



Etude diachronique de la dynamique du couvert végétal des forêts domaniales de la région de Merine (Algérie occidentale)

Diachronic study of the dynamics of the vegetation cover of state forests in the Merine region (Western Algeria)

Mayssara El BOUHISSI¹⁻², Salah Eddine BACHIR BOUIADJRA², Nadjia FERTOUT-MOURI^{3*} & Khéloufi BENABDELI⁴

Abstract : Understanding the dynamics of forest plant cover remains a major concern for the sustainable management of forest ecosystems in semi-arid zones. It makes it possible to predict the sources of degradation and to set up a protection plan. The use of the vegetation index by normalized difference (NDVI) made it possible to draw up the map of the modifications of the vegetation cover of the national forest of Merine (western Algeria). It highlights the extent of the regressive dynamics of the vegetation cover between 1989 and 2019.

The main factors contributing to this decline are: deforestation, overgrazing, forest fires and the resulting water erosion. Three dominant types of change were observed and evaluated:

- A positive change represented by the reforestation programs carried out by the forestry services and the fruit plantation programs carried out by the agricultural services.
- A negative change affecting mainly the forests of Khoudida, Zidelmoumen and Merine, caused by repeated forest fires, clearing and dieback. The decline in plant cover is of the order of 4,241 km² (80,463 to 76,222 km²), a rate of 5% in the space of 30 years
- An absence of change.

Key words: vegetation cover, dynamics, NDVI, regression, Merine, Algeria

Résumé : Une meilleure compréhension de la dynamique du couvert végétal forestier reste une préoccupation majeure pour une gestion durable des écosystèmes forestiers en zone semi-aride. Elle permet de prévoir les sources de dégradation et de mettre en place un plan de protection.

L'utilisation de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) a permis l'élaboration de la carte des modifications de la couverture végétale de la forêt domaniale de Merine (Algérie occidentale). Elle met en évidence l'ampleur de la dynamique régressive du couvert végétal entre 1989 et 2019.

Les principaux facteurs contribuant à cette régression sont : la déforestation, le surpâturage, les incendies de forêts et l'érosion hydrique qui en résulte. Trois types de changements dominants ont été observés et évalués :

- Un changement positif représenté par les programmes de reboisement élaborés par les services des forêts et les programmes de plantation fruitière réalisés par les services agricoles.
- Un changement négatif affectant essentiellement les forêts de Khoudida, Zidelmoumen et de Merine, engendré par les feux de forêt à répétition, les défrichements et le dépérissement. La régression du couvert végétal est de l'ordre de 4,241 km² (80,463 à 76,222 km²) soit un taux de 5% en l'espace de 30 ans.
- Une absence de changement.

Mots clés : couvert végétal, dynamique, NDVI, régression, Merine, Algérie

¹Circonscription de Merine, Conservation des forêts de la Wilaya de Sidi Bel Abbes 22000, Algérie.

Courriel : elbouhissimayssara@yahoo.fr

²Laboratoire d'écodéveloppement des espaces, Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université DjillaliLiabès, Sidi Bel Abbes 22000, Algérie. Courriel : chahrol@yahoo.fr

³Laboratoire de Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université DjillaliLiabès, Sidi Bel Abbès, 22000, Algérie. Courriel : nadjiafertout@yahoo.fr

⁴Laboratoire Géo-Environnement, Université Stambouli de Mascara (Algérie).

* Auteur correspondant

INTRODUCTION

Les formations forestières algériennes subissent de nombreuses agressions induites essentiellement par les activités humaines qui menacent leur pérennité. Les incendies, le surpâturage et le défrichement sont les principaux facteurs agissant négativement sur les écosystèmes forestiers (MADOUI, 2002). Selon MARC (1916), l'incendie représente la plus grave cause de destruction qui menace la propriété forestière algérienne.

Au rythme actuel de destruction du patrimoine végétal par les incendies, la couverture végétale forestière sera anéantie, au plus dans un siècle. Le feu risque de mettre en cause l'existence même de la forêt lorsqu'il est induit par des objectifs d'extension des terrains agricoles, de l'urbanisation, des terrains de parcours ou tout simplement pour créer des postes de travail temporaires pour les riverains de la formation détruite. L'intensité et la fréquence des feux sont si redoutées que l'on parle dans la région de « la part du feu » pour accepter l'ampleur des dégâts induits par ce fléau.

Annuellement les feux de forêts détruisent entre 30 et 35 000 hectares alors que les reboisements ne sont en moyenne que de l'ordre de 15.000 hectares par an (OUHIBA-MEDDOUR *et al.*, 2008). La tendance régressive se confirme et exige le développement d'une approche diagnostic rapide et efficace. A ce sujet BONN et ROCHON (1992) et LU *et al.* (2004) rapportent que, dans les pays en développement, les possibilités d'application de la télédétection permettraient de mieux appréhender la protection des ressources naturelles à travers une cartographie rapide de la dynamique de l'occupation des sols. Ces dernières décennies, les données récoltées par télédétection sont des sources primaires largement utilisées pour la détection de ces changements.

La détection des changements de l'occupation du sol est un processus d'identification de la différence de l'état d'un objet ou d'un phénomène observé à différentes époques (SINGH, 1989). Ainsi, la télédétection permet une vision globale des phénomènes et est, en même temps, le moyen d'étude privilégié pour contribuer à assurer une meilleure gestion de l'environnement (JULIAN *et al.*, 1997).

