

Impact de l'ensablement sur les oasis du Sud algérien : cas de la zone humide Ouled Saïd, province de Timimoun

Mohammed OULD SAFI^{1*} et Driss HADDOUCHE²

¹ *Institut National de Recherche Forestière, Station d'Adrar, Algérie*

² *Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Ressources Forestières, BP 119, Tlemcen*

(Reçu le 02 Avril 2023 ; Accepté le 15 Juin 2023)

* Correspondance, courriel : moh.safi.inrf@gmail.com

Résumé

L'ensablement est l'aspect le plus dangereux de la désertification qui affecte la zone humide Ouled Saïd (province de Timimoun) dans le Sud-Ouest algérien. Cette étude a pour objectif d'y étudier l'impact d'ensablement en tenant compte du changement de paysage. Pour ce faire, une analyse diachronique par la classification non-supervisée (algorithme K-means) des images satellitaires, de Landsat entre 1995 et 2017, a été effectuée à l'aide des logiciels Edass Imagine et ArcGis. Les résultats obtenus ont montré que la zone humide en question est en dégradation continue par l'ensablement. En effet, la superficie de certaines classes étudiées ont connu une diminution intense. Il s'agit de la végétation en bonne santé et le sol nu qui ont perdu respectivement 53,06ha et 507,56 ha. Toutefois, l'urbanisme, les dunes de sables et les terrains agricoles ensablés ont connu une augmentation en superficie avec respectivement 128,81 ha, 368,27 ha et 45,54 ha. L'enquête concernant l'exode rural, effectuée à travers la présente étude, a dévoilé que l'ensablement y a fait l'exode de 360 personnes comme impact social dans une période allant de 1988 à 2018.

Mots-clés : *Ouled Saïd, zone humide, ensablement, impact, analyse diachronique.*

Abstract

Impact of sand encroachment on the oases of southern Algeria: case of the Ouled Saïd wetland, Timimoun province

Sand encroachment is the most dangerous aspect of desertification affecting the Ouled Saïd wetland (province of Timimoun) in southwestern Algeria. This work aims to study the impact of Sand encroachment, taking into account the change in landscape. To do this, a diachronic analysis by the unsupervised classification (K-means algorithm) of satellite images, from Landsat between 1995 and 2017, was carried out using Edass Imagine and ArcGis software. The results obtained showed that the wetland in question is in continuous degradation by Sand encroachment. Indeed, the area of certain classes studied has experienced an intense decrease. These are healthy vegetation and bare soil which lost 53.06 ha and 507.56 ha respectively. However, urban planning, sand dunes and sandy agricultural land have increased in area with respectively 128.81 ha, 368.27 ha and 45.54 ha. The survey of rural exodus, carried out through this study, revealed that Sand encroachment caused the exodus of 360 people there as a social impact in a period from 1988 to 2018.

Keywords : *Ouled Saïd, wetland, Sand encroachment, impact, diachronic analysis.*

1. Introduction

La désertification s'exprime par la dégradation des terres, du couvert végétal et des ressources hydriques sous l'action de nombreux facteurs naturels et anthropiques [1 - 5]. L'érosion éolienne est un phénomène très actif dans les pays arides et semi-arides [6]. En Algérie, l'érosion éolienne menace près de 20 millions d'hectare [7]. Selon [4], près de 7,2 millions d'habitants vivant dans les régions arides et hyper arides en Algérie sont menacés par la pauvreté, sous l'action du phénomène de la désertisation. Dans la province de Timimoun (Sud-Ouest Algérien), à l'instar des facteurs naturels (climat, sol, couvert végétal), l'augmentation du nombre de population et l'utilisation irrationnelle des ressources biologiques (notamment l'arrachage de la végétation spontanée telles que : l'*Aristida pungens*, *Cornulaca monacantha*, *Acacia rddiana*, *Retam aretam*, etc.) ont aggravé le phénomène d'ensablement qui représente l'aspect le plus traumatisant de la désertification. L'oasis Ouled Saïd, sis au centre de la province de Timimoun (Sud-Ouest d'Algérie), est une zone humide artificielle créée par l'être humain grâce au système traditionnel d'irrigation appelé localement la « Foggara ». Cet écosystème saharien est composé principalement par le palmier dattier, associé avec d'autres espèces végétales et animales. La zone humide Ouled Saïd est classée en 2001 [8] comme site international sur la liste Ramsar (est un traité international qui a l'objet de classer les zones humides d'importance internationale). Elle remplit plusieurs rôles à différent niveaux, tels que : l'accueil des oiseaux migrateurs, la production d'aliments bio issus de variétés locales, source d'eau de bonne qualité, lieu touristique, etc. Cependant, sans protection et sans entretien humain, la zone humide Ouled Saïd est vouée à une disparition graduelle sous l'action d'ensablement [9]. Bien que cette zone humide soit importante, toutefois, sa situation environnementale est en déclin continu à cause du phénomène d'ensablement. Pour mettre en évidence sa dégradation au fil du temps, nous avons traité des images de satellite Landsat d'une vingtaine d'années d'intervalle pour analyser diachroniquement l'évolution des unités paysagères en tenant compte de certaines classes relatives à la végétation et au sol. En fait, il s'agit d'une comparaison des classes d'occupation du sol par unité de surface durant la période allant de 1995 à 2017.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

