

Touarfia Moundji, Bouali Nourredine, Menaâ Mohcen, Ayari Adel, Djouamaa Abdelkader,
Bouzahouane Hana, Barour Ali and Maaâzi Mohamed Cherif
*Étude phytosociologique et cartographie de la végétation des zones humides de la région de Souk
Ahras (Nord-Est de l'Algérie)*

International Journal Water Sciences and Environment Technologies

Vol. (x), Issue 3, November 2025, pp. 47-54

e-ISSN: 1737-9350 p-ISSN: 1737-6688, | Open Access Journal |

www.ijsste.org

Scientific Press International Limited

Received: August 2025 / Revised: September 2025 / Accepted: September 2025 / Published: November 2025



Étude phytosociologique et cartographie de la végétation des zones humides de la région de Souk Ahras (Nord-Est de l'Algérie)

Touarfia Moundji¹, Bouali Nourredine², Menaâ Mohcen¹, Ayari Adel¹, Djouamaa Abdelkader¹, Bouzahouane Hana¹, Barour Ali¹ and Maaâzi Mohamed Cherif

¹ LSTFF, Department of Biological Sciences, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Souk Ahras, Algeria

² Department of Cellular and Molecular Biology, Faculty of Natural and life Sciences, University of El Oued, 39000, Algeria

Résumé

Cette étude se concentre sur l'analyse spatio temporelle de l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI) dans trois zones humides de la région de Souk-Ahras, à savoir le marais de Madjen Djedj, le marais de Mekeimen et le marais de Madjen Bouhsane. Les données proviennent d'images satellitaires LANDSAT pour les saisons printanières des années 2017, 2018, 2019 et 2020, et le mois d'avril a été choisi comme période d'étude en raison du pic de floraison et de la richesse maximale en espèces floristiques. Les résultats montrent que l'année 2019 présente les valeurs de NDVI les plus élevées, reflétant les précipitations abondantes cette année-là, tandis que les années 2017, 2018 et 2020, caractérisées par une pluviométrie plus faible, présentent des NDVI réduits. L'analyse démontre une corrélation positive significative entre le NDVI et les précipitations, confirmant que la disponibilité en eau est le principal facteur limitant pour la végétation dans ces zones humides semi-arides. Ces résultats sont comparés à des études nationales et internationales, montrant une tendance générale de sensibilité du NDVI aux précipitations, mais également l'influence de facteurs locaux tels que la taille des marais, la fertilité du sol et la dynamique hydrique. L'étude souligne l'importance de combiner les observations satellitaires et locales pour une gestion durable des zones humides méditerranéennes et fournit des indications pour la conservation de la biodiversité et la régulation écologique.

Mots clés : NDVI, Zones humides, Végétation, Pluviométrie, Souk-Ahras, Analyse spatiale, Gestion écologique.

Phytosociological Study and Vegetation Mapping of the Wetlands in the Souk-Ahras Region (Northeast Algeria)

Abstract

This study focuses on the spatio-temporal analysis of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in three wetlands of the Souk-Ahras region: Madjen Djedj Marsh, Mekeimen Marsh, and Madjen Bouhsane Marsh. The data were derived from LANDSAT satellite images for the spring seasons of 2017, 2018, 2019, and 2020, with April selected as the study period due to the peak flowering and maximum species richness. Results indicate that 2019 recorded the highest NDVI values, corresponding to abundant rainfall, whereas 2017, 2018, and 2020, characterized by lower precipitation, exhibited reduced NDVI values. The analysis demonstrates a significant positive correlation between NDVI and precipitation, confirming that water availability is the primary limiting factor for vegetation in these semi-arid wetlands. Comparisons with national and international studies reveal a general trend of NDVI sensitivity to rainfall, while also highlighting the influence of local factors such as wetland size, soil fertility, and hydrological dynamics. This study emphasizes the importance of integrating satellite and local observations for sustainable wetland management, providing insights for biodiversity conservation and ecological regulation.