En Algérie, plusieurs auteurs s'accordent à dire que les ruptures écologiques dans les forêts algériennes sont induites par des pressions d'ordre anthropique ou naturel quasi-permanentes (BENCHETRIT, 1966 ; QUEZEL, 1976 ; BENABDELI, 1995 ; DGF, 2000 ; SITAYEB & BENABDELI, 2008 ; BENABDELI, 2012 ; OUHIBA-MEDDOUR *et al.*, 2012 ; ELZEREY, 2014). Ces pressions mènent à un processus de destruction irréversible.

Le massif forestier de Telagh, où se localise la zone d'étude, est connu par la dégradation de ses formations forestières. BACHIR-BOUIADJRA (2011) note que les forêts de la région de Merine ne sont pas épargnées par cette dynamique régressive. Pour affiner ces affirmations, une approche axée sur la détection et l'évaluation des changements spatio-temporels de deux images satellitaires, Image Landsat 5 de l'année 1989 et celle de Landsatoli 8 ETM 2019 est adoptée ; le but étant d'évaluer la régression ou la progression des différentes affectations des sols entre les deux dates, tout en essayant d'identifier les différents facteurs responsables de ces changements.

CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE

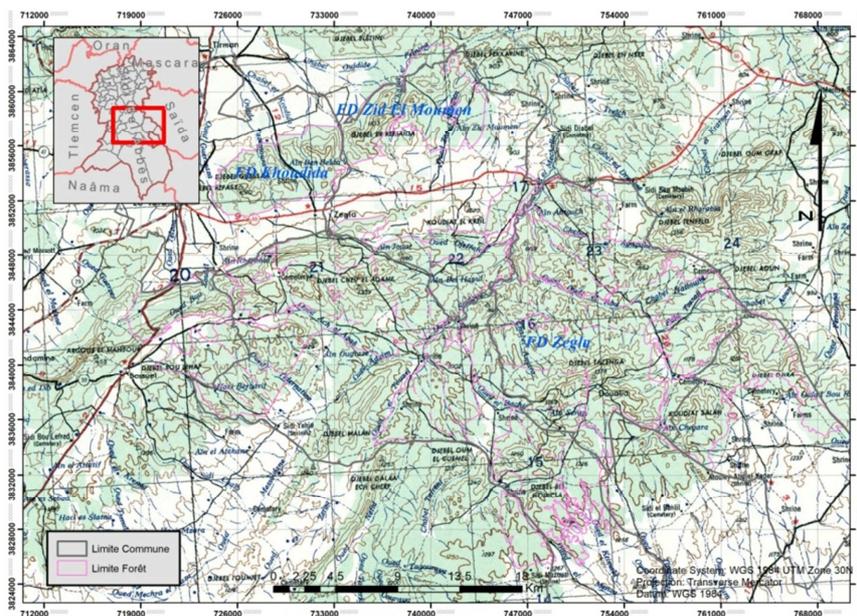


Figure 1. Carte de localisation de la région d'étude

Le massif forestier de Telagh relève géographiquement des monts de Dhaya limités au nord par les forêts de Koudeida et Bouyettas, au Nord-Ouest par les forêts de Touazine et Takrouma, au Sud par celles de Zegla et de Béni-Mathar et à l'Est par les limites administratives de la wilaya de Saïda (BNEDER, 1979).

La région d'étude repose sur des terrains du Jurassique supérieur et moyen, avec une nette dominance du Crétacé inférieur sur grès et calcaire. Cette zone appartient au bioclimat semi-aride à variante fraîche, avec une tranche pluviométrique annuelle de 320 à 380 mm, et un régime saisonnier du type PHAE (les précipitations les plus importantes sont localisées au printemps et en hiver) (BENABDELI, 1976).

Les principaux types de sols rencontrés sont les rendzines, les sols bruns calcaires et la terra rossa de faible profondeur, avec deux horizons (TERRAS *et al.*, 2008).

MATERIEL ET METHODES

Pour évaluer l'état quantitatif du couvert végétal, une étude diachronique sur une période de 30 ans a été engagée ayant pour objectif la comparaison des superficies entre 1989 et 2019. Le but est de suivre la dynamique de la végétation forestière, essentiellement à travers l'évaluation de la couverture végétale pérenne. Les résultats découlant de cette étude permettront d'apprécier la dynamique de la végétation, d'acquérir des données phytoécologiques intéressantes, de réorienter la gestion pour une durabilité des différentes formations forestières et de réaliser un suivi périodique de la végétation tant dans ses aspects quantitatifs que qualitatifs.

Méthode retenue

La méthode adoptée pour la détection des changements de l'occupation est celle proposée par LU *et al.* (2004). Elle est basée sur la comparaison des classifications supervisées de pseudo-bandes (ACP-NDVI). Elle permet de fournir une information détaillée sur l'évolution des changements et la mutation des classes d'occupation, et de préparer des cartes d'occupation et des changements (YAUN *et al.*, 2005).

L'imagerie Landsat TM couvre une plus large portion du spectre électromagnétique. Le capteur TM enregistre des réflectances dans le visible (TM1, TM2, TM3), dans le moyen infrarouge (TM5 et TM7) et dans le proche infrarouge (TM4). Il est reconnu que la prise en compte d'une bande au moins de chacune de ces trois zones du spectre permet une bonne discrimination générale de l'occupation du sol. Il est également admis que l'utilisation d'un grand nombre de bandes spectrales n'apporte guère plus de discrimination entre les objets au sol que celle de quelques bandes judicieusement choisies (BEAUDOIN *et al.* 1995).