La zone humide Ouled Saïd est une oasis sise presque au centre de la province de Timimoun au niveau de la commune d'Ouled Saïd pourtant la même nomenclature que la zone humide en question (**Figure 1**). Sur le plan géographique, elle est située entre la longitude $0^{\circ}13'59''E$ et $0^{\circ}15'09''E$, et entre la latitude $29^{\circ}24'26''N$ et $29^{\circ}26'07''N$. Elle occupe une superficie de 350 ha avec une altitude moyenne de 244 m. L'emplacement de cette zone humide (les oasis de la commune d'Ouled Saïd) a été fait sur une zone comprise entre la limite méridionale de l'Erg occidental et la grande sebkha de Timimoun.

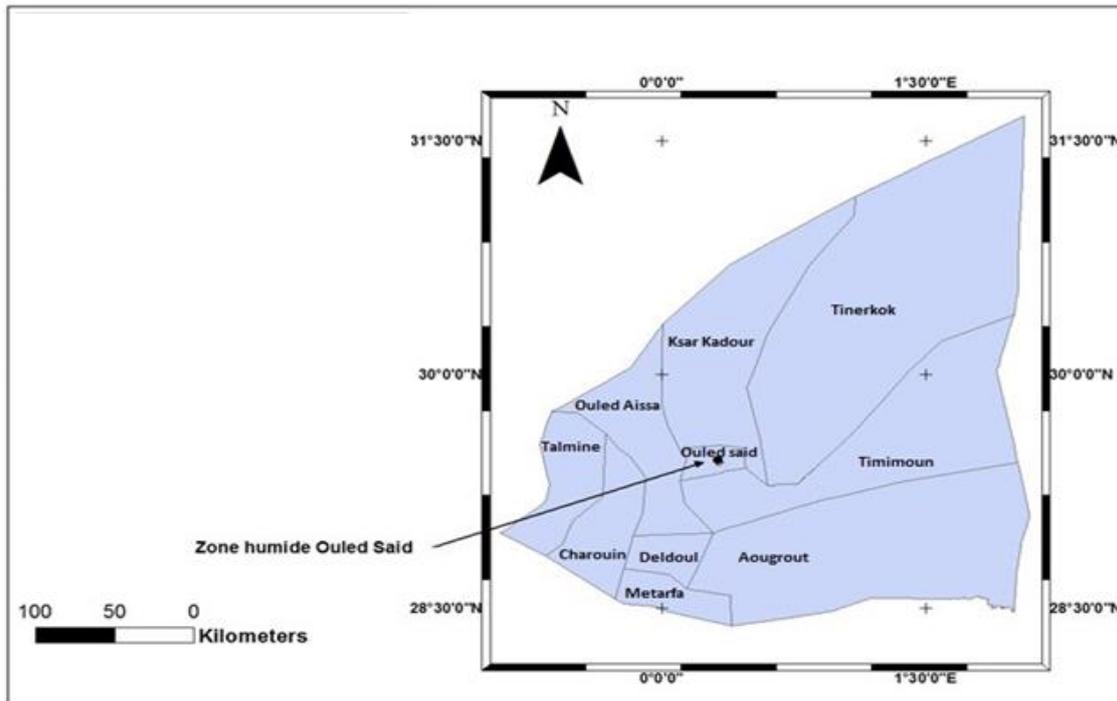


Figure 1 : *Situation géographique de la zone humide Ouled Saïd par rapport aux communes de la province de Timimoun*

2-1-1. Les ressources en eau de la zone d'étude

Selon [10, 11] une relation étroite relie l'être humain de la région de Gourara, dont la province de Timimoun fait partie, avec la Foggara en tant que source qui assure sa vie. En effet, ces « Foggaras » (**Figure 2**) ce sont les veines de vie desquelles proviennent les eaux qui irriguent la zone humide Ouled Saïd. Ce système traditionnel de génie humaine de 14^{ème} siècle a permis aux oasiens d'exploiter les eaux souterraines de la nappe phréatique du continental intercalaire. L'eau y est utilisée de façon raisonnable en se basant sur des techniques traditionnelles qui prennent en considération la notion de l'économie de l'eau, alors que chaque goutte, qui ruisselle sur des canaux (Segguia qui désigne le canal en dialecte local) à ciel ouvert, se dirige vers un but bien précis. En effet, l'oasis d'Ouled Saïd, est un exemple type de l'utilisation rationnelle de l'eau préconisée par la convention Ramsar.



