

Apport de l'analyse spatiale dans le suivi du couvert végétal du parc national d'El-Kala, (Algérie).

Sofiane Hamouda¹ & Ali Tahar¹

¹ *Laboratoire de Recherche en Biologie Végétale et Environnement, Département de biologie, Faculté des sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, BP 12, Annaba 23000, Algérie.*

Révisé le 23/12/2011

Accepté le 12/03/2012

ملخص

إن الهدف من هذا العمل يكمن في دراسة ديناميكية النشاطات الزراعية و امتلاك و استعمال الأراضي , التي ترتبط ارتباطا وثيقا بتغيرات استغلال مصدر الماء و الذي يتمثل أساسا ببحيرات الحظيرة الوطنية للقالمة P.N.E.K (بحيرة أوبيرة , بحيرة طونقة , بحيرة ملاح و البحيرة الزرقاء). إن الضغط الديموغرافي المترافق مع سياسة التصنيع الضعيفة الخاصة بالمنطقة قد سهلوا تطور النشاط الزراعي الذي أصبح المصدر الأول للشغل . هذا البحث يقترح تحديد الفوارق بين الخطابات الرسمية و سلوكيات السكان المحليين و هذا من خلال تغيرات امتلاك و استعمال الأراضي. إن استغلال الموارد في المناطق المحمية و ما جاورها يعد ممارسة منتشرة و معروفة كتعبير جدها للسكان الريفيين . إن المعطيات الخاصة بالاستشعار عن بعد و التي تم استغلالها في إطار هذا العمل ثبت أنها مناسبة للإشكالية المطروحة في هذه الدراسة . إن قاعدة الرسم الخرائطي المستعملة تشكل أداة لمتابعة تطور الأغشية النباتية و امتلاك و استعمال الأراضي الخاصة بالحظيرة الوطنية . إن معالجات المعطيات الخاصة بالأقمار الصناعية قد أجريت على مستويات تدرجية وثيقة الصلة بتعريف التحولات الخاصة بالزمان و المكان لامتلاك و استعمال الأراضي داخل الحظيرة الوطنية للقالمة . هذه المعالجات سمحت بوصف تغيرات وجه الغطاء النباتي .

الكلمات المفتاحية : الحظيرة الوطنية للقالمة - التنوع البيولوجي - نشاطات زراعية - الرعي - نظام المعلومات الجغرافية .

Résumé.

L'objet du présent travail consiste à étudier les dynamiques des activités agricoles et de l'occupation des sols, étroitement liées aux variations d'usages de la ressource en eau, constituée essentiellement des lacs du Parc National d'El-Kala ou P.N.E.K (Lac Oubeïra, Lac Tonga, Lac Mellah, Lac Bleu). La pression démographique conjuguée à la faible industrialisation de la région ont favorisé le développement de l'agriculture devenue la première source d'emplois.

Cette recherche propose de déterminer, au travers des changements d'occupation du sol, les écarts entre les discours officiels et les comportements des populations locales. L'exploitation des ressources dans les aires protégées et aux alentours est une pratique courante, reconnue comme la manifestation la plus visible des actions des populations rurales. Les données de télédétection exploitées dans le cadre de ce travail se sont avérées bien appropriées à la problématique abordée. La base cartographique mise en place constitue un outil pour le suivi de l'évolution des couverts végétaux et de l'occupation du sol du Parc.

Les traitements des données satellites ont été effectués aux niveaux scalaires pertinents pour l'identification des transformations spatiotemporelles de l'occupation du sol dans le P.N.E.K. Ils ont permis de caractériser les changements de faciès du couvert végétal.

Mots clés : *Parc National d'El-Kala – Biodiversité - Activités agricoles – Pastoralisme - Système d'Information Géographique.*

Abstract

The purpose of this work is to study the dynamics of the agricultural activities and the land use which are closely linked to the changes of water resource supply from the Park Lakes (Oubeira, Tonga, Mellah and Blue Lakes). Demographic rise combined with the low industrial activities have favored the development of agriculture that became the first employment source.

This research focuses, through the changes in land use, on the gaps that exist between the officials and the local people's attitudes. The exploitation of water resources in the protected and the surroundings areas is a common practice, recognized as the most visible manifestation of the rural populations' actions. The observed data in this remote sensing work proved to be appropriate to the exposed problem. The cartographic study constitutes a tool for monitoring the vegetation cover evolution and the Park land use.

The satellite data processing were carried out at the pertinent scalar levels for land use identification in the PNEK by spatio-temporal transformations. It have allowed the characterization of vegetation cover facies changes.

Key words: *National park of El-Kala – Biodiversity - Agricultural activities – Pastoralis - Geographical information system.*

Auteur correspondant : sofiane_zh@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

Dans la partie extrême du nord est d'Algérie, le Parc National d'El Kala (P.N.E.K.) s'étend sur une superficie de 80 000 Ha soit 26% de la surface de la wilaya d'El-Tarf. Ses écosystèmes très variés le classent parmi les sites protégés mondialement, avec des espèces endémiques dont quelques unes sont en voie de disparition. Hautement boisé (69% de sa superficie), il s'étend sur une bande côtière de 50 km, longe la frontière tunisienne sur 98 km.

Les limites du parc englobent 8 communes dont 6 sont entièrement situées à l'intérieur de cet espace naturel. 113 000 habitants représentent une pression humaine sur les espaces faunistiques et floristiques avec urbanisation de plus en plus élevée.

L'arrivée de cohortes de population jeunes très importantes (plus de 55% de la population actuelle) va encore accentuer la fragilité de ce milieu par la création de nouvelles activités et l'occupation des nouveaux espaces, tandis que l'agriculture demeure la principale activité génératrice de valeur ajoutée pour la région.

Cette recherche affiche une double préoccupation à la fois thématique et méthodologique. Elle se propose, à travers l'exemple d'El-Kala, d'analyser les facteurs sociospatiaux de l'objet géographique «aire protégée». En raison de la complexité de l'aire protégée et de sa situation à l'interface du milieu et de la société, nous adoptons les méthodes d'analyse spatiale et sociétale au travers de l'observation participante. Nous partons de l'hypothèse que l'articulation d'approches différentes est nécessaire pour l'identification d'indicateurs de suivi et d'évaluation des rapports entre politiques publiques et pratiques locales à l'intérieur d'une aire protégée.

Les indicateurs d'impact des politiques de conservation de l'environnement sont donc identifiés ainsi que les incidences sociales, économiques et écologiques de la création des aires protégées sur l'exploitation des ressources dans le Parc. Ce faisant, nous verrons si les dynamiques d'occupation du sol permettent de juger de l'efficacité de la politique de protection de l'environnement dans le Parc National.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Zone d'étude

Les 80 000 ha du parc national d'El-Kala, se situent au nord-est de l'Algérie, à la frontière algéro-tunisienne.