Deux images satellitaires (Landsat 5 TM de 1989 et Landsat 8 ETM+ de 2019) sont prises en saison printanière avec une correction radiométrique. La méthode utilisée pour identifier les changements du couvert végétal est schématisée sur la figure 2. Les deux images ont subi une correction atmosphérique selon la méthode appliquée par DURRIEU (1994).

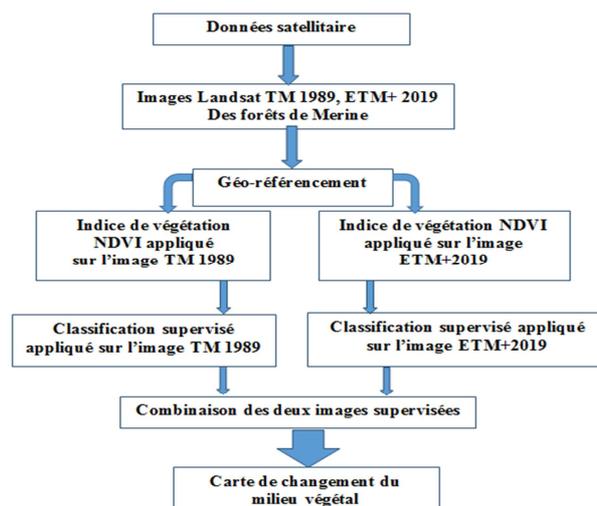


Figure 2-Etapes méthodologiques du traitement des données satellitaires (BACHIR-BOUIADJRA *et al.*, 2011)

Justification du choix de la méthode

L'analyse a été réalisée en se basant sur le NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) qui est relativement peu sensible aux conditions d'observation et l'erreur moyenne due aux effets atmosphériques est de 15 % et reste relativement basse comparée aux autres indices comme le STAVI (Transformed Soil Adjusted Vegetation Index), le GEMI (Global Environment Monitoring Index) et le MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) (CRIPPEN, 1990 ; BARET & GUYOT, 1991 ; PINTY & VERSTRAETE, 1992 ; QI *et al.*, 1994)

L'indice de végétation normalisé (NDVI) est établi en soustrayant au canal infrarouge (où la couverture végétale a de fortes réflectances) le canal rouge (où les surfaces minérales ont de fortes réflectances). Le néo-canal résultant présente un gradient croissant d'activité végétale allant du noir (absence de couverture) au blanc (activité chlorophyllienne très élevée). Le résultat du NDVI prend la forme d'une nouvelle image où la valeur de chaque pixel est comprise entre 0 (sol nu) et 1 (couvert végétal maximal). L'analyse de la palette des nuances qui s'étend entre ces valeurs extrêmes (très peu fréquentes) renseigne l'observateur sur la densité du couvert végétal et la quantité de biomasse verte (ROUSE *et al.*, 1974 ; LILLESAND & KIEFFER, 1994 ; BACHIR-BOUIADJRA *et al.*, 2011).

Les nuages, l'eau et la neige ont un indice de réflexion plus élevé dans le visible que dans le proche infrarouge et un faible NDVI. Les roches et le sol nu ont des indices de réflexion proches de zéro (NGUESSAN *et al.*, 2003).

Les zones où la végétation est dense atteignent des valeurs de NDVI comprises entre 0,6 et +1, les sols nus avoisinent 0 et les surfaces d'eau présentent des valeurs négatives (LILLESAND & KIEFFER, 1994). Par ailleurs, de nombreuses études ont montré que le NDVI est plus ou moins influencé par la couleur des sols et les conditions d'humidité, notamment dans les régions à couvert végétal épars (RONDEAUX *et al.*, 1996).

RESULTATS ET DISCUSSION

NDVI scènes 1989 et 2019

Dans les zones avec végétation, le NDVI est plus élevé et varie en moyenne entre 0,8 et 1 ; les valeurs les plus élevées sont associées à une forte densité de feuillage des plantes. La couleur blanche, qui représente la végétation dans l'NDVI, est moins apparente sur l'image TM 1989 que sur l'image ETM+ 2019, ce qui est révélateur d'une régression de la couverture végétale entre les deux dates. Enfin, le noir et les nuances de gris représentant les surfaces où le couvert végétal est absent, sont plus prononcées dans l'NDVI sur l'image ETM+ 2019 que celle de 1989. Cette approche met donc en évidence un changement du couvert végétal (Figure 3). La couleur blanche indique les zones occupées par la végétation, tandis que les couleurs gris et noir indiquent la présence d'eau et d'objets inertes. Au niveau de l'image de l'année 1989 la couleur blanche est plus prononcée au niveau des périmètres agricoles dans la partie frontale de la forêt de Merine et la partie nord de la forêt de Khoudida.

Dans l'image 2019 (Figure 4), la couleur blanche est moins prononcée au niveau des périmètres agricoles et c'est la couleur noire qui prédomine. Nous pouvons présager par cette constatations l'hypothèse que la saison de la prise de vue de l'année 1989 était plus clémente en matière de précipitations que l'image 2019.