Figure 2 : *Qasri, système traditionnel de partage de l'eau de la « Foggara », zone humide Ouled Saïd*

Foggara : système de captage des eaux permettant de véhiculer l'eau souterraine, d'une zone en amont vers une zone en aval, pour l'irrigation des oasis à travers une canalisation menée par des puits qui en permet l'entretien.

2-1-2. Climat

Le climat de la zone d'étude est de type saharien avec une aridité extrême où l'humidité ne dépasse pas 50 % pendant toute l'année. Les températures sont énormément élevées surtout l'été lorsqu'elles dépassent 45 ° C (**Tableau 1**). La pluviométrie est très irrégulière dans sa distribution et faible en quantité, et n'excède pas 30 mm par an. Les vents, pendant les dix premiers mois de l'année, se caractérisent par des vitesses élevées provoquant le phénomène d'érosion éolienne ainsi que l'ensablement, sachant que les particules de sable nécessitent, pour leur déplacement, une vitesse du vent supérieure à 4 m / s [2].

Tableau 1 : Données climatiques de la zone d'étude, période : 2000 - 2014 (Office National de Météorologie, Station de Timimoun)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
P (mm)	5,8	0,5	1,2	4,7	0,6	0,5	0,2	1,2	3,2	2,5	1,2	1,8	*23,4
TM	19,3	22,2	27,7	31,9	36,7	42,1	45,6	44	39,7	33,5	25	19,9	32,3
Tm	4,9	7,4	12,2	16,2	20,7	25,4	28,9	27,9	24,4	18,7	10,9	6,5	17
T	12,1	14,8	19,9	24	28,7	33,7	37,3	36	32	26,1	18	13,2	24,7
H %	41	33	24	21	19	15	12	15	22	28	37	44	25,91
Vitesse du vent (m/ s)	4,2	4,8	5,2	5,5	5,8	5,3	4,9	4,8	4,6	4,3	3,9	3,8	4,76

P : précipitation. *TM* : température maxima. *Tm* : température minima. *T* : température moyenne. *H* : humidité.

Les directions du vent dominant dans la région d'étude sont l'Est et d'ordre moins le Nord-Est (**Figure 3**).

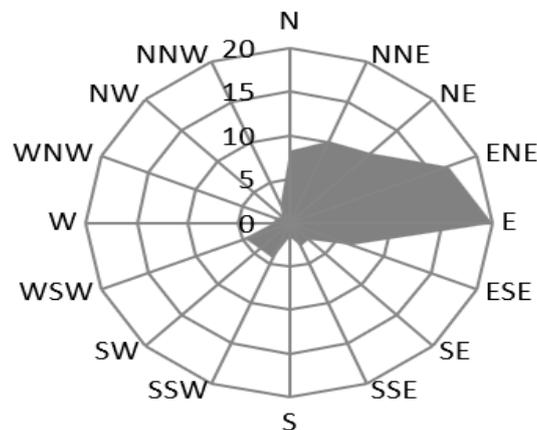


Figure 3 : La rose des vents de la région de Gourara pour la période [2005 - 2014]

2-1-3. L'importance de la zone humide Ouled Saïd

La convention Ramsar a classé l'oasis d'Ouled Saïd comme une zone humide d'importance internationale, de type continental, en se basant sur son mode d'utilisation rationnelle de l'eau de Foggara [9]. Sur le plan écologique, la zone humide Ouled Saïd est un écosystème saharien qui préserve une biodiversité importante flore et faune. La flore cultivée est composée principalement par le palmier dattier et ses cultivars associés aux autres cultures vivrières, toutefois, la flore spontanée est représentée par des espèces xériques telles

que : le Tamarix, les Roseaux, le Zygodium, l'Aristida, etc. Quant à la faune, certaines espèces de différentes classes ont été constatées à savoir : les oiseaux migrateurs, les oiseaux sédentaires, certains mammifères tels que l'hérisson et le chacal. La zone humide Ouled Saïd joue un rôle économique important notamment au niveau de l'agriculture par la production des dattes de différents cultivars. Au niveau de tourisme, vu les potentialités qu'elle dispose, comme les magnifiques « Foggaras » et jardins, les belles dunes et les agréables vieux ksour (ruines d'anciens villages), cette zone humide accueille annuellement plusieurs visiteurs de différentes destinations nationales et internationales. Les changements de l'occupation des terres sont assez faciles à détecter par Télédétection [12]. L'étude diachronique du changement de l'aspect paysager de la zone humide Ouled Saïd sous l'action du phénomène d'ensablement s'est basée sur l'analyse spatiotemporelle et le traitement des images satellitaires. Pour atteindre cet objectif, plusieurs étapes ont été suivies, à savoir.