Le Parc est un site d'importance capitale en raison, non seulement, de la mosaïque de biotopes remarquables où se côtoient des espèces endémiques, boréales et tropicales [1], mais aussi parce qu'il rassemble à lui seul une majeure partie de la faune et de la flore du pays [2].

Le relief du Parc se compose d'une succession de dépressions dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres, et de hautes collines aux formes variées : dômes, escarpements, alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense [3].

Le long d'une coupe Nord-Sud, le relief passe de 0 à 1200 m d'altitude (Fig. 1).

2.2 Sélection des sites d'étude

Les analyses spatiales et statistiques ont été réalisées avec deux logiciels de traitements d'images et d'analyses statistiques : le module MapInfo Map et le module de traitements d'images du logiciel ENVI.

Compte-tenu de la superficie de la zone d'étude (plus de 80 000 Hectares), l'analyse diachronique des changements d'utilisation et d'occupation des sols n'est opérée que sur des sites-test représentatifs et caractéristiques des dynamiques naturelles et anthropiques du P.N.E.K. et repérable par télédétection satellite.

Une première sélection a défini 6 sites-test, choisis en fonction de leurs proximités des lacs et du barrage du Parc et en fonction de leur accessibilité, mais seulement 4 sites-test ont été retenus définitivement : les zones 1, 2, 3 et 4 (Fig. 2, 3, 4, 5).

Les zones 5 et 6, qui se localisent au sud du lac Tonga et à l'ouest du lac Oubeïra, n'ont pas été retenues en raison de l'impossibilité de différencier les surfaces agricoles et les espaces forestiers lors du traitement spatialisé de l'image satellite (réflectance trop proche).

Les 4 sites retenus ont été délimités à partir de critères discernables sur les images satellites : radiométrie, texture, structure.

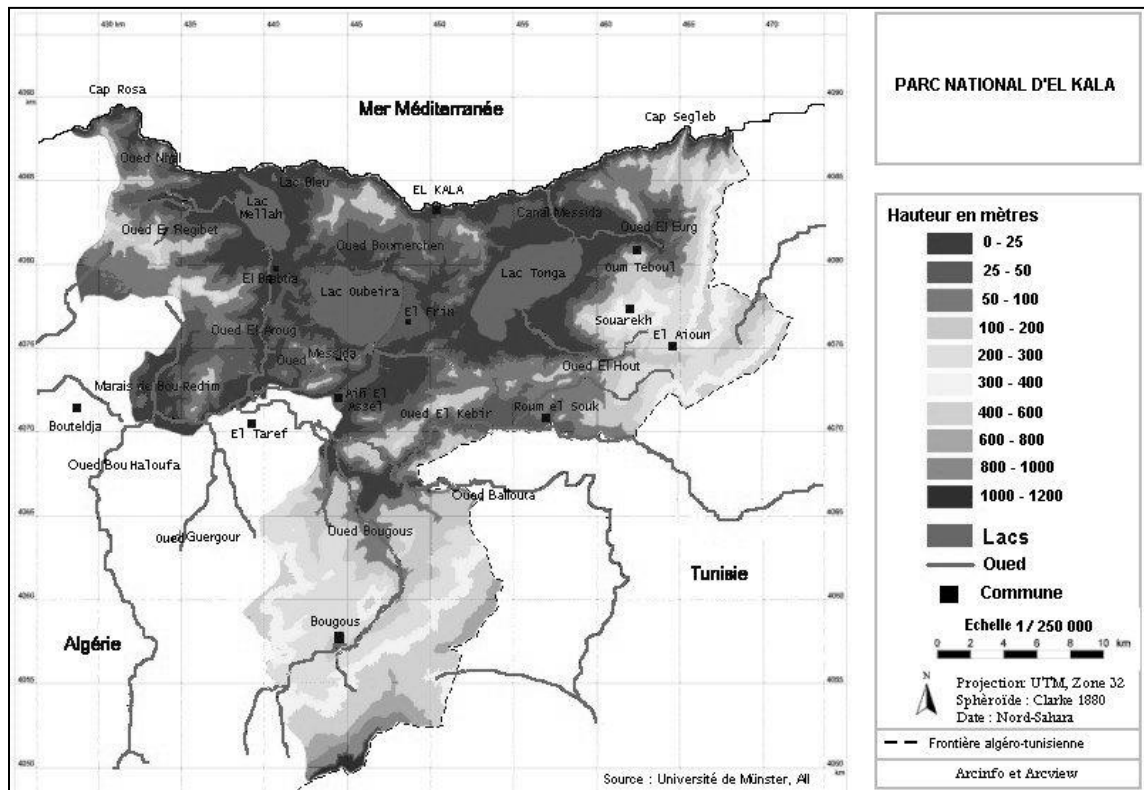


Figure 1. Carte de présentation du P.N.E.K.

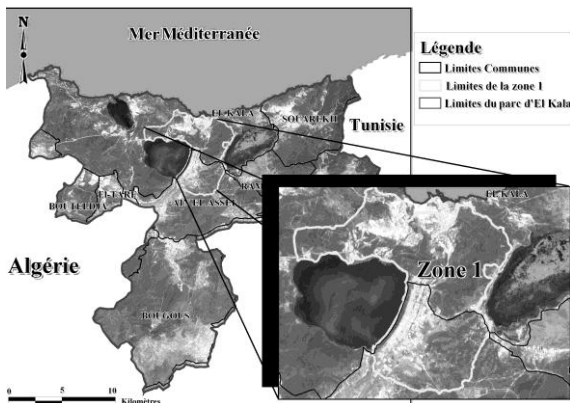


Figure 2. Délimitation du site-test de « la zone 1 - Lac Oubeira » du P.N.E.K. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT.