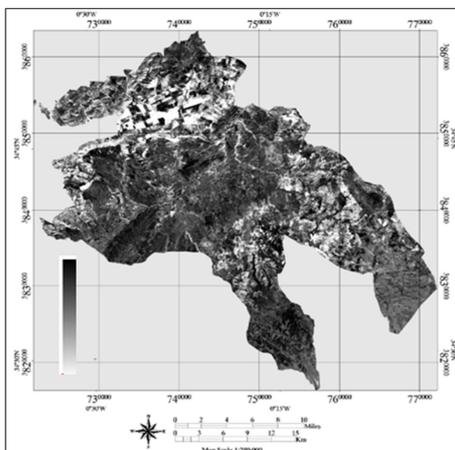


Figure 3. NDVI de la région de Merine de l'année 1989

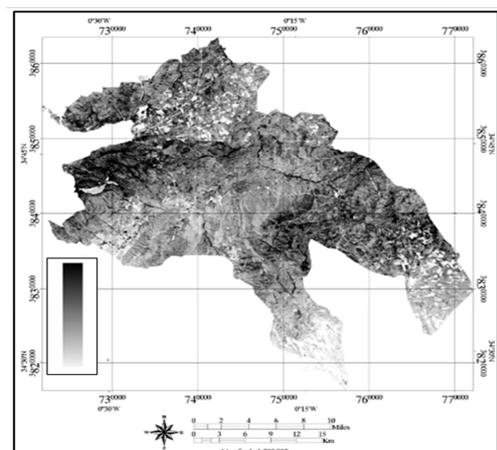


Figure 4. NDVI de la région de Merine de l'année 2019

Classification supervisée

Pour la classification supervisée, un nom a été attribué à chaque type de physionomie végétale ; ainsi la couleur rouge désigne les formations basses (Matorrals), la couleur verte correspond à la végétation haute (Forêts) et les couleurs jaune, bleu, marron et magenta sont respectivement rattachées aux terrains agricoles, au sol nu, à la steppe à alfa et à l'eau.

La comparaison de la classification des deux scènes des années 1989 et 2019, confirme un changement négatif surtout au niveau de la forêt de Khoudida, de Zid El Moumen et de Merine. L'utilisation du logiciel ENVI 4.7 et d'un algorithme approprié ont permis de repérer les changements après comparaison des deux cartes (Figures 5 et 6).

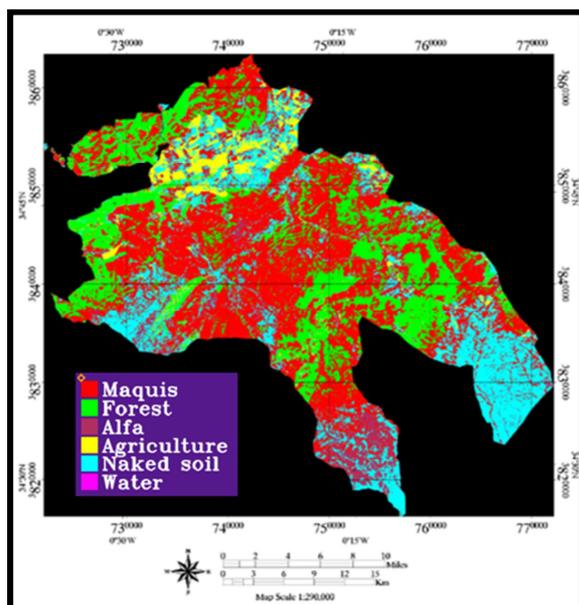


Figure 5. Classification supervisée de la région de Merine 1989 (scène Landsat 5)

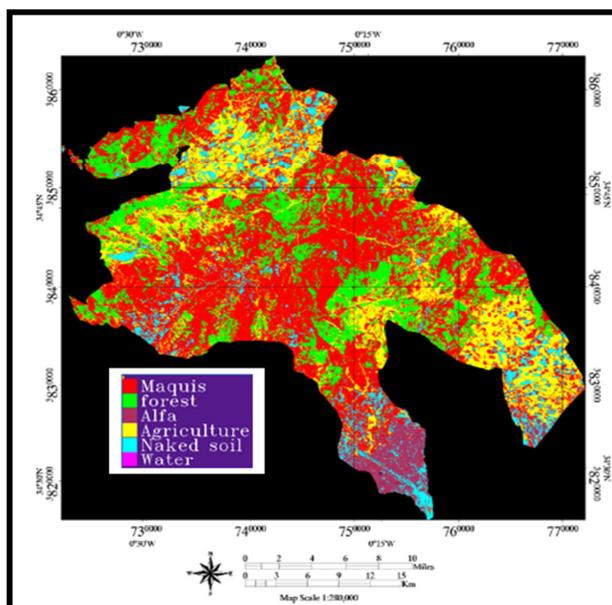


Figure 6. Classification supervisée région de Merine 2019 (scène Landsat 8)

En fonction du type d'occupation de sol, les valeurs en pourcentage comparé des deux périodes sont représentées dans le tableau 1. Les résultats obtenus révèlent une régression quantitative des groupements végétaux, essentiellement ceux du Pin d'Alep, du Thuya et du Chêne vert au profit des formations basses (Tableau 1).

Tableau 1.- Pourcentage des formations (occupation du sol) entre 1989 et 2019 dans la région de Merine

Formation	Année 1989	Année 2019	Ecart	
			Positif	Négatif
Forêts	23,78 %	18,90 %		4,88 %
Matorrals	49,08 %	51,60 %	2,52 %	
Alfa	1,98 %	2,90 %	0,92 %	
Agriculture	3,38 %	20,90 %	17,52 %	
Sol nu	21,78 %	5,70 %		16,08 %

Carte de dynamique de l'occupation du sol par la végétation

La dernière étape de la méthodologie adoptée s'est traduite par l'élaboration de la carte des changements (Figure 7). Celle-ci repose sur la nuance de couleur et trois classes de changements de l'occupation du sol. La première classe consiste en un changement positif (augmentation de la radiométrie) et elle est représentée par une dégradation de la couleur rouge (qui passe du foncé au clair) et concerne les zones qui ont subi une évolution positive du couvert végétal. Par contre, la couleur bleue signifie une dégradation du couvert

végétal (diminution de la radiométrie) totalisant ainsi 40 % de l'image. Des sorties sur terrain confirment la dégradation de la forêt claire de pin d'Alep et de thuya cédant souvent la place à des formations basses du type *Calicotome villosa* L. et *Ampelodesma mauritanica* L.

