes plus hautes que dans les zones soumises à pâturage, sont ponctuellement ouvertes en périodes de soudures de fin de saison sèche en fonction de l'état de leurs ressources fourragères, comme en mai 2000 après une bonne régénération de 4 ans, accroissant la productivité des troupeaux de plus de 80 % (Ballouche *et al.* 2003). Ceci étant, toutes ces actions restent sous la menace de la versatilité de l'engagement des autorités locales. Ainsi à Mâl, avec l'élection d'un nouveau maire, toutes les actions entreprises par l'ancien ont été abandonnées, malgré des débuts prometteurs.

1.2.2.3- Le recul de la communauté au profit de l'individu.

Face au vide laissé par l'affaiblissement ou la disparition des structures traditionnelles et aux défaillances des Etats, c'est l'individu qui a émergé dans ces sociétés essentiellement communautaires. Il ne s'agit pas de l'émergence d'une société civile en réponse à des Etats centralisateurs, corrompus fréquemment et sans légitimité, mais bien d'un processus d'appropriation individuelle plus ou moins anarchique des ressources et terres au détriment de la communauté. 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 dans ce contexte de déstructuration des institutions d'encadrement et de gestion des territoires. Bien sur, la propriété privée a toujours existé, au Maghreb notamment avec les terres melk par exemple, mais dans un cadre légal clair et bien défini. Il s'agit là d'un autre phénomène, illustratif de la déliquescence de ces sociétés décrite précédemment, qui s'appuie sur l'introduction de la loi romaine au moment de la colonisation, et dont s'inspirent les législations actuelles des pays décolonisés de ces régions, basée sur la primauté de la propriété privée permettant « d'user et d'abuser » du patrimoine possédé.

Le cas du bassin du Dadès est particulièrement illustratif de ces évolutions. On y observe ces dernières décennies de profondes mutations des modes de partage des ressources et des terres avec un phénomène « d'appropriation » des terrains de parcours et leur transformation en terres agricoles, ainsi que l'individualisation de la gestion de l'eau. Cela se concrétise notamment par l'abandon des *khettaras* et le développement rapide de la petite hydraulique privée avec les motopompes qui permet la mobilisation de l'eau en continu et sans contrôle de la collectivité, en liaison avec le processus de partage des terres collectives. Cette

appropriation individuelle de la terre a également favorisé l'apparition de « jardins » privés et de quelques « grandes exploitations » qui ont recours aux pompes, surtout dans les nappes peu profondes également source d'alimentation du système des *khettaras*. Le premier acte d'appropriation passe par la construction de murs autour de la parcelle, où sont ensuite plantés des oliviers le plus souvent, et irriguées à partir de puits privés, et éventuellement la construction d'une maison. Beaucoup de ces « jardins » ont été créés par des émigrés issus des classes sociales les plus basses, souvent d'anciens haratins, qui veulent ainsi s'acheter un nouveau statut social. Les terres de fond de vallée appartenant encore aux classes dominantes ayant moins émigré, et ne voulant pas les céder, ces nouvelles zones de culture ont été installées hors des vallées, sur des terres incultes de parcours.

La mobilisation des eaux souterraines peu profondes a toujours été dominée par la multitude des usagers agriculteurs, mais elle se fait désormais dans le cadre d'initiatives privées et non plus collectives même si elles sont parfois encadrées par des aides financières et/ou techniques des Etats ou d'ONG, et normalement soumis à demande d'autorisation officielle. Cependant, dans un contexte de vive concurrence pour cette appropriation individuelle entre les membres de la communauté, les lois et réglementations sont fréquemment contournées.

L'abandon des systèmes de mobilisation collectifs de l'eau comme les *khettaras* et *foggaras* révèle clairement l'éclatement des structures collectives. Il en reste ainsi une seule en fonction dans la plaine du Haouz au Maroc sur les 650 existantes, devenues impossibles à entretenir dans le nouveau contexte socio-économique.

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).

On observe désormais fréquemment des comportements de gaspillage de la ressource dans ces nouvelles zones de production, notamment sur les fronts agricoles du nord du Sahara, où l'eau des nappes profondes, peu chère en Algérie ou en Lybie, est consommée de manière souvent totalement aberrante.

La remise en question de la maîtrise de la gestion du lac d'Aleg par la tribu Idjeidjba qui en est légitime « propriétaire », apparaît à travers le développement, lié aussi à la sécheresse, des cultures de décrue derrière barrages dans les oueds alimentant le lac et dans la zone humide même. Aujourd'hui à Aleg comme à Mâl, la plupart des oueds sont interrompus par ces ouvrages de tailles variées qui sont mises en place les années de bonne pluviométrie. On les trouve dans les oueds à très faible pente plutôt caractérisés par un ruissellement diffus en dehors des périodes de crues. Elles sont abandonnées en périodes de sécheresses et sont alors très dégradées par le ravinement et le ruissellement diffus (érosion aréolaire). Mais dès le retour de bonnes précipitations (comme en 2005 par exemple), un certain nombre sont réactivées comme j'ai pu l'observer à Oudey levrans dans la région de Mâl en 2006 où elles ont été cultivées cette année là suite aux précipitations de l'hivernage 2006. L'édification de ces très nombreuses digues et diguettes dans le fond des oueds a très probablement modifié le fonctionnement hydrologique des oueds et le remplissage des lacs, augurant de futurs conflits d'usage. Il existe également des digues-barrages de taille beaucoup plus conséquente comme sur l'oued affluent du lac de Mâl. La mise en valeur de ces diguettes et barrages dans les oueds est surtout le fait des haratins (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). C'est la remise en cause de certains rapports traditionnels de servitude ou de domination qui entraîne l'abandon de certaines cultures de

décru dans le lac. 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 des lacs est réglementée, fixée par les autorités administratives vers la mi-novembre à Aleg, pour laisser le champ aux troupeaux.

1.2.2.4- Perte de la vision d'ensemble et accroissement des pressions sur les ressources

Ces appropriations et usages individuels croissants se produisent alors que dans les systèmes où les ressources naturelles sont en abondance limitée, de même que les territoires support de leur exploitation (zones de parcours pour les ressources pâturage, bassin versant pour les ressources hydriques, périmètres des lacs et leurs ceintures concentriques ...), les usagers fortement interdépendants ont « l'obligation d'organiser et réglementer l'accès à la ressource commune » (Molle et Ruf, 1994). Cette nécessité apparaît également lorsque différentes communautés utilisent les mêmes ressources et espaces. Or si elles ne sont pas encadrées par des structures sociales vivaces et suffisamment puissantes, elles n'arriveront pas à s'entendre ou ne pourront pas faire respecter ces règles.

Dans ces contextes de multiusages de ressources limitées, Kuper (2002) souligne que cela nécessite « une vision d'ensemble de l'écosystème ». Et c'est cette vision d'ensemble qui a été perdue avec l'éclatement des structures sociales qui assuraient l'encadrement des ressources et territoires. L'appropriation individuelle de ces ressources et espaces annihile cette vision globale sur leur état et les limites de leur usage. L'individu n'a pas la possibilité matérielle souvent, comme la communauté, de se projeter sur le long terme, voire le moyen terme, particulièrement pendant les crises de sécheresses ou pour les anticiper. Spécifiquement dans les sociétés basées sur l'extraction des ressources, l'individu est contraint, particulièrement en période de crise, au jour le jour, naviguant à vue pour subvenir à ses besoins et ceux de sa famille.

On rejoint là la théorie des communs de Hardin (1968) qui a théorisé l'épuisement irréversible de ressources en situation d'accès libre de fait, à partir de l'exemple du surpâturage des biens communaux (bois ou pâturages) de l'Europe médiévale. Le principe est basé sur les « théories de l'action collective de Mancur Olson, elles-mêmes fondées sur la théorie des jeux (Olson 1978) : la raison utilitariste de l'acteur individuel le pousse à une exploitation maximale et à court terme, bien que cette attitude soit, à moyen ou long terme, suicidaire pour tous. » (Compagnon, 2008). Pour Hardin (1968), dans ce contexte, les acteurs n'arrivent pas à coopérer pour assurer l'utilisation durable de la ressource et le partage équitable de son accès à la ressource bien que cela ait de graves conséquences en termes de dégradation.

Cependant, Ostrom (1990) précise que les intéressés (stakeholders) peuvent s'accorder pour réglementer l'usage de ces ressources bien commun, et qu'il faut pour cela une institution sociale ad hoc pour organiser sa gestion. Par ailleurs, il faut préciser que l'accès aux parcours ou à l'eau, bien qu'appartenant à la communauté tribale ou villageoise, n'ont jamais été libre dans ces régions d'Afrique. Leur usage et mobilisation est traditionnellement soumis à des règles strictes coutumières ou religieuses comme décrit précédemment, ce qui rend totalement inadaptée la théorie de Hardin.

« Selon Ostrom une gestion efficace des biens communs³¹ locaux dépend en premier lieu de ce que les règles de gestion sont élaborées et révisées par les utilisateurs directs de la ressource, et en deuxième lieu, de la capacité à faire respecter les règles avec des sanctions

³¹ Common pool resources (CPR)

crédibles, le tout à travers un mécanisme de contrôle suffisamment aisé à mettre en œuvre (Ostrom *et al.*, 1999 ; Dolsak & Ostrom, 2003). » (Compagnon, 2010).

Au contraire, c'est l'individualisation de cette propriété des ressources qui est facteur de chaos et des dysfonctionnements mis en évidence précédemment et menant à leur dégradation. Les exemples développés précédemment montrent que l'on est très loin de cette conception qui rendait systématique l'incapacité à trouver des accords entre communautés pour la gestion équilibrée des ressources communes.

Au-delà de ces premiers constats, cette perte de vision globale peut se traduire par la perte des repères et le développement de représentations profondément négatives de ces espaces de vie par leurs habitants, qui ne valent plus la peine d'être vécus. Cet état d'esprit est révélé par ces pratiques qui sont qualifiées de dégradation, en parfaite connaissance de cause. Il est probable que cet état favorise aussi une forte vulnérabilité et une faible capacité d'adaptation des sociétés concernées.

L'affaiblissement de la solidarité, en affectant la cohésion du groupe social dans son ensemble et en favorisant les injustices, atteint également la dignité de ses membres. Les représentations de leur cadre de vie et paysages par les populations influant sur leurs choix de gestion et de développement, cela se transcrit directement sur les territoires et les ressources. En effet, la construction de ces paysages relève aussi de la sensibilité des acteurs.

Pour Boukhobza (1982) dans les hautes plaines de l'Algérie, les relations à leur environnement développées par les anciens nomades semi-sédentarisés et sédentarisés procèdent d'une forme de « suicide », dans ce cadre de perte de repères dans l'Algérie « socialiste » de l'après indépendance qui a accentué encore cette déstructuration profonde des tribus qui assuraient le socle de la société nomade de ces régions.

On retrouve finalement le même type de relation dans la montagne marocaine. L'émigration clandestine massive des populations jeunes du Moyen Atlas, devenue première région d'émigration clandestine du Maroc (Arab, 2009), au péril de leur vie, illustre cet état d'esprit. Au-delà des dures conditions de vie en montagne, c'est la représentation négative de ces espaces par ces candidats à l'exil qui explique cette fuite désespérée.

Peut être que l'on peut interpréter les évolutions observées en Pays dogon, avec l'augmentation du nombre et de la densité des ligneux, en inadéquation apparente avec les tendances d'évolution des paysages observées ailleurs en zone soudano-sahélienne, comme découlant de la puissance des structures sociales d'encadrement des territoires. La société dogon est en effet connue pour la pérennité du respect des traditions malgré les soubresauts sociaux, économiques et politiques des XXe et XXIe siècles. La société dogon montre une relation beaucoup plus positive à son territoire qui se transcrit dans une certaine mesure dans le respect porté aux ressources et aux milieux.

Pour Péliissier (1980) « le manteau végétal et les paysages qu'il compose en Afrique de l'Ouest livre des explications d'une richesse singulière sur la nature des sociétés rurales ».

1.2.2.5- La percée des ONG

Parallèlement à l'affaiblissement des Etats et des structures traditionnelles et à l'émergence de l'individu, on a vu aussi se développer et s'affermir ces dernières décennies l'intervention croissante des ONG et associations locales partenaires, brouillant un peu plus la carte des responsabilités locales. Ces nouveaux acteurs ont émergés dans le vide laissé par le désengagement de l'Etat de nombreuses de ses fonctions, et le recul conjoint des institutions traditionnelles d'encadrement des ressources et territoires.

Ce processus concerne particulièrement l'Afrique qui « connaît depuis une décennie une véritable explosion du nombre d'ONG non seulement par la présence massive des ONG du Nord mais surtout par la « naissance » de centaines d'ONG locales » (Rubio, 2004).

On peut d'ailleurs se demander dans quelle mesure la grande sécheresse de 1973-74 n'a pas encouragé ce mouvement. En effet, avec la conjonction de la démocratisation de la télévision à cette période, la médiatisation massive des famines à l'échelle internationale a suscité un des premiers grands mouvements d'aide humanitaire mondialisé, où se sont créées et auquel se sont certainement alimenté depuis de multiples ONG.

Ces ONG sont extrêmement diverses dans leurs objectifs, mais celles qui interviennent dans le champ de la lutte contre la désertification et de la dégradation sont les ONG de développement (USAID, FFEM, etc.), les ONG techniques (GRET, Ingénieurs sans frontières, etc.), les ONG généralistes (CARE, OXFAM, etc.) et les ONG de défense de l'environnement (IUCN, WWF, etc.). Elles peuvent être laïques ou confessionnelles, catholiques, protestantes ou islamiques. Il s'agit en général d'ONG à rayonnement international qui viennent s'appuyer sur des ONG ou associations locales ou nationales.

Ce processus est associé à celui de la création des aires protégées en Afrique ainsi que dans le cadre de projets de développement locaux, notamment de lutte contre la désertification ou la dégradation des écosystèmes (plantation d'arbres, création de puits ou de barrages, microcrédit pour le développement du maraîchage, etc.). En effet, les ONG de protection de l'environnement se sont investies ces dernières décennies notamment dans les aires protégées parmi lesquelles les parcs nationaux et les réserves de biosphère africains. Ainsi, même si le Parc National du Diawling a été créé sous l'égide de l'Etat mauritanien en 1991, et le directeur nommé par celui-ci, dans les faits, le pilotage est assuré par l'UICN, qui finance les conseillers techniques, l'infrastructure et une bonne partie du fonctionnement, auquel s'adjoignent ponctuellement des ONG caritatives (micro crédit par le Fond Luthérien de Mauritanie ...).

Certains ont voulu voir dans les parcs une solution pour la protection de l'environnement à travers notamment une gestion locale participative « par » et « pour » les populations. Une sorte de retour de la collectivité et de la communauté. Effectivement, ces dernières décennies, le fondement affiché de la plupart de ces actions est la gestion participative. Cependant, la réalité est souvent assez différente, et les parcs constituent clairement également un élément de l'affaiblissement des structures sociales locales, associé à un processus de dépossession des populations locales. Elles entraînent en général une confiscation des ressources et territoires comme expliqué précédemment.

Par ailleurs, la patrimonialisation correspond souvent à une mise sous cloche des territoires et des ressources pour leur protection ou réhabilitation qui risquent de bloquer toute initiative locale. En imposant des projets de l'extérieur basés comme nous l'avons vu sur des connaissances incomplètes des réalités locales et sur des idées préconçues et idéalisant les situations antérieures à restaurer, on risque d'accroître la vulnérabilité des populations devenues assistées et réduisant leur capacité d'adaptation. Comment réagir lorsque l'ONG se désengage pour raison financière ou de sécurité pour ses opérateurs comme on peut le voir actuellement au Mali, au Niger, etc.?

Les interventions des ONG sur le terrain, avec les importants apports financiers associés, peuvent venir créer des perturbations des équilibres sociaux et culturels en favorisant économiquement arbitrairement certains groupes au détriment d'autres, comme l'illustre la mauvaise intégration des éleveurs dans la gestion du bas delta du fleuve Sénégal par exemple. Cela peut être particulièrement dommageable lorsque les orientations de gestion, forcément définies par ces structures, s'appuient sur des bases théoriques et méthodologiques réfutables, comme démontré dans la première partie.

D'autre part, ces aires protégées, comme la plupart des projets de développement et de protection de l'environnement, ne parviennent souvent pas à dépasser l'échelle de gestion purement locale et ont fréquemment la fâcheuse tendance à simplifier leur fonctionnement, en n'incluant pas certains acteurs par exemple. Le Parc National du Diawling est très illustratif à

ce propos. Le plan de gestion n'est pas vraiment associé à une vision globale du bas delta du fleuve Sénégal. La Réserve de Biosphère Transfrontière créée en 2005 devait venir compenser ce manque de vision et de stratégie globale. Mais au-delà du fait que la structure est encore au point mort, le zonage proposé est très excluant et fait craindre pour les acquis du PND, même si par ailleurs, cette RBT correspond à un élargissement des échelles spatiales de gestion.

Bien sur ces critiques contre les ONG doivent être nuancées. Le Poulichet (1991) insiste sur le fait que « l'image de la catastrophe [ndla : véhiculée par le discours des ONG notamment] ... alimente tout autant les forces de mort et d'exclusion que les tendances sociales les plus nobles ».

Il faut reconnaître par exemple dans le bas delta du fleuve Sénégal, que l'action de l'UICN à travers le PND a effectivement permis, grâce à la remise en eau des plaines inondables, une réelle réhabilitation des écosystèmes dégradés et des activités socio-économiques associées.

Cependant, la restauration des écosystèmes du parc, que les gestionnaires du parc s'accordent eux mêmes à relativiser, n'a pas pour autant résolu tous les problèmes de dégradation de ces milieux. Les pressions exercées sont toujours présentes et la forte attractivité nouvelle liée à cette régénération les ont encore accrues. Elle a par ailleurs bénéficié du contexte pluvieux des années 2000 en partie responsable des régénérations des couverts végétaux. Il ne s'agit donc pas seulement de restaurer, mais bien de permettre une utilisation permanente, équitable et durable de toutes les ressources par de nombreux usagers. Et c'est là qu'interviennent les limites de cette intervention exogène, car portée par l'UICN, et qui font peser sur ce « succès » des menaces d'altération, sachant que le PND est déjà confronté à des difficultés de gestion importantes qui freinent son bon fonctionnement, notamment du fait qu'il ne maîtrise pas les calendriers des apports en eau douce, les vannes sur la digue rive droite du fleuve étant gérées par l'OMVS.

2- De nouveaux paradigmes et filtres de perception des processus

Il y a donc sur tous les sites étudiés une réalité de processus de dégradation plus ou moins pérennes et à différente échelles. Toutes les mutations des pratiques agricoles et d'élevage, des statuts fonciers et des droits d'eau, dans le contexte de déliquescence des structures d'encadrement des territoires et des ressources, se traduisent par une modification des pressions exercées par les différentes activités sur les ressources et milieux. Ces mutations, et la raréfaction relative ou absolue des ressources, ont également accru les conflits pour leurs usages exacerbant encore les tensions au sein des communautés, et leur désorganisation.

Cependant, les processus biophysiques ne doivent pas être envisagés de manière univoque, mais replacés dans leurs contextes socio-économiques et politiques, sur des pas de temps longs et au regard des filtres de la résilience et de l'adaptation des écosystèmes et des sociétés. Le temps passé depuis les grandes crises des années 1970 et 1980 a permis de prendre le recul nécessaire pour analyser à froid les événements biophysiques et socio-économiques de cette période. En réalité, après la sidération liée aux conséquences dramatiques des sécheresses de ces années en zones sahéliennes et soudano-sahéliennes surtout, mais appliquées également au nord du Sahara, et qui a amené à une dramatisation systématique des processus à l'œuvre dans ces régions, les années 1990 puis 2000 ont permis de prendre le recul nécessaire pour une évaluation plus objective de ces processus. De nombreux travaux, au nord comme au sud du Sahara, sont venus relativiser toutes ces premières conclusions, formulées le plus souvent à chaud, mais qui continuent encore aujourd'hui à « polluer » les discours comme les actions d'aménagement et de gestion de ces milieux. Il en ressort deux éléments fondamentaux ; la fréquente résilience des milieux et ressources, contredisant les assertions de dégradation irréversible, et la formidable dynamique d'adaptation des sociétés à ces crises environnementales doublées de crises économiques.

2.1- Replacer les dynamiques actuelles dans leur profondeur historique sur le long terme

Il est effectivement impératif de prendre le temps de l'analyse, pour saisir tous les facteurs en jeu et pour ne pas se cantonner à des observations de courte vue, et car « toute situation actuelle doit être interprétée en fonction de son histoire » (Blandin, 2007, p. 51). « La trajectoire dynamique des systèmes [ndla : systèmes socio-écologiques] résulte à la fois des conditions présentes et des perturbations passées. » (Mathevet et Bousquet, 2014).

Berouchtchavili et Bertrand (1978) notaient que « l'étude du géosystème [est] enfermée dans le présent, sans aucune perspective historique, ce qui appauvrit les interprétations et empêche la généralisation », et préconisent « d'esquisser l'histoire du géosystème ».

Melzi (1993) à l'issue d'une étude sur les steppes présahariennes du sud algérois, conclut ainsi sur la nécessité de mettre en œuvre des observations continues des écosystèmes car lorsqu'elles sont ponctuelles et discontinues ces observations ne sont que des estimations « simplistes » « d'une dynamique régressive et généralisée aboutissant inévitablement à un désert total ».

« A toutes les échelles d'espace, l'histoire des interactions espèces / structures écologiques / activités humaines est à prendre en compte pour pouvoir interpréter correctement les trajectoires mises en évidence. Suivant cette approche, les communautés naturelles peuvent être rangées selon un gradient de situations résultant d'un côté de trajectoires chaotiques, et de l'autre, de longues périodes de stabilité environnementale. Les situations intermédiaires résultent de périodes plus ou moins longuement marquées par des régimes de perturbations plus ou moins réguliers » (Blandin, 2007). Blandin (2007) applique cette notion à la dynamique de la diversité spécifique, mais il précise que Naveh (2000) l'applique aussi « à l'échelle de l'écosphère » et qu'elle permet alors « de saisir l'évolution des paysages (au sens des écomplexes composant l'écosystème humain total) selon une perspective holistique et transdisciplinaire nouvelle, éclairant la compréhension des processus d'auto-organisation et de coévolution de la nature et des sociétés humaines ».

Cela implique de s'intéresser aux dynamiques des milieux sur des pas de temps bien plus longs que les 25 ans préconisés par Floret et Pontanier (1982) pour étudier les processus de dégradation ou désertification. Les échelles d'approches pourront être séculaires en utilisant l'imagerie aérienne et satellitaire historique en complétant avec les archives, et plurimillénaires en utilisant des méthodes de la géoarchéologie comme cela a été mis en œuvre en Pays dogon par la collaboration avec les archéologues des universités de Bamako et de Genève, mais aussi avec les archéobotanistes de l'Université de Francfort sur le Main (Huysecom *et al.*, 2010 et 2011), l'objectif étant d'éclairer le passé à partir du présent, et inversement.

Le premier intérêt de ces approches temporelles est de relativiser les notions d'équilibre des milieux en identifiant les dynamiques de changement et leurs rythmes. Elles permettent de distinguer les fluctuations naturelles, inhérentes à l'instabilité environnementale des milieux arides, de dégradations. « De même que des entités écologiques qualifiables « d'uniformes » ne peuvent représenter que des situations locales particulières dans un contexte plus large d'hétérogénéité, des systèmes se trouvant « à l'équilibre » sont donc des singularités temporelles dans un contexte général de changement » (Blandin, 2007, p. 51).

2.2- Changement d'état et résilience des systèmes socio-écologiques

S'intéresser à la dynamique des milieux et des écosystèmes sur des pas de temps longs, permet de mettre en évidence leur résilience.

La résilience d'un écosystème correspond à sa vitesse de récupération après une perturbation (Westman, 1978 et 1986). C'est l'aptitude d'un écosystème « à récupérer un fonctionnement normal après avoir subi une perturbation, un traumatisme » (Blandin, 2007, p. 41). Plus précisément, c'est la capacité d'un système à absorber une perturbation sans changer de façon qualitative son comportement (Walker & Noy-Meir, 1982). « Si une perturbation a lieu et s'interrompt, le système retourne rapidement à son état initial (Frost *et al.*, 1986). La résilience présente donc une « limite d'élasticité » qui une fois dépassée peut conduire le système vers un nouvel état d'équilibre « métastable » (Godron, 1984 ; Friedel, 1991 ; Laycock, 1991 ; Aronson *et al.*, 1993ab et 1995), dérivé de l'écosystème original. Les perturbations peuvent néanmoins être parfois génératrices de nouveaux équilibres en aboutissant à des écosystèmes capables de faire face plus efficacement à des perturbations du même type en améliorant les mécanismes de régénération (Holling, 1978). » (« Glossaire », *Etudes rurales*, 2003/3 n° 167-168, p. 296-303.)

Cette définition de la résilience des écosystèmes peut être appliquée aux systèmes socio-écologiques « où interactions sociales et écologiques sont liées et qu'il est nécessaire d'aborder ensemble pour comprendre et éventuellement gérer les systèmes qu'elles forment ». (Mathevet et Bousquet, 2014). La résilience d'un système socio-écologique correspond en effet à « sa capacité à absorber les perturbations d'origine naturelle (un feu provoqué par la foudre, une sécheresse, etc.) ou humaine (une coupe forestière, la création d'un marché, une politique agricole, etc.) et à se réorganiser de façon à maintenir ses fonctions et sa structure ; en d'autres termes, c'est sa capacité à changer tout en gardant son identité. » (Mathevet et Bousquet, 2014).

De nombreuses études après les années 1970 et 1980 de sécheresses les plus dures, ont montré une résilience des systèmes socio-écologiques à échelle locale comme globale. Or pour Aronson *et al.* (1995) « la résilience est peut être le meilleur indicateur de la santé ou de l'intégrité d'un écosystème », citant là Léopold (1948)³².

Cornet (2002) cite les travaux de Toulmin (1993) menés sur de nombreuses années, qui « démontrent la résilience des systèmes pastoraux et agricoles, face aux variabilités de grande ampleur de la pluviosité ». Mainguet (1995) cite Warren et Khogali (1992) qui suggèrent que le surpâturage dans les zones où il est extensif a été surestimé comme cause de dégradation et que « là où, autour des points d'eau, les agrostologues ont vu antérieurement des dommages sévères, des études [...] ont révélé des aires améliorées par les apports de fumures dus au bétail venant des pâturages environnants ». Ils ajoutent qu'en domaine soudano-sahélien qu'ils ont étudié, « beaucoup de communautés pastorales ont amélioré leurs stratégies d'utilisation des pâturages ».

Melzi (1993) établissant un suivi d'un parcours steppique présaharien du Sud algérois, note que « malgré une longue période de sécheresse durant laquelle l'impact anthropique a été intense (surpâturage), l'avènement d'une période pluvieuse entraîne une reprise plus ou moins rapide de la végétation. Ces résultats préliminaires, s'ils confirment l'adaptation de la végétation, l'élasticité et la capacité de cicatrisation de ces écosystèmes présahariens, démontrent surtout la complexité des processus en cours et la difficulté de déterminer des seuils d'irréversibilité de la dégradation ». Mes observations vont dans le même sens autour de l'agglomération de Aïn Madhi sur le piémont sud de l'Atlas saharien qui montre une bonne résilience après la rétraction normale de la végétation pendant le cycle sec.