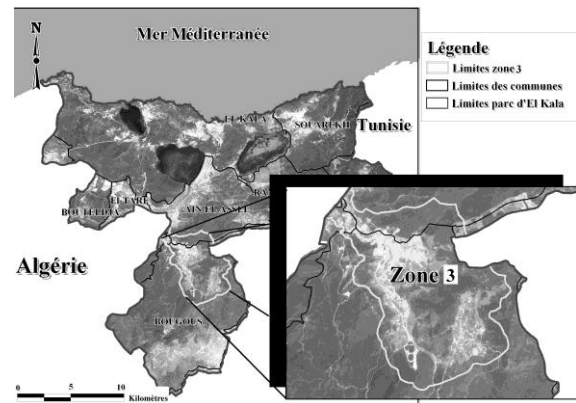


Figure 4. Délimitation du site-test de « la zone 3 – Barrage Mexa » du P.N.E.K. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

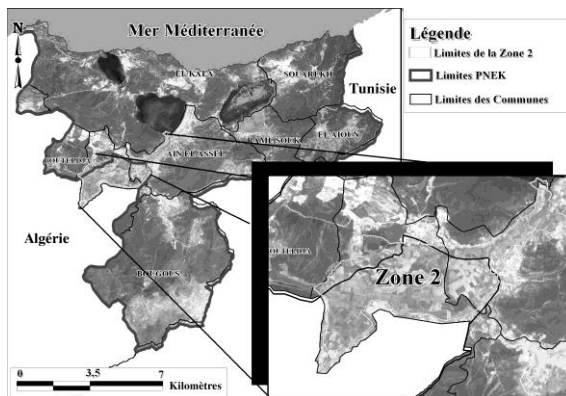


Figure 3. Délimitation du site-test de « la zone 2 – El Tarf » du P.N.E.K. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

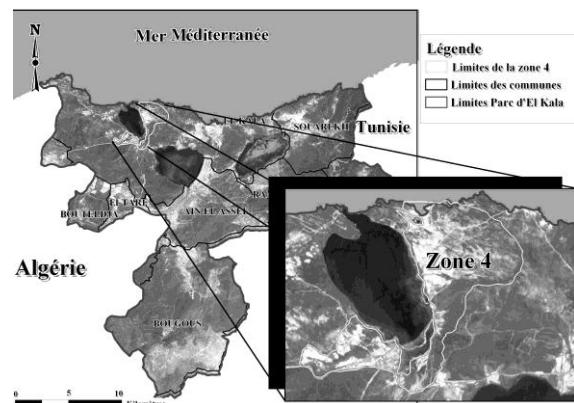


Figure 5. Délimitation du site-test de « la zone 4 - Lac Mellah » du P.N.E.K. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

2.3 Méthodes

De la même manière que les classifications supervisées, les classifications non supervisées ont pour objectif de traduire les données spectrales des images en classes thématiques d'occupation des sols. Il s'agit d'étiqueter les classes spectrales d'occupation des sols sur les images satellites plus anciennes à partir des signatures spectrales déterminées pour les images satellites récentes [4]. La classification non supervisée est une méthode de segmentation d'images qui ne nécessite pas de connaissance à priori du terrain. En règle générale, elle est utilisée soit pour opérer une stratification d'image préalablement à un échantillonnage, soit pour effectuer des classifications sur des scènes satellites anciennes, pour lesquelles aucune donnée terrain n'est disponible et/ou vérifiable.

Les traitements réalisés permettent d'obtenir deux types de résultats pour chacune des dates et chacun des sites-test : d'une part des cartographies thématiques reproduisant les types d'occupation des sols et d'autre part des tableaux statistiques présentant les superficies estimées des différentes catégories d'occupation des sols. C'est le traitement analytique des données images [5]. A terme, une analyse synthétique des résultats obtenus a été effectuée afin de saisir l'importance des changements selon le site-test considéré. Ces transformations spatiales sont analysées de manière quantitative et qualitative par comparaison d'image. Pour chaque site-test, la classification supervisée et la classification non supervisée font l'objet de comparaison entre deux dates. La démarche générale consiste à dresser un bilan global des changements intervenus entre la date de l'image satellite la plus récente (Mai 2007) et la date de la plus ancienne (Mai 1993) disponible. L'objectif est de déterminer les principales tendances de l'évolution spatiale pour chaque classe d'occupation du sol : disparition ? apparition ? contraction ? extension ? mutation ? déplacement ?..., et de quantifier les changements des superficies.

Identifier les évolutions spatiales sur les différentes périodes disponibles : 1993 et 2007. L'objectif ici est d'étudier les possibles fluctuations de la tendance entre deux – ou plus – périodes consécutives, les évolutions spatiales ne correspondant que rarement à des phénomènes linéaires et continus. Cette méthode de statistique comparative des classifications permet de révéler l'importance

des transformations spatiales entre deux états de l'occupation du sol. Les classifications supervisées ont été réalisées sur 4 canaux avec les données SPOT (XS1, XS2, XS3, XS4). Pour permettre de comparer les signatures spectrales avec une efficacité maximale, les classifications non supervisées sont réalisées sur 3 canaux avec les données SPOT 1993 (XS1, XS2, XS3), le canal XS4 n'existant pas pour les données antérieurs à 1999 [6]. L'intégration de données à plusieurs résolutions est utile dans plusieurs champs d'activités. La combinaison de données à plus haute résolution avec des données à résolution plus faible peut augmenter de façon significative le nombre de détails spatiaux dans une image et peut rehausser certaines caractéristiques de l'image. Les données SPOT se prêtent bien à une telle méthode puisque les données panchromatiques à 10 mètres peuvent facilement être combinées aux données multispectrales à 20 mètres. De plus, dans ce cas, les données multispectrales retiennent une bonne résolution spectrale, tandis que les données panchromatiques permettent d'augmenter la résolution spatiale de l'image [7].

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La procédure d'analyse développée ici se déroule en deux principales étapes : tout d'abord les résultats des classifications non supervisées réalisées sur les scènes antérieures à 2007 avec une nomenclature harmonisée avec celle de la classification supervisée correspondant au même site-test sont présentés. Ensuite, les différentes classifications obtenues ont été comparées deux à deux dans le but de quantifier et de caractériser les tendances d'évolution ainsi que les fluctuations de ces tendances.

3.1 Bilan des changements d'occupation des sols 1993 – 2007 pour la Zone 1

Les figures 6 à 9 qui représentent la zone 1, illustrent la contraction de plusieurs formations (les classes « forêt claire », « formation arbustive » et « pelouse ») entre 1993 et 2007 atteignant 27 % de la superficie. Ce bilan permet de mettre en évidence l'extrême contraction de ces classes, tandis que la superficie de la classe « agriculture » a doublé en 14 ans. Il est à noter également que la classe « forêt dense » (espace où la végétation est très importante), a subi une extension de l'ordre de 18% entre les deux dates.

L'étude détaillée des variants/invariants permet de saisir l'importance quantitative des changements et d'analyser le caractère de ces changements (mutations, déplacements,...) entre deux dates.

On remarque dans la figure 6 que la culture s'est développée dans une grande partie de cette zone-test, en raison de la facilité d'accès au lac Oubeira pour l'irrigation des cultures à l'aide de simples moto-pompes. La contraction de la pelouse s'est effectuée essentiellement dans la moitié sud et à l'extrême nord de la zone-test. Il apparaît en comparaison à la figure 6, que les surfaces d'extension de l'agriculture correspondent principalement à la contraction de la pelouse.

La contraction des surfaces de la forêt claire s'est opérée sur une majeure partie de la zone-test, au profit de l'extension de l'agriculture. Par contre, l'extension de la forêt claire apparaît principalement dans des zones de contraction de la forêt dense.