Key Words: NDVI, Wetlands, Vegetation, Precipitation, Souk-Ahras, Spatial Analysis, Ecological Management

¹ Corresponding author: m.touarfia@univ-soukahras.dz

I. INTRODUCTION

Les zones humides jouent un rôle crucial dans la biodiversité, la régulation hydrologique et le stockage de carbone, offrant des services écosystémiques essentiels. La végétation de ces écosystèmes est particulièrement sensible aux conditions climatiques, notamment à la disponibilité en eau et aux précipitations [3]. L'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) est un outil largement utilisé pour évaluer la densité et la santé de la végétation à partir de données satellitaires, en captant les différences de réflectance entre le proche infrarouge et le rouge [8,12]. Dans les zones semi-arides méditerranéennes telles que la région de Souk-Ahras (Nord-Est de l'Algérie), la dynamique des marais dépend fortement de la quantité d'eau disponible. Comprendre la manière dont le NDVI réagit aux variations pluviométriques est donc essentiel pour la conservation et la gestion durable de ces zones humides. Les études antérieures, à différentes échelles géographiques, ont démontré l'existence d'une relation étroite entre le NDVI et les précipitations, aussi bien en Algérie [4-13] qu'à l'échelle internationale [8-5-12]. Ainsi, cette étude vise à quantifier les variations du NDVI durant la saison printanière (avril) dans les marais naturelles de Souk-Ahras pour les années 2017 à 2020, à analyser la corrélation entre le NDVI et les précipitations locales, à comparer les résultats obtenus avec d'autres travaux nationaux et internationaux, et enfin à proposer des recommandations pour une gestion durable et éclairée des zones humides méditerranéennes.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Situation géographique de la commune de Sidi-Fredj

La commune de Sidi-Fredj se situe au Sud-Est de la région de Souk-Ahras ($36^{\circ} 45' 51''\text{N}$ et $2^{\circ} 50' 38''\text{E}$) (Fig. 01), elle est limitée au Nord par la commune de Heddada; à l'Ouest par la commune de Taoura; au Sud par la wilaya de Tébessa et à l'Est par la Tunisie [14]. La commune de Sidi-Fredj est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais. La température annuelle moyenne est de l'ordre de $15,88^{\circ}\text{C}$; les précipitations annuelles avoisinent les 338 mm. En ce qui concerne le réseau hydrographique, la commune est caractérisée par l'absence des cours d'eau permanents et la présence de nappes phréatiques saumâtre. Elle est limitée de sud par l'Oued Mallegue et traversée par des petits oueds, tels que l'Oued Zerga à l'Est et l'Oued Maiza à l'Ouest.

La commune de Sidi-Fredj présente un relief accidenté avec une altitude moyenne de 750 m, d'une manière générale, l'altitude diminue du Nord au Sud, la commune se présente en 5 classes d'altitude, à savoir : (Fig. 02)

- ✓ Les classes des altitudes comprennent entre 427 et 523 m dans le Sud et le Nord-Est de la commune,
- ✓ Les classes des altitudes comprennent entre 524 et 599 m dans l'Ouest et le Nord-Est de la commune,
- ✓ Les classes des altitudes comprennent entre 600 et 695 m dans l'Est et le Nord-Ouest de la commune,
- ✓ Les classes des altitudes comprennent entre 696 et 829 m dans le Nord et le Nord-Ouest de la commune,
- ✓ Les classe des altitudes comprennent entre 830 et 1120 m dans le Nord de la commune [11].

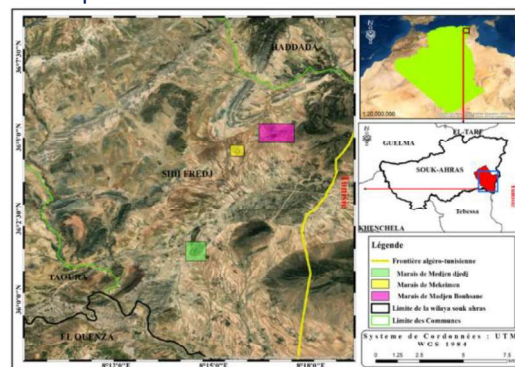


Fig. 1 - Localisation géographique des trois zones humides: marais de Madjen Djedj, marais de Mekeimen et marais de Madjen Bouhsane