En Afrique de l'Ouest, la régénération des boisements après les coupes pour le charbonnage ou le bois de feu sont régulièrement mis en évidence par ceux s'inquiétant des impacts de ces prélèvements sur la dégradation et la désertification (Ribot, 1999 p. 294).

³² Leopold A., 1948, *A sand county almanac*, Oxford, Oxford University Press.

De la même manière, dans le Parc National du Diawling, malgré de nombreuses limites, la restauration d'une crue artificielle et le plan de gestion du Parc, couplés à l'interruption des cycles de sécheresses dans les années 2000, se sont traduits par le retour d'une biodiversité riche, avec une bonne régénération de la végétation tant sur les dunes que dans les bassins d'inondation, même si tous les problèmes de dégradation ne sont pas résolus, ainsi qu'un bon potentiel halieutique marqué par l'indicateur du retour notable d'une riche faune ornithologique, valeur emblématique du PND. On observe ainsi une bonne régénération de la savane sur la dune de Birette, sauf dans la zone sud marquée par une forte revivification des formations sableuses, à nu. Plusieurs sites de régénération de la savane ont également été observés sur la dune littorale et la dune de Ziré. Ils sont nettement visibles sur les images satellites de 2001 notamment une dense savane à *Acacia raddiana* et *Euphorbia* (fig. 11b et c) en bordure est de la dune littorale au sud-est de Hassi Achra (nord-est de Dar Salam) et sans *Euphorbia* sur la dune de Ziré. Le terrain au milieu des années 2000 a montré effectivement une régénération d'*Acacia raddiana* sur la partie sud-ouest de la dune de Birette, où l'on observe de très nombreux individus de 2 ou 3 ans d'âge. Cette régénération est en partie expliquée par le fait que le bétail consomme les fruits d'*Acacia raddiana*, en favorisant ainsi la dissémination. Partout (à l'exception des zones en bordure de la piste ou à proximité des villages), la savane est relativement dense avec de nombreux *Balanites aegyptiaca*, *Acacia*, baobab et *Euphorbia balsamifera* et montre un tapis dense de graminées (*Cynodon* et *Schoenfeldia*). La régénération des gonakiers (*Acacia nilotica*) déjà noté par Hamerlynck et Duval en 1998 en bordure des dunes intérieures, s'observe dans le bassin de Bell le long de la digue ouest et dans la zone sud-est de la dune de Ziré où il est associé à d'autres acacias. Si la régénération se fait en règle générale de façon spontanée, certains sites sont directement reboisés et/ou protégés par des mises en défens. C'est le cas des 2 hectares d'*Acacia tortilis* au sud de la dune de Ziré, ou des 3 600 m² à l'extrémité nord de la dune de Birette, qui montrent une régénération spectaculaire. La mangrove et les formations à *Sporobolus* et cypéracées également se sont bien régénérées sauf lorsque l'inondation artificielle ne les atteint pas ou insuffisamment, comme les deux sites en bordure ouest de la dune de Birette dans le N'tiallakh et au nord-ouest du lac de Diawling, les plus éloignés des zones d'alimentation en eau douce (lâchers du barrage de Diama ou des ouvrages sur les digues bordières du fleuve Sénégal).

Cette régénération a favorisé le retour des activités liées à ces écosystèmes et qui avaient disparu avec leur dégradation. Les pêcheurs ont repris la pêche et les femmes ont repris la cueillette et l'artisanat (tissage de natte à partir de *Sporobolus* et *Typha* et tannage des peaux à partir des gousses d'*Acacia nilotica*). Les pâturages régénérés sont également de nouveau fréquentés. De nouvelles activités génératrices de revenus sont pratiquées (maraîchage et écotourisme) notamment par les femmes qui commencent à s'organiser en coopératives et participent davantage à la vie économique grâce à des soutiens techniques et financiers qui ont permis le développement d'un maraîchage dunaire en bordure de la retenue de Diama et sur la dune de Ziré. Cette diversification des activités et l'ouverture de la route (digue rive droite) grâce au parc, ont entretenu et entretiennent encore un dynamisme perceptible dans le Bas Delta. Un programme de microcrédit a aussi été lancé en faveur des villages avec des regroupements en coopératives (féminines surtout), seule condition pour l'attribution des fonds, renouvelables au remboursement, jusqu'à hauteur de 200 000 ouguiyas (environ 600 euros). Ce programme est à l'origine d'un fort développement de commerces de toutes sortes. Les observations de terrain indiquent que toute la mangrove du bas delta du fleuve Sénégal connaît une nette évolution positive avec un taux très important de jeunes pousses constaté, même dans les deux sites du haut bassin du N'tiallakh les plus exposés au bétail particulièrement en saison sèche, certaines mangroves étant caractérisées par de forts pourcentages de rejets (30 %) (Gonzalez, 2005). Cette régénération est, de l'avis général des

populations, et confirmé par Mietton *et al.* (2005), liée aux modifications récentes des caractères de la marée depuis 2003 et l'ouverture de la « brèche » de Saint Louis dans la langue de barbarie. Cependant, le parc joue également un rôle dans cette dynamique avec la restauration des inondations artificielles et la protection par les agents du parc.

A échelle globale, Tucker *et al.* (1991) avaient déjà mis en évidence par télédétection au début des années 1990, un « reverdissement » (greening) du Sahara et ses marges avec l'accroissement des précipitations qui a suivi la période sèche de 1980 à 1984. Cette tendance à l'accroissement des couverts végétaux est confirmée en 2005 par Olsson *et al.*, utilisant également des NDVI à partir d'images NOAA-AVHRR couvrant la période 1982-1999. Si l'augmentation des précipitations est un des facteurs de cette transformation, que Hutchinson *et al.* (2005) ne veulent pas appeler une « restauration » mais « un potentiel retour à des conditions qui existaient à un supposé niveau d'équilibre dans le passé³³ », Olsson *et al.* (2005) indiquent que d'autres facteurs doivent également intervenir, et suggèrent (mais sans trop de certitude du fait de l'outil utilisé) des changements de l'utilisation des sols (*land use*) et des pratiques agricoles avec notamment une augmentation de l'usage des intrants en agriculture (et donc augmentation de la production et productivité) et/ou la diminution des zones cultivées (donc augmentation des jachères) et localement du pâturage (en zone de conflits armés notamment) en lien avec l'exode rural.

Une des raisons qui peut expliquer la mauvaise interprétation comme dégradation de tout processus de changement, est de vouloir rechercher une restauration à l'identique des écosystèmes et milieux considérés comme originels. « Une précaution d'analyse est de se situer dans un contexte évolutif, sans se référer à une situation d'origine autre qu'arbitraire » (Gillon, 2000, p. 35).

Avant d'être des processus de dégradation, les processus observés correspondent avant tout à un changement « d'état », mais qui s'inscrit dans une évolution systémique. Selon la définition de Beroutchachvili et Bertrand (1978), le changement d'état correspond à une modification de la structure (répartition des masses) et du fonctionnement (bilan énergétique) » mais aussi potentiellement à une « modification des entrées (énergie solaire, précipitations, changement de température ...) et des sorties (évapotranspiration et écoulement, albédo, érosion, production de biomasse ...) ». Il y a changement « d'état » lorsque « les trois composantes du géosystème (abiotique, biotique, anthropique) sont modifiés » (Beroutchachvili et Bertrand, 1978).

Pour Hutchinson *et al.* (2005) ce nouvel état résultant de la modification des espèces et du couvert végétal originel ainsi que le développement de nouvelles espèces, peut correspondre à un « nouveau point d'équilibre » dont la valeur peut être équivalente à l'ancien.

Thomas et Middleton (1993) indiquent que les changements de la végétation causés par les actions humaines ne constituent pas nécessairement une dégradation. En réalité aujourd'hui, « les perturbations ne sont plus considérées [ndla : par les écologues] comme ce qui est susceptible de détruire les équilibres de la nature. Ce sont elles qui structurent des systèmes écologiques en équilibre dynamique. » (Larrère, 2007).

« Des « catastrophes » telles que tempêtes, explosion de ravageurs, incendies, ont été vues sous un nouveau jour [notamment avec l'écologie du paysage] » ; « C'est [...] à l'échelle spatiale du paysage et non pas à celle de tel ou tel écosystème constitutif, qu'un équilibre serait maintenu » (Blandin, 2007, p. 46).

Il s'agit également de s'intéresser aux nouvelles valeurs et fonctions créées par ce nouvel état et pas seulement aux valeurs et fonctions passées, perdues ou en passe de l'être.

« Certains écologues ont avancé l'idée que l'important, c'est la durabilité du fonctionnement, laquelle n'impose pas la présence de toutes les espèces indigènes qui pourraient être là, du

³³ « a return to conditions that existed at some assumed equilibrium point in the past » : Hutchinson *et al.* (2005)

moment qu'il y a suffisamment d'espèces pour que le fonctionnement soit assuré » (Blandin, 2007, p. 61-62). « Ce point de vue est à la base du concept de « diversité fonctionnelle ». « Le bon fonctionnement d'un écosystème – qui doit ainsi rendre les services que l'on attend de lui – suppose que les diverses fonctions nécessaires soient assurées » (Blandin, 2007, p. 61-62).

2.3- Co-changement, adaptation et production de nouvelles structures paysagères et fonctions plutôt que dégradation

Développer ces approches temporelles et sur la résilience, permettent d'identifier le caractère plus ou moins profondément anthropisé des paysages considérés souvent comme « naturels », et de relativiser ainsi le caractère conflictuel des relations Société / Nature. Penser en termes de dégradation, c'est penser systématiquement en termes de relations conflictuelles et prédatrices entre les sociétés et la nature. Or de nombreux auteurs ont montré des réalités beaucoup plus complexes et positives.

Bernus (1998) explique ainsi que « l'éleveur, s'il ne transforme pas la nature, participe cependant à sa maîtrise dans la mesure où il contrôle ses animaux » et que « les troupeaux, si leur nombre reste raisonnable, contribuent au renouvellement et à l'équilibre du couvert végétal ». Dans la même veine, Toupet (1975), à l'inverse de l'idée reçue de l'éleveur nomade provoquant la désertification, « par son modèle et ses techniques d'exploitation, bien loin de porter atteinte au milieu, [il] peut contribuer efficacement à la conservation de la nature ». Pour Rossi et André (2006) également « on peut poser le problème tout autrement, non pas en termes de confrontation homme / nature, mais en termes de co-évolution ».

Blandin (2007) propose de désigner par « le paradigme de co-changement la transformation conjointe de la planète et de son tissu vivant ». Ce concept de co-changement qui montre une planète « en changement permanent à toutes les échelles », est plus approprié que celui de co-évolution développé par Combes (2002), qui reste dans l'idée de confrontation puisqu'il correspond à un « processus sans fin dans lequel deux adversaires construisent sans cesse de nouvelles armes pour ne pas être distancé par l'autre. » (Combes, 2002).

Feola (2014) analysant la littérature portant sur le concept de transformation, montre que si elle peut être considérée comme un évènement dramatique « conséquence d'un effondrement de la société » (chez Butzer, 2012, par exemple), cette capacité de se transformer activement peut être vue, au contraire, comme une propriété essentielle des systèmes pérennes (longlasting functioning systems) comme chez Folke *et al.* (2010).

Weber (2000) propose quant à lui la notion de co-viabilité pour « désigner l'idée selon laquelle on vise à créer des trajectoires de systèmes d'exploitation telles qu'elles maintiennent aussi bien la viabilité des écosystèmes que celle des modes de vie ».

L'homme modifie effectivement les équilibres et les dynamiques naturelles des milieux où il vit, pour répondre à ses besoins vitaux. Cependant, plutôt que de considérer les processus dynamiques dans ces régions uniquement comme des processus biophysiques de transformation des écosystèmes, on peut aussi les aborder avant tout comme des processus dynamiques de production de structures spatiales. Ils correspondent alors à une construction de paysages cohérents avec les structures sociales et territoriales qui les créent, les transforment. On peut alors voir les populations comme créatrices de ces nouvelles structures plutôt que comme destructrices des anciennes.

En effet, les paysages, et leur forme la plus visible, les paysages végétaux, ne sont pas le fruit du hasard. Ils ne sont pas la seule résultante de la combinaison de facteurs biophysiques (pédologie, topographie, climatologie, etc.), mais bien des constructions humaines dans des contextes biophysiques particuliers. Ces paysages sont soumis à des impératifs très concrets économiques et sociaux (droit foncier, droit de l'eau, lignage, etc.) mais également profondément culturels. Ils sont des paysages vécus et pensés en tant que tels.

Les processus d'évolution régressive qui peuvent s'apparenter à un appauvrissement, traduisent également des logiques complexes de gestion des milieux et des ressources dans des contextes de crises environnementales, sociales, économiques, culturelles voire politiques souvent profondes.

Avant d'être vus comme des processus de dégradation qu'il faut « combattre », il faut donc voir ces évolutions des ressources et des milieux comme une production de structures spatiales nouvelles comme réponse des sociétés à des forçages extérieurs environnementaux (péjorations climatiques) et / ou socio-économiques.

Elles traduisent donc des stratégies d'adaptation à ces forçages, plus ou moins cohérentes selon la vulnérabilité et la capacité d'adaptation de ces sociétés.

L'adaptation, c'est le changement. « Le territoire n'est pas seulement un aboutissement ; c'est aussi le tremplin sur lequel rebondissent sans cesse la trajectoire des sociétés. Celles-ci se transforment dans le même mouvement que leurs cadres de vie, en un véritable rapport dialectique entre production sociale et organisation de l'espace. » (Pourtier, 2004).

Mainguet (1995) cite de nombreux exemples tirés de la littérature de ces stratégies d'adaptation des sociétés : « dans la région de Maradi, au Niger, [...] la sécheresse des années 1983/1984 a imposé aux agrosystèmes des contraintes auxquelles les agriculteurs se sont adaptés en remplaçant par des variétés plus hâtives les variétés traditionnelles, abandonnant les cultures exigeantes en eau et les sols compacts entre les monticules dunaires en faveur des dunes fixées, à contraintes hydrologiques moins marquées (les sols sur ces terres sableuses supportent des interruptions de précipitation de 2 à 4 semaines) et plus faciles à travailler ; Enfin, la réduction du cheptel à la suite de la baisse des ressources pastorales est une autre adaptation (Koechlin, 1989). ». Elle cite également Beauvillain (1981) décrivant que « au Nord Cameroun, lors des sécheresses de 1930, les plantes les plus sobres furent favorisées (arachides, manioc, *moussouari*) ». Au Tchad, pendant la sécheresse de 1969-1974, le sorgho pluvial à long cycle fut remplacé par le *moussouari* (sorgho de décrue) (Seignobos, 1984). Dans le Haut Bourgoou sahélien (Bénin), « face à la variabilité des pluies et des saisons pluvieuses [durant les années 1970 et 1980] les paysans ont adopté des calendriers agricoles mobiles qui démarrent lorsque le front d'humectation atteint 10 à 15 cm quelques heures après la fin des pluies » révélant « une connaissance [agronomique] excellente du milieu et une capacité d'adaptation au nouveau contexte d'aridité (Boko, 1989) ».

Mortimore et Turner (2005) étudiant entre 1960 et 2000 les régions de Maradi au Niger et de Kano au Nord du Nigéria, et s'appuyant aussi sur des exemples au Sénégal et au Kenya, indiquent que la production primaire s'est maintenue sur le long terme malgré des fluctuations annuelles, notamment grâce à une intensification agricole incluant une attention accrue à la gestion de la fertilité des sols et la sélection, l'adaptation, l'expérimentation et l'adoption de nouvelles technologies dans des limites imposées par le climat, les sols et les contraintes de capitaux. Ils notent qu'il y a une forte volonté chez les paysans à s'investir et innover notamment lorsqu'ils sont soutenus par de « bonnes » politiques, ainsi qu'une transformation dans la nature de la famille rurale et sa gestion financière, répondant à de nouveaux besoins et opportunités.

Goldman (1993) ou Zaal et Oostendorp (2002) vont plus loin, qui avancent que les processus de dégradation souvent induit par les pratiques, peuvent stimuler l'innovation nécessaire pour dépasser la rareté des ressources et maintenir des moyens de subsistances durables.

Pour Albergoni (1995) également, « les sociétés nomades du Maghreb ont su faire preuve de leurs capacités de résistance et d'adaptation alors qu'on les croyait figées dans le carcan de leurs traditions ».

L'exemple développé sur la région de Sadia en Pays dogon (Mali), s'inscrit également dans ces stratégies complexes d'adaptation et ces principes de co-évolution. Par ailleurs, bien que

très localisé, il est bien représentatif des processus d'évolution à l'œuvre dans le Pays dogon et probablement dans de nombreuses autres régions soudano-sahéliennes.

Le site de plaine de Sadia étudié (fig. 6) est caractérisé par une vallée de piémont (Guringin) drainant les écoulements saisonniers issus du plateau gréseux, dans une gouttière (dépression périphérique) parallèle au pied de la falaise de Bandiagara et inscrite dans les formations sableuses au façonnement dunaire constituant l'extrémité amont de la vaste plaine du Séno. Il s'agit d'un système endoréique à écoulements temporaires déclenchés pendant la saison des pluies, qui se perdent rapidement à l'aval et où différents chenaux de crue, bordés par une ripisylve, sont incisés dans une très basse terrasse dominée de plusieurs mètres par une terrasse supérieure (Lespez *et al.*, 2009). Cette vallée est limitée à l'est et à l'ouest par des formations sableuses organisées en dunes linéaires vers la « falaise » et qui passent à de simples épandages vers le sud. Cette transition géomorphologique marque également la limite entre un espace au nord essentiellement dédié aux troupeaux transhumants peuls (sur les plus mauvaises terres semble-t-il) et une zone au sud vouée principalement aux cultures pluviales de mil et sorgho. Plusieurs villages occupent cet espace ; les plus importants sont les villages anciens de Sadia dogon et Sadia peul de part et d'autre du Guringin au niveau de la zone de contact entre formation dunaire et zone d'épandages sableux, et les villages anciens de Dimbal et Logo au sud. Il faut y ajouter les villages récents (années 1950) de Diabéli dogon et Diabéli peul sur la terrasse rive droite du Guringin, le village de Gama en rive gauche et une série de villages dans la dépression périphérique.

Dans cette région, les parcs agroforestiers composent l'élément majeur des paysages, avec des parcs arborés et arbustifs à vocation agroforestière où les arbres, hors forêt, sont sélectionnés dans les champs. L'occupation du sol, définie à partir des images Quickbird de 2004 montre une forte emprise des parcs cultivés en périphérie des villages dogons comme peuls, dans la dépression périphérique ainsi qu'au Sud de la limite des dunes du Nord de la plaine du Séno. Les jachères longues et zones de parcours occupent, elles, cette zone dunaire dont les fronts dominants la dépression périphérique et le marigot du Guringin, sont marqués par des processus de ravinement.

A partir des données de densité de ligneux, distingués en arbustes, petits arbres et grands arbres issues des traitements d'images et photographies aériennes de 2004 et 1952, détaillées précédemment, j'ai pu définir et spatialiser différents types de parcs agroforestiers dans cette région, distinguant en 1952 et en 2004 des parcs arborés à grands arbres, des parcs arborés à petits arbres, des parcs arbustifs, et des formations à dominante herbacée (Taïbi, 2012). Globalement, leur suivi diachronique a montré un recul important des « vieux » parcs à grands arbres ainsi que des parcs à petits arbres qui étaient dominants en 1952 (fig. 16). Par contre, les parcs arbustifs ont très fortement augmenté et sont aujourd'hui très largement dominants (ils étaient en troisième position en 1952). Enfin, les formations à dominante herbacée ont également augmenté. Mais cette évolution globale masque des évolutions locales très contrastées, que le suivi diachronique a permis de dévoiler.

Sur les terrasses du Guringin, au Sud de la zone dunaire (fig. 17 et photos 5 et 6), et sur les terroirs des « nouveaux » villages de Diabéli (fig. 18 et photo 7), zones principalement dédiées aux parcours, ce sont les parcs arbustifs et/ou arborés élagués peu denses qui dominent. Ces zones montrent en 2004, une substitution de formations herbacées avec petits arbres élagués peu denses aux vieux parcs arborés denses de 1952. Cependant, il est intéressant de noter que la diversité spécifique des ligneux y persiste. Le front des dunes au

Figure 16 :
Dynamique d'évolutin des paysages de la plaine du Séno, Pays dogon (Mali)
1952-2004

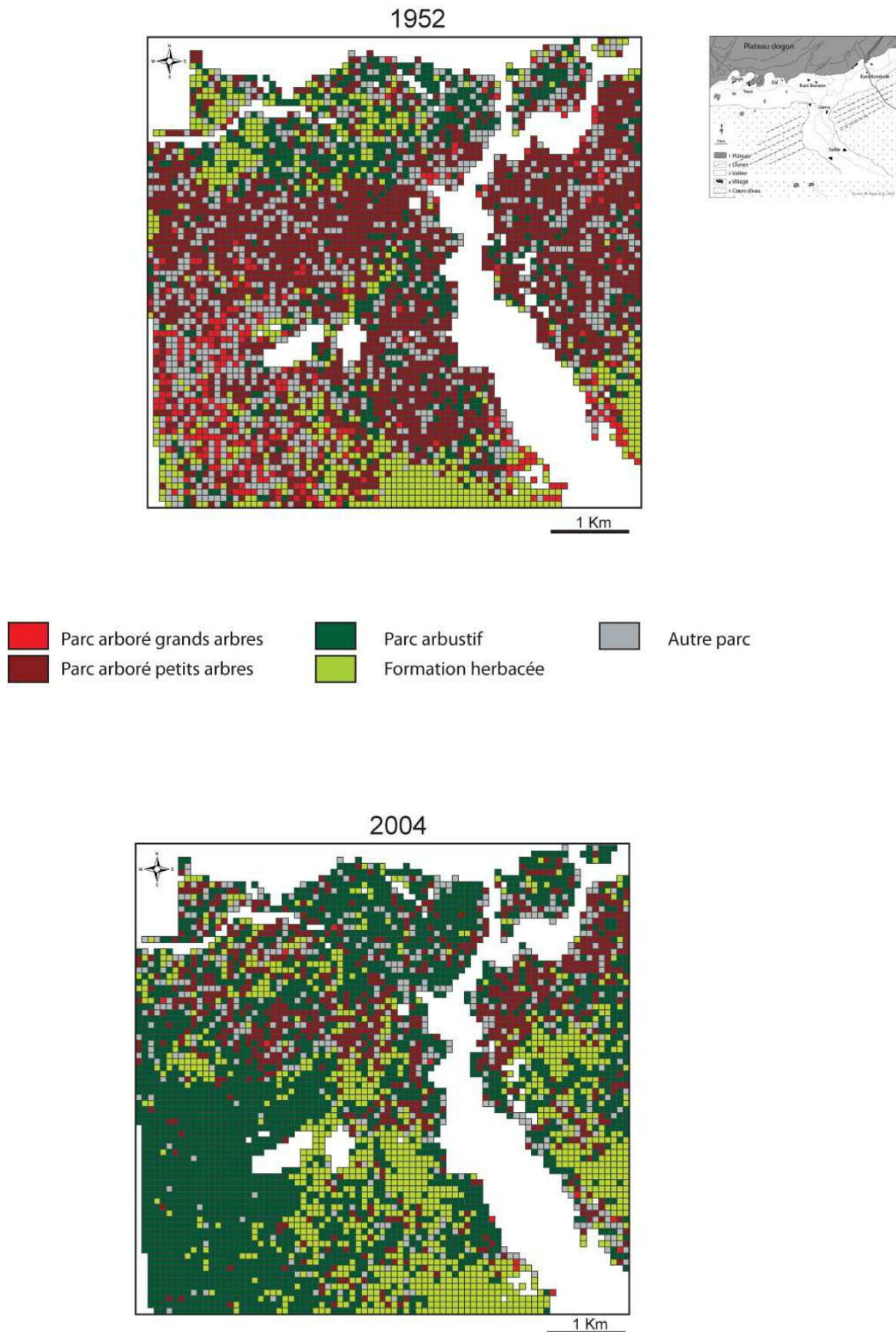
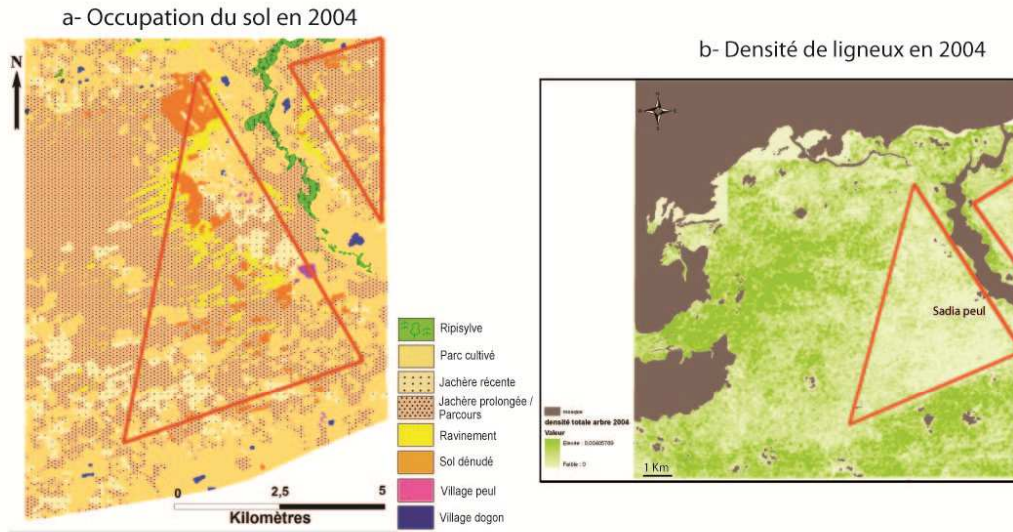
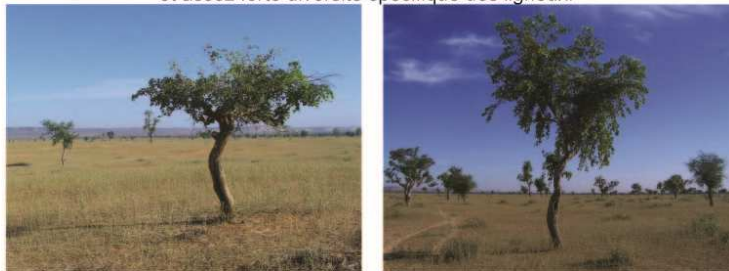


Figure 17 :
Paysages à dominante herbacée à parcs arbustifs et/ou arborés élagués ouverts
de la région de Sadia (Pays dogon, Mali)



Photos 5 et 6
Paysages très ouverts à dominante herbacée piquetés de vieux arbres élagués à morphologie de petits arbres
et assez forte diversité spécifique des ligneux.



