



The Impact of Human on the Current Environmental State of the Coastal Sebkhha of Soliman (Gulf of Tunis- Tunisia)

Noura BRAHMI

Laboratoire de Recherche Géomatique des Géosystèmes, Campus Universitaire de la Manouba, 2010 LA MANOUBA, TUNISIE. Courriel

Laboratoire de Recherche SYFACTE, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sfax, Université de Sfax, route de l'aéroport Km 4.5, BP 1168, 3000 SFAX, TUNISIE. Courriel

***Corresponding Author:** Noura BRAHMI, Laboratoire de Recherche Géomatique des Géosystèmes, Campus Universitaire de la Manouba, 2010 LA MANOUBA, TUNISIE. Courriel

Laboratoire de Recherche SYFACTE, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sfax, Université de Sfax, route de l'aéroport Km 4.5, BP 1168, 3000 SFAX, TUNISIE. Courriel

Abstract: This research aims to propose a reflection on the state of the environment of the coastal Sebkhha of Soliman, which is suffering the consequences of urbanization and hydro-agricultural developments carried out since the 50s. Human activities in the Sebkhha of Soliman watershed cause many disturbances to the fragile and vulnerable natural environment. Industrialization, the unsustainable use of the natural environment (rivers and Sebkhha) and the lack of awareness of local actors towards the protection of the environment, lead equally to an imbalance of the ecosystem and generate polluting elements that can affect the physic-chemical and biological quality of the receiving environments, while producing a net alteration of the waters. However, liquid discharges of domestic and industrial origin generated by the wastewater treatment plants in the cities of Soliman, Grombalia, Menzel Bouzelfa and Bou Argoub are discharged directly into the Wadi El Bey, which remains considered, the main source of pollution of the Sebkhha of Soliman. The characterization of the state of the environment of the Sebkhha reveals a complex pollution, of the water body, at the same time organic, bacteriological and chemical.

Keywords: Impact, Human, environment, urbanization, development, coastal Sebkhha, Soliman, Tunisia.

1. INTRODUCTION

Dès les années 1960, les zones humides littorales ont été identifiées comme des sites environnementaux de grande importance. "Ce sont des milieux écologiques à la fois riches et fragiles, espaces d'opportunités et de risques pour les sociétés, leur transformation rapide par les aménagements humains apparut alors comme une menace" (Robert, 2019). En Tunisie, les zones humides littorales sont très menacées (Chouari, 2015), à la fois par les aménagements touristiques et urbains, qui les réduisent et les perturbent, et du fait de la construction de barrages, qui affectent leur alimentation en eau. La sebkha littorale de Soliman accueille une grande variété d'oiseaux d'eau, surtout depuis le comblement, d'une grande partie du lac de Tunis pour des besoins urbanistiques. Elle est considérée comme un site ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux) depuis 1998, et un site RAMSAR d'importance internationale depuis 2007 et une Zone Clé pour la Biodiversité (ZCB) depuis 2017. Depuis plus de dix ans, des études ont été réalisées en vue de l'aménagement et de la valorisation de la sebkha. Toutefois des problèmes subsistent, liés aux conflits entre les usagers, à l'absence de concertation avec la population locale et à la modestie des financements. Notre recherche s'inscrit dans ce cadre. L'objectif en est d'analyser l'impact des aménagements, des changements de l'occupation du sol et de l'urbanisation sur la situation actuelle de la sebkha et de son environnement. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur tous les documents existants (travaux de recherche, rapports, cartes, etc.) et avons procédé à une enquête socio-économique auprès de la population, sous la forme d'un questionnaire.

2. MATERIELS ET METHODES

La sebkhha littorale de Soliman est constituée par un plan d'eau pérenne de 2,2 km² environ et une zone inondable de 6,6 km². La profondeur de l'eau ne dépasse pas 36 cm en été et 1,5 m en hiver (Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, 2002). La partie aval est une lagune séparée de la mer par un cordon dunaire coupé d'un grau. L'alimentation en eau douce est essentiellement assurée par le bassin versant de l'oued El Bey (nommé El Melah, soit "rivière salée", dans son cours supérieur), qui s'étend sur 460 km² environ (Figure 1). Les eaux sont fortement polluées par les rejets urbains, industriels et agricoles (Khadhar *et al.*, 2013).

Située au nord de la ville de Soliman, à une trentaine de kilomètres à l'est de Tunis, cette sebkhha littorale correspond à la partie aval de la vaste plaine de Grombalia-Soliman. Elle est bordée par Soliman-Plage à l'ouest, par un cordon dunaire qui la sépare de la mer au nord, par des terres agricoles au nord-est, à l'est et au sud-est, et par une sansouire au sud-ouest. Le grau, au nord-ouest de la sebkhha, sert de déversoir aux eaux apportées par l'oued El Bey, mais il permet aussi l'intrusion des eaux marines pendant les fortes tempêtes.