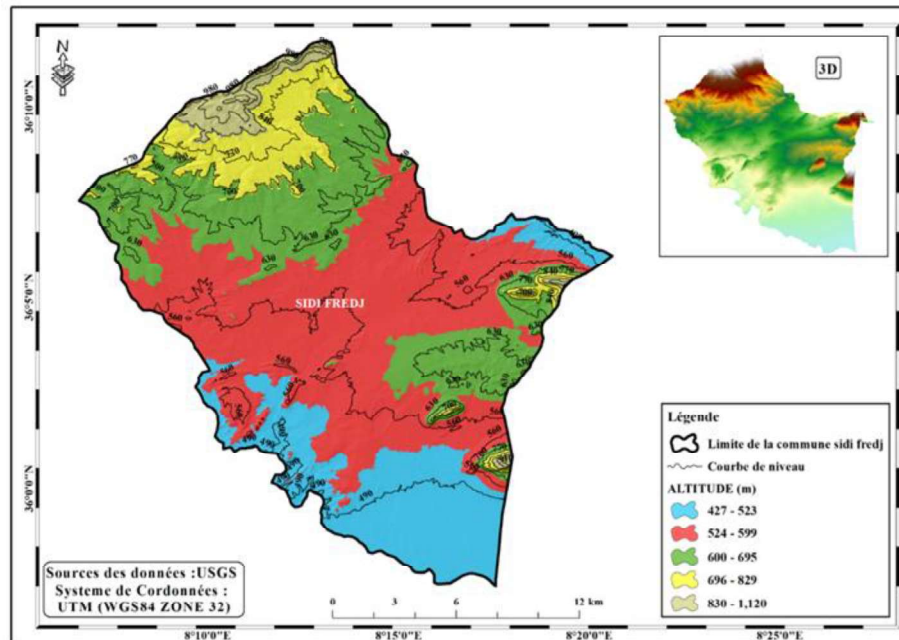


Fig. 2 - Carte topographique par les classes d'altitude de la commune de Sidi-Fredj.

2.2. Dérivation du NDVI (Indice de végétation par différence normalisée)

Parmi tous les indices de végétation fournis depuis les origines de la télédétection spatiale, l'indice de végétation normalisé (NDVI) [10], est le plus couramment utilisé en analyse d'images satellites pour la description du comportement spectral de la couverture végétale. Cet indice est calculé à partir de deux bandes spectrales, le rouge R et l'infrarouge IR selon la formule suivante : $NDVI = (IR - R) / (IR + R)$.

Les valeurs du NDVI varient entre +1 (végétation en pleine activité chlorophyllienne) et -1 (autres types d'occupation du sol). Généralement, les valeurs qui sont > 0.1 , indiquent la présence d'une végétation plus au moins dense, alors que les valeurs < 0 , témoignent sur l'absence de végétation.

On a utilisé des images LANDSAT (Landsat 8 OLI et Landsat 7 ETM+) pour extraire le NDVI au mois d'avril — moment choisi car il correspond au pic de floraison. [8-12].

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette partie est basée sur l'analyse des variations des valeurs de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), mesurées à partir d'une série d'images satellitaire (LANDSAT), pendant la saison printanière des années 2017, 2018, 2019 et 2020.

Nous avons choisi le mois d'avril parce que c'est le mois où nous avons recensé le nombre le plus élevé des espèces floristiques. Les valeurs les plus élevées de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) sont enregistrées en 2019 dans les trois sites d'étude marais de Madjen Djedj, marais de Mekeimen et marais de Madjen Bouhsane avec respectivement 0,369, 0,450 et 0,525. Les valeurs de NDVI ont connu une baisse remarquable pour les années 2017, 2018 et 2020, cela est dû principalement à l'irrégularité de la pluviométrie. Selon les données obtenues des deux stations météorologiques les plus proches de la zone d'étude (Souk-Ahras et Kef -Tunisie-), les moyennes de précipitations les plus élevées sont enregistrées en 2019. La valeur

maximale du NDVI est calée sur le maximum pluviométrique et la baisse de la pluviométrie entraîne également celle du NDVI (Fig. 03, 04, 05, 06 et 07).