c- Type de parcs en 1952 et 2004

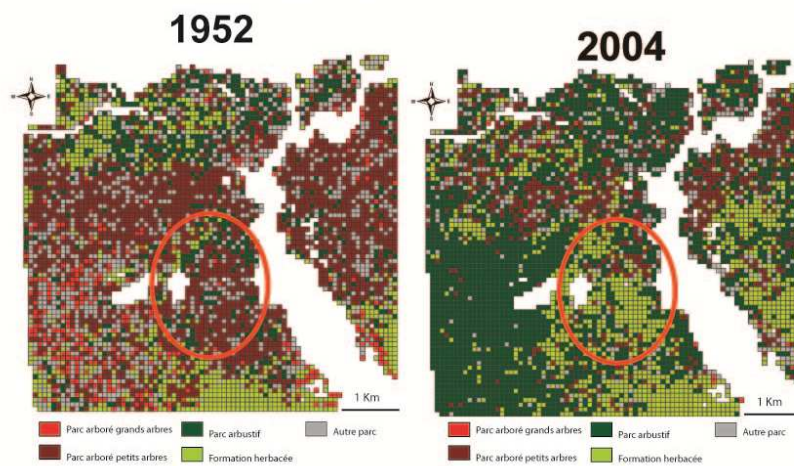
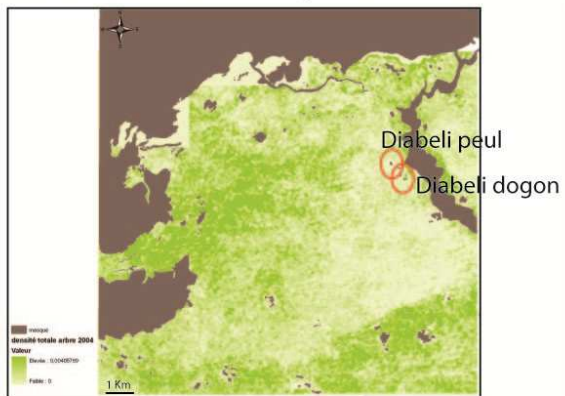


Figure 18 :
Parcs peu denses en périphérie proche des villages de Diabéli peul et Diabéli dogon

a- Densité de tous les ligneux en 2004



b- Densité des grands arbres en 2004



c- Zone à l'est de Diabéli dogon

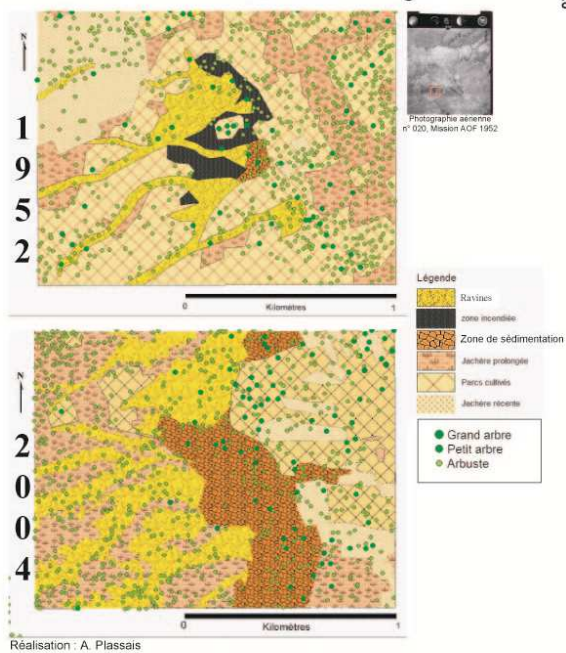


Photo 7 :
Parcs peu denses des terroirs de Diabéli peul et Diabéli dogon à *Balanites* + quelques *Faidherbia albida* et *Sclérocarya* élagués



nord de la plaine, est caractérisé par des parcs arbustifs et arborés peu denses où l'on observe le passage de parcs arborés assez diversifiés assez denses à des parcs plus arbustifs moins denses où subsistent de vieux arbres très élagués leur conférant une morphologie de petits arbres (fig. 19a et photos 10 et 11). On y note une augmentation du nombre et de la densité d'arbustes et de petits arbres (*Combretum* et *Guiera*) (fig. 19b), correspondant notamment à un embuissonnement de zones ravinées. La dépression périphérique est elle caractérisée par la construction de nouveaux parcs arbustifs et arborés (à petits arbres) qui restent assez denses (fig. 19a et photos 8 et 9). Sur les dunes du nord-ouest de la plaine de cette région de Sadia, zones probablement également principalement dédiées aux parcours, ce sont des parcs arbustifs et/ou arborés très denses qui dominent (fig. 20). Ils correspondent à une substitution de parcs arbustifs denses aux vieux parcs arborés denses. Au sud de la zone à dunes, au-delà d'une limite géomorphologique assez nette sur le terrain, ce sont les parcs arbustifs et arborés denses, notamment sur les terroirs de Dimbal et de Logo. Ces parcs assez diversifiés sont bien entretenus comme l'attestent les nombreux arbustes et petits arbres que l'on y rencontre (fig. 21 et photos 12 et 13).

On peut aussi distinguer des parcs arborés associés aux cultures permanentes en périphérie proche des villages dogon (fig. 22). Ces parcs diversifiés à grands arbres dominants sont caractérisés par des baobabs dominants à proximité immédiate des villages dogons comme Sadia dogon par exemple, puis des *Faidherbia albida* dominants en deuxième auréole (photo 14 et 15). Il y a diminution des grands arbres dans ces parcs cultivés ainsi qu'un fort recul de la ripisylve dans le Gurigin. La périphérie proche des villages peuls est également caractérisée par des parcs arborés associés aux cultures permanentes, mais qui sont peu denses et peu diversifiés comme autour de Sadia peul où l'on rencontre essentiellement de grands *Faidherbia albida* dominants et des petits *Balanites aegyptiaca* (figure 23 et photos 16, 17 et 18). La ripisylve du Guringin proche montre une très forte régression de 79 % de sa surface, mais par contre sa densité reste constante dans les zones subsistant. On retrouve les mêmes types de parcs peu denses autour des villages de Diabéli (dominante peule) mais à *Balanites aegyptiaca* dominants associés à quelques *Faidherbia albida* et *Sclérocarya* élagués. (fig. 18 et photo 7)

Ainsi dans cette plaine du Pays dogon, on est passé globalement de paysages de « vieux » parcs à grands et petits arbres en 1952, à des paysages de parcs arbustifs dominants aujourd'hui, et encore plus ouverts avec l'augmentation des formations à dominante herbacée dans les zones de parcours. La « brousse » en périphérie des villages a également reculé au profit des parcs cultivés piquetés d'arbustes sélectionnés dans les champs. Ces processus qui s'observent aussi bien autour des villages peuls que dogons, ne masque pas les différences de paysages autour de ces deux types de villages. Ce sont notamment la diversité spécifique et la densité des arbres qui les distinguent, beaucoup plus riche sur les terroirs dogons que peuls. Ce sont également les formations arborées denses de la ripisylve qui se sont ouvertes et rétractées dans les marigots.

Si les paysages végétaux que je viens de décrire, production matérielle combinée de la nature et des hommes, viennent s'ancrer sur des périodes longues de plusieurs millénaires (Le Drezen, 2008), ils connaissent une évolution très rapide sur le court terme, essentiellement depuis la deuxième moitié du XXe siècle. Ces transformations rapides résultent de la combinaison de facteurs « naturels » avec particulièrement la sécheresse des années 70-90, et anthropiques à la fois politiques, sociaux et économiques. La construction des parcs arborés résulte des pratiques agro-pastorales des populations et des techniques adoptées dans la mise en valeur des terroirs, définissant ainsi selon les besoins et les usages, différents types de parcs. Mais la relative stabilité voire l'accroissement localisé de la couverture ligneuse globale de la région de Sadia, particulièrement à proximité des villages et malgré la sécheresse sévère des années 70-90, contredit l'idée reçue largement diffusée d'une

Figure 19 : Les paysages de la dépression périphérique et du front nord des dunes

a- Type de parcs en 1952 et 2004

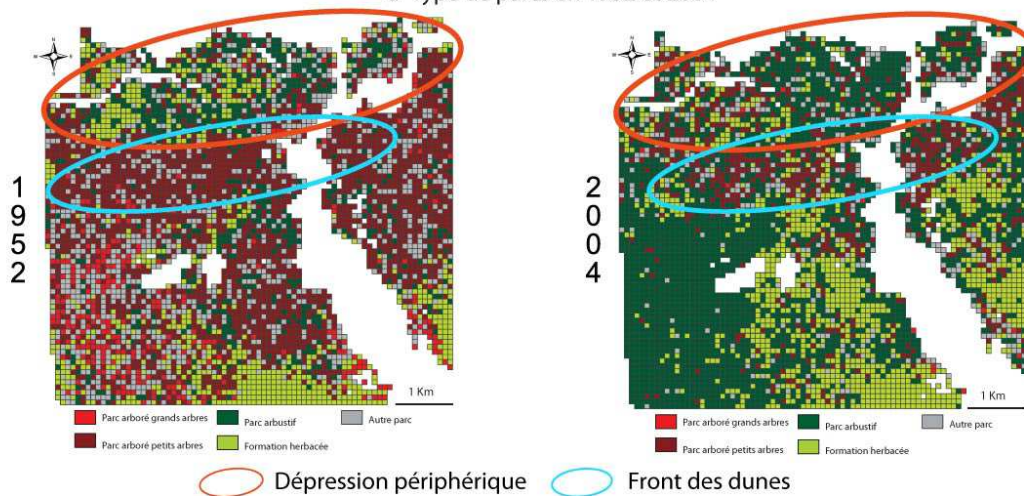


Photo 8 : Dépression périphérique vue depuis la falaise



Photo 9 : Dépression périphérique dans la région de Téli



Photo 10 : Front des dunes au nord de la plaine du Séno



Photo 11 : Front des dunes au nord de Diabéli



b- Zone sur le front nord des dunes

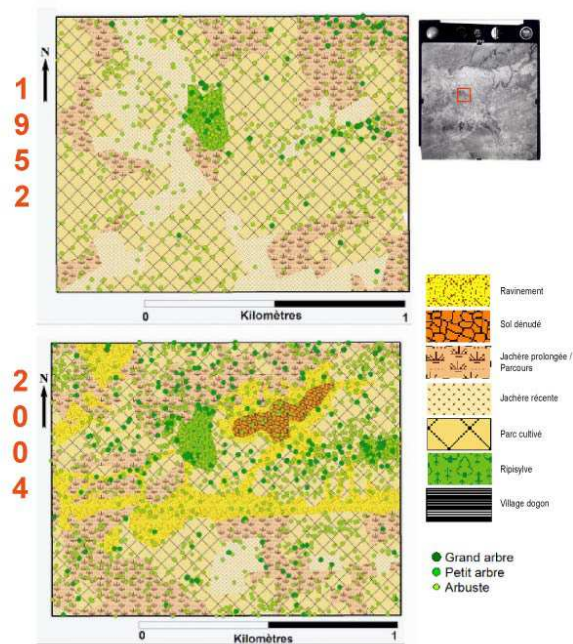


Figure 20 : Les paysages de la zone dunaire du sud-ouest de la région de Sadia

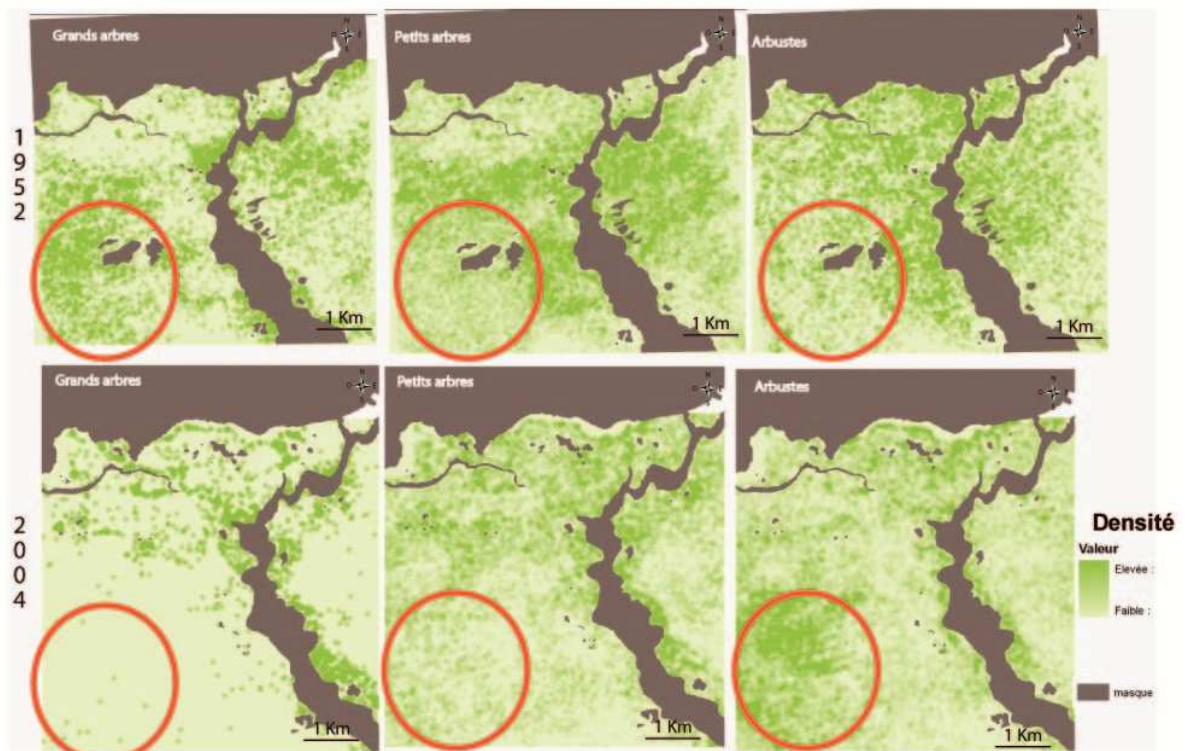
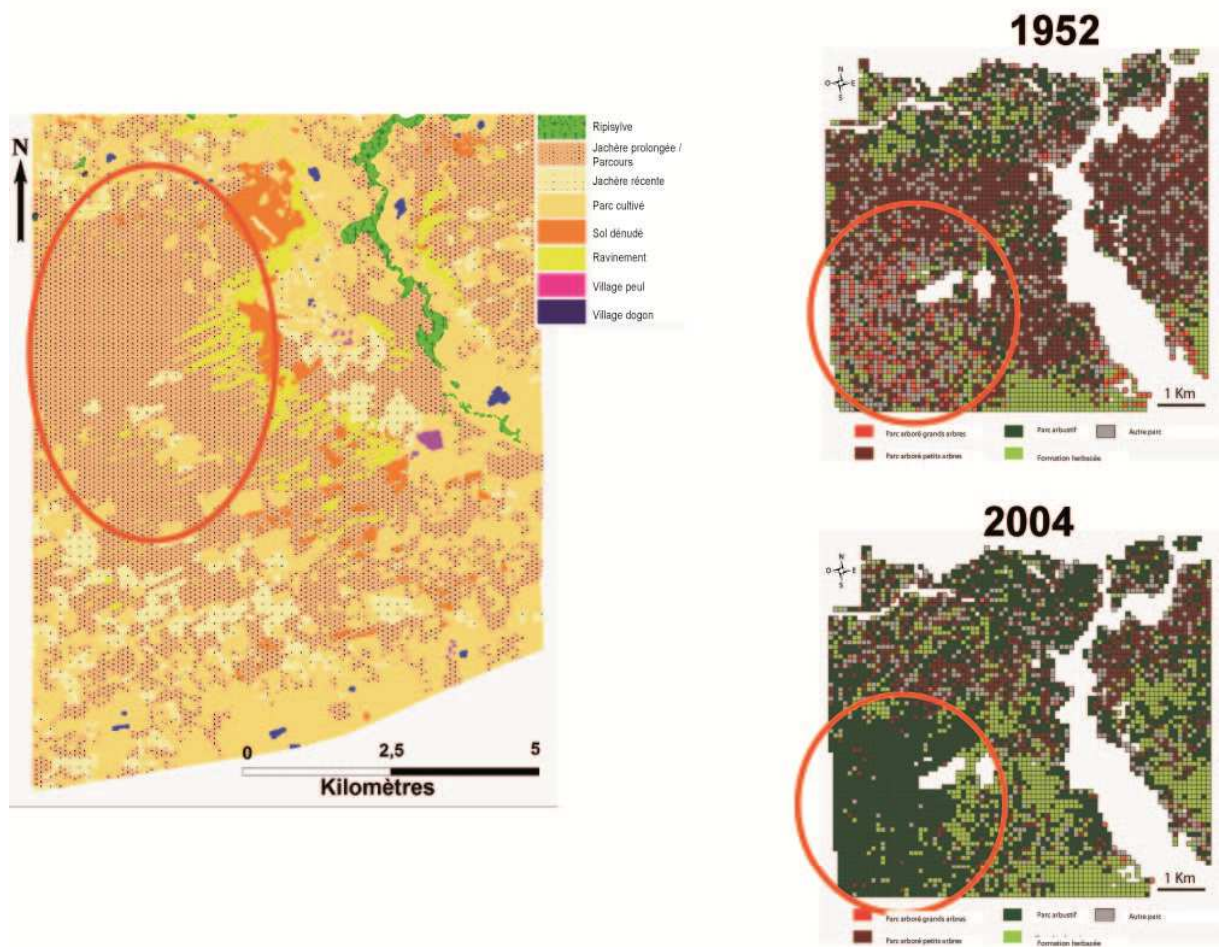
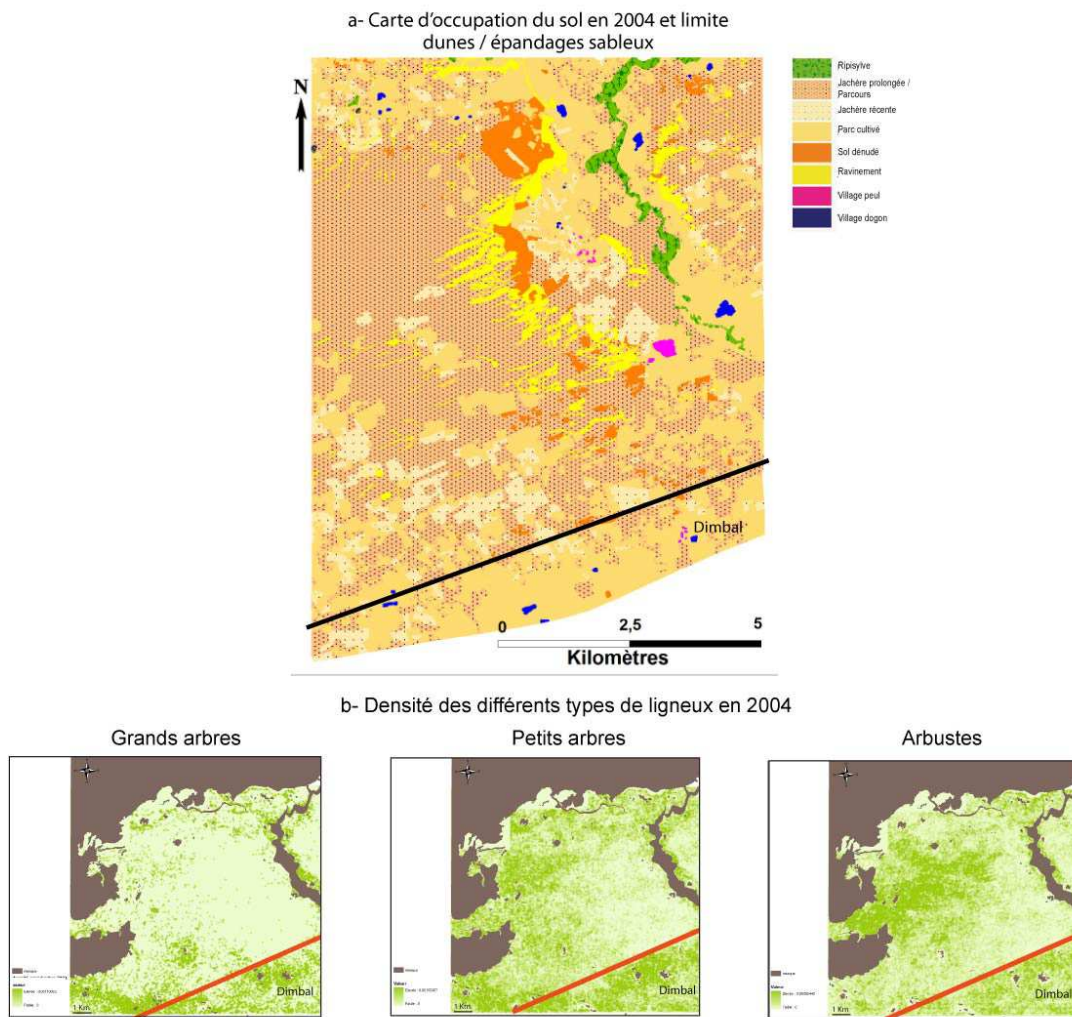


Figure 21 : Paysages de parcs diversifiés bien entretenus à petits arbres et arbustes au sud de la limite des dunes / épandages sableux

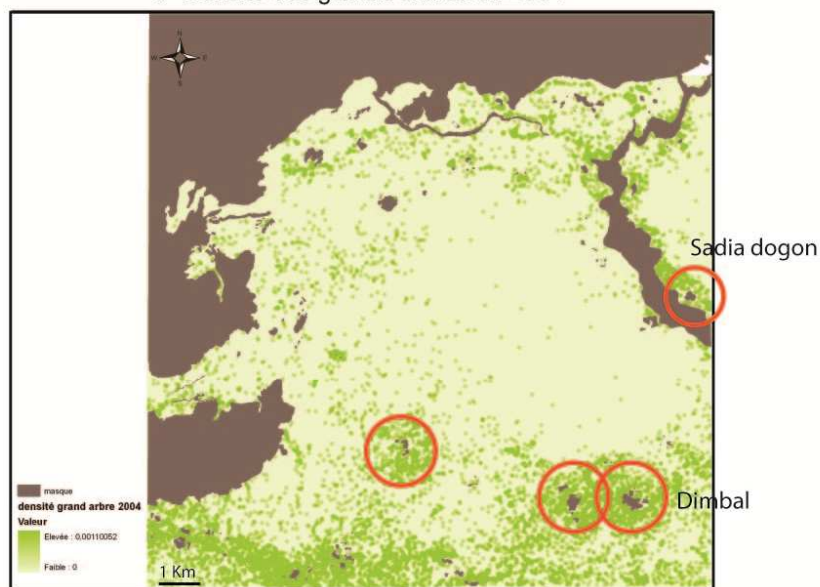


Photos 12 et 13 :
 Limite entre la zone dunaire à faible couverture ligneuse (premier plan) et dominante herbacée,
 et la zone à «simples» épandages sableux à parcs arbustifs et à petits arbres (2nd plan) au sud



Figure 22 : Parcs arborés associés aux cultures permanentes en périphérie proche des villages dogon

a- Densité des grands arbres en 2004



b- Evolution du terroir de Sadia dogon

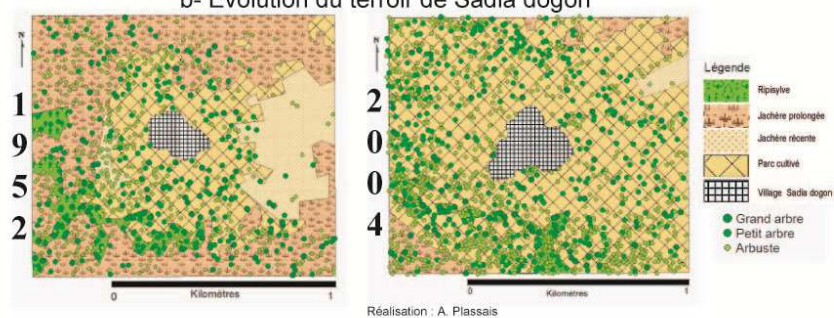


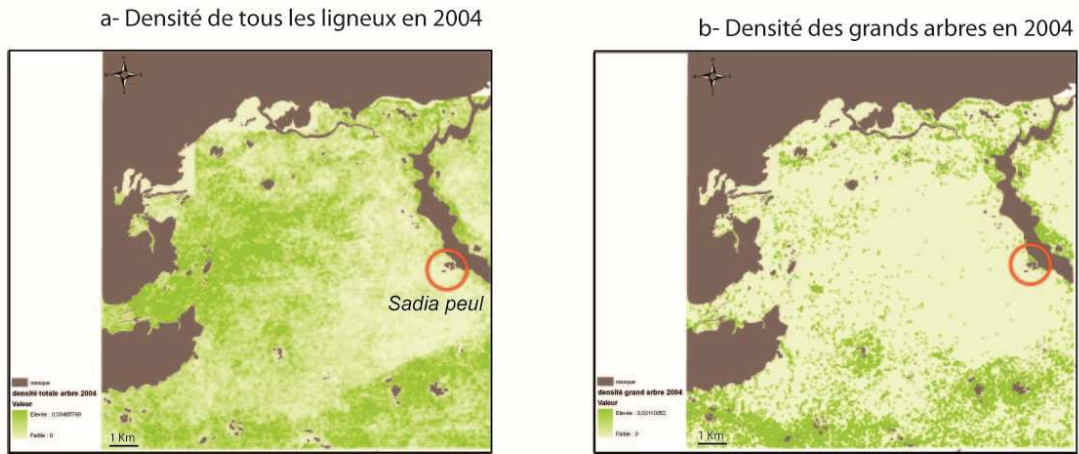
Photo 14 : Baobabs dominants à proximité immédiate de Sadia dogon



Photo 15 : *Faidherbia albida* dominants en deuxième auréole autour de Sadia dogon



Figure 23 : Parcs peu denses en périphérie proche des villages peul



c- Evolution du terroir de Sadia peul

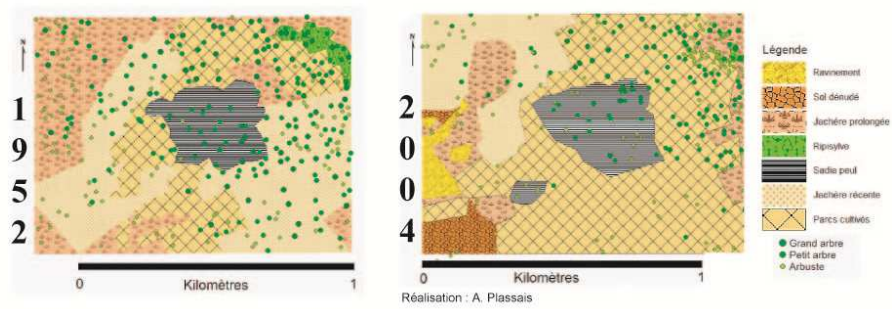


Photo 16 et 17 :
Partie sud du terroir de Sadia peul à *Balanites* dominants



Photo 18 :
Partie est du terroir de Sadia peul
à grands *Faidherbia albida*



dégradation généralisée de ces milieux soudano-sahéliens au cours du XXe siècle. Fréquemment qualifiés de dégradation (ou désertification) comme on l'a vu précédemment, les processus d'évolution actuels de ces paysages nous semblent plutôt relever de la création de nouveaux équilibres dynamiques complexes entre milieux et sociétés, dans le cadre de stratégies d'adaptation et de résilience face aux sécheresses récurrentes et aux rapides et importantes mutations socio-économiques qu'a connu le Pays dogon comme toute l'Afrique de l'Ouest dans la deuxième moitié du XXe siècle. En effet, l'évolution différenciée arbustes/petits arbres (en globale augmentation) et grands arbres/ripisylve (en réduction globale en nombre et en surface) est en réalité significative d'un changement d'agrosystème. Elle révèle une substitution de parcs à *Faidherbia albida*, qui forment avec *Balanites aegyptiaca* et différents *Acacia* l'essentiel des arbustes et petits arbres, aux parcs anciens composites à karité, néré, ... qui constituent le « fond » des grands arbres, eux-mêmes sélectionnés ou construits par les agrosystèmes antérieurs. Ce processus se réalise dans un contexte d'intensification agricole en lien avec la très forte croissance démographique de la deuxième moitié du XXe siècle en Pays dogon (croissance de la population de 49 % entre 1976 et 1998, dont 20 % sur la « falaise » et plus de 70 % dans la plaine du Séno) déjà caractérisé par de très fortes densités de population (54 hab/km² en moyenne sur le plateau en 1998 et 153 hab/km² en bordure de falaise). Ce processus est associé à une urbanisation croissante et à la sédentarisation massive des éleveurs nomades dans un contexte politique marqué par la colonisation et la décolonisation et qui ont entraîné des ruptures majeures dans les modes de gestion et d'encadrement des territoires. Face aux besoins croissants en surfaces à cultiver, les terres marginales dédiées jusque là aux parcours, sont progressivement investies pour une mise en valeur agricole comme on le voit clairement sur la terrasse du Guringin et sur les dunes en rive gauche. Associé à la sédentarisation des anciens peuls nomades, à la concentration de la population accrue et des activités, cette réduction des zones de parcours a favorisé il est vrai, mais très localement, le développement d'un surpâturage et des pressions accrues sur les ligneux par émondage des grands et petits arbres. Le recul assez systématique des jachères mis en évidence, traduit bien cette intensification, *Faidherbia albida* permettant notamment de fixer l'azote et une meilleure régénération des sols dans une stratégie de gestion de la fertilité des sols. La hiérarchisation du nombre de ligneux, des arbustes dominants aux petits arbres puis grands arbres les moins nombreux, témoigne par ailleurs de la sélection pratiquée dans les champs par les agriculteurs et du dynamisme actuel de ces pratiques agricoles. La régénération arbustive observée concerne également *Guiera senegalensis*, *Piliostigma* et *Combretum glutinosum*, traduisant alors un enrichissement de terres de culture trop appauvries.