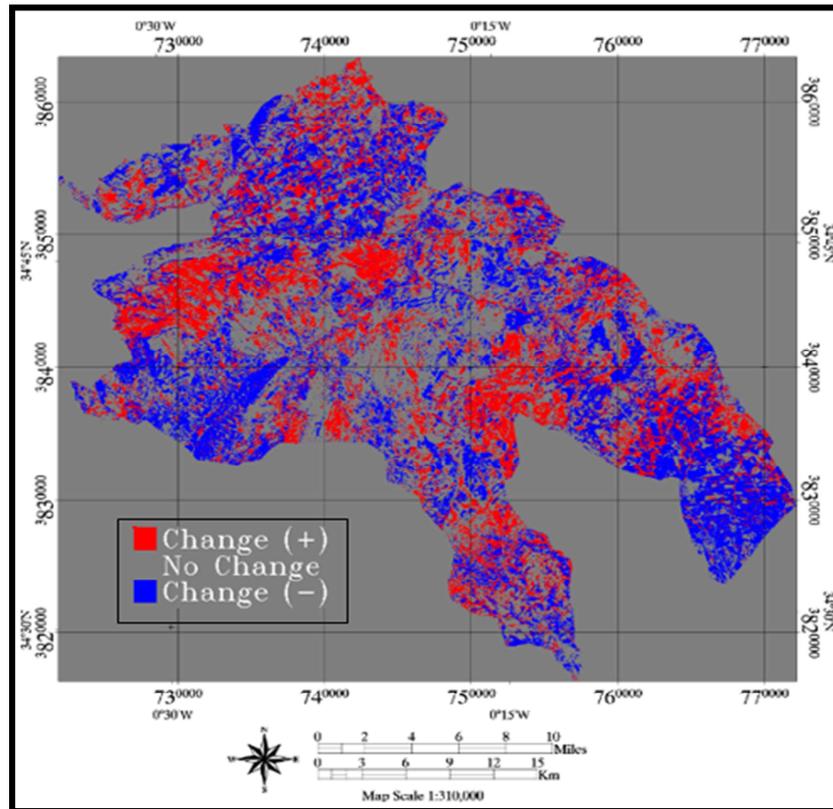


Figure 7. Carte de changement de la région de Merine 1989-2019

La couverture végétale forestière de la zone d'étude durant ces trente dernières années est passée de 80% à 76% soit une perte de 4%. Cette régression résulte de la pression anthropique quasi permanente exercée sur la végétation ; tels que le déboisement, le surpâturage et les feux de forêt, source d'érosion hydrique et de dépérissement (Figures 10 et 11). Cette évolution négative est localisée surtout à l'Ouest de la forêt de Khoudida et au Nord de la forêt de Merine, zones riveraines d'agglomérations.

L'analyse détaillée des résultats obtenus montre que les forêts ont perdu 5% de leur superficie par suite d'incendies, alors que les sols nus ont connu une augmentation de 16,2% à cause du défrichement. La steppe à alfa est restée relativement stable puisque la régression n'est que de 0,8%. Les matorrals et les terres agricoles ont enregistré une augmentation des superficies, soit respectivement 2,4 et 17,4%. Cette situation s'explique par la dégradation des forêts en matorrals sous l'effet des incendies répétés et du défrichement dans le cadre de la mise en valeur des terres agricoles. Entre 1989 et 2019, plus de 415 délits de pacage (les articles 66 et 81 de la loi de 1984 portant sur le régime général des forêts) ont été constatés dans la région de Merine avec en moyenne 14 procès verbaux par an. Mais il est à signaler que beaucoup d'infractions échappent aux gardes forestiers.

Mesures de durabilité des formations forestières de la région de Merine

Les forêts sont soumises à une série de perturbations qui sont elles-mêmes fortement influencées par le climat et les activités humaines. Dans la région de Merine, les principales causes de dégradation sont les incendies et le défrichement favorise l'extension des terres agricoles et l'installation des formations forestières basses (Photos 1 à 4). L'incendie de forêt reste incontestablement un des facteurs de dégradation les plus dévastateurs au regard de la structure et de la composition des formations forestières. La région de Merine a enregistré de 1999 jusqu'à 2019 une superficie incendiée de plus de 31087 ha induits par 578 foyers déclenchés, avec une moyenne de près de 54ha par foyer (DGF, 2020). La mise à nu du sol suite à l'incendie ainsi que les modifications structurales causées par le feu augmentent très fortement les risques d'érosion. Malgré leur fragilité, les formations forestières de la région de Merine sont surexploitées par un élevage ovin à forte charge pastorale. Cette dernière dépasse les 5 ovins par hectare alors que les possibilités ne sont que de 0,5 selon

plusieurs auteurs (BENABDELI, 1996 ; BACHIR-BOUIADJRA *et al.* 2011 ; KEFIFA *et al.*, 2014 ; CHARIF *et al.*, 2016).