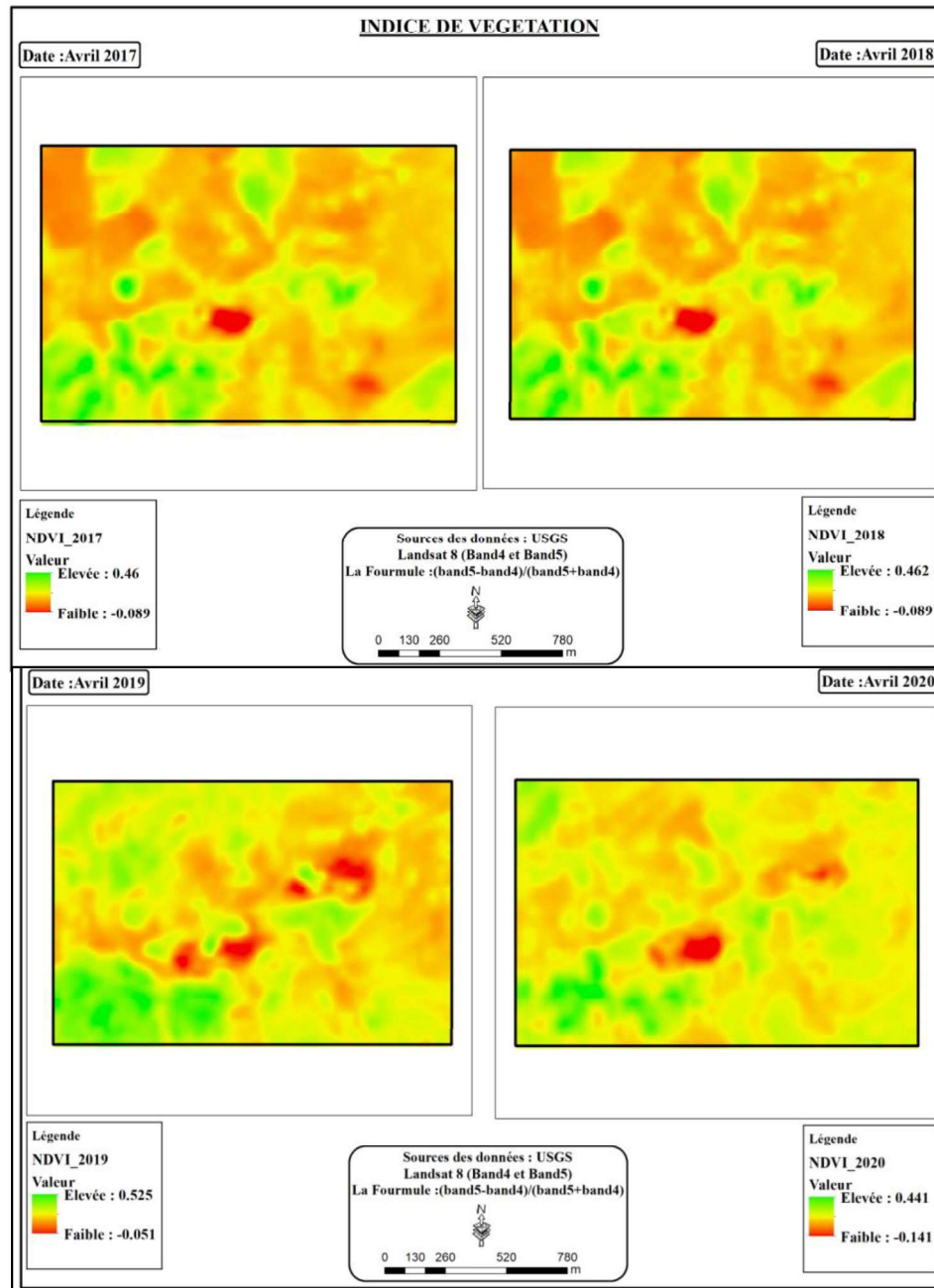


Fig. 3 - Cartes de l'NDVI pour les années 2017, 2018, 2019 et 2020 (marais de Madjen Bouhsane).