Ces conclusions confirment celles de Le Drézen et Ballouche (2008 et 2009) à Ounjougou, site du plateau dogon, en lien étroit avec les mutations socio-économiques que connaît le système productif.

Les autres signes visibles d'évolution des paysages concernent les processus d'érosion éolienne ou hydrique mais ils restent extrêmement localisés sur les fronts de la zone dunaire dominant le marigot ou la dépression périphérique.

Cette lecture est donc très différente de celle proposée par Diallo *et al.* (2011) concernant la réserve de Fina de la boucle du Baoulé au Mali où, face aux mêmes types de processus dynamiques (progression des zones agricoles en périphérie de la Réserve au détriment de la savane arborée et le processus important de création de savane arbustive), ils proposent de les qualifier de « dégradation du milieu », sans argumentation réelle comme décrit précédemment.

Si l'on prend l'exemple du Moyen Atlas de la province d'Azilal au Maroc, la mosaïque de formations à chêne vert (*Quercus rotundifolia*), qualifiées de préforestières, et de matorral à garrigue ou maquis, prend également un tout autre éclairage. La structure physiologique des

formations végétales, des parcs arborés, et les processus dynamiques de leur fonctionnement, en lien avec les modes de gestion des systèmes agroécologiques, permettent de les aborder plutôt en termes de construction paysagère. Le peuplement d'arbres hors forêt à faible densité (10 à 50 par ha) est entretenu par traitement agroforestier. Jusqu'à présent, de nombreuses formations pré-forestières à chêne vert (*Quercus rotundifolia*), dans le Haut-Atlas, ont essentiellement été décrites par les botanistes et les forestiers, notamment par Boudy (1958), en tant que formes de dégradation de formations forestières « climaciques » sous l'effet du défrichage, du pâturage et des incendies. Pourtant dans la région d'Azilal, par sa composition et le rôle qui lui est assigné, ces peuplements arborés sont loin d'être le résultat d'une simple dégradation mais révèle plutôt une stratégie volontaire que les sociétés agropastorales atlasiques conduisent à l'égard de leur environnement. L'étude dendrochronologique des arbres montre qu'un grand nombre est âgé de 200 à 300 ans. Le caractère multicaule, généralement à trois tiges issues de rejets de souches, indique un traitement régulier par recépage à longue rotation (séculaire) qui fait remonter la structure du parc arboré à au moins 500 à 600 ans (Ballouche *et al.*, 2013). Les parcs arborés à chêne vert de la région d'Azilal sont construits par la pratique ancienne d'un élevage à la fois extensif et domestique, généralement associé à une céréaliculture pluviale (*bour*). L'entretien d'un peuplement d'arbres hors forêt par recépage régulier, le broutage, l'émondage systématique des chênes verts pour le fourrage d'hiver, la collecte des glands et la production de bois et de charbon donnent au paysage un caractère propre. Dans la commune rurale d'Agoudi-n-l'Khir, représentative des paysages de moyenne montagne anthropisée semi-aride à hiver froid, ces paysages agroforestiers structurés par des arbres hors forêt, existaient déjà en 1913 d'après des photographies aériennes de cette date. Ils avaient peu évolué sur les images satellites Spot de 2007, montrant que les paysages de cette région de moyenne montagne, loin d'être des reliques de paysages passés, sont actifs et conservent un rôle social important. Le profond enracinement historique révélé par l'âge des arbres et la structure pluriséculaire des peuplements arborés donne à ces parcs arborés, bien loin de processus de dégradation, un caractère patrimonial, comme celui des *Dehesas* et *Montados* de la péninsule ibérique.

Gautier et Ntoupka (2003) résumant à partir d'un exemple nord camerounais, différentes évolutions possibles des systèmes arborés (en distinguant la brousse des espaces agraires), correspondant à différentes stratégies d'adaptation. « Pour les brousses, où plusieurs communautés (pasteurs, agriculteurs, bûcherons etc.) exercent leurs activités ... le sentiment de dégradation de la ressource arborée par au moins une des communautés d'usagers, peut conduire à l'émergence de nouvelles règles d'accès et d'usage de la ressource ». On peut alors imaginer deux évolutions possibles. Il y a dégradation des ressources si les communautés n'arrivent pas à un accord. Il y a une « gestion patrimoniale » s'il y a accord, plus ou moins négocié » (Gautier et Ntoupka, 2003). Au-delà des conflits potentiels entre ces communautés, cette capacité à trouver un accord est également étroitement liée à la vivacité des structures d'encadrement des territoires et ressources, qui seront alors capables, ou non, d'imposer le respect des règles d'usage et d'accès décidées.

Les processus de dégradation observés, leur ampleur et pérennité, sont donc liés à une désorganisation dans la gestion du milieu qui échappe aux institutions traditionnelles d'encadrement de l'espace que sont les tribus ou les communautés villageoises. Les mutations actuelles qui en découlent se concrétisent 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, l'utilisation non contrôlée de l'eau, le non-respect des règles d'utilisation des pâturages, etc.

Il n'y aurait dégradation ou désertification qu'à partir du moment où les processus dynamiques ne procèderaient pas de logiques rationnelles de gestion dans des cadres sociaux, réglementaires clairs et définis, ainsi que là où il y a conflit notamment entre agriculteurs et

pasteurs (Warren et Khogali, 1992) traduisant en filigrane l'absence de structure d'encadrement suffisamment forte pour imposer ces règles et définir des stratégies d'adaptation pertinentes.

Feola (2014), citant O'Brien et Barrett (2013), précise qu'il faut différencier des « adaptations » (« transformational adaptation ») des « transformations des sociétés » (« societal transformations »). L'adaptation correspond à « une réaction de changement dans des systèmes fonctionnellement et spatialement délimités ». La transformation sociétale correspond à une redéfinition de sociétés modernes dans leur ensemble.

« Le point nodal c'est d'abord la viabilité des systèmes de gouvernance dans les pays du Sud, la capacité de l'Etat central à faire respecter des règles générales fixées par les régimes internationaux, tout en reconnaissant aux communautés locales un véritable pouvoir sur la ressource. » (Compagnon, 2008).

Dans ces contextes, l'implication effective des communautés locales aux côtés des Etats-nations, devient alors une nécessité, pour la compréhension des processus, et pour leur gestion.

De nos jours, les gestionnaires du PNOD reconnaissent que « l'enjeu reste une gestion durable de l'écosystème Djoudj. Autrement dit, il s'agit de créer des mécanismes de gestion qui, tout en sauvegardant les ressources naturelles, satisfont les besoins de développement des populations riveraines et tiennent compte des modifications institutionnelles introduites par la régionalisation. La gestion concertée et participative représente la réponse appropriée pour satisfaire de façon équilibrée les besoins des acteurs et ceux de la nature » (Diouf, 1997).

Il ne s'agit pas seulement de restaurer, mais bien de permettre une utilisation permanente, équitable et durable de toutes les ressources par de nombreux usagers.

Enfin, la mise en place du PND, malgré les craintes initiales, n'est pas aujourd'hui perçue comme une amputation du territoire et des activités traditionnelles par sa population, grâce à l'intégration des populations locales dans la gestion de la zone humide qui était un des objectifs primordiaux du PND. Il est donc légitime aujourd'hui de penser que les conditions de vie des populations les plus impliquées dans les activités du parc sont relativement meilleures qu'il y a quelques années.

Différents exemples montrent que penser une gestion adaptée des écosystèmes est possible. L'exemple de la commune de Aïn Madhi sur le piémont Sud de l'Atlas saharien qui montre une bonne résilience après la rétraction normale de la végétation pendant le cycle sec, indique que même en période de crise, il est possible d'éviter une dégradation des sols et des couverts végétaux.

La régénération des mangroves résulte de la combinaison de la restauration de l'inondation artificielle avec la modification de la marée. Cependant, plus que la restauration des inondations artificielles, c'est la proximité du parc qui préserve clairement certaines mangroves des coupes abusives du fait des visites fréquentes des agents du parc pour relever les données des échelles limnimétriques qui se trouvent dans ces sites, discuter avec les populations, recruter des agents de surveillance au besoin, ce qui a pour effet de sensibiliser davantage les populations et de dissuader les coupes abusives qui sont dans l'ensemble faibles. Dans l'île de M'boyô où la mangrove est encore la plus importante dans tout le bas delta mauritanien (et avec les deux espèces *Avicennia* et *Rhizophora*), éloignée du parc et isolée par des cours d'eau (saumâtre) pérennes, les usages de cette mangrove par les populations sont plus variées et leur conservation/préservation relèvent davantage jusque-là de la gestion traditionnelle et ancestrale des populations que d'une influence particulière du parc.

Si l'on peut douter de l'efficacité des mises en défens « classiques », excluant définitivement pour de longues périodes les éleveurs usagers des pâturages, les expériences de Tartougal

créées en 1995 à 4 km du village et Bennar quelques années plus tard sur le même modèle dans la région de Mâl en Mauritanie, semblent donner de bons résultats en termes de régénération et sont également un bon exemple de ces bonnes pratiques efficaces initiées par la population même, ou tout du moins ses élites. Initiées sous l'égide de son ancien maire, Ahmed ben Amar, également ancien ministre de l'éducation, ces mises en défens ont été conçues, réalisées et gérées par l'association agropastorale du village. Celle de Tartougal de 1200 hectares environ est clôturée de barbelés financés par le PNUD et la FAO, les piquets en *Prosopis* ayant été fabriqués par les villageois. Pendant les quatre premières années, la mise en défens a été totalement fermée pour favoriser la régénération du couvert végétal. Depuis, une date d'ouverture est déterminée chaque année selon le rendement fourrager extérieur, en général après la première semaine de mai pendant la période de soudure et pendant deux mois et demi jusqu'au développement végétal des premières pluies. Par contre le site est interdit aux chameaux par les villageois. Au début des années 2000, on observait une très grande diversité biologique arborée comme herbacée. La strate herbacée était très dense et diversifiée et la strate arborée et arbustive caractérisée par de très nombreuses jeunes pousses et des espèces typiquement sahéliennes dont certaines avaient quasiment disparu dans le reste de la région comme *Grewia* (Ballouche et Le Drezen, 2001). L'ouverture aux troupeaux cette année là a permis d'accroître la productivité des troupeaux de plus de 80%. Cette première opération ayant été un succès, une seconde zone de mise en défens a été créée sur le même modèle quelques années plus tard à Bennar à 7 km du village sur 2000 hectares qui ont étéensemencés. Une pépinière a également été créée. L'objectif est ensuite d'alterner l'ouverture de ces deux mises en défens, la première de Tartougal du 1^{er} mai au 15 juin puis d'ouvrir la seconde jusqu'à fin juillet. Ces zones sont gardées par deux gardiens qui effectuent des visites tous les deux jours ou quotidiennes quand la pression du bétail est forte. Les droits d'entrée dans les mises en défens acquittés par les éleveurs servent à financer le salaire des gardiens (200 UM par tête de gros bétail et 20 UM par tête de petit bétail). L'ancien maire indique que le bétail des villages ayant ce type de mise en défens aurait crû deux fois plus que là où elles n'existent pas. Par exemple à Tartougal, le bétail aurait augmenté de 80 % alors qu'à Timberé (au Sud de Mâl) sans zone de mise en défens, cette augmentation n'aurait été que de 44 %. Il existe également des mises en défens privées de petite taille où *Schoenfeldia* et *Dactyloctenium* sont nettement plus abondants qu'en périphérie. Ceci étant, toutes ces actions restent sous la menace de la versatilité de l'engagement des autorités locales. Ainsi à Mâl, avec l'élection d'un nouveau maire, toutes les actions entreprises par l'ancien ont été abandonnées, malgré des débuts prometteurs.

En Pays dogon, les *Bara-Ogon* ou *Alamodiou*, brigades traditionnelles de protection de la nature villageoises, constituées par des membres du village, assurent une surveillance des pratiques de prélèvement des ressources végétales sur le terroir du village, interdisant ainsi la coupe des plantes sans une autorisation préalable. Il semble que ces structures sont assez bien respectées encore aujourd'hui et assurent un encadrement assez efficace des ressources et milieux d'après nos premières enquêtes inédites dans la plaine du Séno (Communes rurales de Dimbal et de Kani-Bonzon), menées en collaboration avec la Mission Culturelle de Bandiagara.

2.4- L'entrée par le paysage

A partir du moment où les enjeux fondamentaux de la compréhension et de la gestion des processus de dégradation des milieux et des ressources associent étroitement facteurs biophysiques et facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques, l'entrée par le paysage devient particulièrement intéressante. Si on se réfère à la définition de la Convention européenne du paysage de Florence (2000), le paysage est « une portion de territoire telle que

perçue par les populations, et résultant d'interactions entre des facteurs naturels et/ou humains ».

Même si une certaine unanimité existe au sein de la communauté des géographes sur les insuffisances et les ambiguïtés de la notion de paysage, elle garde malgré tout un pouvoir évocateur et une signification globalisante qui fait qu'elle est fréquemment utilisée par les géographes. Ainsi, Beroutchachvili et Bertrand notaient en 1978 les lacunes de la notion, « l'insertion du fait anthropique dans le géosystème se limite [souvent] ... à la prise en compte de l'impact économique et social sur le complexe territorial naturel ». Cependant, Bertrand (1994), reconnaît plus tard que le paysage « mot perdu, usé et dévalorisé, ambigu et irritant, insaisissable, est aujourd'hui *un mot retrouvé*, comme neuf et puissamment chargé de sens. Le paysage est devenu, en moins d'une décennie, l'un des enjeux centraux de notre temps, au cœur des sensibilités sociales et des stratégies économiques, en prise directe sur les questions d'identité culturelle, d'environnement et d'aménagement des territoires, en un mot sur la *qualité de la vie* ». Son appréhension passe par le croisement de données quantitatives sur les éléments bio-physiques et l'occupation des sols, mais il apporte en plus un éclairage sur les représentations et perceptions des paysages par la population et celles des gestionnaires des territoires, les représentations « officielles » et enfin celles des scientifiques (« objectives » issues des outils de la géomatique et du terrain).

Le paysage permet d'associer des entrées matérielles, avec des analyses quantitatives et diachroniques de leurs dynamiques d'évolution, avec des dimensions idéelles selon l'expression de Berque (1992), à travers les perceptions et les représentations des paysages. En effet, ces dernières influent fortement sur l'aménagement des territoires et donc l'évolution concrète des paysages et des ressources.

Le rôle des perceptions et des représentations apparaît donc majeur dans l'évolution et les changements « d'état » des géosystèmes et des paysages.

Henry (2010) réalisant une étude sur les éleveurs pyrénéens montre ainsi que « la rationalité productive ne [peut] suffire à elle seule à expliquer le projet agricole du praticien, ses partis pris et options sur l'espace, autrement dit son rapport à la montagne et aux paysages. Au fil des mots de l'éleveur, à travers la désignation des espaces de sa pratique, dans l'exposé de sa stratégie de gestion, dans les modalités d'appréciation de son environnement de vie et de travail, se dessine une forme sensible de lien au lieu, sorte de paysage intime. Un paysage de la bonne maîtrise des ressources pastorales (vs maîtrise de l'enfrichement). »

L'approche par les paysages permet d'aborder non seulement les éléments biophysiques comme socio-économiques « objets scientifiques habituels, que de chevaucher les grandes catégories métaphysiques : le naturel et le culturel, l'espace et le social, l'objectif » et le « subjectif » » (Bertrand, 2002).

Dans un pays comme la France et en Europe de manière globale, le paysage est reconnu comme un enjeu d'aménagement et de gestion des territoires urbains ou ruraux et des cadres réglementaires et institutionnels permettent de déployer de véritables politiques publiques paysagères. En Afrique de l'Ouest et du Nord, le thème du paysage est par contre généralement marginal, voire absent, dans les politiques nationales et les textes législatifs, ou lorsqu'il est employé, c'est dans une conception purement environnementale ou en lien avec le développement du tourisme. Pourtant, sans être perçu comme un enjeu social de cadre de vie aussi prégnant que dans les pays européens, le paysage n'en est pas moins une question centrale des discours et des représentations environnementalistes, aménagistes et patrimoniaux. Il est aussi au cœur de nombreux travaux de géographes et de naturalistes ayant travaillé en Afrique de l'Ouest au point d'avoir donné naissance à une école de pensée originale (Rougerie 1969, Richard 1985, Filleron 1995).

Dans un premier abord, l'intérêt des approches paysage pour des régions de pays « du Sud » d'Afrique de l'Ouest et du Nord, n'est pas évidente. Tout d'abord, la « théorie » des

« civilisations paysagères » de Berque (1995), affectées aux seules civilisations chinoises et européennes modernes pourrait le laisser penser. Cependant, il est admis aujourd'hui que l'exclusion des civilisations arabo-musulmanes notamment ne tenait pas. Il le reconnaît probablement lui-même à demi-mots dans son ouvrage *La Pensée paysagère* (Berque, 2008), évoquant à travers le bâti, les champs et les propos, la présence d'une conscience paysagère encore vivace dans le pays de Seksawa (Haut Atlas, Maroc). « Mais eux aussi [ndla : Les Seksawa], à leur manière, comment ne pas penser qu'ils avaient, qu'ils ont encore un sens profond du paysage ? Même le village en face, qui ne comptait qu'une maison il y a soixante ans et qui s'est donc bâti récemment, l'a fait dans une parfaite intégration au site. » On peut certes évoquer le rôle des facteurs physiques et topographiques dans ces choix, « mais ce serait négliger que tout ce paysage est, en permanence, couvé par un regard, un regard conscient de lui-même; les asqqifs en sont la preuve. Aux Aït Mhand, comme dans tous les Seksawa, « une pensée paysagère se lit en acte dans la morphologie du terroir, dans l'architecture, et dans la conscience des gens. » (Berque, 2008, p. 55).

Cette description et l'enchantement qui s'en dégage rappelle merveilleusement bien la réaction d'autres géographes arabes qui ont parcouru les territoires conquis par l'Islam (El Hannani *et al.*, 2009). Ainsi quand Ibn Hawqal, dans son *Kitab surat al-ard* au IV^e siècle de l'hégire (Xe siècle), décrit la campagne autour de Bukhara : « Il n'est pas de ville, dans tout l'Islam, dont les environs offrent plus beau spectacle, ni soient plus renommés que ceux de Bukhara. Du haut de la citadelle, le regard ne tombe, un peu partout, que sur une verdure dont la couleur vient lécher celle du ciel, et le firmament apparaît comme une chape [couvercle, *mikabba*] bleue sur un tapis vert. Là-dessus, de-ci, de-là, les châteaux surgissent comme écus du Tibet ou boucliers d'antilope, comme astre au zénith de leur fulguration, entre les terres des domaines, tirées au cordeau [*muqawama bil-stiwa*] et auxquelles l'extrême industrie des hommes prête l'apparence rigoureuse d'un miroir. » (Miquel, 1980, p.89 cité par Latiri, 2008.). Constans au cours du colloque que j'ai organisé avec mon collègue Y. El Khalki de l'Université de Beni Mellal en novembre 2008 sur « Paysage et projet de territoire : théories, méthodes, exemples - Des bilans européens aux projets maghrébins », a également parfaitement démontré à travers les mémoires de Babur, premier empereur moghol de l'Inde, que les civilisations et la culture islamique n'ont jamais ignoré le paysage. Au contraire, « l'expression de l'admiration du paysage et les projets d'aménagement décrits dans ces mémoires, débordent le jardin clos quadripartite, et suggère une culture paysagère « in visu » et « in situ » dans cette aire de la culture islamique » (Constans, 2009).

Loin de l'Asie centrale, l'Atlas marocain offre une mosaïque de paysages où vallées verdoyantes succèdent à des versants dénudés, mais en parfaite harmonie. Ainsi, la vallée de Aït Bouguemez, réputée par la qualité de ses paysages, est parmi les sites les plus visités du Haut Atlas. Ces champs serrés de différentes cultures forment une « architecture » très particulière occupant la vallée à fond plat encaissée de quelques centaines de mètres. Mêmes impressions avec les paysages de la vallée de l'Ourika (Haut Atlas central) où les villages en pisé dominant une vallée verdoyante cultivée sont en parfaite adéquation avec leur environnement, entre minéral et végétal. Cette organisation de l'habitat, comme celle des champs, est bien le reflet de l'existence d'une pensée paysagère, même s'il est difficile d'en trouver une transcription linguistique et textuelle dans ces sociétés. Le mot paysage est ainsi quasiment introuvable dans la langue amazigh. Mais cette pensée paysagère transparait également à travers ces pratiques « d'empaysagement », selon l'expression de M. El Hannani, si fréquentes au Maghreb, où l'on cherche les points de vue pour contempler les paysages, « s'empaysager » [*t'atmandar* selon l'expression en arabe].

Comment ne pas croire également que l'éleveur peul du Mali ou de Mauritanie ou des steppes Nord sahariennes, n'a pas, comme l'éleveur pyrénéen « des formes de valorisation autres, comme autant d'attentions sensibles au lieu, à son étendue, à ses usages et à ses enjeux »

(Henry, 2010). Qu'il n'a pas comme l'éleveur pyrénéen « une forme sensible de lien au lieu, sorte de paysage intime. Un paysage de la bonne maîtrise des ressources pastorales » (Henry, 2010). Et que le paysan de la savane Ouest africaine ou des montagnes kabyles ou du Moyen Atlas marocain, ne projette pas sur ses champs sa sensibilité en sélectionnant tel arbuste plutôt qu'un autre pour ne pas « gâcher » la vue sur les montagnes du Djurdjura ou sur la « falaise » de Bandiagara.

Du fait du caractère polysémique du concept de paysage qui résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations, la question des paysages pensée dans un espace en développement peut constituer une opportunité permettant d'appréhender de nouveaux enjeux en rapport avec, entre autres, les problèmes de développement durable et des mutations socio-économiques en cours. En effet, il est probable que les mutations économiques, sociales et culturelles de pays d'Afrique du Nord ou de l'Ouest, amorcent un contexte nouveau où l'enjeu du paysage est susceptible d'émerger en relation avec les projets liés à la protection de l'environnement, au développement touristique (et même plus globalement à l'attractivité économique), aux thématiques du patrimoine, de l'identité, du développement durable.

Dans cette démarche, le paysage n'est pas uniquement considéré comme un patrimoine à valeur touristique comme cela se pratique ordinairement dans les politiques de développement régionales ou locales. Il devient une nouvelle entrée pour penser ou repenser le territoire. Le concept a un intérêt opérationnel dans une logique de gestion des ressources (Le Berre 2000, Redman & Kinzig 2003, Toupal 2003). En effet, ces paysages expriment la relation entre une communauté humaine et son territoire. Les paysages que nous observons aujourd'hui sont la manifestation des relations entre les hommes, avec leur culture, leur vécu, leurs savoir-faire, leurs pratiques, leurs technologies, d'une part, et les formes, les potentialités et les contraintes de leur environnement, d'autre part. Mais, loin d'être de simples héritages fossiles ou des reliques, ces paysages, fruit de l'histoire, sont vivants et conservent un rôle social actif dans la société contemporaine étroitement associés au mode de vie dit traditionnel et dans lequel le processus évolutif continue. Le paysage a donc une dimension culturelle et historique, mais exprime aussi de façon visible dans l'espace les dynamiques écologiques, sociales et économiques des territoires.

Ces confrontations entre les dynamiques à l'œuvre, les projets de territoire identifiés et les perceptions par les populations permettent d'identifier les enjeux du paysage qui peuvent être spatialisés à l'échelle du territoire et à l'échelle de chaque unité paysagère. L'entrée par les paysages pour l'analyse des milieux et de leurs dynamiques d'évolution, au-delà de la simple identification et caractérisation de différentes unités paysagères, peut alors permettre de remettre en lumière et revaloriser des espaces jusque là marginalisés et perçus comme dégradés ou en voie de banalisation.

Ainsi la montagne marocaine, espace « invisible » (il n'existe aucune politique d'aménagement dédiée à la montagne au Maroc) méprisé par les aménageurs et sa population même, non aménagé sous couvert de « complexité » et « d'inutilité », pourrait redevenir un espace attractif aux atouts à valoriser et générer de vraies politiques d'aménagement qui cherchent réellement à trouver des solutions aux facteurs des processus de dégradation. L'entrée par le paysage pourrait également permettre d'y « démythifier » la gravité et la complexité affichée dans les discours des aménageurs.

On peut notamment utiliser pour cela les Méthodes Accélérées de Recherche Participative (MARP), orientées principalement vers l'opérationnalité grâce à la collecte et la traduction rapides de données en projet ou en outil de gestion (décision/gouvernance) pour le développement (Badiane *et al.*, 1997 ; Somesh, 2002), mais utilisable aussi à des fins de recherche plus fondamentales. Les MARP s'appuient sur des enquêtes et entretiens individuels directifs et semi directifs et des entretiens collectifs (Focus group) auprès des

villages et/ou populations impliquées (groupes d'usagers, etc.) et sur la réalisation de cartes mentales, des ressources naturelles, sociales, des calendriers d'usage saisonnier des espaces et ressources naturelles, des profils historiques ou des diagrammes de Venn. « La carte mentale est une technique graphique reflétant une réalité subjective de l'espace, c'est à dire la façon dont un individu se représente une portion d'espace. Cet outil permet donc de recueillir les représentations spatiales que les individus se font de leur environnement » (Gueben-Venière, 2011). Elles permettent de représenter les « espaces de vie » qui correspondent à « l'espace fréquenté et parcouru par chacun avec un minimum de régularité » (Di Méo, 1998).