- Photo 1 :** Incendie d'une futaie âgée dans la forêt de Merine
Photo 2 : Labour illicite en plein massif forestier de Merine
Photo 3 : Dépérissement de la végétation et érosion du sol dans les monts de la forêt de Merine
Photo 4 : Pâtutage aléatoire dans le massif forestier de Merine

Les orientations permettant de préserver ces formations forestières se présentent comme suit :

- Cadastrier le foncier domanial relevant du domaine forestier pour éradiquer toute tentative de mise en valeur à travers le défrichement.
- Contrôler la charge pastorale selon le type de formation après une mise en défens justifiée par une expérimentation intéressante réalisée en Tunisie par EL HAMROUNI & SARSON (1974) qui rapportent que la production fourragère par hectare d'une forêt de Pin d'Alep passe de 46 UF en

parcelle ouverte au parcours à 380 UF avec une mise en défens intégrale et à 568 UF en pratiquant un pâturage rationnel et contrôlé.

- Favoriser les espèces à forte capacité de rejets de souches permettant d'assurer une couverture végétale intéressante, lutter contre l'érosion et assurer une biodiversité.
- Préserver les formations basses telles les matorrals arborés permettant d'assurer un taux appréciable de couverture végétale.
- Opter pour un pré-aménagement permettant de diminuer le risque d'incendie en contrôlant la densité pour éviter la propagation des feux.
- Restaurer les formations de Thuya et de Chêne vert, espèces permettant de lutter contre les pressions par leur pouvoir de rejets et leur taux d'humidité comme préconisé par MEDJAHDI (2010).

CONCLUSION

L'étude diachronique du couvert végétal de la région de Merine entre 1989 et 2019, montre que celui-ci a évolué de manière régressive surtout dans les forêts de Merine et de Khoudida. Ces deux forêts sont soumises, de par leur situation à proximité d'agglomérations et de terrains agricoles, à une forte pression anthropique à laquelle s'ajoutent de longues périodes de sécheresse.

Les groupements les plus concernés par cette régression sont celle du *Quercetum illicis*, du *Tetraclinum articulata* et de *Pinetum halepensis* qui sont progressivement remplacés par des formations basses à base de *Calycotum*, *Stipa* et *Pistacia*.

Seul un programme intégré de restauration des formations forestières avec des espèces adaptées aux conditions édapho-climatiques et aux pressions anthropiques permettrait de préserver la pérennité de la couverture végétale forestière durablement. Un nouveau type d'aménagement issu d'un diagnostic ciblera les actions prioritaires à engager pour stopper la dégradation des formations forestières dans le sud de la wilaya de Sidi Bel Abbes qui constitue une barrière naturelle contre le phénomène de désertification.

L'aménagement durable des formations forestières de la région d'étude reste tributaire d'une approche globale issue d'un schéma de cohérence des territoires, seul outil permettant d'intégrer l'écosystème forestier dans les autres domaines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARAYA S., LYLE G., LEWIS M. & OSTENDORF B. (2016). Phenologic metrics derived from MODIS NDVI as indicators for Plant Available Water-holding Capacity. *Ecological Indicators*, **60**: 1263-1272
- BACHIR BOUIADJRA S.E., EL ZEREY W. & BENABDELI K. (2011). Étude diachronique des changements du couvert végétal dans un écosystème montagneux par télédétection spatiale : cas des monts du Tessala (Algérie occidentale). *Géographie Physique et Environnement*, **5**: 211-225.
- BAH MAMADOU D. (2016). *Mise en place d'un outil de suivi de la végétation à partir de données de télédétection à basse résolution spatiale*. Rapport de stage de Master 2, Université de Toulouse, 69 p.
- BARET F. & GUYOT G. (1991). Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, **35**: 161-173.
- BEAUDOIN Y., CAVAYAS F. & MAROIS C. (1995). Vers une nouvelle méthode d'inventaire et de mise à jour de l'occupation/utilisation du sol en milieu urbain. *Canadian Journal of Remote Sensing*, **21**(1):28-42.
- BENABDELI K. (1976). *Introduction à la politique forestière algérienne*. Journée scientifique de l'O.N.T.F. Oran. 25 p.
- BENABDELI K. (1995). Rétrospectives des méthodes d'évaluation des impacts des activités humaines sur l'environnement: application à l'Algérie. In 1^{er} séminaire d' Ecodéveloppement, Sidi Bel Abbes, 8 p.
- BENABDELI K. (1996). *Dynamique de la végétation forestière face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et de Dhaya (Algérie occidentale)*. Thèse de doctorat, faculté des sciences, université d'Aix-Marseille III, France, 232 p.
- BENABDELI K. (1996). Impacts socio-économiques et écologiques de la privatisation des terres sur la gestion des espaces et la conduite des troupeaux : cas de la commune de Télagh (Sidi Bel Abbes- Algérie). *Options méditerranéennes*, **32**: 185-194.
- BENABDELI K. (2012). Identification of prerequisites for the sustainable management of forest ecosystems in Algeria. In the report of the 2nd scientific days of the LRGOF, Université de Mascara, Algérie.
- BENCHETRIT M. (1966). The modalities of forest degradation in the Tell Oranie. *Revue de Géographie de Lyon*, **41**(4): 303-338.