La forêt dense s'est étendue principalement dans la partie est de la zone-test, où il apparaît, par comparaison avec la figure 8, que les forêts denses se sont développées en remplaçant la forêt claire. Ce phénomène s'explique par le fait que cette zone d'extension est composée de petites collines où l'activité humaine a diminué (coupe, incendie...), laissant la forêt dense se développer. On peut aussi observer le phénomène inverse sur certains secteurs de la zone-test.

La forêt dense s'est contractée aux abords des zones où l'extension de l'agriculture apparaît. Les activités humaines s'étant développées, (coupes, incendies...), la forêt dense est devenue forêt claire.

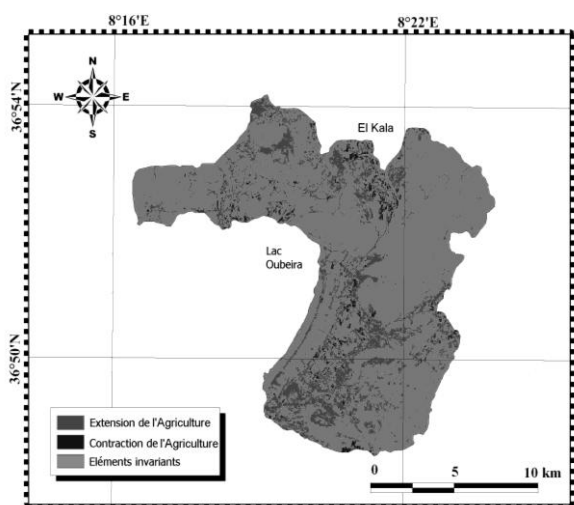


Figure 6. Evolution de l'occupation agricole dans la zone 1 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

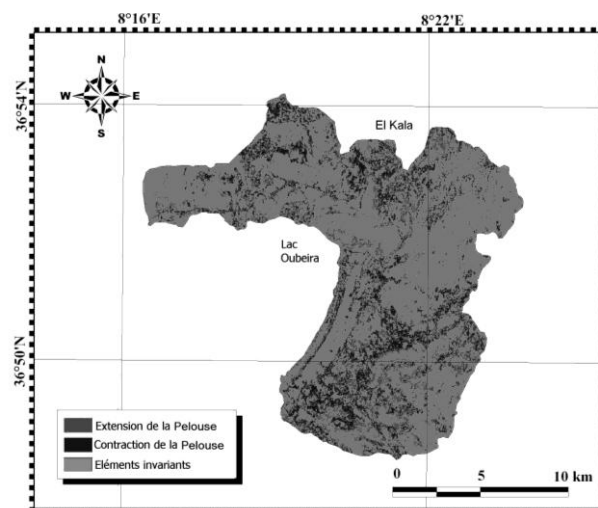


Figure 7. Evolution de l'occupation de la pelouse dans la zone 1 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

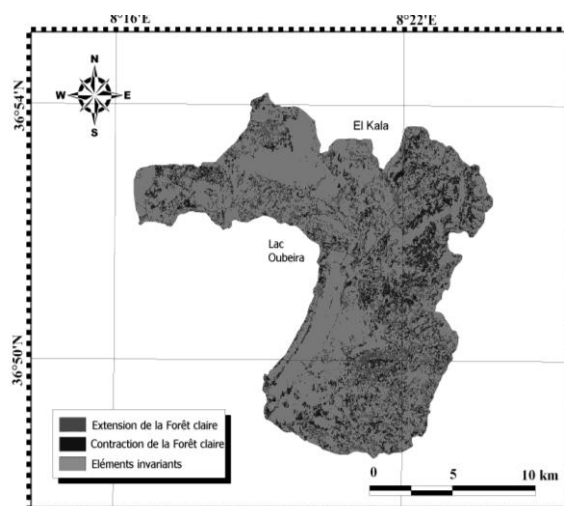


Figure 8. Evolution de l'occupation de la Forêt claire dans la zone 1 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

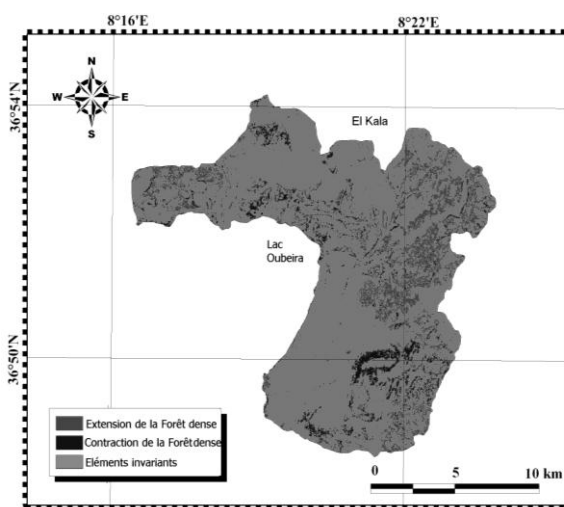


Figure 9. Evolution de l'occupation de la Forêt dense dans la zone 1 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

Le tableau 1 présente la comparaison des résultats statistiques de la classification non supervisée de l'image de 1993 avec les résultats de la classification supervisée de l'image de 2007. Entre 1993 et 2007, les principales transformations spatiales de l'occupation des sols de la zone 1 sont :

La contraction des classes « forêt claire » (- 334 ha) et « pelouse » (- 441 ha).

L'extension considérable de la classe « agriculture » (+ 668 ha), et d'une manière un peu moindre la classe « forêt dense » (+ 224 ha).

Le développement de l'agriculture, entre 1993 et 2007, à proximité du Lac Oubeïra, a eu pour conséquence la diminution des surfaces de pelouse et forêt claire.

Tableau 1. Superficie des types d'occupation des sols de la zone 1 entre 1993 et 2007

Eléments d'occupation du sol	1993		2007		Evolutions 1993-2007		Transformation
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Taux d'évolution	
Agriculture	1 103.60	20.06	1 771.28	32.2	667.68	60 %	Extension
Pelouse	1 101.72	20.03	659.92	12	- 441.8	- 40 %	Contraction
Formation arbustive	926.44	16.84	810.76	14.74	- 115.68	-12 %	Contraction
Forêt claire	1 155.52	21.02	821.76	14.94	- 333.76	- 29 %	Contraction
Forêt dense	1 213.08	22.05	1 436.64	26.12	223.56	18%	Extension
Total	5500.36	100	5500.36	100			

3. 2 Bilan des changements d'occupation des sols 1993 – 2007 pour la Zone 2

Les figures 10 et 11 présentent également la répartition spatiale des pixels invariants pour chaque classe d'occupation des sols entre 1993 et 2007.