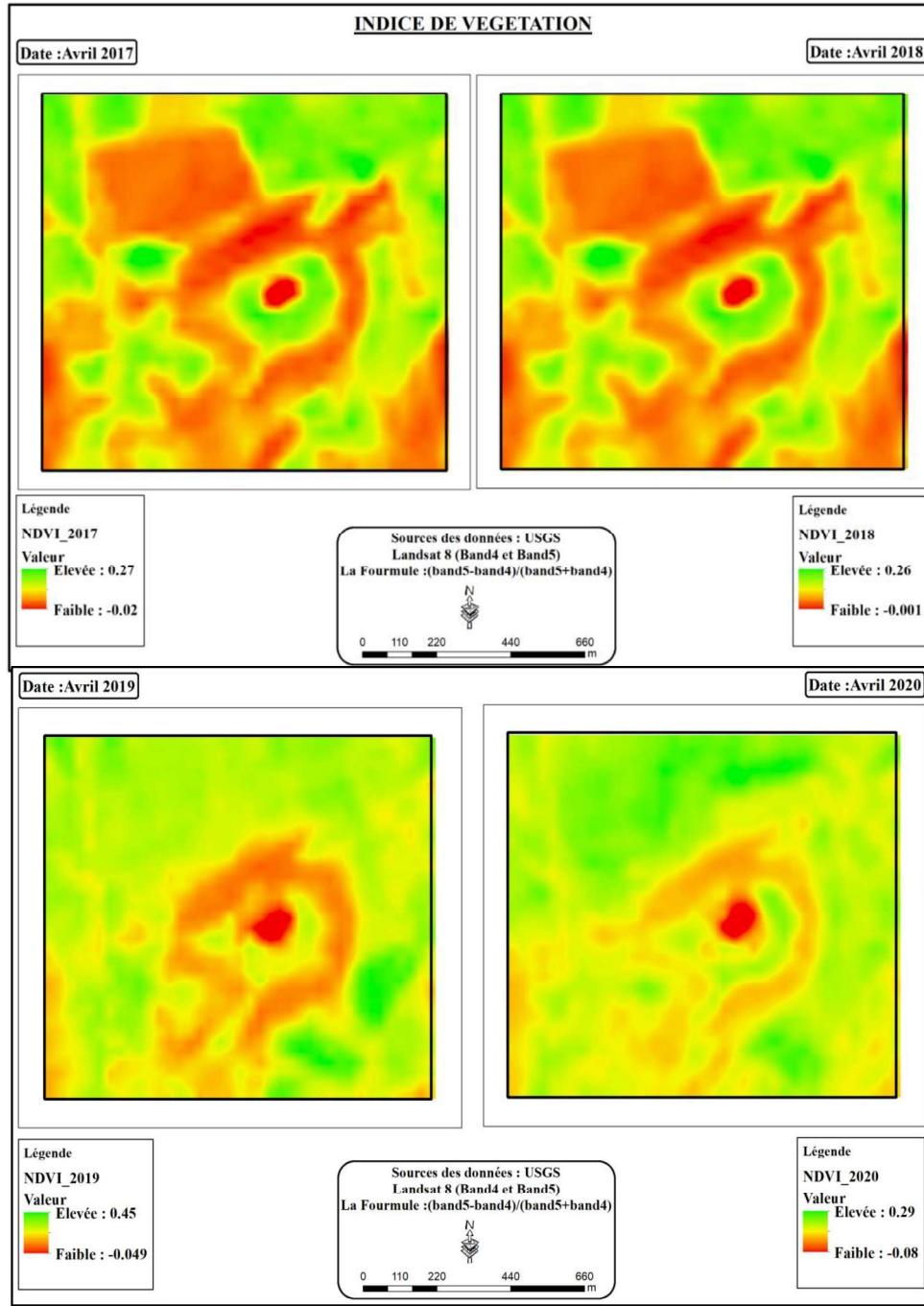


Fig. 4 - Cartes de l'NDVI pour les années 2017, 2018, 2019 et 2020 (marais de Mekeimen).