Les MARP sont, à juste titre, très critiquées, notamment pour leur « illusion empiriciste » et leur « illusion participative » (Lavigne Delville, 2005). Les critiques portées à l'utilisation scientifique des cartes mentales par les géographes notamment du fait de leur subjectivité et de l'absence de rigueur de ces méthodes (Brunet *et al.* dans Bailly et Scariati, 1990), n'ont pas empêché leur utilisation régulière depuis les travaux de Lynch en 1960. C'est tout d'abord la facilité d'exécution et d'explication des dessins à main levée qui l'explique, ainsi que l'adaptation aisée « aux objectifs de recherche, au terrain, à la population et à l'échelle spatiale » (Ramadier et Bronner, 2005). D'autre part, la réalisation de dessins est une technique assez attrayante pour les enquêtés permettant leur meilleure adhésion.

Par ailleurs, c'est cette subjectivité même des données fournies par les cartes mentales qui est intéressante, car elle nous donne à voir « l'espace vécu » selon l'expression de Frémont (1976), c'est-à-dire l'espace construit par la multitude des liens affectifs, spirituels et symboliques entre les hommes et les lieux. Or « l'action humaine s'explique par cette vision du monde déformée, liée à une dimension culturelle » (Paulet, 2002). C'est souvent dans cette subjectivité même que viennent s'ancrer la plupart des conflits d'usage pour les ressources et territoires. L'intérêt de ces cartes mentales est qu'elles nous renseignent également sur les « espaces de vie », c'est à dire des pratiques collectives et donc sur les comportements vis-à-vis des ressources et de l'environnement de manière générale. Elles permettent alors de s'affranchir un peu des discours ressassés sur la dégradation et la désertification. En effet, bien orientée, elles permettent de mettre en évidence ce qui est perçu et ce qui ne l'est pas. C'est la présence/absence de la ressource qui est représentée, pas son état. On peut d'ailleurs compléter ces premières approches avec des enquêtes classiques par questionnaire ou entretien.

Blades (1990) cité par Ramadier et Bronner (2005) a également « montré que le dessin est aussi une technique fiable ». Les tests réalisés indiquent « qu'un individu qui dessine un trajet familier, dessine à nouveau le même trajet une semaine plus tard » (Ramadier et Bronner, 2005).

La valeur interprétative et analytique des MARP est augmentée par une foule d'informations consignées dans les carnets de notes des facilitateurs/observateurs (ambiance de travail, attitudes, adhésion ou scepticisme des uns, hésitations des autres, phrases fortes, noms de potentielles personnes ressources, etc.) qui renseignent différemment sur les cartes et leur exécution. Elles peuvent alors impliquer des enquêtes complémentaires ciblées qui peuvent être quantitatives. La restitution de l'étude aux populations peut encore apporter de nouvelles corrections. Par ailleurs, la carte sociale se compare et se complète avec les données quantitatives disponibles ; les statistiques du centre de santé local, les chiffres de recensements nationaux et d'études sectorielles, les données issues d'interviews semi-structurées (ISS) et des enquêtes classiques biographiques, socioéconomiques, etc.

Toutes ces informations sont complétées par des transects sur le terrain de vérification des informations fournies par les cartes des ressources naturelles et sociales ainsi que des interviews semi-structurées. Elles le sont également en les confrontant aux cartographies, perçues comme plus « objectives », issues de traitements d'images satellites et de photographies aériennes.

3- Des outils et méthodes d'approche renouvelés ou adaptés

Tous les exemples développés précédemment plaident donc pour une reformulation des méthodes d'approche des processus en cours dans ces régions.

Le premier élément est la nécessaire interdisciplinarité dans les travaux pour décrypter et analyser ces systèmes socio-écologiques ou géosystèmes, pour le suivi des dynamiques, pour la caractérisation des structures paysagères et leurs dynamiques d'évolution sur des pas de temps longs et courts, et pour l'analyse des réponses des sociétés aux forçages environnementaux et socio-économiques.

3.1- La caractérisation et le suivi par télédétection

La télédétection est aujourd'hui devenue un moyen très efficace pour l'acquisition de données sur tous les milieux à l'échelle du globe et l'occupation des sols (Tanser et Palmer, 1999) car elles fournissent une vision synoptique de vastes zones, permettant de spatialiser des phénomènes et des objets. Celle-ci réduit les temps et les coûts de prospection terrain ainsi que le nombre d'opérateurs. La répétitivité des images satellites à pas de temps variés en fait parfois le seul moyen pour caractériser des milieux et suivre leur évolution (Gillanders *et al.*, 2008). On peut ainsi remonter aux années 1940, voire avant avec les clichés militaires de reconnaissance, en couplant les images satellites avec des photographies aériennes.

Sur les territoires couvrant des surfaces importantes difficiles à appréhender entièrement par le terrain sur les périodes courtes des actuels programmes de recherche sur projet (2 à 3 ans en général), ou dans le contexte de gestion de crises, l'utilisation de la télédétection satellitaire et aérienne s'avère souvent indispensable pour la discrimination, la caractérisation et le suivi des états de surface en général et des formations végétales en particulier, et plus globalement des paysages. C'est d'autant plus le cas dans les milieux soudano-sahéliens et de marges sahariennes qui sont souvent pour la plupart difficiles d'accès.

D'autre part, le paysage étant par définition cet objet perçu³⁴, sa caractérisation est chargée de subjectivité. Lambin (1988) explique ainsi qu'il existe une forte interaction entre l'observateur et son objet d'étude de telle sorte que celui-ci ne se dévoile pas dans toute son authenticité. L'outil de télédétection permet dans une certaine mesure d'objectiver la discrimination et la caractérisation d'unités paysagères. Ainsi, l'usage de la télédétection permet de sortir de l'effet « vu depuis la route » qui fausse les perceptions dans les descriptions exclusivement terrain limitées à quelques sites et des observations le long des seuls axes praticables, les routes. La vision catastrophiste de dégradation avancée qui peut en ressortir est biaisée par le fait que la facilité d'accès de ces zones explique leur surexploitation par les charbonniers et autres « coupeurs de bois » comme le long de la route de l'espoir en Mauritanie par exemple. Inversement, on pourra avoir l'impression d'un reboisement massif, ceux-ci se concentrant fréquemment aussi le long des routes comme pour le barrage vert en Algérie.

Différents traitements d'images satellites optiques multibandes et multiscapteurs peuvent être mis en œuvre pour la caractérisation des états de surface en général, sous différents logiciels. Les traitements orientés pixels classiques basés sur la radiométrie des objets contenus dans les pixels s'appuient sur des compositions colorées pouvant combiner différents canaux bruts ou néocanaux issus d'Analyses en Composantes Principales ou d'indices thématiques, ainsi que des classifications non supervisées ou supervisées. Ces dernières années, les méthodologies de

³⁴ Selon la définition de la Convention européenne du paysage de Florence (2000), c'est « une portion de territoire telle que perçue par les populations, et résultant d'interactions entre des facteurs naturels et/ou humains »

traitement des images se sont très largement développées, grâce à la technologie informatique de plus en plus performante, et de nombreux logiciels libres, mais également aux images satellites de résolutions spatiale et spectrale de plus en plus variées, en nombre croissant et d'accès facilité (parfois gratuites comme les images Landsat). Il existe d'ailleurs une très abondante littérature proposant de nouveaux traitements ou algorithmes de classification ou d'indices ciblant certains objets thématiques spécifiques.

L'utilisation conjointe des Systèmes d'Information Géographique permet de plus en plus fréquemment de combiner les images avec des informations géographiques de types différents (vecteurs, cartes raster et autres images satellite) et de mettre en oeuvre des statistiques spatiales pour affiner les discriminations d'objets et de phénomènes dynamiques.

Cependant, l'outil doit être utilisé avec toutes les précautions présentées précédemment, d'autant que sa démocratisation s'est faite souvent sans que les utilisateurs aient suivi de réelle formation théorique, les mettant notamment en garde contre ses limites. Le premier élément correspond à l'application rigoureuse des prétraitements d'images. La littérature nous montre trop souvent des études diachroniques appliquées sans corrections radiométriques des images satellites hypothéquant la fiabilité des résultats obtenus par la comparaison des différentes dates. Les corrections géométriques doivent également être rigoureuses. Or ce sont très fréquemment des images avec des niveaux de prétraitements type 2A de Spot qui sont utilisées. Ces prétraitements correspondent notamment à une correction géométrique effectuée sans prise de points d'appui dans la projection cartographique standard (UTM WGS84 par défaut). Or mon expérience montre qu'il subsiste en général des décalages importants sur ces images, faussant les superpositions de dates différentes si on n'applique pas une nouvelle correction géométrique à partir de points amers collectés sur le terrain ou d'orthoimages.

Il est également nécessaire de développer une réflexion sur les dates d'images utilisées, à la fois sur les années mais aussi sur les saisons, car elles peuvent biaiser les résultats si elles sont mal choisies (différences de moyennes pluviométriques, phénologiques, etc.).

Il est aussi important de faire les bons choix de types de traitements d'images et, par exemple, de ne pas utiliser de manière exclusive et systématique les NDVI, mais d'adapter les indices aux caractéristiques des milieux et des objets étudiés.

En fin de traitements, la validation statistique de la précision des classifications obtenues, évaluée à travers l'utilisation de matrices de confusion confrontant les données issues des classifications avec des relevés terrains ou extraits d'images Google Earth (précision globale qui caractérise la proportion de pixels de l'image bien classés, calculé en pourcentage ou indice de Kappa qui caractérise le rapport entre les pixels bien classés et le total des pixels sondés), sont indispensables mais souvent insuffisants lorsqu'il s'agit de caractériser des processus. En effet, la subjectivité de l'opérateur, imprégné des idées reçues catastrophistes dominantes décrites précédemment, pourra donner des interprétations erronées des changements observés. Dans ce cas là, c'est le « grounded social sensing » (Ribot, 1999) qui donnera le sens des processus de changement à l'oeuvre sur le site. Cela permet d'interpréter les résultats de manière plus objective et d'éviter que seules les peurs et les craintes des télédéTECTEURS, et gestionnaires utilisant leurs résultats, ne soient projetées sur le terrain concerné (Ribot, 1999).

Pour Ribot (1999), la signification des changements mis en évidence notamment par télédéTECTION, ne peuvent être issus que « depuis le village » par une appréHENSION terrain. Ce sont les populations qui vivent dans et autour des zones d'étude qui peuvent indiquer si ces changements sont « bons » ou « mauvais » et pour qui.

3.1.1- Les approches orientées objet

La télédétection, avec sa vision « d'en haut », et la possibilité des suivis diachroniques jusqu'au début du XXe siècle avec les photographies aériennes, est particulièrement appropriée pour la caractérisation des structures paysagères et leurs dynamiques d'évolution. Cependant, les méthodes orientées pixels ne sont pas les plus adaptées pour travailler sur cette structure des paysages.

La télédétection orientée objet peut permettre de dépasser les classiques approches spectrales mises en œuvre pour étudier les processus d'évolution des formations de savane, et particulièrement le NDVI, qui en survalorisant la prise en compte des formations herbacées très réactives aux sécheresses notamment, a probablement participé ces dernières années à orienter les conclusions catastrophistes sur l'évolution de ces milieux. La télédétection orientée objet permet de travailler à la fois sur les dimensions spectrales mais également texturales des objets et donc sur la structure des paysages, élément majeur du changement d'« état » avec la modification du fonctionnement analysé sur le terrain.

L'avantage de travailler avec des objets plutôt qu'avec des pixels, est qu'en plus de caractéristiques spectrales, un objet possède des caractéristiques géométriques (longueur, périmètre...), topologique (position dans l'image et par rapport aux autres objets) et sémantiques (lié à sa signification) qui peuvent servir à son identification (Boggs, 2010). Or, ces éléments que sont la forme, la texture, le contexte et les relations entre objets sont ceux qui permettent à l'opérateur humain de définir aisément des unités paysagères visuellement à partir de photographies aériennes, d'images satellites ou sur le terrain. La subdivision des images en objets par la méthode orientée objet se rapproche donc de la manière dont les humains pensent et organisent conceptuellement les paysages pour les comprendre.

Ces critères appliqués sur des photographies aériennes et des images satellites Quickbird très haute résolution, m'ont notamment permis de travailler sur la composante ligneuse des savanes de la région de Sadia, qui était extrêmement mal prise en compte par les méthodes orientées pixel.

Des traitements automatiques d'extraction des ligneux ont été appliqués sur les images Quickbird (11-2004) et sur les photographies aériennes (1952) de la zone de Sadia en Pays dogon, avec le logiciel ENVI-Ex, et sur la base de leurs houppiers. Il s'agit de classifications orientées objet avec deux étapes de segmentation puis de classification proprement dite. Ces traitements orientés objets ont été appliqués de manière très interactive, en testant à l'écran les différents seuils et valeurs numériques requis aux différentes étapes. Il s'agissait d'utiliser ici uniquement les chaînes de traitements opératoires du logiciel pour extraire rapidement et de manière fiable l'information thématique recherchée. En segmentant dans une première étape successivement l'image à différentes résolutions, on la divise en régions homogènes, les objets étant créés par croissance de régions, c'est-à-dire par fusion de pixels adjacents après avoir fixé un paramètre d'échelle (critère d'hétérogénéité) (60 pour la photo aérienne avec un étirement gaussien et 30 pour les images Quickbird étirement linéaire). A ce stade (étape Merge d'ENVI-Ex) a été également défini interactivement un niveau d'échelle pour définir les limites des objets, à 90 pour les images Quickbird et à 50 pour la photo aérienne. Dans l'étape suivante, deux méthodologies sont possibles. Ce sont des classifications par apprentissage qui ont été mises en œuvre aux résultats plus intéressants que la méthode par création de règles qui discriminait de manière très incomplète les houppiers. Pour cela, on désigne interactivement à l'écran les différents objets (segments) ciblés (les houppiers) et ceux que l'on veut « éliminer » (le « fond » des champs, villages ...). Puis on choisit les attributs les plus pertinents pour identifier ces objets et sur la base desquels la classification est effectivement réalisée, les segments similaires étant associés dans la même classe. Bien que l'on puisse désigner les attributs directement c'est la méthode de sélection automatique des paramètres les plus pertinents qui a été préférée, aux résultats plus intéressants. L'algorithme de classification appliqué a été le SVM (Machines à Vecteurs de Support)

spécialement adapté pour prendre en compte un grand nombre de paramètres non forcément homogènes, avec un Kernel de type linéaire. Ces paramètres, ont été ensuite exportés sous ArcGis et ont permis de classer les ligneux en trois classes d'arbustes, de petits arbres et de grands arbres. Les résultats ont été présentés dans les chapitres précédents.

Cette méthode automatique a été validée en comparant les résultats avec ceux obtenus à partir d'une approche manuelle de digitalisation à l'écran, à priori plus fiable mais également beaucoup plus longue. La comparaison a porté sur l'ensemble de la zone pour 2004 (images Quickbird) et sur un site test pour 1952 (sur la photographie aérienne).

La comparaison des deux méthodes d'extraction des ligneux pour 2004 montre que la méthode automatique génère une sous estimation globale de -7.92 % (78 445 ligneux contre 85 114 manuellement), ce qui reste tout à fait acceptable. Par contre, les différences sont beaucoup plus fortes pour les classes de ligneux prises séparément. Les arbustes sont ainsi systématiquement sous-estimés avec -36.6 % pour la méthode automatique, alors que les petits et les grands arbres sont eux très surestimés avec respectivement +166.37 % et +443.77 %. Les taux de variation calculés sur un site test pour 1952, sont proches avec +6% pour l'ensemble des ligneux, -34,8 % pour les arbustes, +454 % pour les petits arbres et +214.3 % pour les grands arbres. Dans les deux cas, cela s'explique par les ombres portées associées aux houppiers des ligneux. Le nombre de petits arbres est donc artificiellement augmenté par la prise en compte d'arbustes (qui sont donc sous-estimés) et les grands arbres sont également surestimés par la confusion avec des petits arbres associés à leur ombre portée. Mais ces surestimations et sous-estimations étant grossièrement de même ordre aux deux dates, les cartographies réalisées à partir de ces données restent exploitables. Si la méthode automatique est fiable lorsque l'on travaille sur les grandes tendances, elle nécessite des améliorations pour travailler plus en détail sur les types de ligneux. Elle a permis de bien comprendre les dynamiques des parcs agroforestiers de la région et d'identifier la densification massive des arbustes parallèlement à la diminution globale des « vieux » grands arbres et dans une moindre mesure des petits arbres plus jeunes.

Conclusion

A l'issue de cette réflexion, la nécessité se fait prégnante de renouveler les approches, les méthodes et les outils pour l'étude des dynamiques d'évolution des milieux et ressources dans ces régions arides et semi-arides.

Ce travail n'est en rien un manifeste d'éco-scepticisme, ni un déni des limites inhérentes au caractère fini de notre planète, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, intrinsèquement fragiles. Régression des couverts végétaux, érosion des sols, etc., sont bien une réalité notamment en Afrique du Nord et sub-saharienne. Ces processus ont également des incidences majeures sur les populations de ces régions, jusqu'aux dramatiques famines récurrentes.

Au contraire, en remettant en question les représentations trop catastrophistes des processus en cours dans ces différentes régions, et les fondements inappropriés de leur appréhension, il s'agit pour moi de les remettre en lumière tout en changeant le regard porté sur eux. Paul Pelissier indiquait (Verdeaux, 2005) qu'un des objectifs de ses travaux sur les terroirs et paysages agraires africains dans les années 1960, était « dans la conjoncture des années 1960, réagir contre l'ignorance, voire le mépris hautain avec lequel les experts considéraient l'agriculture africaine et ses acteurs ». J'ai eu ici cette ambition également, de chercher à changer le regard et les approches sur les dynamiques d'évolution récentes à l'œuvre dans ces milieux et participer à repenser les programmes dits de restauration et protection des milieux et écosystèmes, pour les mettre plus en adéquation avec les réalités du terrain.

Il s'agissait donc de déconstruire les discours et les idées reçues catastrophistes et stérilisants des aménageurs et des gestionnaires, qui par leurs pratiques simplificatrices participent à accroître à terme la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques qu'ils veulent soutenir.

En effet, si en rive nord du domaine méditerranéen, un renversement du regard sur ces dynamiques semble s'opérer ces dernières décennies (Cohen, 2009), il semble figé depuis la colonisation en rive sud et en Afrique sub-saharienne. La crise de la « grande sécheresse » des années 1970, surmédiatisée, et les discours sur la désertification et la dégradation depuis, ont montré combien les théories déclinistes de la période coloniale, plus que contestables, étaient celles qui imprégnaient encore les pratiques et les orientations de la gestion des milieux et des ressources par les administrations des Etats des pays de ces régions, et les ONG internationales de protection de la nature. En domaine sahélien et soudano-sahélien, et en rive sud méditerranéenne, le paradigme des relations Hommes / milieux négatives reste beaucoup plus prégnant qu'en rive nord méditerranéenne, et justifie des politiques, souvent coercitives, très contraignantes pour les populations locales.

La rhétorique utilisée et les pratiques mises en œuvre dans les projets de restauration ou de conservation des milieux et écosystèmes traduisent bien ces représentations. Elles mettent en opposition des objectifs d'intervention d'aménagement d'un territoire soit pour ses habitants, soit pour un rééquilibrage régional voire national, pour sauvegarder les ressources et les écosystèmes. Dans le premier cas, en négligeant les réalités biophysiques, et en ciblant des objectifs socio-économiques purement de court terme, on favorise fréquemment l'accélération des processus de dégradation. Dans le second cas, en considérant les populations concernées « comme de simples facteurs tantôt de production des vivres tantôt de dégradation de l'environnement » (Pourtier, 2004), et sans même parler de leur déguerpissement forcé, on favorise une opposition plus ou moins frontale de ces populations, le détournement des politiques imposées ou l'abandon des projets après le départ des « ordonnateurs », jusqu'au refus avec destruction volontaire des aménagements réalisés.

Ce sont aussi les pratiques de conservation et de restauration sur le terrain qui sont à revoir, pour éviter notamment l'effet « mise sous cloche ». « La conservation de la nature n'est pas une opération de muséologie visant seulement à figer les produits du passé, mais c'est la mise

en œuvre des moyens nécessaires au maintien ou même à l'amélioration des stratégies adaptatives des systèmes écologiques : conserver la nature, c'est lui conserver ses potentialités évolutives » (Lamotte *et al.*, 1984, cités par Blandin, 2007). Pour cela, plutôt que d'appuyer les réflexions sur les conceptions, qui partent d'une situation initiale, souvent idéalisée, vers laquelle on voudrait revenir, appuyées sur celles d'équilibre et de climax notamment, il est plus intéressant d'envisager le point de vue inverse, qui part d'un état actuel (différent du précédent) avec lequel « on doit faire ». Ce sont alors les logiques d'adaptation et de résilience des systèmes socio-écologiques qui doivent être envisagées. Au-delà de la controverse sur la définition de la désertification, il s'agit d'insister sur le fait que les processus à l'œuvre n'ont rien d'une fatalité.

Enfin, c'est également la logique de l'urgence qui prévaut, entre autre à l'initiative des ONG, dans des projets pour l'essentiel « de survie » sur le court terme, qui est à réenvisager. Il s'agit au contraire de traiter sur le long terme les manifestations des crises socio-écologiques et leurs facteurs.

Cela implique que les solutions purement techniques proposées pour enrayer le développement des processus de dégradation sont inadéquates et insuffisantes, aussi car le problème est avant tout social. Les processus de dégradation n'en sont que la manifestation physique. C'est sur les causes qu'il faut agir, pas sur leurs manifestations. La résolution des problèmes techniques et économiques ne suffit pas à résoudre ceux de la dégradation des ressources. « Partout, les hommes du XXe siècle [ndla : et j'ajoute du XXIe] ont autant besoin de raisons d'être que de moyens matériels d'existence. » (Balandier, 1959).

Avec l'affaiblissement des structures locales d'encadrement des territoires et des ressources, l'absence « d'interlocuteur », réclamé par les institutions d'Etat elles-mêmes, comme dans le bassin du Dadès au Maroc, constitue un handicap à toute opération d'aménagement ou de restauration réelle de ces milieux.

Par ailleurs, ces solutions purement techniques font généralement l'impasse sur la complexité des facteurs les rendant inadaptées, voire contreproductives.

En effet, la vivacité des structures d'encadrement est un des éléments majeur de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation d'une société aux forçages extérieurs environnementaux ou socio-économiques. Lorsque cette vulnérabilité est forte, les réponses locales ou nationales apportées aux crises sont insuffisantes ou inadaptées. C'est le cas de la commune d'El Haouita en Algérie où la déliquescence des structures traditionnelles est profonde et où l'Etat n'est pas venu s'y substituer. Cette vulnérabilité est moins prononcée dans le cas du bassin du Dadès. Cependant, les structures traditionnelles des tribus y sont très affaiblies comme l'attestent les processus très rapides d'appropriation individuelle des terres et de l'eau, et les quelques prérogatives qu'elles conservent encore jalousement sur les ressources viennent en interférence forte avec les projets de développement des administrations d'Etat qui veulent prendre la main, dans un contexte de relations conflictuelles séculaires, créant des dysfonctionnements importants qui se lisent à travers les conflits récurrents entre villages et communautés, pour les ressources en eau notamment. Dans le cas des lacs d'Aleg et de Mâl, la déstabilisation des tribus, encore vivaces, transparait notamment à travers les revendications des affranchis tributaires. Cette vulnérabilité est faible dans le cas de la commune de Aïn Madhi (Algérie) où la zaouïa Tidjania assure ce rôle d'encadrement des usages des ressources et du territoire.

Cependant, les projets strictement locaux ou dits participatifs, même soutenus par les Etats ou des structures type ONG internationales, sont insuffisants pour parvenir à un développement équilibré et pérenne des systèmes socio-écologiques. En effet, ces projets trouvent rapidement leurs limites si l'Etat n'intervient pas dans des opérations aussi ambitieuses. En réalité, ces approches participatives ascendantes ont la plupart du temps pour objet un intérêt local et une gestion partielle et parcellisée qui s'apparente à des projets de survie. Seuls les Etats dans le

contexte mondialisé des Etats Nations des derniers siècles, ou une structure équivalente suffisamment puissante, ont la possibilité de mettre réellement en œuvre des projets d'intérêt général de long terme, assimilables à une gestion patrimoniale des ressources.

Or, paradoxalement à une surmédiation cyclique au gré des catastrophes humanitaires, nombreux sont les scientifiques qui s'inquiètent des réactions timides des Etats face à ces processus. Au-delà du manque de moyens, la raison tient à l'incapacité à définir des règles effectives et uniformisées pour réguler d'importantes ressources communes sur de vastes étendues, et à les faire respecter. On peut y voir également des intérêts économiques et politiques, la dramatisation de la situation permettant de capter une manne financière importante et de détourner les regards d'autres enjeux de société.

Il s'agirait donc de combiner des démarches descendantes (nécessité de la vision à long terme de l'Etat et de ses moyens financiers et techniques pour tenir la distance) et ascendante (nécessité de la prise en compte des systèmes locaux en plus des attentes et d'impliquer les principaux bénéficiaires). Mura (1991) préconisait de « trouver le point d'équilibre, c'est-à-dire le lieu où s'établira le dialogue entre les parties, ou devraient s'élaborer les compromis indispensables et ou devraient se passer les contrats », donc sur une base juridique claire et définie. Il insiste sur le fait que « cette structure doit intégrer une représentation de la base et être non contestée ». Du Castel (2007) parle quant à lui de « la nécessité d'une articulation institutionnalisée entre les différents niveaux de responsabilité ».

Après ce travail de déconstruction, il reste, et c'est un projet, à reconstruire. Pour cela, il me semble important de continuer à multiplier les sites d'analyse pour poursuivre la confrontation de contextes environnementaux et socio-économiques et culturels variés, et tenter ainsi de dégager les permanences et les spécificités dans les dynamiques qui animent les systèmes socio-écologiques. J'ai ainsi amorcé de nouveaux projets en milieux moins secs dans le sud-ouest de Madagascar, sur les mangroves et les lagons (dynamique d'évolution sédimentaire et biophysique, évolution des usages ...) ou sur les dynamiques forêts-cultures à Anjouan. Il s'agira aussi de s'intéresser à d'autres objets et processus que ceux de « dégradation » et de travailler sur les logiques qui président aux choix d'aménagement et de gestion des milieux et des ressources. Comme indiqué dans ce travail, les structures d'encadrement des ressources et territoires sont un élément fondamental du fonctionnement de ces territoires, cependant l'analyse « technique » de ces structures doit aussi s'ouvrir aux dimensions des représentations et des perceptions des ressources, territoires et processus par les gestionnaires et les usagers. Pour cela, l'entrée par les paysages est particulièrement appropriée, mais nécessite de repenser le concept dans des contextes nord-africains et sub-sahariens étrangers à ceux qui ont vu son développement.

Les nombreuses insuffisances et lacunes de la télédétection pour saisir les processus qui font évoluer les milieux, n'enlèvent pas à cet outil tout son intérêt, notamment dans des contextes de terrains difficiles. Les progrès en termes de puissance informatique mais également les développements algorithmiques de ces dernières années permettent déjà d'améliorer les résultats, pour peu que l'on prenne les précautions nécessaires en termes de prétraitements des données. Ce sont notamment les approches orientées objets de segmentation qui devraient permettre de mieux saisir les dimensions paysagères, ainsi que la très haute résolution spatiale, de plus en plus accessible, permettant de travailler à l'échelle d'objets très précis.

Les séries temporelles désormais cinquantenales, et en accès facilité et gratuit avec l'offre Landsat par exemple, voire séculaires si l'on utilise les premières photographies aériennes des années 1910, vont également permettre une spatialisation sur des pas de temps longs, et donner ainsi une profondeur historique. Couplé avec les capacités de traitement de données de plus en plus volumineuses, il est désormais possible de caractériser les dynamiques de fonctionnement sur des pas de temps variés, du journalier au séculaire, et des échelles

spatiales du centimètre au régional. Toutes possibilités que je commence à mettre en œuvre et que je compte poursuivre à l'avenir.