L'agriculture s'est développée de manière éparse sur la zone-test 2. On observe également une contraction de l'agriculture au centre de la zone. Concernant la forêt claire, une forte contraction s'observe sur la zone-test.

Les zones de contractions correspondent aux zones d'extension de l'agriculture de la figure 10.

Le tableau 2 présente la comparaison des résultats de la classification non supervisée de l'image de 1993 avec les résultats de la classification supervisée de l'image de 2007.

Entre 1993 et 2007, les principales transformations spatiales de l'occupation des sols de la zone 2 sont :

La contraction des classes « forêt claire » (- 327.24 ha).

L'extension de la classe « agriculture » (+ 327.16 ha).

Le développement des activités agricoles a fait qu'il y ait une extension de la classe « agriculture » de 18% au détriment de la formation forestière qui s'est contractée de 23% de la superficie du site-test de la zone 2.

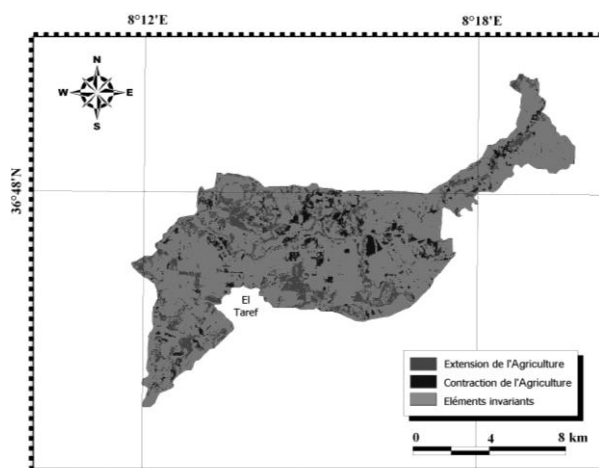


Figure 10. Evolution de l'occupation agricole dans la zone 2 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

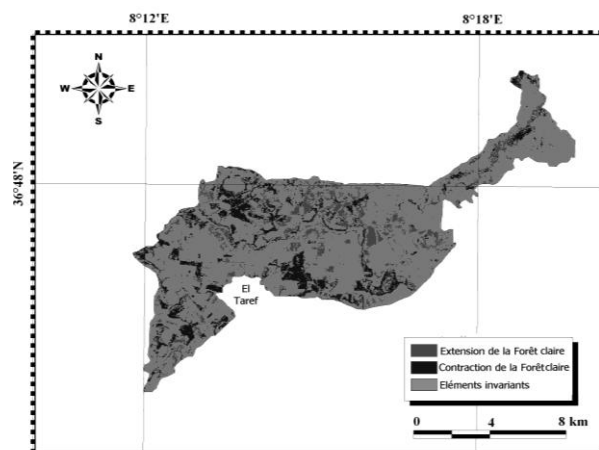


Figure 11. Evolution de l'occupation de la Forêt claire dans la zone 2 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

Tableau 2. Superficie des types d'occupation des sols de la zone 2 entre 1993 et 2007

Eléments de l'occupation du sol	1993		2007		Evolutions 1993-2007		Transformation
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Taux d'évolution	
Agriculture	1 845.20	56.55	2 172.36	66.58	327.16	18 %	Extension
Forêt claire	1 417.48	43.45	1 090.24	33.42	-327.24	-23 %	Contraction
Total	3 262.68	100	3 262.60	100			

3. 3 Bilan des changements d'occupation des sols 1993 – 2007 pour la Zone 3

Ces transformations sont également constatées dans la zone 3 où les sites-test ont subi aussi le phénomène d'extension de certaines classes et de contraction d'autres classes. Les figures 12 à 14, ainsi que le tableau 3 démontrent ces transformations. L'agriculture s'est développée assez fortement sur l'ensemble de la zone-test 3, aux dépens des forêts, essentiellement de la forêt claire. La classe forêt claire s'est contractée fortement sur une majorité de la surface de la zone-test 3. Par comparaison à la figure 12, il apparaît qu'une partie de la zone contractée de la forêt claire fait place à l'agriculture. La forêt dense s'est principalement contractée sur la zone-test 3, laissant place à l'agriculture et à la forêt claire. On observe une zone d'extension de forêt dense au nord-est de la zone-test qui a pris la place de l'agriculture. D'après le tableau 3, les principales transformations spatiales de l'occupation des sols de la zone 3 entre 1993 et 2007 sont :

La contraction des classes « forêt claire » (- 377.96 ha) et « forêt dense» (- 120.80 ha)

L'extension de la classe « agriculture » (+ 498.68 ha).

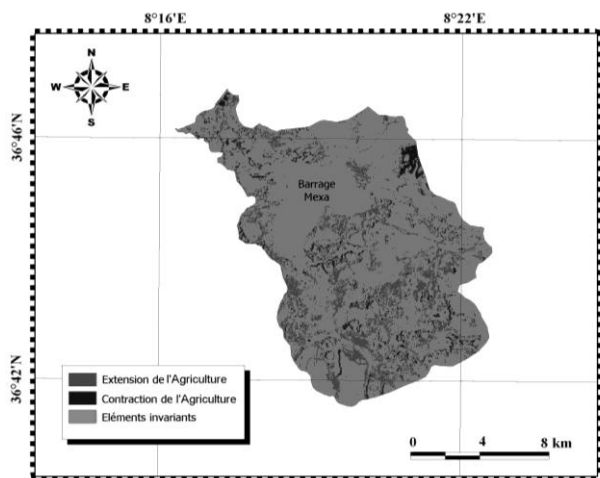


Figure 12. Evolution de l'occupation de l'agriculture dans la zone 3 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

Pour cette zone, la multiplication des installations humaines et surtout la mise en service du barrage Mexa au début des années 1999 a été un atout pour l'extension des surfaces agricoles.

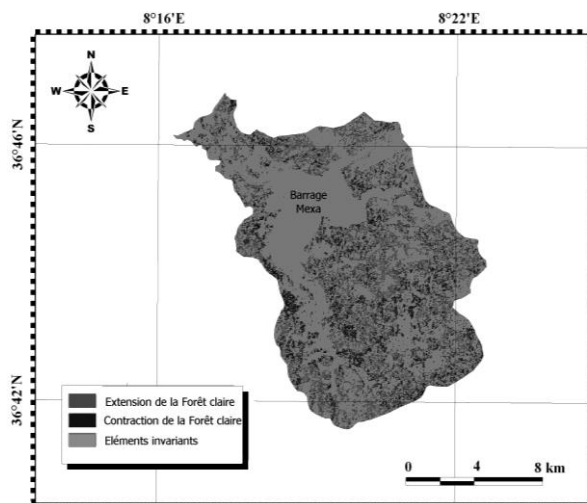


Figure 13. Evolution de l'occupation de la Forêt claire dans la zone 3 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