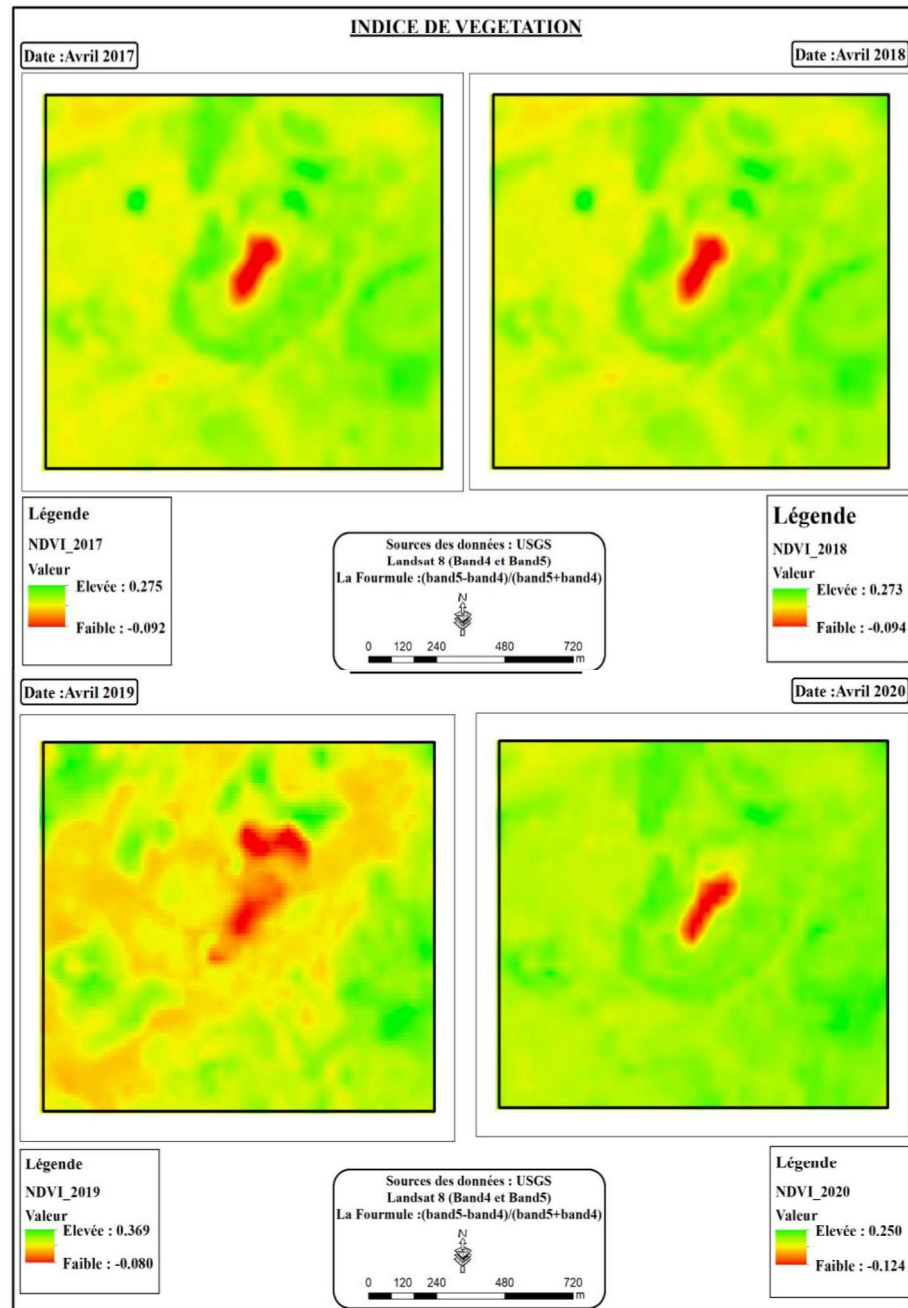


Fig. 5 - Cartes de l'NDVI pour les années 2017, 2018, 2019 et 2020 (marais de Madjen Djedj)