2-2. L'acquisition des images satellitaires

Les images utilisées sont téléchargées du site de l'USGS (The United States Geological Survey). Il s'agit de deux images de date différente, de Landsat5 février 1995 et de Landsat8 février 2017. La date choisie permet une meilleure visualisation des classes visées par la présente étude notamment la végétation oasienne.

2-3. Traitement d'amélioration de l'image

La composition colorée adoptée pour la présente étude est de type 4.2.1 pour l'image Landsat5 de 1995 et de type 5.3.2 pour celle de Landsat8 de 2017. Elle correspond respectivement aux bandes multi spectrales proche infrarouge, vert et bleu. Cette composition colorée assure les meilleurs résultats pour étudier le phénomène d'ensablement. Les images produites sont améliorées sur le plan radiométrique sous le logiciel Erdas Imagine. L'image de Landsat8 2017 a subi une amélioration de sa résolution par la fusion de l'image de la composition colorée 5.3.2 avec la bande panchromatique. De ce fait, la résolution de l'image produite de Landsat 2017 passe de 30 m à 15 m de résolution spatiale. Par l'utilisation d'un fichier vecteur de la zone d'étude, un découpage des images préparées a été fait pour éliminer les parties des deux images qui ne sont pas concernées par la présente étude (masque d'image).

2-4. Traitements spécifiques

Une classification non-supervisée des images préparées par l'algorithme K-means [13] a été effectuée sous Erdas Imagine pour connaître le changement de l'aspect paysager de la zone humide Ouled Saïd dans la période allant de 1995 à 2017. A cet effet, 36 classes de valeurs radiométriques différentes ont été produites et par interprétation visuelle sont affectées à cinq classes retenues de l'occupation du sol. Ces dernières ont été comparées entre eux afin d'établir la carte de synthèse finale. Les classes concernées sont : les dunes de sable, les sols nus, l'urbanisation, la végétation oasienne en bon état et les terrains agricoles ensablés. Les classes adoptées sont faites selon ce qui est possible à distinguer par l'interprétation visuelle en tenant compte de la qualité radiométrique des images. Les logiciels Arcgis 10.2 et Erdas imagine 2014 ont été utilisés pour le traitement des images satellitaires et la réalisation des cartes thématiques.

2-5. Exode rural

Pour consolider les résultats obtenus à travers le traitement des images satellitaires, et afin d'évaluer le phénomène d'exode rural résultant du problème d'ensablement au niveau de la zone d'étude, une enquête a été faite sur terrain pour constater le nombre d'habitants ayant quitté leur localité sous l'action de ce fléau. Les localités ciblées par l'enquête sont les villages de la commune Ouled Saïd abritant la majorité de sa population.

3. Résultats et discussion

Plusieurs travaux de recherche ont été effectués dans la province de Timimoun (région de Gourara) concernant l'étude du phénomène d'ensablement surtout pour en connaître les causes, les conséquences et les techniques de lutte [14 - 17]. La zone humide Ouled Saïd est un écosystème saharien oasien dont la durabilité dépend étroitement du système d'irrigation foggara, ce dernier est en train de se dégrader par plusieurs facteurs comportant l'ensablement [18]. A cet effet, la présente étude vise à mettre en évidence le changement de l'aspect paysager de la zone humide Ouled Saïd, sous l'action du phénomène en question en utilisant la télédétection. Cet outil a montré son efficacité pour suivre le phénomène d'ensablement dans plusieurs cas en Algérie et même ailleurs dans le monde [19 - 21].

3-1. Changement de l'occupation du sol de la zone humide Ouled Saïd et certains villages de voisinage sous l'action d'ensablement

L'ensablement, dans la province de Timimoun, est un réel défi contre toutes les formes d'activités socio-économique, telles que l'agriculture, le transport et l'urbanisation. L'oasis Ouled Saïd, la seule zone humide classée par Ramsar et existant dans cette province, a connu une dégradation intense sous l'action d'ensablement durant les dernières années (*Figure 4*). Cette palmeraie compte un nombre de 260 paysans qui exploitent principalement 26 400 palmiers dattiers dont 91,5 % sont productif [22]. L'objectif de l'étude engagée est d'évaluer la dégradation de l'aspect paysager de cette zone humide et de certains villages limitrophes sous l'action du phénomène en question (*Figures 5 et 6*). Les résultats obtenus à travers le traitement des images satellitaires sont présentés dans le *Tableau 2*. Ils montrent que la zone humide Ouled Saïd a connu une augmentation des superficies occupées par les dunes de sable, cette classe est passée de 682,10 ha en 1995 à 1050,37 ha en 2017.