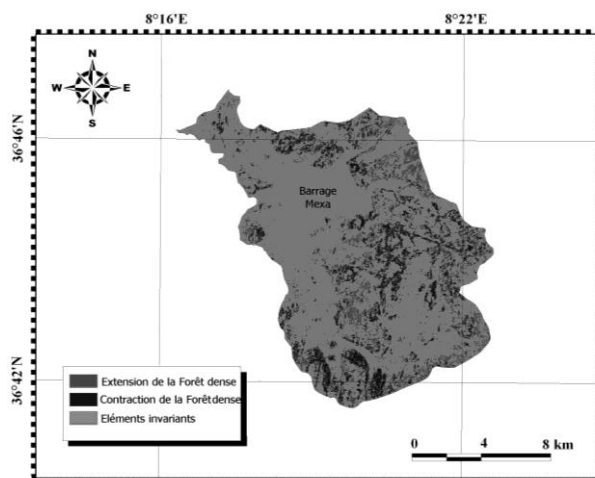


Figure 14. Evolution de l'occupation de la Forêt dense dans la zone 3 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

Tableau 3 : Superficie des types d'occupation de la zone 3 entre 1993 et 2007.

Éléments de l'occupation du sol	1993		2007		Evolutions 1993-2007		Transformation
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Taux d'évolution	
Agriculture	1 454.24	33.92	1 952.92	45.56	498.68	34 %	Extension
Forêt claire	1 573.60	36.71	1 195.64	27.89	-377.96	-24 %	Contraction
Forêt dense	1 258.88	29.37	1 138.08	26.55	-120.80	- 10 %	Contraction
Total	4 286.72	100	4 286.64	100			

3. 4 Bilan des changements d'occupation des sols 1993 – 2007 pour la Zone 4

Enfin, pour la zone 4, les résultats des classifications non supervisées donnent des estimations des superficies de chaque type d'occupation des sols qui montrent des changements entre 1993 et 2007 mais différents des autres zones (1, 2 et 3).

Contrairement aux autres zones, seule la zone 4 présente une contraction majoritaire de la classe « agriculture » et essentiellement au sud du Lac Mellah. Ce phénomène peut s'expliquer d'une part par la nature du sol de cette zone où l'avancée des sables marins change la texture du sol la rendant plus difficile pour pratiquer la culture, et d'autre part par la proximité du Lac Mellah qui est un lac salé, rendant impossible l'irrigation des proches cultures contrairement aux abords du lac Oubeïra. Même les puits creusés dans cette zone-test n'ont aucune utilité, car l'eau puisée est également salée.

La forêt claire s'étend principalement au sud du Lac Mellah, et se contracte dans la partie nord-est de la zone-test 4. L'extension de la forêt claire correspond principalement à la contraction de l'agriculture, en comparaison à la figure 15. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que l'activité agricole ayant diminué considérablement, cette classe a pu se régénérer. Enfin, concernant la classe de la forêt dense, on remarque une forte extension sur la zone-test 4. Cette extension correspond principalement à la contraction de la forêt claire, en comparaison à la figure 16.

D'après le tableau 4, deux types de transformations spatiales de l'occupation des sols de la zone 4 entre 1993 et 2007 sont révélés :

La contraction des classes « forêt claire » (- 67.36 ha) et « agriculture » (- 76.76 ha)

L'extension de la classe « forêt dense » (+ 144.16 ha).

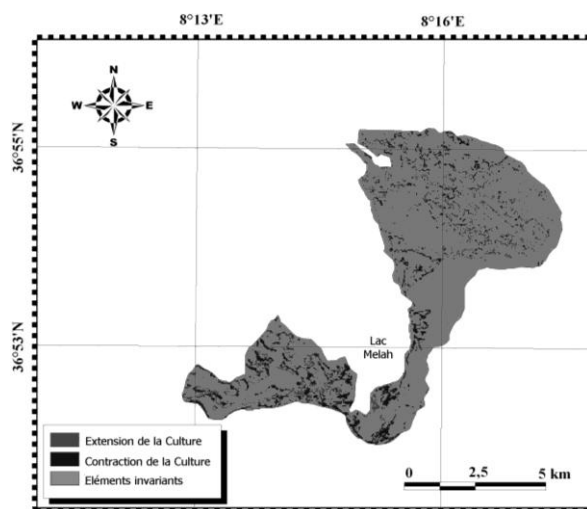


Figure 15. Evolution de l'occupation agricole dans la zone 4 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

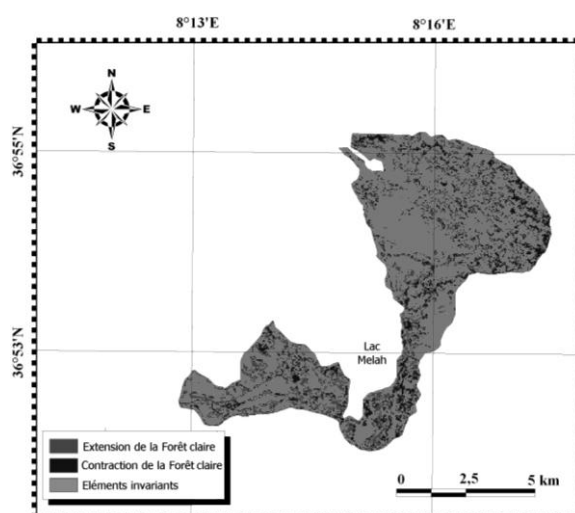


Figure 16. Evolution de l'occupation de la Forêt claire dans la zone 4 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

Tableau 4. Superficie des types d'occupation des sols de la zone 4 entre 1993 et 2007

Eléments de l'occupation du sol	1993		2007		Evolutions 1993-2007		Transformation
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	Taux d'évolution	
Agriculture	560.2	41.55	483.44	35.86	-76.76	- 14 %	Contraction
Forêt claire	497.88	36.93	430.52	31.93	-67.36	-14 %	Contraction
Forêt dense	290.04	21.52	434.2	32.21	144.16	50 %	Extension
Total	1 348.12	100	1 348.16	100			

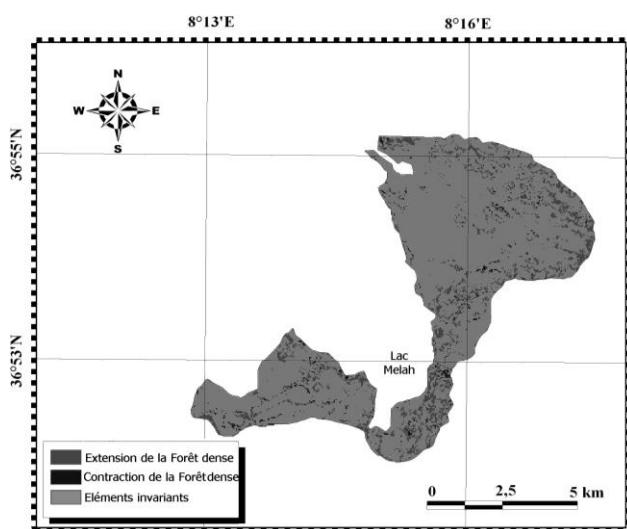


Figure 17. Evolution de l'occupation de la Forêt dense dans la zone 4 du Parc entre 1993 et 2007. Carte établie en 2008 sur la base d'image satellite SPOT