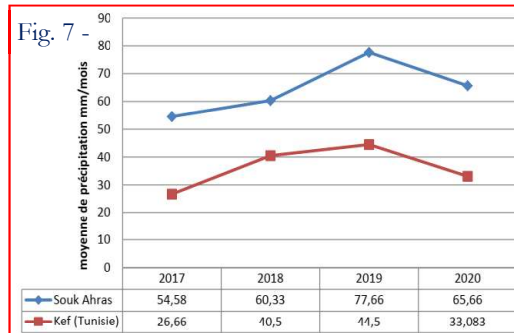
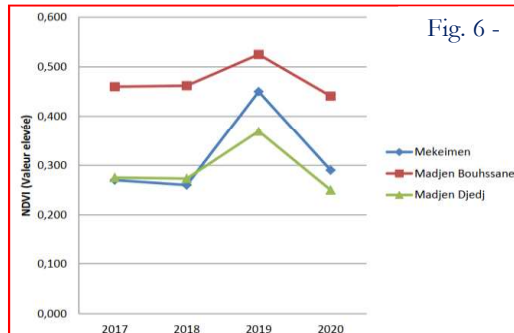


Fig. 6 - Valeurs de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI).

Fig. 7 - Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées sur une période d'observation de quatre ans allant de 2017 à 2020.

Les résultats montrent que le NDVI des zones humides de Souk-Ahras est fortement contrôlé par les précipitations. L'année 2019, avec les pluies les plus abondantes, présente les NDVI les plus élevés, tandis que les années sèches comme 2017, 2018 et 2020 montrent une baisse marquée. Cette tendance confirme que la disponibilité en eau est le facteur limitant principal pour la végétation de ces écosystèmes.

Nos résultats concordent avec les études algériennes : Yagoub (2015) [13], Mezrag (2018) [8] et Guechi (2021) [2] ont observé une forte dépendance du NDVI aux précipitations dans des zones humides similaires. Le marais de Bouhsane, caractérisé par une superficie plus importante et des sols plus fertiles, affiche des valeurs de NDVI supérieures, ce qui souligne le rôle déterminant de la taille du milieu et de la richesse édaphique dans la modulation de la réponse végétale.

À l'échelle internationale, Pei et al. (2019) [8] et Wang et al. (2021) [12] ont montré une forte corrélation NDVI-précipitations dans les régions arides et semi-arides de Chine. En Afrique subsaharienne, Pocard et Richard (1996) [9], Diello et al. (2005) [1] et Marteau (2006) [5] ont également documenté la sensibilité du NDVI aux pluies. Des études plus récentes, telles que Mohieldeen et al. (2025) [7], confirment que la variabilité locale (taille des marais, sol, hydrologie) influence l'amplitude et le délai de la réponse végétale aux précipitations. Ces résultats indiquent que, même si la pluie est le facteur principal, les conditions locales modulent la réponse du NDVI.

En synthèse, nos observations s'inscrivent dans un cadre global où le NDVI suit les précipitations, tout en soulignant l'importance de la taille du site, de la qualité du sol et de la dynamique hydrique. La combinaison de données satellitaires et de mesures locales permet d'obtenir une compréhension précise de la dynamique végétale et fournit une base pour la gestion durable des zones humides méditerranéennes.

CONCLUSION

L'analyse des marais naturelle de la région de Souk-Ahras à travers l'indice NDVI et les données de précipitations met clairement en évidence la dépendance étroite entre la dynamique végétative et la disponibilité en eau dans ces écosystèmes humides méditerranéens. Les résultats obtenus confirment pleinement les objectifs de ce travail, à savoir comprendre l'évolution du NDVI entre 2017 et 2020, déterminer dans quelle mesure cet indice reflète les variations pluviométriques, comparer cette relation avec les observations issues d'autres régions et, enfin, proposer des orientations pour une gestion durable. Les données montrent que l'année 2019, caractérisée par un régime pluviométrique nettement supérieur, présente des valeurs maximales de NDVI dans les trois marais étudiés, alors que les années plus sèches comme 2017, 2018 et 2020 se traduisent par une diminution nette de la biomasse végétale. Cette relation positive entre NDVI et précipitations s'aligne sur les résultats de nombreuses études nationales et internationales, confirmant que l'humidité du sol est le facteur déterminant du développement de la végétation dans les zones humides semi-arides. De plus, la comparaison entre les sites met en lumière l'influence des caractéristiques locales — taille du marais, nature du sol, structure de la végétation, dynamique hydrologique — qui modulent l'ampleur de la réponse écologique face aux précipitations. Ainsi, au-delà de