Tableau 2 : Résultats du changement paysager de la zone humide Ouled Saïd [1995 - 2017]

Classes	Superficie année 1995		Superficie année 2017		Différence
Dunes de sable	682,10 ha	42,64 %	1050,37 ha	65,67 %	+ 368,27 ha
Végétation en bon état	169,26 ha	10,58 %	134,2 ha	8,39 %	-35,06 ha
Terrains agricoles oasiens ensablés	121,7 ha	7,61 %	167,24 ha	10,46 %	+ 45,54
Sol nu	597,15 ha	37,18 %	89,59 ha	5,6 %	-507,56
Urbain	29,29 ha	1,99 %	158,10 ha	9,88 %	+128,81
Total	1599,5 ha	100,00 %	1599,5 ha	100,00 %	

Concernant les terrains agricoles ensablés (*Figure 4*), ils étaient de 121,7 ha en 1995 et sont devenus 167,24 ha en 2017 avec une augmentation de 45,54 ha soit 45.54 %. L'urbanisation était de 29,29 ha en 1995 et sont devenus 158,10 ha en 2017 avec une augmentation importante de 128,81 ha. Toutefois, la végétation oasienne en bon état de la zone humide Ouled Saïd a connu une dégradation de sa superficie. Elle était de 169,26 ha en 1995 et elle est devenue de 134,2 ha en 2017. Enfin, les sols nus ont connu une diminution intense en superficie, ils étaient de 597,14 ha en 1995 alors qu'ils sont devenus 89,59 ha en 2017, ceci s'explique par deux actions, la première c'est que ces sols nus sont envahis par le sable au cours des dernières années, la deuxième et d'ordre moins, il s'agit de l'urbanisation intense que connaît la région sous l'action de l'augmentation démographique qui a marqué la province de Timimoun (région de Gourara) dont Ouled Saïd fait partie de lendemain de l'indépendance jusqu'aujourd'hui [23]. D'après cette analyse, on déduit que la zone humide Ouled Saïd a connu une dégradation intense de son aspect paysager sous l'action d'ensablement avec un impact considérable (*Tableau 2*). Cette situation peut s'expliquer par plusieurs facteurs, à savoir : les changements climatiques notamment les grande vitesses du vent, l'augmentation démographique (pression anthropique) que connaît la commune d'Ouled Saïd, l'arrachage de la végétation spontanée fixatrice des dunes, l'absence d'un programme régulier de lutte biologique et mécanique contre

l'ensablement et l'exode rural professionnel, dans lequel les gens quittent l'agriculture oasienne, qui est moins rentable, pour rejoindre des autres activités à l'image du commerce et d'autres fonctions d'une manière générale. Ce dernier facteur est signalé par plusieurs auteurs tels que [11, 23 - 25].

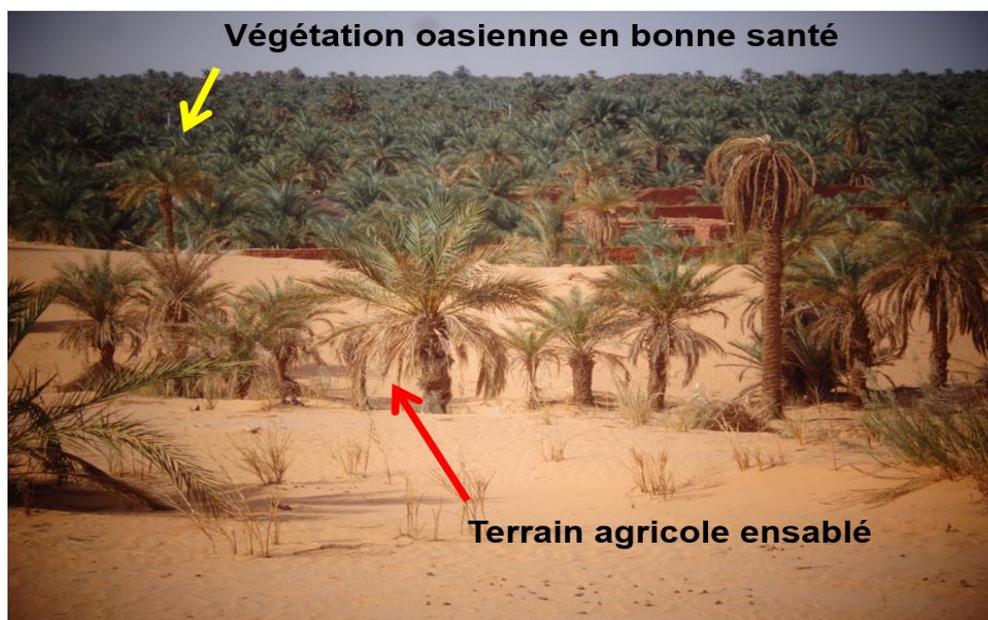


Figure 4 : Menace d'ensablement d'oasis de la zone humide Ouled Saïd (commune Ouled Saïd)