A travers l'analyse des images satellites de l'occupation du sol dans le Parc au niveau des divers sites-test, on constate que 3 sur 4 zones-test (1, 2 et 3) ont eu une extension de la culture, particulièrement dans les zones où il y a abondance des ressources en eaux (lac Oubeïra, Oued El-Aroug, Barrage Mexa) et des sols fertiles. Par contre, on remarque une contraction de l'activité agricole dans la zone-test 4 où les ressources en eau et les sols fertiles sont moins abondants que sur les autres zones-test.

Les principaux atouts de ces analyses descriptives sont de quantifier et de localiser les changements d'occupation des sols grâce à des classifications des tableaux croisés. Ces analyses peuvent être transposées de manière relativement simple dans le cadre de suivis mensuels, annuels ou pluriannuels de l'évolution de l'occupation des sols, par le biais de relevés de terrain et par comparaison de données afin d'observer les tendances de changements. Ces résultats analytiques indiquent des tendances d'évolution de l'occupation des sols pour les différents sites-test étudiés dans le P.N.E.K.

L'analyse synthétique des quatre sites-test permet de mettre en évidence deux changements principaux et concomitants, qui sont :

La contraction des forêts

L'extension des aires cultivées et irriguées au printemps

Comment ces transformations se sont-elles produites au sein de chaque site-test et de quelle(s) manière(s) sont-elles interdépendantes si l'on considère l'ensemble des quatre sites-test ?

3. 5 Nature et vitesse des transformations d'occupation des sols

Les résultats obtenus pour chacun des sites-test permettent de saisir les transformations d'occupation qui se sont produites au cours des périodes étudiées. Les résultats sont discutés ci-dessous pour la zone 1 tout d'abord, puis pour les zones 2, 3 et enfin pour la zone 4 en fonction de l'importance des transformations observées.

3. 5. 1 La zone 1 : rapidité et multiplicité des changements

Les transformations de l'occupation des sols dans le site-test de la zone 1 sont relativement importantes entre les deux périodes étudiées 1993 et 2007. Ces transformations sont visibles sur les classes « pelouse », « formation arbustive » et « forêt claire ». En 14 ans, les surfaces agricoles de la zone 1 ont augmenté de l'ordre de 60% au détriment des pelouses, des formations arbustives et de la forêt claire. Cette large extension a été favorisée surtout par la présence d'une source d'irrigation non négligeable qui est le Lac Oubeïra, et les terres fertiles qui l'entourent. Cette zone est soumise aux inondations surtout en période hivernale et inversement soumise à une sécheresse en période d'été, ce qui provoque un recul des rives du lac et fait apparaître de nouvelles

surfaces attirant la convoitise des exploitants locaux. Par exemple, lors de l'été 2002, le niveau d'eau du lac a baissé considérablement suite à une longue période de sécheresse, mettant à découvert une importante surface de terrain riche et propice à une éventuelle exploitation agricole. Certains habitants de la région voulant s'approprier illégalement ces nouveaux terrains fertiles, ont planté des piquets pour délimiter les lots (photo 1).



Photo 1. Lac Oubeïra : une clôture immergée délimitant les terrains. Photo prise par Hamouda S., 2004

A l'arrivée de l'hiver, il y a eu d'importantes précipitations qui ont ramené le niveau d'eau à son état d'origine. L'activité agricole est bien répandue dans la région du lac Oubeïra. Les principales cultures sont : l'arachide, la tomate, la pastèque et le melon. Il y a également une activité d'élevage, essentiellement du bétail. Malgré l'éloignement de certains terrains agricoles du lac Oubeïra (entre 400 et 800 m), l'arrosage se fait par le pompage direct dans le lac, de manière illégale [8]. Il y a, dans cette région, des projets de modernisation de l'activité subventionnés par l'état, se caractérisant par la modernisation des installations (serres, mode de pompage, mode d'arrosage...), et par le développement de la sylviculture [9]. L'activité agricole aux abords du Lac Oubeïra dans la zone 1, est pratiquée en majeure partie par les agriculteurs qui habitent la région du lac avec, en complément, une activité d'élevage.

3. 5. 2 Les zones 2 et 3 : mise en culture rapide et effet des aménagements hydrauliques

Les transformations de l'occupation du sol dans les sites-test de la zone 2 et 3 sont moins importantes que pour la zone 1 entre la période 1993-2007 avec un taux d'évolution respectif de la classe « cultures » de 18 % et 34 %.

La zone 2 est une région où l'activité agricole était pratiquée avant même la création du Parc, ce qui explique le modeste pourcentage de l'évolution de cette classe par rapport à la zone 1. L'irrigation repose sur l'apport de l'Oued Messida qui est alimenté par le barrage Mexa mis en service en 1999.

Pour la zone 3, l'évolution de la classe « cultures », un peu plus importante avec 34%, s'explique par la construction d'infrastructures tel que le barrage Mexa, ce qui a développé les systèmes d'irrigations.

3. 5. 3 La zone 4 : contraction des surfaces agricoles

Le gradient de salinité du lac Mellah [10] le rend inutilisable pour l'irrigation. Les seuls moyens d'irrigation dans cette zone, sont les oueds qui alimentent le lac Mellah tels que l'oued El-Aroug, l'oued Mellah et l'oued Reguibet. La seule utilisation de ce lac est la pisciculture gérée par l'Office National De Pêche et d'Agriculture (ONDPA). Cette activité est d'un intérêt économique important au niveau national, car ce lac est l'un des sites les plus favorables pour l'élevage de poissons, crustacés et mollusques. L'irrigation repose aussi soit sur les puits qui sont creusés afin de capter de l'eau des nappes phréatiques ou bien l'utilisation des eaux du lac Bleu (eau douce) qui se situe au nord-est du lac Mellah. Sa superficie de 3 ha est très réduite par rapport aux autres lacs du Parc, et limite un développement agricole. Cette dernière activité risque de venir à bout de l'existence de ce petit lac naturel. Un autre frein naturel au développement agricole dans la région est l'avancée des sables marins. De ce fait, la nature des sols est devenue plus sableuse et moins riche en sels minéraux, ce qui rend l'exploitation des terres plus difficile et moins rentable. Pour pallier un rendement agricole réduit dans la région du lac Mellah et du lac Bleu, il y a eu un important développement de l'activité d'élevage de vaches laitières et de chèvres par des agriculteurs habitant les abords des lacs. L'élevage est devenu l'activité préférentielle, d'un intérêt économique et plus rentable que l'agriculture [11]. Les cultures tendent à se développer considérablement au détriment de la formation forestière et ce par la conversion des sols nus ou à très faible recouvrement végétal en une mise en culture d'une grande partie des espaces pastoraux (sous-arbustifs). Certaines

activités présentent un non-respect de la réglementation visée par la Convention Ramsar, en utilisant de manière non rationnelle les ressources en eau des lacs (lac Oubeïra et lac Tonga), en pratiquant une pêche abusive voire illégale, et en exploitant certaines terres illicitement.