la simple influence de la pluie, ce travail démontre que les propriétés internes des marais déterminent leur résilience et leur capacité à capter et transformer les apports hydriques en biomasse. Dans ce contexte, l'utilisation combinée d'indices satellitaires comme le NDVI et de données météorologiques locales apparaît comme un outil essentiel pour suivre l'évolution des zones humides, anticiper les effets des variations climatiques et orienter les stratégies de conservation. Les résultats de cette étude soulignent enfin l'importance d'une gestion intégrée prenant en compte la variabilité climatique, la fragilité des sols humides et les spécificités écologiques propres à chaque site, afin d'assurer la préservation durable des zones humides méditerranéennes.

Références

- [1] Diello P, Mahe G, Paturel J, Dezetter A, Delclaux F, Servat E et Ouattara F. (2005). Relations indices de végétation-pluie au Burkina Faso : cas du bassin versant du Nakambé. *Journal des Sciences Hydrologiques*. 50(2): 207-221.
- [2] Guechi I, Gherraz H and Alkama D. (2021). Correlation analysis between biophysical indices and Land Surface Temperature using remote sensing and GIS in Guelma city (Algeria). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*.
- [3] Guellati K, Maazi MC, Benradia M et Houhamdi M. (2014). Le peuplement d'oiseaux d'eau du complexe des zones humides de la wilaya de Souk-Ahras : état actuel et intérêt patrimonial. *Société zoologique de France*. 139p
- [4] Malki M. (2012). Plan de développement local 2013-2017 de la commune de Sidi-Fradj, élaboration de plan de développement local et lutte contre la pauvreté et l'exclusion des communes de Sidi-Fradj, Ouillen et Merahna, Daira de Merahna, Wilaya de Souk-Ahras. Rapport I. 44p.
- [5] Marteau R. (2006). Sensibilité de la relation précipitations-NDVI (1981-1999) aux états de surfaces continentaux sur l'ouest du plateau sud-africain. *Ecole doctorale, Images et Modélisation des Objets Naturels*, Dijon.
- [6] Mezrag M. (2018). Dynamique environnementale des zones steppiques à Djelfa (Algérie): caractérisation par télédétection des changements du couvert végétal et des processus d'ensablement. *Doctoral dissertation, Université de Lyon*.
- [7] Mohieldeen, Y. E., & Hassan, M. M. (2025). Précipitations et dynamiques de la végétation et leur corrélation au Soudan et au Soudan du Sud, 1982-1994. *Sciences*, 13(2), 44-51.
- [8] Pei Z, Fang S, Yang W, Wang L, Wu M, Zhang Q, Han W and Khoi DN. (2019). The Relationship between NDVI and Climat Factors at Different Monthly Time Scales: A Case Study of Grasslands in Inner Mongolia, China (1982-2015). *Sustainability*. 11(7243): 1-17.
- [9] Poccard I et Richard Y. (1996). Sensibilité du NDVI aux variations pluviométriques en Afrique tropicale. *Association Internationale de Climatologie*. 9: 41-48.
- [10] Rouse, J. W., Jr.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: *Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-I Symposium* (Vol. I, Sect. A, pp. 309-317). NASA SP-351
- [11] Touarfia M, Bouali N, Djouamaa A, Maazi MC and Houhamdi M. (2021). Influence of edaphic factors on the structure and distribution of plant species in and around Mekeima Marsh Wetland, Northeast of Algeria. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 22(6).
- [12] Wang D, Zhang B, Zhu LL, Yang YS and Li MM. (2018). Soil and vegetation development along a 10 year restoration chrono sequence in tailing dams in the Xiaolinling gold region of Central China. *Catena*. 167: 250-256. DOI: 10.1016/05.007.
- [13] Yagoub H. (2015). Cartographie et suivi du couvert végétal des zones semi-arides par l'imagerie satellitaire. *Thèse Doctorat Es-Science, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Faculté de Physique*. 150p.
- [14] Zouaidia H. (2006). Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien. Cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. *Mémoire de Magister en Ecologie Végétale, Université de Constantine*. 155p.