- BENSAÏD A. (1997). *Traitement des données multi sources et conception d'une base de données dans un SIG en vue de la caractérisation d'un milieu physique : application à une zone steppique au nord de Laghouat*. Thèse de Magister, Centre National des Techniques Spatiales, Arzew, 122 p.
- BENYOUSEF S.A. (1986). Projet de reboisement dans la forêt de Zegla. In **Braini A.** Contribution à l'étude des caractéristiques des facteurs écologiques *Tetralinis articulata* dans la forêt de Zegla (2015).
- BLANC-PAMARD C. & BOUTRAIS J. (1994). *Dynamique des systèmes agraires : À la croisée des parcours*, Centre d'études africaines, ORSTOM, CNRS – EHESS, pp. 303-319.
- BNEDER (1979). Plan d'aménagement des forêts de Merine établi par le Bureau National d'études pour le Développement Rural, Algérie.
- BONN F. & ROCHON G. (1992). *Précis de télédétection : principe et méthode*. Presse Universitaire du Québec, AUPELEF, Volume I, 485 p.
- BRAKCHI L., KADIK L. & GACHET S. (2015). Typologie fonctionnelle et taxinomique des pinèdes de l'Algérie et de l'Oranais (Algérie). *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, **70**(3): 231-247.
- CHARIF K. BENABDELI K. & BELGHARBI B. (2016). Analyse du comportement des principaux groupements forestiers face aux incendies dans le massif forestier de Telagh, Algérie. *Afrique Sciences*, **12**(1): 39-49.
- CHEHATA N. (2015). Techniques d'observation et méthodes d'analyse pour la gestion de l'eau dans les bassins versants agricoles méditerranéens, Ecole d'Hiver.
- CHERKI K. & GMIRA N. (2013). Dynamique de régénération post-incendie et sévérité des incendies dans les forêts méditerranéennes : cas de la forêt de la Mâamora, Maroc Septentrional. *Revue d'Écologie (Terre Vie)*, **68**: 243-266.
- COLIN P.Y., JAPPIOT M., MARIEL A., LAMPIN CABARET C., VEILLON S. & BROCCHIRO F. (2001). Protection des forêts contre l'incendie, Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen, *Cahier FAO Conservation*, **36**: Thème 3 : Les causes des incendies.
- DALE V.H., JOYCE L.A., MCNULTY S., NEILSON R.P., AYRES M.P., FLANNIGAN M.D., HANSON P.J., IRLAND L.C., LUGO A.E., PETERSON C.J., SIMBERLOFF D., SWANSON F.J., STOCKS B.J. & WOTTON B.M. (2001). Climate change and forests disturbances. *BioScience*, **51**: 723-734.
- DGF (Direction Générale des Forêts). (2000). Etude prospective du secteur forestier en Afrique, *Rapport FOSA*, 60 p.
- DURRIEU S. (1994). *Utilisation de la télédétection satellitaire pour la mise à jour de la carte des types de peuplement de l'inventaire forestier national*. Thèse de doctorat de l'ENGREF, 184 p.
- DUTOIT T., ROCHE P. & ALARD D. (1999). Influence de perturbations anthropiques sur la composition et la diversité botanique des pelouses calcicoles de la vallée de la Seine en Haute-Normandie (France). *Canadian Journal of Botany*, **77**: 377-388.
- EL HAMROUNI A. & SARSON M. (1974). Valeur alimentaire de certaines plantes spontanées ou introduites en Tunisie. Institut National de Recherches Forestières, Tunis, *Note de recherche*, **2**: 12 p.
- EL ZEREY W. (2014). Etude diachronique de la régression du couvert forestier de la plaine de Telagh (Algérie) : approche par télédétection et SIG. *Bulletin de l'Institut Scientifique*, **36**: 25-31.
- ESCADAFAL R. (1989). *Caractérisation de la surface des sols arides par observations de terrain et par télédétection. Application : exemple de la région de Tataouine (Tunisie)*. ORSTOM, collection Études et Thèses, 317 p.
- FAO (2000). Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Second atelier FOSA pour l'Afrique de l'Ouest. *Compte rendu de l'atelier et recommandations*, 22 p.
- FAO (2010). Evaluation des ressources forestières mondiales. *Rapport principal*, 348 p.
- HUETEA.R., DIDANK., MIURAT., PRODRIGUEZE., GAO X. & FERREIRA L.G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, **83**(1-2): 195-213.
- JACQUIN A., DENUX J.P. & CHERET V. (2011). Choix d'un indice spectral adapté à la détection des surfaces brûlées dans des milieux de savanes dégradées – Application à Madagascar. *Journal Canadien de Télédétection*, **37**(3): 314-320.
- JORDAN C.F. (1969). Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*, **50**(4): 663-666.
- JULIAN C., BARBALATA, ION IONESCU ET IOAN NOAJE, (1997). Etude de l'évolution du milieu naturel du delta du Danube, Télédétection des milieux urbains et périurbains. Ed. Aupelf-UREF, 337-346
- KEFIFA A. & BENABDELI K. (2014). Contribution to the Study of the Structure of the Main Ligneous Species in the Preservation of Forest Spaces in the Monts of Saida and Dhaya (Algerian West). *Ecologia Balkanica*, **6**(1): 11-18.
- LE COZ J. (1990). *Espaces méditerranéens et dynamiques agraires. État territorial et communautés rurales*. (Édit.) CIHEAM-UNESCO/MAB, 249 p.