Bibliographie

- Aidoud A. et Touffet J., 1996, La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes, *Sécheresse*, n°3, vol. 7, pp. 187-193.
- 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.
- Albignac R., Traore M., Koite C., Koreissi A.I., Sylla D. et N'Djim A., 1998, Plan d'aménagement global de la réserve de biosphère de la boucle du Baoulé, Rapport mission de consultation Suivi/UNESCO, Bamako, 92 p.
- Alexandre F., 2001, Le milieu biophysique méditerranéen, in Moriniaux V. (Ed), *La Méditerranée*, Paris Ed. du temps, pp. 47-74.
- Alexandre O., 2004, La réforme de la gestion de l'eau sous l'angle territorial. L'exemple de la région de Marrakech, Thèse doctorat de géographie, Université Grenoble 1, 503 p. + annexes.
- Aman A., Fofana S. et Keita M., 2001, « Télédétection en milieu de savane: problème de la nomenclature lié au changement d'échelle spatiale », *Télédétection*, vol. 1, n°2, pp. 91-101.
- Amsellem I. et Bied-Charreton M., 2009, Indicateurs de tendance de la désertification et de la dégradation des terres, CSFD, <http://www.csf-desertification.org/combattre-la-desertification/item/fiche-indicateurs-tendance> (consulté le 16-08-2014)
- Agence Nationale d'Aménagement du Territoire, 1989, Plan d'aménagement de la wilaya de Laghouat, Rapport final, DPR n°11/89, 428 p.
- Anyamba A., Tucker C.J., 2005, Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981–2003 *Journal of Arid Environments* 63 (2005) 596–614
- Arab C., 2009, Les Aït Ayad – La circulation migratoire des marocains entre la France, l'Espagne et l'Italie, Presses Universitaires de Rennes, 351 p.
- Arabi M., Kedaid O.E., Bourougaa L., Asla T. et Roose E., 2004, Bilan de l'enquête sur la défense et restauration des sols (DRS) en Algérie, *Sécheresse*, Vol. 15, N° 1, pp. 87-95.
- Arnold J.E.M., 1998, Managing forests as common property, *FAO forestry paper*, n° 16, Rome, FAO – UN.
- Arnold J.E.M. et Stewart W.C., 1991, Common property resource management in India, *Trop. Fore. Pap.*, n° 24, Oxford forestry Inst., Oxford, UK.
- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C. et Pontanier R., 1995, Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts, In : Pontanier R., M'Hiri A., Aronson J., Akrimi N., Le Floc'h E. (eds), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?*, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 11-29.
- Arbos Ph., 1930, Roderick Peattie, the confient ; a study in Mountain Geography (*Geographical Review*, 1930, pp. 245-257). In: *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-ouest*, Tome 1, fascicule 4, pp. 505-508.
- Assemblée nationale française <http://www.assemblee-nationale.fr/histoire/decentralisation.asp> consultation 05-08-2011.
- Aubreville A., 1937, Les forêts du Dahomey et du Togo. *Bull. Comité d'études historiques et scientifiques de l'A.O.F.*, XX, (1-2). pp. 1-112.
- Aubreville A., 1947, La mort des forêts de l'Afrique tropicale. *Unasylva*, vol.1, p. 5-11.
- Aubreville A., 1949, Climat, forêts et désertification de l'Afrique tropicale, Société d'Editions Géographiques Maritimes et Coloniales, Paris, 255 p.

- Badiane A., Diouf L. et Ndiaye G., 1997, Méthode active de recherche et de planification participative (MARP), *In* : UICN, *Cours de formation régional sur la gestion des zones humides*, Saint-Louis, Sénégal.
- Bai Z.G., Dent D.L., Olsson L. et Schaepman M.E., 2008, Proxy global assessment of land degradation, *Soil Use and Management*, 24, pp. 223–234.
- Bailly A. et Scariati R., 1990, *L'humanisme en géographie*. Paris, Economica
- Balandier G., 1959, Inventer des sociétés neuves, *Arguments*, n°15, pp. 34-36.
- Ballais J.L., Marre A. et Rognon P., 1979, Périodes arides du Quaternaire récent et déplacement des sables éoliens dans les Zibans (Algérie), *Revue Géol. et Géogr. Physique*, 21, fasc. 2, pp. 97-108.
- Ballais J.L., 1981, Recherches géomorphologiques dans les Aurès (Algérie), Thèse, Atelier national de reproduction des thèses, Univ. Lille III, 626 p. + annexes.
- Ballouche A., 1998, Dynamique des paysages végétaux sahélo-soudaniens et pratiques agropastorales à l'Holocène (Exemples du Burkina Faso). *Géographies-Bull. A.G.F.*, 1998-2, pp. 191-200.
- Ballouche A., 2000, Rapport de mission Mauritanie, 12 février–5 mars 2000, Université d'Angers, 27 p. inédit.
- Ballouche A., 2002, Histoire des paysages végétaux et mémoire des sociétés dans les savanes Ouest-africaines, *Historiens et Géographes*, vol. 381, pp. 379-388.
- Ballouche A. et Dolidon H., 2005, Forêts claires et savanes Ouest-africaines: dynamiques et évolution de systèmes complexes à l'interface Nature/Société. *In* : Actes du Coll. Int. « La forêt: enjeux comparés des formes d'appropriation, de gestion et d'exploitation. », ICoTEM/MSH Poitiers, pp. 56-70.
- Ballouche A. et Taïbi A.N., 2013, Sécheresse sahélienne et « dessèchement de l'Afrique ». Un leitmotiv du discours d'expert revisité, *Autrepart*, 65(2013/2), pp. 47-66.
- Ballouche A., Taïbi A.N., El Hannani M. et El Khalki Y., 2013, Entre dégradation et patrimonialisation. Les paysages de « parcs arborés » du Tadla-Azilal (Maroc), Poster Colloque Paysage(s) et Patrimoine(s) : Connaissance, reconnaissance, protection, gestion et valorisation, Ecole Nationale Supérieure de la Nature et du Paysage /IPA-PE UMR CITERES (CNRS, Université de Tours), 24-25 septembre 2013, Blois.
- Banga P., 2003, Les dogon et leur environnement naturel, *In* : Bedaux R. et Van Der Waals J.D. (eds), *Regards sur les dogon du Mali*, Rijksmuseum voor volkenkunde, Leyde, Editions Snoeck, Gand, pp. 15-22.
- Bannari A., Morin D., Bonn F. et Huete A.R., 1995, A review of vegetation indices, *Remote sensing reviews*, vol.13, pp. 95-120.
- Baret F., Guyot G. et Major D., 1989, TSAVI: A Vegetation Index Which Minimizes Soil Brightness Effects on LAI and APAR Estimation, *In* : 12th Canadian Symposium on Remote Sensing and IGARSS'90, Vancouver, Canada, 4.
- Baroin C., 2003, L'hydraulique pastorale, un bienfait pour les éleveurs du Sahel ?, *Afrique contemporaine*, vol. 1/2003, n° 205, pp. 205-224.
- Barrow C.J., 1991, Land degradation. Development and breakdown of terrestrial environments, Cambridge University Press, 287 p.
- Barry M.H., 2004, Le Parc National du Diawling dans le processus de développement durable du bas delta mauritanien du fleuve Sénégal : conflits d'usages et d'acteurs dans un contexte de changements environnementaux et socio-économiques, Mémoire DEA « Régulations sociales », Université Angers, 199 p.

- Bayart J.F., 1993, *The state in Africa. The politics of the belly*, Longman, London, 370 p.
- Beck L.R., Hutchinson C.F. et Zauderer J., 1990, A comparison of greenness measures in two semiarid grasslands, *Climatic change*, 17, pp. 287-303.
- Bellefontaine R., Petit S., Pain-Orcet M., Deleporte P., Bertault J., 2001, Les arbres hors forêt, Vers une meilleure prise en compte, *Cahier FAO Conservation*, n°35, FAO, 231 p.
- Benazzouz M.T., 1994, Étude des interactions relief-migrations éoliennes de sable dans la région de M'Doukal (Algérie), *Méditerranée*, vol. 80, n°80, pp. 51-58
- Benchetrit M., 1955, Le problème de l'érosion des sols en montagne et le cas du Tell algérien (essai de géographie appliquée), *Revue de Géol. Alpine*, t. XLIII, n°3, pp. 605-640.
- Benjaminsen T.A., 1993, Fuelwood and desertification: Sahel orthodoxies discussed on the basis of field data from the Gourma region in Mali, *Geoforum*, vol. 24, n°4, pp. 397-409.
- Bergeret A., 1993, Discours et politiques forestières coloniales en Afrique et à Madagascar, *Revue française d'histoire d'outremer*, tome 80, n°298, 1er trimestre 1993, pp. 23-47.
- Beroutchachvili N. et Bertrand G., 1978, Le géosystème ou « système territorial naturel », *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 49, fasc. 2, pp. 167-180.
- Berque A., 1995, *Les raisons du paysage : de la Chine antique aux environnements de synthèse*, Paris, F. Hazan, 192 p.
- Berque A., 2008, *La pensée paysagère*, Archibooks Sautereau Editeur, Coll. « crossborders », Paris, 107 p.
- Bertrand C. et Bertrand G., 2002, *Une géographie traversière. L'environnement à travers territoires et temporalités*, Editions Arguments, Paris, 311 p.
- Bernus E., 1998, Les montagnes sahariennes et leurs marges sahéliennes. Conservatoires de la nature ? In : Chastanet (ed) : *Plantes et paysages d'Afrique : une histoire à explorer*, Paris, Karthala, pp. 441-458.
- Binot A. et Joiris D.V., 2007, Règles d'accès et gestion des ressources pour les acteurs des périphéries d'aires protégées : foncier et conservation de la faune en Afrique subtropicale. *VertigO*, Hors Série 4, novembre 2007, pp.1-12.
- Bisson J. et Callot Y., 1990, Les hommes et la sécheresse autour du grand erg occidental (Nord-Ouest du Sahara algérien), *Sécheresse*, n°2, Vol. 1, pp. 124-133.
- Blanc-Pamard Ch., 1986, Dialoguer avec le paysage ou comment l'espace écologique est vu et pratiqué par les communautés rurales des hautes terres malgaches, In : Chatelain Y. et Riou G. (eds), *Milieux et paysages*, ORSTOM, Masson.
- Blandin P., 2009, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*, Sciences en questions, éditions Quae, paris, 122 p.
- Blench R., 2001, *Trees on the march : the dispersal of economic trees in the prehistory of West-central Africa*, ODI, Safa Conference, 12-15 July 2000, Cambridge, Grande-Bretagne.
- BNEDER, 1988, *Etude d'inventaire du milieu et des possibilités de mise en valeur intégrée de la wilaya de Laghouat*, Rapport phase II : schéma directeur d'aménagement.
- Boggs G.S., 2010, Assessment of SPOT 5 and Quickbird remotely sensed imagery for mapping tree cover in savannas, *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 12, pp. 217-224.
- Borsinger N., 2007, Les catastrophes ou la nostalgie de l'innocence, In : Delécras Ch. Et Durussel L., *Scénario catastrophe*, Infolio, Musée d'Ethnographie de Genève, Suisse, pp. 293-302.
- Boudy P., 1952, *Considérations sur la forêt algérienne et sur la forêt tunisienne*, Académie d'Agriculture de France, Extrait du procès verbal de la séance du 8 oct. 1952, 16 p.

- Boudy P., 1955, Economie forestière nord-africaine : description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, vol. 4, Paris, Larose.
- Boudy P., 1958, Economie forestière nord-africaine : description forestière du Maroc, vol. 3, 2^e ed., Paris, Larose.
- Bouju J., 2003, L'identité dogon: conceptions pour soi et représentations pour autrui, *In* : Bedaux R. et Van Der Waals J.D. (eds), Regards sur les dogon du Mali, Rijksmuseum voor volkenkunde, Leyde, Editions Snoeck, Gand, pp. 183-188.
- Boukhobza M., 1976, Nomadisme et colonisation. Analyse des mécanismes de déstructuration et de disparition de la société pastorale traditionnelle en Algérie, Thèse de 3^e cycle, Paris, 350 p.
- Boukhobza M., 1982. L'agropastoralisme traditionnel en Algérie, de l'ordre tribal au désordre colonial, OPU, Alger, 458 p.
- Breman H. et De Wit C.T., 1983, Rangeland productivity and exploitation in the Sahel, *Science*, 221(1), pp. 1341-1342.
- Breunig P. et Neumann K., 2002, Continuity or discontinuity ? The first millenium BC - Crisis in West African prehistory, *Africa Praehistorica*, 14, pp. 491-505.
- Butzer K.W., 2012, Collapse, environment, and society, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, pp. 3632–3639.
- Callot Y. et Oulehri T., 1996, Géodynamique des sables éoliens dans le Nord-Ouest saharien : relations entre aérologie et géomorphologie, *Geodinamica acta*, vol. 9, n°1, pp. 1-12.
- Caillault S., Ballouche A. et Delahaye D., 2010, Organisation spatio-temporelle des feux de brousse. Approche comparative au Burkina Faso, *In* : Foltête J-C (dir.), Actes 9^e Rencontres Théo Quant, Besançon <http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2009/TQ2009%20ARTICLE%2078.pdf>
- CeSIA (Accademia dei Georgofili) et IATA (Consiglio Nazionale delle Ricerche), 1998, Rapport final Atelier régional « Système d'Information sur la Désertification d'aide à la planification dans la Région Méditerranéenne », Marrakech, 9-13 nov. 1998, http://www.case.ibimet.cnr.it/coopita/Marrakech/atti_in.htm
- Cherif M.H., 1995, L'empreinte des appartenances communautaires sur les sociétés, *In* : Lacoste C. et Y. (eds), Maghreb. Peuples et civilisations, Les dossiers de l'état du monde, la découverte, Paris, pp. 97-105.
- Cherif M.H., 1995, Les statuts et les formes de propriété, *In* : Lacoste C. et Y. (eds), Maghreb. Peuples et civilisations, Les dossiers de l'état du monde, La découverte, Paris, pp. 106-110.
- Chalvet M., 1997, La "forêt" méditerranéenne: définition et acteurs, *In* : Corvol A., Arnould P., Hotyat M. (eds), La forêt ; Perceptions et représentations, L'Harmattan, Paris, pp. 241-250.
- Chevalier A., 1928, L'assèchement de l'Afrique occidentale et centrale, les irrigations et le reboisement. *Revue de botanique appliquée et d'agronomie tropicale*, vol. 8, pp. 212-214.
- Chevalier A., 1935, Nécrologie, P. Robert Hickel, *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, vol. 15, n°164, pp. 299-308
- Cissé L., 2003, Le site du Pays dogon inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO: la falaise de Bandiagara, *In* : Bedaux R. et Van Der Waals J.D. (eds), Regards sur les dogon du Mali, Rijksmuseum voor volkenkunde, Leyde, Editions Snoeck, Gand, pp. 207-212.
- Clements F.E., 1916, Plant succession. An analysis of the development of vegetation, Carnegie Institution of Washington, Publication n° 242, 512 p.

- Cohen M., 2009, Dynamique des paysages, érosion et développement durable dans les montagnes méditerranéennes, Rapport final d'activité, Programme de recherche « Paysages et développement durable », 72 p.
- Cohen M., 2003, La Brousse et le Berger. Une approche interdisciplinaire de l'embroussaillage des parcours. Paris, CNRS Editions, Collection Espace et Milieux, 356 p.
- Combes C., 2002, La co-évolution, *In* : La nature et les risques, Michaud Y. (ed.), vol. 6, Université des savoirs, Poches Odile Jacob, Paris, pp. 22-28.
- Compagnon D. et Constantin F. (ed), 2000, Administrer l'environnement en Afrique, Khartala/IFRA, Paris/Nairobi, 497 p.
- Compagnon D., 2008, La biodiversité, entre appropriation privée, revendications de souveraineté et coopération internationale, *Développement durable et territoires* [En ligne], Dossier 10 : Biens communs et propriété, mis en ligne le 07 mars 2008, Consulté le 14 septembre 2010. URL : <http://developpementdurable.revues.org/index5253.html>
- Compagnon D., 2010, La biodiversité, entre appropriation privée, revendications de souveraineté et coopération internationale, *Développement durable et Territoires*, Dossier 10 : Biens communs et propriété, pp. 1-10.
<http://developpementdurable.revues.org/index5253.html> consulté le 12-09-2011
- Constans M., 2009, Représentations du paysage et modèles d'aménagement dans le Baburnama, *Projets de Paysage*, Dossier thématique n°2, Islam et paysage au XVIIe siècle, publié le 26/06/2009 http://www.projetsdepaysage.fr/fr/islam_et_paysage_au_xviieme_siecle
- Cormier-Salem M-C., 1999, Rivières du Sud : Société du Sud : Sociétés et mangroves Ouest Africaines, vol. 1, IRD éditions, p. 393.
- Cormier-Salem M-C., 1999, Rivière du Sud : Sociétés et mangroves ouest-africaines, Vol. II, IRD éditions, p.288
- Cornet A., 2002, La désertification à la croisée de l'environnement et du développement : un problème qui nous concerne, Sommet du Développement Durable, Johannesburg, 2002, pp. 93-130.
- Darkhoh M.B.K., 1998, The nature causes and consequences of desertification in the drylands of Africa, *Land Degradation and development*, n°9, pp. 1-20.
- Davis D.K., 2012, Les mythes environnementaux de la colonisation française au Maghreb, Champ Vallon, Seyssel, 329 p.
- DeMenocal P., Ortiz J., Guilderson T., Adkins J., Sarnthein M., Baker L. et Yarusinsky M., 2000, Abrupt onset and termination of the African humid period : rapid climate responses to gradual insolation forcing, *Quaternary Sci. Rev.*, 19, pp. 347-361.
- De Ribbe C.H., 1857, La provence au point de vue des bois, des torrents et des inondations avant et après 1789, Paris, 204 p.
- Despois J., 1957, Le djebel Amour (Algérie), *Pub. Fac. Lettres d'Alger*, IIe série, Tome XXXV, PUF, Paris, 131 p.
- Diallo H., Faye E.H., Lejoly J., Bogaert J., Robert N., Maiga M., Maiga M.H. et Biguirimana J., 2008, Caractérisation de la végétation arborée et arbustive de la réserve de Fina, Réserve de Biosphère de la boucle du Baoulé au Mali, *Revue malienne de science et de technologie*, n°10, pp.51-66.
- Diallo H., Bamba I., Barima YSS., Visser M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maiga M. et Bogaert J., 2011, Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé), *Science et changements planétaires / Sécheresse*, Vol. 22, n° 2, pp. 97-107.

- Diawara Y., 1997, Formations morphopédologiques et unités floristiques du bas delta mauritanien, *In* : F. Colas, Environnement et littoral mauritanien, Actes colloque juin 1995, Nouakchott, Mauritanie, CIRAD, Montpellier, pp. 47-52.
- Di Méo G. 1998. *Géographie sociale et territoires*, Paris, Nathan
- Dolsak N. et Ostrom E. (eds.), 2003, *The Commons in the New Millennium. Challenges and Adaptations*, Cambridge, USA : MIT Press.
- Dregne H.E., 1984, Combatting desertification : evaluation of progress, *Environmental conservation*, vol. 11, n°2, pp. 115-121.
- Dregne H., Kassas M. et Rozanov B., 1991, A new assessment of the world status of desertification, UNEP. Desertification Control Bull 20, pp. 6–18
- Dregne H.E., 1998, Land degradation: assessment and monitoring, Lead paper *Newsletter of the International taskforce on land degradation*, n°3, pp. 4-9.
- Dregne H.E., 2002, Land degradation in the drylands, *Arid Land Research and Management*, n°16, pp. 99-132.
- Drechsel P., Gyiele L., Kunze D. et Cofie O., 2001, Population density, soil nutrient depletion and economic growth in Sub-Saharan Africa., *Ecological Economics*, 38, pp. 251–258.
- Du Castel C., 2007, Introduction thématique. Ressources naturelles, *Afrique contemporaine* 2/2007, n° 222, pp. 19-23. www.cairn.info/revue-afrique-contemporaine-2007-2-page-19.htm . Consulté 8-08-2011.
- Duvail S., 2001, Scénarios hydrologiques et modèle de développement en aval d'un grand barrage. Les usages de l'eau et le partage des ressources dans le delta mauritanien du fleuve Sénégal, Doctorat Géographie, Université Louis Pasteur Strasbourg I, 313 p.
- Duvall C.S., 2003, Symbols, not data: rare trees and vegetation history in Mali, *Geographical journal*, vol. 169, pp. 295-312.
- Ehrlich P., 1968, *The population bomb*, Ballantine Books, New York, 25 p.
- El Aich A. et Waterhouse A., 1999, Small ruminants in environmental conservation, *Small Ruminant Research*, n° 34 (3), pp. 271-287.
- 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, 251p.
- El Hannani M., 1998, Le piémont du versant Sud du Haut-Atlas central (« synclinal » de Ouarzazate): étude géomorphologique, Thèse de doctorat, université Paris 7, Presses universitaires du Septentrion, Lille, 299 p.
- El Hannani M. et Taïbi A.N., 2006, Evaluation environnementale et socio-économique des impacts des mutations des modes de mise en valeur agricole (végétale et animale) dans le bassin de l'oued Dadès (Maroc), *In* : Actes du 10^e colloque international « Evaluation environnementale et développement d'une agriculture durable », SIFEE, 20-24 juin 2005, Angers, Coll. Evaluations environnementales, Vol. 5, pp. 111-117.
- El Hannani M., Taïbi AN., El Khalki Y. et Benyoucef A., 2009, Le paysage à l'épreuve des « nouveaux » défis de l'aménagement du territoire au Maroc : contraintes et perspectives. Le cas de l'Atlas des paysages du Tadla-Azilal, *Projets de paysage*. http://www.projetsdepaysage.fr/fr/le_paysage_a_l_epreuve_des_nouveaux_defis_de_l_ame_nagement_du_territoire_au_maroc_contraintes_et_perspectives
- El Khalki Y. et Hafid A., 2002, Turbidité, indicateur du fonctionnement perturbé du géosystème karstique de l'Atlas de Beni Mellal (Moyen Atlas méridional, Maroc). *Karstologia*, vol. 40, n°2, pp. 39-44.

- El Khalki Y., Taïbi A.N., El Hannani M. et Benyoucef A., 2008, Les paysages physiques dans le projet de géoparc de la région de Tadla - Azilal : paysages à protéger et à valoriser, Communication colloque « Paysage et projet de territoire : théories, méthodes, exemples. Des bilans européens aux projets maghrébins », Beni Mellal, 3-5 novembre 2008, inédit.
- Fairhead J. et Leach M., 1996, *Misreading the African landscape. Society and ecology in a forest-savanna mosaic*, Cambridge University Press, Cambridge, 354 p.
- FAO, 1993, Développement durable des terres arides et lutte contre la désertification, Position de la FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/v0265f/v0265f00.htm> Consulté 25 mars 2013.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2008, Land degradation Assessment in Dryland (LADA), <http://www.fao.org/nr/lada/>. Consulté 15 août 2011.
- Faramalala A., Auda Y., Gastellu-Etchegorry J-P. et Blasco F., 2008, Le suivi des surfaces des mangroves par télédétection, Résumé XIe Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'Agence universitaire de la Francophonie, Nov. 2008, pp. 220-221. http://www.reseautd.auf.org/IMG/pdf/resumeJS2008_229-264.pdf Consulté 12 octobre 2013.
- Faye E., Diatta M., Samba A.N.S. et Lejoly J., 2008, Usages et dynamique de la flore ligneuse dans le terroir villageois de Latmingué (Sénégal), *Journal des Sciences et Technologies*, 7, pp. 43-58.
- Feola G., 2015, Societal transformation in response to global environmental change: a review of emerging concepts, *Ambio*, vol. 44, n°5, pp. 376-90.
- Floret C., Le Floc'h E., Pontanier R. et Romane F., 1980, Désertification dans la région d'Oglat Merteba, Tunisie, Etudes de cas sur la désertification, Recherches sur les ressources naturelles, XVIII, UNESCO, 51 p.
- Floret C., 1982, L'aridité en Tunisie présaharienne, *Travaux et Documents*, n° 150, ORSTOM, Paris, 544 p.
- Floret C., Le Floc'h E. et Pontanier R., 1992, Perturbations anthropiques et aridification en zone présaharienne. In : Le Floc'h et al (eds), L'aridité une contrainte au développement, Ed ORSTOM Paris, pp. 449-466.
- Folke C., Carpenter S., Walker B., Scheffer M., Chapin T. et Rockström J., 2010, Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability, *Ecology and Society*, vol. 15, n° 4. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>
- Fourault-Cauët V., 2007, Le paysage dans trois revues forestières européennes : une notion consensuelle, des panoramas variés ? *Revue Forestière Française*, LIX, 4, pp. 379-392
- Foury P., 1948, Principes de sylviculture tropicale, *Bois et forêts des tropiques*, n° 7, pp. 227-250.
- Frémont A., 1976, *La région, espace vécu*, Paris, Flammarion
- Gagnol L., 2011, La mobilité : stratégie adaptative ou symptôme d'inadaptation des sociétés sahéliennes ? Une mise en perspective historique des politiques de lutte contre la désertification, Séminaire CSFD, Montpellier, 30 juin.
- Gagnol L., 2012, La mobilité : symptôme d'inadaptation des sociétés sahéliennes ou stratégie adaptative ?, *Science et changements planétaires/Sécheresse*, vol. 23, n°3, pp. 240-247.
- GAP II, 1990, UNEP Global Assessment of Land Degradation/Desertification – GAP II, *Desertification Control Bulletin*, no.18, pp. 24-25.
- Gascon A., 1998, La forêt perdue d'Éthiopie, un mythe contemporain, In : Chastanet (dir.), *Plantes et paysages d'Afrique. Une histoire à explorer*, Paris, CRA, Karthala, pp. 383-409.