Il apparaît donc une sorte de dysfonctionnement entre la pratique des activités par une population à vocation agricole, originaire de la région, et la volonté de protection du patrimoine biologique existant par la présence des lacs [12].

4. CONCLUSION

Les divers traitements appliqués sur les deux images satellites disponibles pour les sites-test ont montré :

- **Une réduction** de la superficie totale des forêts sur les 4 zones-test, équivalente à 12%, entre 1993 et 2007 ;
- **Une extension** des terres cultivées entre 1993 ou 2007 de 29 % ;
- **Une contraction** des surfaces forestières entre 1993 ou 2007 de 12 % ;

Parallèlement à la contraction des zones forestières, la réduction des espaces pastoraux, localisés autour des lacs (Oubeïra et Tonga) et des aires cultivées a également été constatée par analyse des sites-test 1, 2 et 3.

Une diminution quantitative des parcours a été mise en évidence sur la période 1993-2007.

Ces transformations témoignent indirectement de la fragilité actuelle du milieu, soumis à des fortes variabilités climatiques interannuelles ainsi qu'à d'importantes modifications d'utilisation des sols, et notamment des modalités d'exploitation et de gestion des ressources [13]. La contraction des forêts et l'extension des terres agricoles sont les principaux changements qui marquent l'évolution des paysages ou des zones humides du Parc au cours des dernières décennies.

A quelle logique naturelle et/ou sociale correspondent ces transformations récentes ? Les mutations des sites-test du Parc résultent-elles des conséquences directes et/ou indirectes des modifications amont des bilans hydrologiques pour les besoins accrus des cultures ? A quels nouveaux besoins répond cette extension rapide et importante des aires cultivées au détriment des autres types

d'occupation des sols ? Cette extension considérable des aires cultivées de manière intensive est-elle à la mesure des disponibilités en eau et du développement des aménagements hydrauliques du Parc ? L'extension des cultures pose la question de la gestion des ressources en eau et en sols face aux phénomènes d'engorgement, de salinisation et d'érosion [14].

Les éléments de réponse à cette question dépendent de la compréhension du fonctionnement des systèmes notamment des facteurs de variation et de sensibilité des zones humides. La classe forestière, qui occupait près de 8333 ha en 1993 dans les zones-test, ne s'étendent plus que sur 7 358 ha en 2007, soit une réduction de 12 % de l'espace pastoral pour les troupeaux dans ces zones. Cette diminution des terres de parcours entraîne corollairement une réduction des pâtures, et les risques de surpâturage des terres de parcours conduisent progressivement au développement des espèces sous-arbustives épineuses, peu appétentes et donc non consommées par les troupeaux [15].

Face aux conditions naturelles du milieu et à l'appropriation croissante des ressources du parc par les riverains, il devient indispensable d'insérer l'espace protégé dans un programme plus large d'aménagement et de conservation des ressources [16].

REFERENCES

- [1] Belair G., 1990. Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, est algérien). Thèse de doctorat. Université de Montpellier 2, France. 193p.
- [2] Samraoui B., & De Belair G., 1998. Les zones humides de la numidie orientale. Bilan des connaissances et perspectives de gestion, *Synthèse*, (Numéro spécial) 4, 1-90.
- [3] Benyacoub S., & Chabi Y., 2000. Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. *Synthèse* n°7. 98p.
- [4] Liege F., 1997. Gestion de l'espace par analyse multi-sources de l'information géographique. Proposition de méthodologie de fusion de données de télédétection multi-sources et multi-dates dans le contexte du Gâtinais Nord-Occidental. Thèse de doctorat. Université Paris IV-Sorbonne, France. 366p.
- [5] Gramond D., 2002. Dynamique de l'occupation du sol et variation des usages de l'eau en Anatolie

centrales (Turquie) au cours du XXème siècle. Thèse de doctorat en géographie physique et environnement. Paris, France. 336p.

[6] Girard M.C., & Girard C.M., 1999. Traitement des données de télédétection. Edition Dunod, Paris. 529p.

[7] Bonn F., 1996. Précis de télédétection : volume 2 - Applications thématiques. Presses de l'Université du Québec/AUPELF, Ste-Foy et Montréal. 617p.

[8] Abdiouene A., 1998. Etudes des zones périphériques des zones humides dans le parc national d'El Kala. Projet GEF/Banque mondiale. ANN, Alger. 33p.

[9] Bouazouni O., 2004. Parc National d'El KALA. Etude socio-économique du PNEK. 52p.

[10] Van Dijk L., *et al.*, 1983. La valeur ornithologique des zones humides de l'Est algérien. *Biological conservation*, 215-266.

[11] Homewood K.M., 1993. Livestock economy and ecology in El Kala, Algeria. Pastoral Development Network paper no. 35a, Overseas Development Institute, 19p.

[12] Rodary, E. *et al.*, 2007. Les aires protégées, zones d'expérimentation du développement durable? *Journal de l'IRD. Sciences au Sud*, n°38, 1.

[13] Cote M., 1996. Eau, environnement et développement au Maghreb. *Annuaire de l'Afrique du Nord*, Tome 35, Ed. CNRS. 104-114.

[14] Wafo Tabopda G., 2008. Les aires protégées de l'Extrême nord Cameroun entre politiques de conservation et pratiques locales. Thèse de doctorat en Géographie-Aménagement - Environnement. Université Orléans, France. 334p.

[15] Carriere M., & Toutain B., 1995. Utilisation des terres de parcours pour l'élevage et interactions avec l'environnement. Paris : centre de coopération internationale en recherche agronomiques pour le développement. CIRAD/ EMVT. 104p.

[16] Emerit A., 2007. Les aires protégées gérées. Zonage de l'espace et différenciation des rôles des acteurs : conditions d'une gestion intégrée des territoires. Le rôle des équipes des aires protégées alpines dans la région du retour du loup et dans la conservation du tétras-lyre. Thèse de doctorat en sciences de l'environnement. ENGREF, France. 527p.