- LEE R., YU F., PRICE K.P., ELLIS J. & SHI P. (2002). Evaluating vegetation phenological patterns in Inner Mongolia using NDVI time series analysis. *International Journal of Remote Sensing*, **23**(12): 2505-2512.
- LILLESAND T.M. & KIEFFER R.W. (1994). *Remote sensing and image interpretation*. (Ed.) John and Wiley, 750 pages.
- LU D., MAUEL P., BRONDIZIO E. & MORN E. (2004). Change Detection Technique. *International journal of sensing*, **25**(12): 2365-2407.
- MADOUÏ A. (2002). Les incendies de forêt en Algérie Historique, bilan et analyse. *Forêt méditerranéenne*, **XXIII**(1): 23-30 p.
- MARC H. (1916). *Notes sur les forêts de l'Algérie*. (Ed.) Larose, 331 p.
- MEDJAHDI B. (2010). *Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts des Trara (nord-ouest de l'Algérie)*. Thèse de doctorat, Université Abou BekrBelkaid, 266 p. + annexes.
- N'GUESSAN K.E., BELLAN M.F. & BLASCO F. (2003). Suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée soumise à des pressions anthropiques. *Télédétection*, **3**(5): 443-456.
- NGUESSAN É., BELLAN M.F. & BLASCO F., (2003). Suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée soumise à des pressions anthropique. *Télédétection*, **3**(5): 443 -456.
- Nsord, (2008). National Study Office for Rural Development. Inventory of lands and forests of northern Algeria Tlemcen, Algeria).
- OUHIBA-MEDDOUR S., DERRIDJ A. (2012). Bilan des feux de forêts en Algérie : analyse spatio-temporelle et cartographie du risque (période 1985-2010). *Sécheresse*, **23**: 133-141.
- OUHIBA-MEDDOUR S., MEDDOUR, R., DERRIDJ, A. (2008). Historique des feux de forêts en Algérie. Analyse statistique descriptive (période 1876-2005). *Revue campus*, **10**: 1-12.
- PAULA S., ARIANOUTSOU M., KAZANIS D., TAVSANOGLU C., LLORET F., BUHK C., OJEDA F., LUNA B., MORENO J.M., RODRIGO A., ESPELTA J.M., PALACIO S., FERNÁNDEZ-SANTOS B., FERNANDES P. M., & PAUSAS J.G. (2009). Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. *Ecology*, **90**(5): 1420-1440.
- PINTY B. & VERSTRAETE M.M. (1992). GEMI: A non-linear index to monitor global vegetation from satellites. *Vegetatio*, **101**: 15-20.
- POULENARD J., DESCROIX L. & JANEAU J.L. (1995). Surpâturage et formation de terrassettes sur les versants de la Sierra Madre Occidentale (Nord-Ouest de Mexique). *Revue de Géographie Alpine*, **2**: 77-86.
- QI J., CHEHBOUNI A., HUETE A.R., KERR Y.H. & SOROOSHIAN S. (1994). A modified soil adjusted vegetation index. *RemoteSensing of Environment*, **48**(2): 119-126.
- QUEZEL P. (1976). Les forêts du pourtour méditerranéen. In : *Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement*. Note technique MAB, **2**, Unesco, Paris : 9-33.
- RAFA A. (2017). *Analyse du bilan des incendies de forêts dans la Wilaya de Sidi Bel Abbes durant la période 2010-2016*. Mémoire de Master, Université Abou BakrBelkaid, 111 p.
- RONDEAUX G., STEVEN M. & BARET F. (1996). Optimization of soil-adjusted vegetation indices. *Remote sensing of environment*, **55**: 95-107.
- ROUSE J. W., HAAS W. J., SHELL A., DURING D.W. & HARLAN J.C. (1974). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (Greenwave effect) of natural vegetation. NASA/GSFCT type III, *Final report*, Greenbelt MA, 309-317.
- SALVAUDON A. (2006). *Gestion des milieux et des espèces*, Memento de terrain "Aten", Pôle de ressources et compétences pour la nature, **5 p**.
- SERRATE C. (1978). Dynamique des versants de Haute Montagne : Andes Péruviennes - Alpes Briançonnaises. Thèse de doctorat, Université Paris VII, 320 p.
- SINGH A. (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data. *International Journal of RemoteSensing*, **10**: 989-1003.
- SITAYEB T. & BENABDELI K. (2008). Contribution to the study of the land use dynamics of the Macta Plain (Algeria) using remote sensing and Geographic Information Systems. *ComptesRendusBiologie*, **331**: 466-474.
- TERRAS M., LABANI A., BENABDELI K. & ADDA-HANIFI N. (2008). Dynamique phytoécologique du Thuya de Berbérie face à l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, **XXIX**(1): 33-40.
- TUCKER C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *RemoteSensing of Environment*, **8**(2): 127-150.
- VIRAMONTES D., DESCROIX L., NOUVELOT J.F. & GONZALEZ BARRIOS J.L. (1999). Variabilité des apports liquides et solides dans un grand bassin endoréique du Nord Mexique : le bassin Nazas-Aguanaval (92 000 km²). International Symposium « Hydrological and Geochemical Processes in large scale river basins ». Hibam-IRD, Manaus.
- YUAN F., SAWAYA K.E., LOEFFELHOLZ B.C., BAUER M.E. (2005). Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota). Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. *RemoteSensing of Environment*, **98**(2-3): 317-328.

ZEDDAM A., MEURER M. & NEFF C. (2007).Impact des activités humaines sur la végétation de la forêt des Senhadja-Gherbès, Skikda, Algérie. *Boccone*, **21**: 283-289.

ZHENYU JIN & BING XU (2013).A Novel Compound Smoother-RMMEH to Reconstruct MODIS NDVI Time Series.*IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, **10**(4): 942–946.