- Gassani J., 2008, Apport de l'analyse spatiale à l'étude du rôle des dépressions dans la dynamique hydrologique d'un bassin versant en milieu Nord-sahélien, Thèse de doctorat, Université d'Angers, 248 p.
- Gautier D. et Ntoupka M., 2003, Une inflexion dans la dégradation des ressources arborées au Nord-cameroun, *Cahiers Agricultures*, vol. 12, n°4, pp. 235-240.
- Geeson N.A., Brandt C.J. et Thornes J.B. (Eds), 2002, *Mediterranean desertification. A mosaic of processes and responses*, Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 440p.
- Geist H.J. et Lambin E.F., 2004, Dynamic causal patterns of desertification, *Bioscience*, vol. 54, n°9, pp. 817-829.
- Gendreau, F., Gubry P. et Veron J. (dir.), 1996, Populations et environnement dans les pays du Sud, Karthala-CEPED, Paris, 308 p.
- Gueben-Venière S., 2011, En quoi les cartes mentales, appliquées à l'environnement littoral, aident-elles au recueil et à l'analyse des représentations spatiales ?, *EchoGéo [En ligne]*, n°17.
- Gillanders S.N., Coops N.C., Wulder M.A., Gergel S.E. et Nelson T., 2008, Multitemporal remote sensing of landscape dynamics and pattern change: describing natural and anthropogenic trends, *Progress in physical geography*, 35 (5), pp.503-528.
- Gillon Y., 2000, Introduction. Artificialisation et anthropisation, In Gillon Y., Chaboud C., Boutrais J. et Mullon (eds), Du bon usage des ressources renouvelables, IRD, coll. Latitudes 23, pp. 29-37.
- Goldman A., 1993, Agricultural innovation in three areas of Kenya : neo-boseruptian theories and regional characterization, *Economic geography*, vol. 69, n°1, pp. 44-71.
- Gonzalez J., 2005, Plan de gestion pour la régénération de la mangrove dans le parc National du Diawling et sa périphérie (Mauritanie), Rapport de stage, DESS «Gestion des Zones Humides. Biodiversité et ingénierie », Univ. Angers, 60p + annexes
- Grove A.T., 1996, The historical context : before 1850, In : Brandt J.C. et Thornes J.B. (eds), *Mediterranean desertification and landuse*, Wiley, Devon, UK, pp. 13-28.
- Grove A.T., Rackham O., 2000, *The nature of mediterranean europe : an ecological history*, New Haven Londres Yale Univ Press, 384 p.
- Gumuchian H. et Pecqueur B. (dir.), 2004, La notion de ressource territoriale, In : Montagnes méditerranéennes, n° 20, Grenoble, Institut de Géographie.
- Hadeid M., 2008, Approche anthropique du phénomène de désertification dans un espace steppique : le cas des hautes plaines occidentales algériennes, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, Vol. 8, n°1, avril 2008, mis en ligne le 07 nov. 2008, Consulté 07 août 2011. URL : <http://vertigo.revues.org/5368>.
- Hamerlynck O., 1996, Plan de gestion du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique, 1996-2001, PND, UICN, Mauritanie, 63 p.
- Hamerlynck O., Ould Baba M.L. et Duvail S., 1999, The Diawling National Park, Mauritania : joint management for the rehabilitation of a degraded coastal wetland, *Vida Silvestre Neotropical*, Vol 7, 1, pp. 59-70.
- Hamerlynck O., Duvail S., Ould Messaoud B. et Benmergui M., 2006, The restoration of the Lower Delta of the Senegal River, Mauritania (1993-2004), In : JJ. Symoens, Les Ecosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest. Diversité biologique - Ressources - Conservation, Bruxelles, FFRSA, CNBSB, PRCZCMAO, pp. 195-210.
- Hamerlynck O. et Duvail, S., 2003, La restauration du delta du fleuve Sénégal en Mauritanie. Série bleue, UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. Viii, 88 p.

- 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, PNUD, MOR 92/010, Ouarzazate, 49 p.
- Hardin G., 1968. « The Tragedy of the Commons », *Science*, vol. 162, 13 dec. 1968, pp. 1243-1248.
- Hay GJ. et Castilla G., 2006, Object-based image analysis: strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT), 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006), *The International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XXXVI-4/C42, CD ROM.
- Helldén U., 1984, Drought impact monitoring, Lunds Universitets Naturgeografiska Institution, Rapport och Notiser 61, Lund, Sweden, 61 p.
- Helldén U., 1987, Desertification monitoring : is desert encroaching ?, *Desertification Control Bulletin*, 17, pp. 8-12.
- Helldén U., 1992, Desertification - Time for an assessment ?, *Ambio*, 20, pp. 372-383.
- Henry D., 2010, Les éleveurs, l'herbe et la montagne : un paysage de la pratique pastorale ? Éléments d'ethnogéographie paysagiste en Pyrénées centrales, *Projets de Paysage*, Dossier thématique, n°4, publié le 18/07/2010 http://www.projetsdepaysage.fr/fr/les_eleveurs_l_herbe_et_la_montagne_un_paysage_de_la_pratique_pastorale
- Hickel R., 1924, Le problème du reboisement dans le bassin méditerranéen, Communication IXe Congrès International d'Agriculture et de sylviculture, Madrid, 1911, *Bulletin de Silva Mediterranea*, Ligue forestière internationale méditerranéenne, n°1, p. 7.
- Hutchinson C.F., 1996, The sahelian desertification debate : a view from the American south-west, *Journal of arid environments*, 33, pp. 519-524.
- Huysecom E., Mayor A., Ozainne S., Robion-Brunner C., Ballouche A., Cissé L., Eichhorn B., Garnier A., Le Drezen Y., Lespez L., Loukou S., Rasse M, Sanogo K., Serneels V., Soriano S., Soullignac R., Taïbi N. et Tribolo C., 2010, Le Pays dogon et son passé : apports de la douzième année de recherches du programme « Peuplement humain et évolution paléoclimatique en Afrique de l'Ouest », *In : Jahresbericht SLSA 2009*. Zürich et Vaduz: Fondation Suisse-Liechtenstein pour les recherches archéologiques à l'étranger, pp. 79-176. http://www.slsa.ch/Projekte/OunjougouF_09.pdf
- Huysecom E., Ozainne S., Mayor A., Jeanbourquin C., Robion-Brunner C., Ballouche A., Chaix L., Cissé L, Eichhorn B., Garnier A., Guindo N., Kahlheber S., Le Drezen Y., Lespez L., Loukou S., Sanogo K., Serneels V., Soriano S., Soullignac R. et Taïbi N., 2011, Le tell de Sadiá en Pays dogon : la treizième année de recherches du programme « Peuplement humain et paléoenvironnement en Afrique de l'Ouest », *In : Jahresbericht SLSA 2010*. Zürich et Vaduz: Fondation Suisse-Liechtenstein pour les recherches archéologiques à l'étranger, pp. 101-221. http://www.slsa.ch/Projekte/OunjougouF_10.pdf
- Idder T., 1998, La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérien. Impacts des rejets agricoles et urbains et techniques de remédiation, Thèse Univ. Angers, France.
- Iliffe J., 2009, Les africains. Histoire d'un continent, Champs Histoire, Flammarion, 701 p.
- Interim secretariat CCD, 1995, United Nations Conventions to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly Africa, UNEP, Nairobi, Kenya, 71 p.
- Jean B., 1985, Sécheresse et désertification au Mali : situation actuelle et perspectives, *Revue Forestière Française*, XXXVII, 2, pp. 77-92.

- Jollivet M., 2009, Eléments de théorie pour une recherche interdisciplinaire sur les interfaces natures/sociétés, *In* : Hervé D., Laloë F. (eds), *Modélisation de l'environnement : entre natures et sociétés*, Paris, Editions Quae, pp. 9-20.
- Joly F., 1994, Le Présahara, marge écologique et pôle de développement, *In* Colloque en l'hommage de R. Coque "Les milieux arides et semi-arides. Héritages et dynamiques actuelles", St-Cloud 11-12 fev. 1993, publ. Centre Biogéographie-Ecologie, ENS, pp. 405-415.
- Kamian B., 2003, Histoire coloniale des dogon, *In* : Bedaux R. et Van Der Waals J.D. (eds), *Regards sur les dogon du Mali*, Rijksmuseum voor volkenkunde, Leyde, Editions Snoeck, Gand, pp. 49-52.
- Karsenty A., Antunes A.F.B. et Centeno J.S., 2007, Classification orientée objet de la perméabilité des sols en zone urbaine à l'aide d'imagerie très haute résolution et de données laser scanner à Curitiba (Brésil), *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 avril 2007, INPE, pp. 565-572.
- Kergomard C., 2000, Pratique des corrections atmosphériques en télédétection : utilisation du logiciel 5S-PC, *Cybergeo : European Journal of Geography* [Online], Topics, Proceedings of a Seminar on remote sensing for social sciences, document 181, En ligne depuis 05 Mai 2000. URL : <http://cybergeo.revues.org/1679> ; DOI : 10.4000/cybergeo.1679
- Kirat T. et Melot R., 2006, Du réalisme dans l'analyse économique des conflits d'usage : les enseignements de l'étude du contentieux dans trois départements français (Isère, Loire-Atlantique, Seine-Maritime), *Développement durable et territoires*, Dossier 7 « proximité et environnement », mis en ligne le 10 mai 2006, URL: <http://developpementdurable.revues.org/index2574.html>
- Kosmas C., Kairis Or., Karavitis Ch. , Ritsema C., Salvati L., Acikalin S., Alcalá M., Alfama P., Athlipheng J., Barrera J., Belgacem A., Sole-Benet A., Brito J., Chaker M., Chanda R., Coelho C., Darkoh M., Diamantis I., Ermolaeva O., Fassouli V., Fei W., Feng J., Fernandez F., Ferreira A., Gokceoglu C., Gonzalez D., Gungor H., Hessel R. , Juying J., Khatteli H., Khitrov N., Kounalaki A., Laouina A., Lollino P., Lopes M., Magole L., Medina L., Mendoza M., Morais P., Mulale K., Ocakoglu F., Ouessar M., Ovalle C. , Perez C., Perkins J., Pliakas F., Polemio M., Pozo A., Prat C., Qinke Y., Ramos A., Ramos J., Riquelme J., Romanenkov V., Rui L., Santaloia F., Sebego R., Sghaier M., Silva N., Sizemskaya M., Soares J., Sonmez H., Taamallah H., Tezcan L., Torri D., Ungaro F., Valente S., de Vente J., Zagal E., Zeiliger A., Zhonging W. & Ziogas A., 2013, Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach, *Environmental Management*, Springer, published online, 20 p.
- Kuper M., 2002, Stratégies d'exploitation en zones inondables tropicales, *In* : Orange D. Arfi R., Kuper M., Morand P., Poncet Y. (eds), *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales*, IRD éditions, Paris, pp. 387-394.
- Lambin E., 1988, L'apport de la télédétection dans l'étude des systèmes agraires d'Afrique: l'exemple du Burkina Faso, *Africa: Journal of the International African Institute*, vol. 58, n°3, pp. 337-352
- Larrère R., 2007, Le paradoxe de la globalisation. Un optimisme (raisonné) au niveau local coexiste avec un catastrophisme (éclairé) au niveau planétaire, Colloque De l'auto-organisation au temps du projet. Autour de Jean-Pierre Dupuy, Cerisy-La-Salle, 17 p. http://www.carnetsnord.fr/colloques/cerisy-2007/pdf/cerisy2007_1_larriere.pdf
- Latiri L., 1999, La mise en paysage des systèmes d'irrigation dans les oasis du Sud tunisien, T1-2, Thèse d'Université, Paris I-Panthéon-Sorbonne.
- Lavauden L., 1927, Les forêts du Sahara, *Rev. Des Eaux et Forêts*, LXV, n°6, pp. 265-277, et

- n°7, pp. 329-341.
- Lavigne Delville P., 2005, Les diagnostics participatifs dans le cadre des projets de développement rural dans les pays en développement : postulats, pratiques et effets sociaux des PRA/Marp, Actes colloque « Cultures et pratiques participatives : une perspective comparative », LAIOS et AFSP, Paris, 20-21 janvier 2005, 26 p.
- 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, 123 p.
- Le Drezen Y., 2008, Dynamiques des paysages de la vallée du Yamé depuis 4000 ans. Contribution à la compréhension d'un géosystème soudano-sahélien (Ounjougou, Pays Dogon, Mali), Doctorat géographie, Université de Caen, 384 p. + annexes.
- Le Drezen Y. et Ballouche A., 2009, Dynamiques récentes des paysages végétaux en domaine soudano-sahélien. L'exemple de la moyenne vallée du Yamé (Ounjougou, Pays Dogon, Mali), *BAGF-Géographies*, 1, pp. 46-66.
- Le Floc'h E., 1973, Etude de parcours du Sud tunisien I : carte phyto-écologique d'Oglat Merteba et Mareth (1/100 000), *Ann. Inst. Nat. Agron. Tunisie*, vol. 46, fasc. 5, 92 p. + cartes.
- Le Floc'h E., Neffat M., Chaïeb M. et Pontanier R., 1995, Un essai de réhabilitation en zone aride. Le cas de Menzel Habib (Tunisie), *In* : Pontanier R., Le Floc'h E., M'Hiri A., Aronson J. et Akrimi N. (eds), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?*, John Libbey Eurotext, Paris, pp.139-160.
- Le Houérou H.N., 1968, La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes, *Annales Algériennes de géographie*, 6, pp. 2-27.
- Le Houérou H.N., 2002, Man-made deserts: desertization processes and threats, *Arid land research and management*, 16, pp. 1-36.
- Lepers E., Lambin E., Janetos A., DeFries R., Achard F., Ramankutty N. et Scholes R.J., 2005, A synthesis of rapid land-cover change information for the 1981-2000 period, *Bioscience*, 55, pp. 115-124.
- Le Poulichet, 1991, Environnement et catastrophe, Mentha, Eure, 95 p.
- Leprun J.-C., Barreto Rodrigues E. et Silva F., 1995, Les dégradations des sols en régions semi-arides au Brésil et en Afrique de l'Ouest. Comparaison et conséquences. Suggestions sur leurs réhabilitations respectives, *In* : Pontanier R., Le Floc'h E., M'Hiri A., Aronson J. et Akrimi N. (eds), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?*, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 267-291.
- Lericollais A., 1988, La gestion du paysage ? Sahélisation, surexploitation et délaissement des terroirs sereer au Sénégal, *In* : Colloque « La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest », ORSTOM, Dakar, 16 p.
- Lespez L., Rasse M., Garnier A., Le Drezen Y. et Ballouche A., 2010, Les paléoenvironnements du site de Sadia. Résultats préliminaires et perspectives, *In* : Huysecom E. *et al.* (dir.), *Le Pays dogon et son passé: La 12ème année de recherche du programme « Peuplement humain et évolution paléoclimatique en Afrique de l'Ouest »*, *Jahresbericht SLSA 2009*, Zürich et Vaduz: Fondation Suisse-Liechtenstein pour les recherches archéologiques à l'étranger, pp. 26-34.
- Letreuch-Belarouci N., 1991, Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir, Vol. 1 et Vol. 2, OPU, Alger, 641 p.
- Lynch K., 1960, *The Image of the City*, Cambridge, The MIT Press
- Mabbutt J.A., 1986, Desertification indicators, *Climate Change*, 9, pp. 113-122.

- Mainguet M., 1990, La désertification: une crise autant socio-économique que climatique, *Sécheresse*, 1, pp. 187-195.
- Mainguet M., 1995, L'homme et la sécheresse, Masson géographie, Paris, 335 p.
- Maley J., 2003, Synthèse sur l'histoire de la végétation et du climat en Afrique centrale au cours du Quaternaire récent. *In* : Froment A. et Guffroy J. (eds), Peuplements anciens et actuels des forêts tropicales, IRD Editions, Paris, 358 p.
- M.A.R.A., 1974, La steppe algérienne, n° 14, Alger, 384 p.
- Marchant R. et Hooghiemstra H., 2004, Rapid environmental change in African and South American tropics around 4000 years before present: a review, *Earth-Science Reviews*, 66 (3-4), pp. 217-260.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J. et Behrens III W.W., 1972, Halte à la croissance, Fayard, Paris.
- Mhirit O. et Et-Tobi M., 2000, Evaluation des arbres hors forêt au Maroc: contribution au rapport sur l'évaluation des ressources forestières 2000, étude de cas du Maroc, Ecole nationale forestière d'ingénieurs, Ministère de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forêts, Maroc. 25 p. et 14 annexes.
- Michel P., Barusseau JP., Richard JF. et Sall M., 1993, L'après-barrages dans la vallée du Sénégal ; modifications hydrodynamiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles. Ministère Coop. et Développement, Presses Univ. Perpignan, 152 p.
- Milton S.J., Dean W.R.J., Du Plessis M.A. et Seigfrid W.R., 1994, A conceptual model of arid rangeland degradation: the escalating cost of declining productivity, *Bioscience*, 44 (2), pp. 70-77.
- 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, 42 p.
- Ministère de l'environnement et de l'assainissement du Mali, 2009, Rapport Evaluation intégrée des écosystèmes : cas de la région de Mopti au Mali, Initiative Pauvreté – Environnement, 114 p.
- Moguedet G., Dubost D., Picard F., Taïbi A.N. et Violleau D., 2002, Compte rendu de la mission du LSEA Univ d'Angers au Bas Sahara 16-27 janvier 2002, La valorisation agricole en domaine saharien des eaux usées urbaines épurées, Univ. Angers, 24 p.
- Molle F. et Ruf T., 1994, Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués, *In* : Sebillote M. (ed.) Recherches-système en agriculture et développement rural, Montpellier, Cirad, pp. 114-118.
- Monchicourt Ch., 1906, La steppe tunisienne chez les Frechich et les Majeur (Régions de Feriana, Kasserine, Sbeitla, Djilma), Impr. de J. Orliac, Tunis, 85 p.
- Monnier Y., 1981, La poussière et la cendre, ACCT, Paris, 250 p.
- Morin E., 2007, Où va le monde ?, Paris, L'Herne, 108 p.
- Morris J., 1995, The Political Economy of Land Degradation Pressure Groups, Foreign Aid and the Myth of Man-Made Deserts, IEA Environment Unit, London, Grande Bretagne, 104 p.
- Mortimore M., Tiffen M. et Gichuki F., 1993, Sustainable growth in Machakos, *ILEIA newsletter*, vol. 9, n°4, pp. 6-10.
- Mortimore M. et Turner B., 2005, Does the sahelian smallholders's management of woodland, farmtrees, rangeland support the hypothesis of human-induced desertification ?,

- Journal of Arid Environments*, n°63, pp. 567-595.
- Mugéle R., 2013, Enjeux et conséquences de la réglementation sur le bois-énergie au Tchad, *EchoGéo* [En ligne], 26 | 2013, mis en ligne le 19 décembre 2013, consulté le 29 juillet 2014. URL : <http://echogeo.revues.org/13620>
- Mura R., 1992, La restauration des terrains en montagne dans l'approche actuelle de la conservation des sols, VIIIe réunion du réseau érosion, sept 1991, *Réseau Erosion bulletin*, n°12, pp. 11-20.
- Nach Mback C., 2000, La chefferie traditionnelle au Cameroun : ambiguïtés juridiques et dérives politiques, *Africa Development*, Vol. XXV, n° 3 et 4, pp. 77-118.
- Nach Mback C., 2003, Démocratisation et décentralisation - Genèse et dynamiques comparés des processus de décentralisation en Afrique Subsaharienne, Karthala, Paris, 528 p.
- Naciri, K., 2002, Les cadres constitutionnels, légaux et administratifs du gouvernement local au Maroc, in 4^e Forum méditerranéen du développement (MDF4) « Empowering local government institutions in the MENA Region », Amman, 8-10 avril 2000. <http://www.worldbank.org/mdf/mdf4/papers/naciri.pdf>.
- Naciri M., 1999, Territoire : contrôler ou développer, le dilemme du pouvoir depuis un siècle, *Monde Arabe Maghreb Machrek*, n° 164, pp. 9-35.
- Nahal I., 2004, La désertification dans le monde. Causes-Processus-Conséquences-Lutte, L'Hamattan, 150 p.
- Naveh Z., 1998, From biodiversity to ecodiversity. Holistic conservation of the biological and cultural diversity of mediterranean landscapes, in Rundel F.W. et al. (Eds), Landscape disturbance and biodiversity in mediterranean type ecosystems, *Ecol. Stud.*, Vol. 136, pp. 23-53.
- Neboit R., 2010, L'homme et l'érosion, Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 2010, 352 p.
- Nejjari A., Gille E. et François D., 2000, Les longues chroniques pluviométriques et la caractérisation de la sécheresse récente au Nord du Moyen Atlas (Maroc), Metz, 51 p.
- Nouschi A., 1959, Notes sur la vie traditionnelle des populations forestières algériennes, *Ann. Geogr.*, LXVIIIe année, n°370, pp. 525-535.
- O'Brien K., 2011, Responding to environmental change: A new age for human geography?, *Progress in Human Geography*, 35, pp. 542-549.
- O'Brien, K. et Barnett J., 2013, Global environmental change and human security, *Annual Review of Environment and Resources*, 38, pp. 373-391.
- Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate, 1999, Rapport d'activité des PMH. Maroc développement GOPA consultants, Ouarzazate.
- Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A. et Sombroek W.G., 1991, World map of the status of human-induced soil degradation, An explanatory note, Global Assessment of Soil Degradation GLASOD, ISRIC, 41 p.
- Olson M., 1978, Logique de l'action collective, Paris, Presses Universitaires de France (trad.).
- Olsson L., 1983, Desertification or climate ? *Lund Studies in Geography Ser. A physical Geography*, n° 60, Lund, Sweden, 36 p.
- Olsson L., 1985, An integrated study of desertification, *Lund Studies in Geography Ser. C General and mathematical geography*, n° 13, Lund, Sweden, 170 p.
- Olsson L., 1993, On the cause of famine: drought, desertification and market failure in the Sudan, *Ambio*, n°22, pp. 395-403.

- Olsson L., Eklundh L. et Ardö J., 2005, A recent greening of the Sahel – Trends, patterns and potential causes, *Journal of Arid Environments*, n°63, pp. 556-566.
- Orr B., 1997, Does desertification exist (as defined by UNCED), or is it merely a useful political term ?, *Rangeland Management*, Office of arid lands studies, 3 p. <http://ag.arizona.edu/OALS/agnic/desertification.html>.
- Ostrom E., 1990, *Governing the Commons : The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Ostrom E., 1999, Coping with tragedies of the commons, *Annu. Rev. Polit. Sci.*, n°2, pp. 493-535.
- Ostrom E., Burger J., Field C.B., Norgaard R.B. et Policansky D., 1999, Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges, *Science*, 284, pp. 278-282.
- Ovalle C., Aronson J., Del Pozo A. et Avendaño J., 1995, Restauration et réhabilitation d'agroécosystèmes du *Secano interior* au Chili central, *In : Pontanier R., M'Hiri A., Aronson J., Akrimi N. et Le Floc'h E. (eds), L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?*, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 231-245.
- Ozer P., 2004, Bois de feu et déboisement au Sahel : mise au point, *Sécheresse*, n° 3, vol. 15, pp. 243-251.
- Parc National du Diawling, 1998, Suivi et valorisation des ressources halieutiques. Rapport d'appui au programme du PND, PND, Nouakchott, 26 p.
- Paulet J-P., 2002, *Les représentations mentales en géographie*, Paris, Anthropos.
- Pees A., 1960, l'Economie forestière de la Côte Basque dans le cadre de la Sociologie rurale : la dévastation de la forêt des landes incultes (Touya) Les essais de reboisements, rapport de stage élève ingénieur, *Annales de l'école nationale des eaux et forêts et de la station de recherches et expériences*, Vol. 17, n° 4, pp. 377-450
- Pelissier P., 1980, L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique tropicale, *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, vol. XVII, n° 3-4, pp. 131-136.
- Petit S., 1999, dessine moi une forêt... : éléments de réflexion sur les fondements et implications écologiques et sociales de la définition d'une forêt, *In : Alexandre, Lescure, Bied-Charretton et Fotsing (eds), Contribution à l'état des connaissances sur les arbres hors forêt (TOF)*, IRD-FAO, Orléans, France, pp. 61-68.
- Platon, 2002, *La République*, Flammarion, Paris, 801 p.
- Pontanier R., M'Hiri A., Aronson J., Akrimi N. et Le Floc'h E., 1995, *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?*, John Libbey Eurotext, Paris, 455 p.
- Pourtier R., 2004, Développement « rurable » au Sud, géodiversité et dynamiques territoriales, *Historiens et Géographes*, n° 387, pp. 211-215.
- Ramade F., 2002, *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement*, 2^e édition, Dunod, Paris, 1075 p.
- Ramadier T. et Bronner A-C., 2005, Knowledge of the environment and spatial cognition : JRS as a technique for improving comparaisons between social groups, *Environment and Planning B : Planning and design*, vol. 33, pp. 285-299
- Rasmussen K., 1999, Land degradation in the Sahel-Sudan: the conceptual basis, *Geografisk Tidsskrift*, Special issue, 2, pp. 151-164.
- Reed M.S., Dougill A.J. et Taylor M.J., 2006, Integrating local and scientific knowledge for adaptation to land degradation: Kalahari rangeland management options, *Land Degradation & Development*, vol. 18, n° 3, pp. 249-268.

- Ribot J.C., 1999, A history of fear : imagining deforestation in the West African dryland forests, *Global Ecology and Biogeography*, n°8, pp. 291-300.
- Richard J-F., 1985, Le paysage, analyse et synthèse. Contribution méthodologique à l'étude des milieux tropicaux (savanes et forêts de Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat d'État (Géographie Physique), Université Paris VII, Paris, 438 p.
- Richard J-F., 1990, La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest, ORSTOM/AUPELF/CCF/UICN/ENDA, Ed. J-F. Richard., Paris, Dakar, 310 p.
- Robbins P., 2001, Fixed categories in a portable landscape : the causes and consequences of land-cover categorization, *Environment and planning*, A33 (1), p. 161-179.
- Rodary E., Castellanet C. et Rossi G., 2003, Conservation de la nature et développement. L'intégration impossible ?, Karthala, Paris.
- Rodary E., 2008, Les parcs nationaux africains, une crise durable. *In* : Héritier et Laslaz (dir.), Les parcs nationaux dans le monde. Protection, gestion et développement durable, Paris, Ellipses, coll. « Carrefours Les dossiers », pp. 207-226.
- Roose E., Kabore V. et Guenat C., 1995, Le zaï, une technique traditionnelle africaine de réhabilitation des terres dégradées de la région soudano-sahélienne (Burkina-Faso), *In* : Pontanier et al. (eds), L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 249-265.
- Rossi G. et André V., 2006, La biodiversité : questions de perspectives, *Ann. Géo.*, n° 651, pp. 468-484.
- Rubio F., 2004, Dictionnaire pratique des Organisations Non Gouvernementales, Ellipses, Paris, 414 p.
- Said E.W., 2000, Culture et impérialisme, Fayard / Monde Diplomatique, Cher, St Amand-Montrond, 555 p.
- Salvati L. et Bajocco S., 2011, Land sensitivity to desertification across Italy: past, present, and future, *Appl. Geogr.*, 31, pp. 223–231.
- Salvati L., Zitti M. et Ceccarelli T., 2008, Integrating economic and ecological indicators in the assessment of desertification risk: suggestions from a case study, *Appl Environ Ecol Res* 6, pp. 129–138.
- Sari D., 1977, L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie), SNED, Alger, 624 p.
- Sautter G., 1978, Dirigisme opérationnel et stratégie paysanne, ou l'aménageur aménagé, *l'Espace Géographique*, n°4, pp. 233-243.
- Schmitz J., 1986, L'Etat géomètre : les leydi des peuls du Fuuta Tooro (Sénégal) et du Maasina (Mali), *Cahiers d'études africaines*, n°103, XXVI, pp. 349-394
- Simon L., 1997, Climax et dynamiques végétales méditerranéennes: des notions à redécouvrir. Exemples pris dans les Alpes du Sud, *In* : Tabeaud M., Pech P., Simon L. (eds), Geo-Mediterr, Méditerranée, Pub. Sorbonne, pp. 175-184.
- Somesh K., 2002, Methods for Community Participation: A complete guide for practioners, USA, Michigan, ITDG Publishing
- Sournia G., 1990, Les aires de conservation en Afrique francophone: aujourd'hui et demain espaces à protéger ou espaces à partager?, *Cahier d'Outre-mer, Revue de Géographie de Bordeaux*, Pessac, 42 (172), pp. 461- 464.
- Spiga Y., 1994, L'aménagement du milieu montagnard. Doit-on refaire la montagne ?, *In* : Marre A. (ed.) Etudes algériennes, *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, n° 85-86, pp. 49-58.