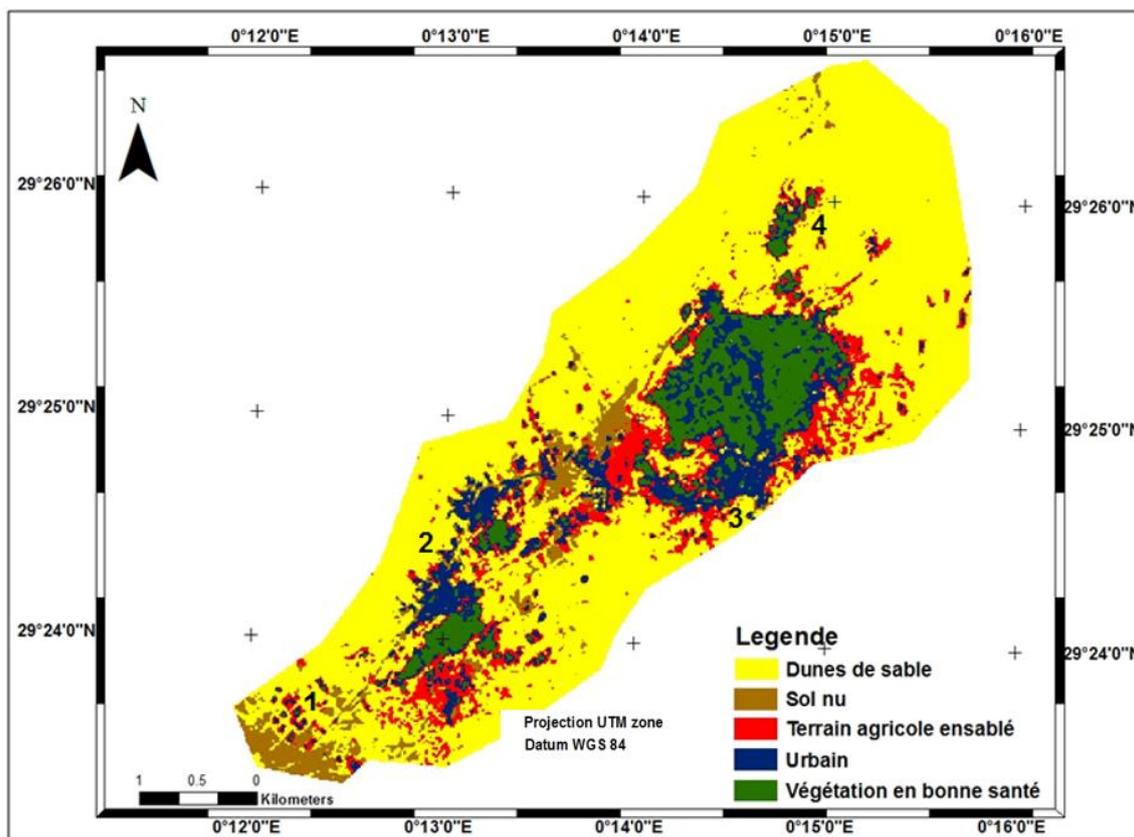


Figure 5 : Carte d'occupation du sol de la zone humide Ouled Saïd et certains villages limitrophes 1995

Villages concernés par l'enquête sur la carte : 1 : Aghlad, 2 : Kali, 3 : Ouled Saïd, 4 : Azora