- Stebbing E.P., 1935, The encroaching Sahara: the threat to the West African colonies. *The Geographical Jour.*, vol. 85, p. 506-24.
- Stebbing E.P., 1937, The Threat of the Sahara. *Jour. of the Royal African Society*, vol. 36, p. 3-35.
- Stocking M., 1985, Erosion-induced loss in soil productivity: trends in research and international cooperation, Univ. of East Anglia, Norwich, U.K., 52 p.
- Stuart N., Barratt T. et Place C., 2006, Classifying the Neotropical savannas of Belize using remote sensing and ground survey, *Journal of Biogeography*, 33, pp. 476–490.
- Sturm H-J., 2000, Les parcs agraires : reflet de l'histoire du peuplement, *Berichte des sonderforschungsbereichs*, 268, t. 14, pp. 405-408.
- Taïbi A.N., 1998a, 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., 1998b, Détermination des sens de migrations éoliennes de la région de Laghouat (piémont Sud de l'Atlas saharien, Algérie) par télédétection aérienne et satellitaire, *Photo-interprétation*, Vol. 36, n°4, pp. 143-148.
- Taïbi N., Moguedet G., Boukchina R., Ababsa F., Gaouar A., Lakhdari F., Dubost D., Violleau D., Picard-Bonnaud F., Kirane D., Semadi A., Belguedj M., Hettal A., Hafouda L., Aït Meziane M. et Moussaoui M., 2003, La ressource en eaux non conventionnelles facteur de développement en zone saharienne, Conférence internationale « Hydrologie des régions méditerranéennes et semi-arides », ENSA, Montpellier 1-4 avril 2003, Actes sur CD-Rom.
- 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*, vol. 4, n° 1, pp. 63-73.
- Taïbi A.N., Gassani J., Elghadi A.V., Ballouche A., Moguedet G., Ould Baba M.L. et 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 multidate, *Télédétection*, vol. 5, n°1-2-3, pp. 35-45.
- Taïbi A.N., Barry MH., Hallopé A., Moguedet G., Ballouche A., Ould Baba ML. et Ba A., 2006a, Diagnostic par télédétection satellitaire des impacts environnementaux et socio-économiques du Parc National du Diawling sur le Bas Delta du fleuve Sénégal, *In : Les Ecosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest. Diversité biologique - Ressources - Conservation* (ed. JJ Symoens) FFRSA, CNBSB, PRCZCMAO, pp. 211-229.
- Taïbi AN., Barry M.H., Gassani J., Ballouche A., Moguedet G., Ould Jiddou M., Ould Baba M.L., Elghadi A.V. et Ba A., 2006b, Les zones humides en domaine sahélien mauritanien face aux mutations des modes de mise en valeur agricole (lacs de Mâl, d'Aleg et bas delta du fleuve Sénégal, Mauritanie), *In : Actes du 10^e colloque international « Evaluation environnementale et développement d'une agriculture durable »*, SIFEE, 20-24 juin 2005, Angers, Coll. Evaluations environnementales, Vol. 5, pp. 87-98.
- Taïbi A.N., 2007, Diagnostic et suivi pour un développement durable de zones humides en domaine sahélien (Mauritanie et Sénégal) par télédétection radar et multispectrale, Rapport final à l'AUF de l'action de recherche en réseau « Télédétection et développement durable », 2005-2007, Convention P2-2092RR615, 101 p.
- Taïbi A.N., Ballouche A., Dolfo B., Plassais A. et El Hannani M., 2011a, Les parcs agroforestiers du Pays dogon, des paysages entre héritage et mutation rapide, *In Trochet J-R.* (ed.), *Le paysage d'aujourd'hui à hier, d'hier à aujourd'hui*, CTHS, ouvrage en téléchargement payant, pp. 97-109. <http://cths.fr/ed/edition.php?id=5801>

- Taïbi A.N., Muñoz N., Ballouche A., Dolfo B. et Plassais A., 2011b, Désertification en zone soudano-sahélienne (pays Dogon, Mali) ? Apport de la cartographie et du suivi diachronique des parcs agroforestiers par télédétection satellitaire et aérienne, 25^e conférence cartographique internationale, Paris, 3-8 juillet 2011. http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/A4Maps,%20GIS,%20image%20processing%20&%20hazards%20and%20disasters/CO-047.pdf
- Taïbi A.N., 2012, Classifications orientées objet à différentes résolutions spatiales pour l'établissement d'atlas des paysages du Tadla-Azilal (Maroc) et du pays Dogon (Mali), Rapport final à l'AUF de l'action de recherche en réseau, « Télédétection et développement durable », 2008-2011, Convention P2.2092RR015, 161 p.
http://www.reseautd.auf.org/article.php3?id_article=189
- Taïbi A.N., Barry M.H. et Ballouche A., 2014a, Protection des milieux et gestion des ressources en Afrique sub-saharienne : l'exemple du bas Delta du fleuve Sénégal, *In* : Ballouche et Taïbi (eds.), Eau, milieux et aménagement. Une recherche au service des territoires, Presses Universitaires d'Angers, p. 53-62.
- Taïbi A.N., El Hannani M., Ballouche A. et Elghadi A. Ould Vall, 2014b, Faire face à la sécheresse : exemple de zones humides des marges sud et nord du Sahara, *In* : Ballouche et Taïbi (eds.), Eau, milieux et aménagement. Une recherche au service des territoires, Presses Universitaires d'Angers, p. 247-264..
- Tanser F.C. et Palmer A.R., 1999, The application of a remotely-sensed diversity index to monitor degradation patterns in a semi-arid heterogeneous, South African landscape, *Journal of arid environment*, 43, pp.477-484.
- Tchamie T.T.K., 1994, Enseignements à tirer de l'hostilité des populations locales à l'égard des aires protégées au Togo, *Unasylva*, 45, 1994/1, 8 p.
- Thébaud B., 2002, Foncier pastoral et gestion de l'espace. Peuls du Niger oriental et du Yagha burkinabé, Khartala, Paris, 318 p.
- Tihay J.P., 1976, Dynamique des versants et milieux naturels dans la vallée de la Soummam (Algérie), *Ann. Geogr.*, 85^e année, n°469, pp. 257-280.
- Torre A. et Caron A., 2002, Les conflits d'usage dans les espaces ruraux. Une analyse économique, *Sciences de la société*, n° 57, pp. 95-113.
- Toulmin C., 1993, Lutter contre la désertification : réflexion préliminaire à une convention mondiale, Drylands Programme, IIED, Dossier n° 42, 52 p.
- Toupet Ch., 1975, Le nomade conservateur de la nature ? L'exemple de la Mauritanie centrale, *In* : Monod Th. (ed.), Pastoralism intertropical Africa, International African Institute, Oxford Univ. Press, pp. 455-467.
- Traysac J., 1981, Etude géomorphologique du bassin-versant de l'oued Djelfa-Melah, versant Nord des monts des Ouled Naïl (Algérie), *Etudes Méditerranéennes*, fasc. 3, Centre Univ. D'Etudes Méditerranéennes, Poitiers, 241 p.
- Tucker C.J., Dregne H.E. et Newcombe W.W., 1991, Expansion and contraction of the Sahara desert from 1980 to 1990, *Science*, 253, pp.299-301.
- UICN, 1999, Plan Quinquennal de Gestion Intégrée du Parc National des Oiseaux du Djoudj PQGI/PNOD 1995-1999, Rapport de la mission d'évaluation interne à mi-parcours, 35 p.
- Verbyla D.L., Boles S.H., 2000, Bias in land cover change estimates due to misregistration, *Int. j. Remote Sensing*, vol. 21, n° 18, pp. 3553-3560
- Verdeaux F., 2005, Le terroir, outil de reconnaissance des savoir-faire paysans en Afrique, Entretien avec Paul Péliissier, *In* : Berard L, Cegarra M., Djama M., Louafi S., Marchenay

- P., Roussel B., Verdeaux F. (Eds), Biodiversité et savoirs naturalistes locaux en France, Editions Cirad, Iddri, IFB, Inra, pp. 44-47.
- Wardell D.A., Reenberg A. et Tottrup C., 2003, Historical footprints in contemporary land-use systems : forest cover changes in savannah woodlands in the Sudano-Sahelian zone, *Global Environmental Change*, 13, pp. 235-254
- Warren A. et Agnew C., 1988, Une analyse de la désertification et dégradation des terres en zones arides et semi-arides, Drylands program, IIED, Document n°2, 28 p.
- Warren A. et Khogali M., 1992, Assessment of desertification and drought in the Soudano-sahelian region, 1985-1991, UNSO, New-York, 102 p.
- Warren A., 2002, Land degradation is contextual, *Land Degradation and Development*, n°13, pp. 449-459.
- Warren A., 2002, Can desertification be simply defined ?, *In: Markussen, Nygaard & Reenberg (eds.), Implementing the United Nation's Convention to Combat Desertification. Past Experience and Future Challenges*, University of Copenhagen, Copenhagen, pp. 19-46.
- Weber J., 1995, Gestion des ressources renouvelables: fondements théoriques d'un programme de recherche, Paris, Cirad Green, 21 p. <http://cormas.cirad.fr/pdf/green.pdf> (consulté le 12-08-2011).
- Weber J., 2000, Avant propos, *In : Du bon usage des ressources renouvelables*, Gillon Y., Chaboud C., Boutrais J., Mullon C. (eds), Editions de l'IRD, Paris, pp. 13-16.
- Westoby M., Walker B. et Noy-Meir I., 1989, Opportunistic management for rangelands not at equilibrium, *Journal of range management*, 42, pp. 266-274.
- Young A., 1931, Voyage en France, A. Colin, Paris, 430 p. (cité par M. Chalvet 1997).
- Zaafouri M.S., Akrimi N., Floret Ch., Le Floc'h E. et Pontanier R., 1995, Les arbustes fourragers exotiques. Leur intérêt pour la réaffectation des terres dégradées des régions arides et désertiques tunisiennes, *In : Pontanier et al (eds), L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?*, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 211-229.
- Zaal F. et Oostendorp R.H., 2002, Explaining a miracle: intensification and the transition towards sustainable small-scale agriculture in dryland Machakos and Kitui districts, Kenya. *World Development*, vol. 30, n°7, pp. 1271-1287.

Glossaire

CCD : Convention to Combat Desertification
CCNUCC : Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique
CNUD : Conférence des Nations Unies sur la désertification
CNUED : Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement
CNULD : Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification
COP : Conférence des Parties
FAO : Food and Agriculture Organisation
FMI : Fonds monétaire international
GCES : Gestion Conservatoire de l'Eau et de la fertilité des Sols
GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIMMS : Global Inventory Modeling and Mapping Studies
GLASOD : Global Assessment of SOil Denudation
ICASALS : International Center for Arid and Semi-arid Land Studies
LADA : Land Degradation Assessment in Drylands
NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
OCDE : Organisation de coopération et de développement économique
OMVS : Office de Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ONG : Organisation non gouvernementale
ORMVA : Office Régional de mise en Valeur Agricole
PACD : Plan d'action contre la désertification
PAN : Programme d'action nationale
PND : Parc National du Diawling
PNOD : Parc National des Oiseaux du Djoudj
PNUD (UNDP) : Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE (UNEP) : Programme des Nations Unies pour l'environnement
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UIPN : Union Internationale pour la Protection de la Nature
UNCCD : United Nations Convention to Combat Desertification
UNCOD : United Nations Conference on Desertification
UNEP : United Nations Environment Program

Annexes

Un large corpus de données images

Les caractérisations ainsi que les suivis diachroniques rétrospectifs de l'évolution des différents sites ont été réalisés grâce à une série d'images satellites multispectrales (Landsat, Spot et Quickbird récupérées sur Google Earth) et des photographies aériennes, couvrant en général les périodes avant, pendant et après sécheresse, ainsi qu'une série de campagnes de terrain depuis 1993.

Tableau 1 : Données images utilisées pour le bas delta du fleuve Sénégal (Mauritanie – Sénégal)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
Photos aériennes	1954 (Mission AOF 087)	50 000e	IGN
Photos aériennes IR	1980 (Mission OMVS Décembre 79/janv80)	50 000e	OMVS
Landsat MSS	septembre 1979	80 m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Landsat 5 TM	janvier 1987	30 m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
SPOT 2 XS	décembre 1992	20 m	Programme Isis CNES
SPOT 4 Xi	octobre 2001	20 m	Programme Isis CNES
Spot 4 Xi	novembre 2004	20 m	Programme Isis CNES
Quickbird	Divers des années 2000		Google Earth http://earth.google.fr/

Tableau 2 : Données images utilisées pour le bassin du Dadès (maroc)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
Photos aériennes	1964 (Mission)	50 000e	
Landsat-5 TM	27-08-1987	30m	Achat Université Paris 7
Landsat-5 TM	05-03-1999	30m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Landsat ETM 7+	2006	30m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/

Tableau 3 : Données images utilisées pour le piémont Sud de l'Atlas saharien (Algérie)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
Photos aériennes			
Landsat 2 MSS	07-05-1977		http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
SPOT 2 XS	23-2-1986		
Landsat 5 Thematic Mapper	1-1-1989		Achat Université Paris 7

Tableau 4 : Données images utilisées pour la région d'Aleg (Mauritanie)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
Photos aériennes	1954 (Mission AOF 087)	50 000e	IGN
Landsat MSS	Octobre 1973	80 m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Landsat 5 TM	janvier 1987	30 m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
SPOT 2 Panchromatique	Janvier 1991	10 m	Université de Nouakchott
SPOT 2 XS	27 septembre 1992	20 m	Programme Isis CNES
SPOT 4 Xi	12 décembre 2000	20 m	Programme Isis CNES
ERS 1 et 2 SAR (paires tandem)	2 et 3 novembre 1995, 17 et 8 décembre 1995, 18 et 19 mai 1996		Programme CAT 1 de l'ESA (resp : A. Ozer, Univ Liège, Belgique)

Tableau 5 : Données images utilisées pour la région de Mâl (Mauritanie)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
----------------	------	-------------------------	--------

		Résolution	
Photos aériennes	1954 (Mission AOF 087)	50 000e	IGN
Landsat MSS	mars 1973	80 m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Landsat 5 TM	janvier 1987	30 m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
SPOT 2 XS	décembre 1992	20 m	Programme Isis CNES
SPOT 4 Xi	octobre 2001	20 m	Programme Isis CNES
Spot 4 Xi	novembre 2004	20 m	Programme Isis CNES
Spot 5 fusion multispectral-panchromatique	Programmation juillet-septembre 2006 (6 dates)	5m et 10m	Programme OASIS et ISIS du CNES
RADARSAT - 1	Programmation été 2006 (8 dates juin à octobre)	7m	

Tableau 6 : Données images utilisées pour le Pays dogon (Mali)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
Photos aériennes	Mission AOF 020 février 1952	50 000e	IGN (Université de Rouen)
Photos aériennes	Mission 71 AO 891/500 Mopti 1971	50 000e	IGN Mali
Photos aériennes	Mission 59 150 mai 1982	50 000e	
Landsat MSS	09-1973 et 09-1975	80m	http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp
Landsat TM 5	10-1986 et 10-1999 (2 scènes)	30m	http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp
Landsat ETM 7+	09-2000, 08 et 10-2001	30m	http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp
Spot 5	13-09-2007 (2 scènes)	2.5m	Programme Planet Action
Spot 5	07-11-2008 (1 scène)	2.5m	Programme Planet Action
Spot 5	02 et 03-2010 (6 scènes)	2.5m	Programme Planet Action
Quickbird	21-11-2004 (Sadia), 02-11-2005 (Sangha-Bombou)		Google earth http://earth.google.fr/

Tableau 7 : Données images utilisées pour le Tadla-Azilal (Maroc)

Type de donnée	Date	Echelle / Résolution	Source
Photos aériennes	1954 (Mission)	50 000e	IGN
Landsat MSS	03-1973 et 01-1974	80m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Landsat TM 5	01-1987	30m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Spot 2	05 et 06-1987 (2 scènes), 02 et 07 1993 (2 scènes)	20m	Programme Isis CNES
Landsat ETM 7+	03-2000	30m	http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/
Spot 5	05-2000 (2 scènes) et 03-2004	10m	Programme Isis CNES
Quickbird	06-03-2008 (Azilal), 16-04-2008 (Ouaouizart), 17-07-2009 (Beni Mellal),		Google Earth http://earth.google.fr/

Différents prétraitements ont été appliqués sur ces données images.

Toutes ont été géoréférencées ; les données du Pays dogon en UTM 30N WGS 84, du bas delta du fleuve Sénégal en UTM 29N WGS 84. Pour le Maroc les données ont été géoréférencées en projection Lambert Nord Maroc, datum Merchich, ellipsoïde Clarke 1880. Par contre les différentes dates des régions d'Aleg, de Mâl et du piémont sud de l'Atlas

saharien ont été simplement recalées géométriquement en système plan les unes par rapport aux autres.

Bien que ces corrections radiométriques soient nécessaires pour rendre comparable des images de dates différentes, toutes les données ne l'ont pas été. Ainsi, aucune correction radiométrique n'a été appliquée sur les données des cinq dates du bas delta du fleuve Sénégal en raison de pertes d'information trop importantes. Par ailleurs, les différences saisonnières de dates d'acquisition compliquent encore cette comparaison. En effet, les images de 1979 ont été enregistrées en septembre, à la fin de la saison humide mais au cœur de la sécheresse sévère débutée en 1968 dans le Sahel. Les images de 1987 et 1992 datent, elles, des mois de janvier et décembre, saisons et années relativement sèches. Enfin, les images de 2001 et 2004 datent d'octobre et novembre en tout début de saison sèche mais lors d'années relativement humides. Les résultats obtenus pour ce site restent donc relatifs, mais ces cartographies sont qualitativement indicatives des états de surface et de leur évolution et permettent notamment de localiser les phénomènes de dégradation exacerbés.

Par contre, les images Landsat et Spot du Maroc et du Pays dogon ont été corrigées radiométriquement sous Idrisi. Les données primitives en luminance apparente ont été transformées dans un premier temps en luminance vraie (avec $L_v = L_{\text{Min}\lambda} + (L_{\text{Max}\lambda} - L_{\text{Min}\lambda} / Q_{\text{calMax}}) \times \text{DN}$). Puis ces données ont été transformées en réflectance exo-atmosphérique (avec $I_R = (\pi d^2 \times L_v / E_{\text{SUN}\lambda} \cdot \cos \Theta_s) \times 100$).

Les images Quickbird ont été traitées de manière différente. Celles de la plaine du Séno en Pays dogon, datées du 21-11-2004 ont été capturées sur Google Earth par imagerie de 2.7km de côté et géoréférencées en UTM 30N WGS 84 selon une méthodologie développée par B. Dolfo, alors ingénieur d'étude à ESO-Angers. Après avoir sauvegardé dans un fichier Google à l'extension *.kmz la zone à extraire et défini une altitude qui restera constante pendant toute l'opération de capture, on découpe cette zone en dalles élémentaires de taille identique sur lesquelles on place des points repères régulièrement espacés et dont les coordonnées géographiques sont connues. On capture manuellement l'ensemble de la zone par extraits successifs qui se superposent pour pouvoir ensuite éliminer les logos et autres « objets » gênants sur les imagerie qui sont ensuite assemblées manuellement sous Photoshop. Ces imagerie sont ensuite géoréférencées sous ArcGis en fournissant les coordonnées géographiques des points amers récupérés dans la première étape et qui apparaissent sur cette image. Les différentes dalles sont enfin retouchées sous Adobe Photoshop (élimination de bandes noires ...) et mosaïquées sous le logiciel ENVI.

Liste des figures

- Figure 1 : Localisation et croquis morphologique du site du piémont sud de l'Atlas Saharien (Algérie)
- Figure 2 : Croquis de localisation et géomorphologique de l'est du bassin de l'oued Dadès (Maroc)
- Figure 3 : Localisation des 3 zones humides du sud-ouest mauritanien Le lac d'Aleg (Mauritanie)
- Figure 4 : Localisation des 3 zones humides du sud-ouest mauritanien. Le lac de Mâl (Mauritanie)
- Figure 5 : Le bas delta du fleuve Sénégal et les Parcs nationaux du Diawling (PND, Mauritanie) et des Oiseaux du Djoudj (PNOD, Sénégal)
- Figure 6 : Localisation et croquis morphologique du site de la plaine du Séno (Pays dogon, Mali)
- Figure 7 : Localisation de la région Tadla-Azilal (Maroc)
- Figure 8 : Dynamique d'évolution des états de surface du site de Aïn-Madhi / El Haouita (Piémont sud de l'Atlas Saharien, Algérie) pendant et après la sécheresse des années 1970-80 par classifications non supervisées d'images multidates et multicapteurs.
- Figure 9 : Dynamique d'évolution des états de surface du site du lac d'Aleg (Brakna, Mauritanie) 1992-2000.
- Figure 10 : Compositions colorées des 3 premières composantes des ACP des images Landsat de 1986, 1999 et 2006.
- Figure 11 : Dynamique d'évolution des formations végétales et des sols dans le bas delta du fleuve Sénégal (1979 - 1992 - 2001)
- Figure 12 : Indice de minéralisation ($R^2 + PIR^2$) des canaux Landsat MSS2 et MSS3 de 1979 Dune de Ziré
- Figure 13 : Dynamique de la densité des ligneux de la plaine du Séno entre 1952 et 2004
- Figure 14 : Dynamique d'évolution des parcs agroforestiers de 4 sites de la plaine du Séno (1952-2004)
- Figure 15 : Le front agricole dans la plaine de Banani-Bombou (Pays dogon, Mali)
- Figure 16 : Dynamique d'évolution des paysages de la plaine du Séno, Pays dogon (Mali) 1952-2004
- Figure 17 : Paysages à dominante herbacée à parcs arbustifs et/ou arborés élagués ouverts de la région de Sadia (Pays dogon, Mali)
- Figure 18 : Parcs peu denses en périphérie proche des villages de Diabéli peul et Diabéli dogon
- Figure 19 : Les paysages de la dépression périphérique et du front nord des dunes
- Figure 20 : Les paysages de la zone dunaire du sud-ouest de la région de Sadia
- Figure 21 : Paysages de parcs diversifiés bien entretenus à petits arbres et arbustes au sud de la limite des dunes
- Figure 22 : Parcs arborés associés aux cultures permanentes en périphérie proche des villages dogon
- Figure 23 : Parcs peu denses en périphérie proche des villages peul

Liste des photographies

- Photo 1: Fermes privées avec puits individuels strictement délimitées par des murs, fonctionnelles au second plan et en cours d'aménagement au premier plan
- Photo 2 : Transgression sableuse de la dune littorale vers l'ouest (Bas delta du fleuve Sénégal)
- Photo 3 : Zone totalement dénudée de la dune de Ziré (Bas delta du fleuve Sénégal)

Photo 4 : Champs cultivé de l'année dans la zone sableuse dédiée aux parcours du nord de la plaine du Séno

Photos 5 et 6 : Paysages très ouverts à dominante herbacée piquetés de vieux arbres élagués à morphologie de petits arbres et assez forte diversité spécifique des ligneux.

Photo 7 : Parcs peu denses des terroirs de Diabéli peul et Diabéli dogon à *Balanites* + quelques *Faidherbia albida* et *Sclérocarya* élagués

Photo 8 : Dépression périphérique vue depuis la falaise

Photo 9 : Dépression périphérique dans la région de Téli

Photo 10 : Front des dunes au nord de la plaine du Séno

Photo 11 : Front des dunes au nord de Diabéli

Photo 12 et 13 : Limite entre la zone dunaire à faible couverture ligneuse (premier plan) et dominante herbacée, et la zone à «simples» épandages sableux à parcs arbustifs et à petits arbres (2nd plan) au sud.

Photo 14 : Baobabs dominants à proximité immédiate de Sadia dogon

Photo 15 : *Faidherbia albida* dominants en deuxième auréole autour de Sadia dogon

Photo 16 et 17 : Partie sud du terroir de Sadia peul à *Balanites* dominants

Photo 18 : Partie est du terroir de Sadia peul à grands *Faidherbia albida*

Table des matières

Introduction	3
1 ^{ère} partie :	
Désertification et dégradation des milieux et ressources ; des notions à réinterroger	6
1- Des définitions floues et imprécises	16
1.1- Désertification	16
1.1.1- Les facteurs	17
1.1.2- Un processus ou un état	18
1.1.3- Irréversibilité ou non	19
1.2.- Dégradation	23
2- Des concepts et postulats incertains	25
2.1- Des références à des concepts scientifiques contestés ou inadaptés	25
2.2- Des conceptions basées sur une opposition récurrente entre nature et société	29
2.3- L'instrumentalisation politique de la protection de la « Nature » et du déclin de l'environnement	32
2.4- La dégradation posée comme postulat de départ	34
2.5- Catastrophisme	38
2.6- Un état initial idéalisé ou fantasmé	41
2.6.1- La forêt idéalisée. Un parti pris idéologique pour la forêt	42
3- Des méthodes et techniques inappropriées ou orientées	46
3.1- Des outils techniques d'analyse inappropriés ou mal employés	46
3.2- Des quantifications approximatives	49
3.3- Simplification et études sectorielles	51
3.3.1- Qualifications des dynamiques d'évolution par l'étude du couvert végétal	53
3.4- Un problème d'échelle spatiale et temporelle d'approche	55
4- Les conséquences des limites de ces notions de désertification et de dégradation	57
4.1- Des échecs des programmes de restauration et réhabilitation	57
4.2- Dépossession de fait et exclusion des populations	60
2eme partie :	
Des approches renouvelées, d'autres filtres pour appréhender les processus à l'œuvre	66
1- Une lecture systémique de la complexité des processus et de leurs facteurs	67
1.1- Des processus de dégradation localisés liés à des facteurs de proximité	69
1.1.1- Des processus exacerbés et localisés à échelle locale « stricte »	69
1.1.2- Une dégradation quantitative plus « diffuse » à échelle locale « large »	76
1.1.3- Processus qualitatifs	80
1.2- Des facteurs plus globaux	81
1.2.1- Mutations de l'occupation et de la gestion des ressources et des milieux	81
1.2.1.1- Sédentarisation et semi-sédentarisation et modification des pratiques d'élevage et de conduite des troupeaux	82
1.2.1.2- Transformation des pratiques et développement de nouvelles activités agricoles	86
a- Développement de l'agriculture de décrue dans les zones humides	87

b- Développement de l'agriculture pluviale	88
c- Développement de l'agriculture irriguée par grande, moyenne et petite hydraulique	89
1.2.1.3- Prélèvements de ressources (bois de feu et d'œuvre, cueillette)	94
1.2.2- Le rôle majeur des structures d'encadrement des territoires et des ressources	95
1.2.2.1- Eclatement des structures traditionnelles d'encadrement des ressources et des territoires	96
1.2.2.2- Substitution incomplète par l'Etat et ses administrations	102
1.2.2.3- Le recul de la communauté au profit de l'individu	106
1.2.2.4- Perte de la vision d'ensemble et accroissement des pressions sur les ressources	108
1.2.2.5- La percée des ONG	109
2- De nouveaux paradigmes et filtres de perception des processus	111
2.1- Replacer les dynamiques actuelles dans leur profondeur historique sur le long terme	112
2.2- Changement d'état et résilience des systèmes socio-écologiques	112
2.3- Co-changement, adaptation et production de nouvelles structures paysagères et fonctions plutôt que dégradation	116
2.4- L'entrée par le paysage	131
3- Des outils et méthodes d'approche renouvelés ou adaptés	136
3.1- La caractérisation et le suivi par télédétection	136
3.1.1- Les approches orientées objet	137
Conclusion	140
Bibliographie	144
Glossaire	162
Annexes	163
Liste des figures	167
Liste des photographies	167