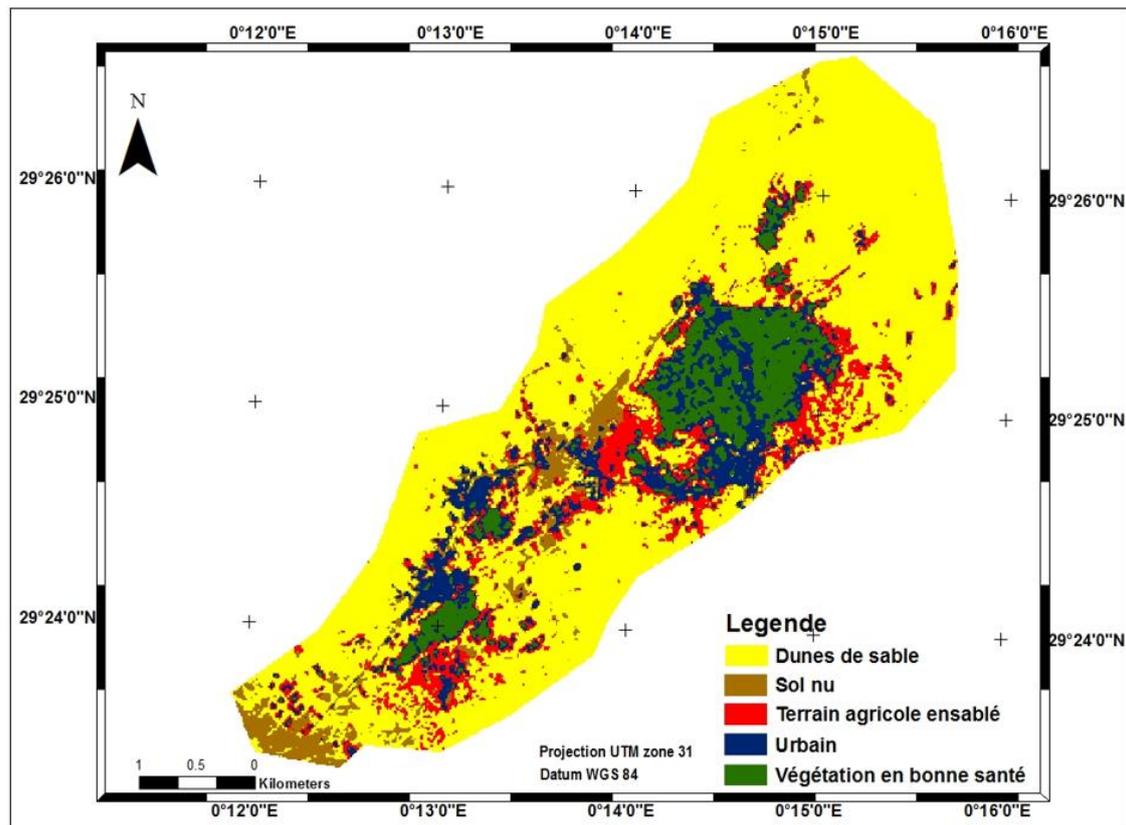


Figure 6 : Carte d'occupation du sol de la zone humide Ouled Saïd et certain villages limitrophes 2017

3-2. Exode rurale

L'ensablement des routes, d'habitats et de terrains agricoles productifs engendre inévitablement l'exode rural. Par conséquent, les gens quittent leur village pour s'implanter dans les villes les plus proches, ce qui bouleverse l'équilibre entre la société citadine et les zones rurales. Le **Tableau 3** montre les résultats de l'enquête concernant l'exode rural comme impact socio-économique de l'ensablement sur la zone humide Ouled Saïd et certains villages de voisinage dans la période allant de 1988 à 2018. Les résultats de l'enquête montrent que 360 personnes ont quitté leurs localités (concernées par l'enquête) à cause de l'ensablement entre 1988 et 2018. Ce constat montre que l'impact socio-économique est lourd avec un bouleversement flagrant de la population locale abritant la zone humide Ouled Saïd et certains villages de voisinage.

Tableau 3 : Exode rural constaté comme impact socio-économique d'ensablement sur la zone d'étude

Localité	Nombre d'habitants	Exode rurale par nombre d'individus
Aghlad	316	40
Azora	494	100
Kali	606	20
Ouled said	2000	200
Total	3416	360

4. Conclusion

Le suivi diachronique vis-à-vis du phénomène d'ensablement, à travers les données satellitaires de Landsat entre 1995 et 2017, a montré que la zone humide Ouled Said est en régression sur le plan environnemental. Ce déclin est constaté sous forme d'augmentation des superficies des dunes de sable, de l'urbanisation et de terrains agricoles ensablés. Toutefois, les classes de végétation en bon état et les sols nus ont connu une diminution intense. L'ensablement des terres agricoles productives, qui représentent la source de survie de la population de la zone d'étude, poussent les gens à quitter leur localité pour rejoindre les villes les plus proches afin de trouver du travail. Dans ce contexte et comme exode rurale constaté par la présente étude, la zone humide Ouled Said a perdu 360 personnes de sa population dans une période allant de 1988 à 2018. A la lumière des résultats obtenus à travers cette étude, un appel d'urgence devrait être lancé pour prendre des mesures sérieuses de protection de la zone humide Ouled Saïd contre l'ensablement.

Références

- [1] - M. REQUIER-DESJARDINS, P. CARON, La lutte contre la désertification : un bien public mondial environnemental. Comité scientifique français de la désertification. *Les dossiers thématiques*, (1) (2005) 28 p.
- [2] - M. MAINGUET, F. DUMAY, Combattre l'érosion éolienne : un volet de la lutte contre la désertification. Comité scientifique français de la désertification, *Les dossiers thématiques*, (3) (2006) 44 p.
- [3] - D. HADDOUCHE, B. TOUTAIN, S. SAIDI, K. MEDERBAL, Comment concilier le développement des populations steppiques et la lutte contre la désertification, cas de la wilaya de Naama (Algérie), *Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and environment*, 12 (2008) 25 - 31
- [4] - D. HADDOUCHE, La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-arides en Algérie : cas de la région de Naama, Thèse de doctorat, université de Tlemcen, Algérie, (2009) 259 p.
- [5] - FAO, Lutte contre l'ensablement : l'exemple de la Mauritanie, Etude FAO forêts, Rome, (2010) 76 p.
- [6] - A. EL-GHANNOUCHI, Dynamique éolienne dans la plaine de Sousse : approche modélisatrice de la lutte contre l'ensablement, Thèse de doctorat, université de Mohammed V, Rabat, Maroc, (2007) 192 p.
- [7] - A. BENSALIM, SIG et Télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une région aride : le cas de la wilaya de Naama (Algérie), Thèse de doctorat, univ. Joseph Fourier. Grenoble I, France, (2006) 299 p.
- [8] - RAMSAR, Algérie Oasis Ouled Said, (2018), <https://rsis.ramsar.org> (octobre, 2022)
- [9] - DGF (direction générale des forêts), Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale, (2001) 53 p.
- [10] - J. BISSON, Permanence d'une paysannerie au Sahara algérien : l'exemple des confins du Grand Erg Occidental, In Dollé V., Toutain G. (Eds.) : Les systèmes agricoles oasiens, *Options Méditerranéennes*, (11) (1990) 289 - 298
- [11] - B. KERROUMI, La mutation des oasis à foggara : le renouveau agricole et le déclin de la production traditionnelle en Algérie, *Revue canadienne de géographie tropicale*, 1 (2) (2014) 6 - 12
- [12] - R. ESCADAFAL, G. BÉGNIE, Surveiller la désertification par la télédétection, *Dossier thématique du CSFD*, 12 (2016) 46 p.
- [13] - B. D. LOUBELO MADIÉLA, D. ARVOR, C. BIONA BOUKA, L. DURIEUX, Classification des séries temporelles landsat-8 pour la cartographie du gradient de végétation dans le nord de la République du Congo, *Annale des Sciences et Techniques*, 16 (2021) 11 - 21
- [14] - M. OULD SAFI, D. HADDOUCHE, A. MAGHARBI, Characterization of the Green Bands of the Fighting Against Sand Encroachment at The Gourara Region in Southwestern of Algeria, *International Journal of Ecology and Development*, 33 (4) (2018) 1 - 10

- [15] - M. OULD SAFI, D. HADDOUCHE, New sand stabilization index of sand encroachment around green belts in Gourara, southwest of Algeria, *Arabian Journal of Geosciences*, 12 (2019) 1 - 11
- [16] - D. MESTOUL, R. BENSALÉM, L. ADOLPHE, Modeling of urban form against sand accumulation in the city of Gourara in southern Algeria, *Energy Procedia*, 122 (2017) 913 - 918
- [17] - D. MESTOUL, Dynamique d'ensablement dans le Gourara au sud de l'Algérie : origines, facteurs d'aggravation anthropiques et perspectives, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 27 (1) (2021) 53 - 67
- [18] - B. REMINI, B. ACHOUR, The triple foggara of Ouled Said (Algeria): The ingenuity of the Saharan peasantry, *LARHYSS Journal*, 15 (2013) 113 - 122
- [19] - M. MEZRAG, Dynamique environnementale des zones steppiques à Djelfa (Algérie) : Caractérisation par télédétection des changements du couvert végétal et des processus d'ensablement, thèse de doctorat, université de Lyon, France, (2018) 225 p.
- [20] - Z. SALTANI, A. BENMOHAMMADI, A. BELABED, Origine du phénomène d'ensablement déduite par combinaison entre télédétection et techniques sédimentologiques : application au bassin côtier de tafaya, sud-ouest marocain, *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11 (1) (2015) 268 - 276
- [21] - A. BENGUERAI, B. BELGHERBI, Apport des sig et la télédétection dans l'évaluation de l'écosystème steppique pour un développement durable (algerie occidentale), *Revue agro-écologie*, 2 (2) (2014) 43 - 49
- [22] - A. BENDJELID, OULED SAÏD, palmeraie du gourara : développement local et reproduction d'une société traditionnelle, *Insaniyat/ Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, 51 (52) (2011) 43 - 64
- [23] - A. BENDJELID, O. DARI, M. HADEID, S. A. BELLAL, F. GACEM, M. N. BELMAHI, S. HANI, Mutations sociales et adaptation d'une paysannerie ksourienne du Touat : Ouled Hadj Mamoun (wilaya d'Timimoun, Algérie), *Insaniyat*, (7) (1999) 39 - 52
- [24] - T. OTMANE, L'eau dans les oasis du Sud-ouest algérien : les systèmes de mobilisation traditionnels entre préservation et décrépitude, Ouvrage du Centre de Recherche en Anthropologie Sociale et Culturelle, (2016) 97 - 218
- [25] - F. GURI, A. M. JOUVE, D. ETLEVA DASHI, L'impact de l'exode rural sur les stratégies d'utilisation du foncier agricole dans le Nord-est albanais, *New Medit*, 13 (1) (2014) 22 - 30