Différents documents ont été utilisés tels que la carte topographique au 1/50000 pour 1954, des cartes topographiques au 1/25000 de 1983, la carte topographique 1/200000 pour 1987, une image satellitaire Landsat (résolution 30 m) pour 1987, une image satellitaire Aster (résolution 10 m) pour 2002, une image satellitaire Landsat 8 (résolution 30 m) pour 2015 et une image satellitaire Sentinel 2 (résolution 10 m) pour 2020. Les cartes topographiques et les images satellitaires ont été géoréférencées dans le système de projection UTM zone 32N, système géodésique de Carthage 1984 et intégrées dans une base de données géographique relative à la région d'étude. Plusieurs couches d'informations vectorielles ont été numérisées à partir des documents cartographiques cités, tels que le réseau hydrographique, le réseau routier, la zone bâtie. La méthodologie adoptée pour l'étude de l'évolution de l'occupation du sol se base sur une approche diachronique. La carte d'occupation du sol pour la date 1987 est réalisée à partir de la carte topographique au 1/200000 (Office de la Topographie et de la Cartographie, 1987). La cartographie de l'occupation du sol pour la date 2016 a été réalisée avec le logiciel ArcGis 10.6, à partir des canaux B2, B3 et B4 de l'image Sentinel-2 du 23 mars 2016 (résolution de 10 m pour les canaux utilisés). Les cartes au 1/25000 et l'image Landsat (2015) ont été utilisées avec les documents cartographiques cités pour étudier l'évolution de la zone bâtie du bassin versant. Le périmètre de la sebkhha et de sa zone inondable ont été numérisés et la superficie calculée, à l'aide du logiciel ArcGis 10.6. La carte de synthèse est déduite par superposition des différentes couches d'informations thématiques.

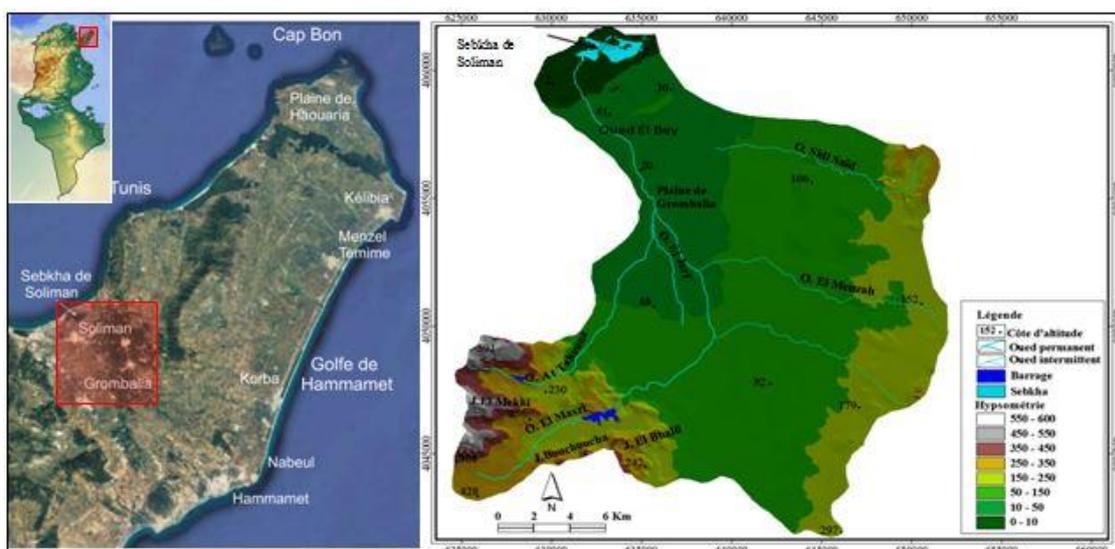


Figure1. Localisation du secteur d'étude.

Source de l'image satellitale: Google Earth – Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Images Landsat/Copernicus©2022 Google.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Les Aménagements Hydro-Agricoles Dans Le Bassin Versant De La Sebkhah Depuis 1958

Une première phase de travaux (1958-1962), sous l'égide du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, a porté sur l'amélioration de l'évacuation des eaux dans la partie aval de la plaine de Grombalia-Soliman (Ministère de l'Agriculture, 1972, cité par Chaouach, 2013). Auparavant, les eaux de l'oued El Bey, mais aussi celles de l'oued Ejjorf, venaient buter contre le cordon dunaire de Soliman et ne s'évacuaient que très lentement, après avoir rejoint l'oued Seltène. Un passage direct vers la sebkhah de Soliman a donc été ouvert en 1958, qui a favorisé le drainage de la plaine de Grombalia. Il s'agissait de protéger la ville de Soliman contre les inondations. Ainsi réaménagé, le réseau hydrographique de l'oued El Bey peut évacuer sans problème un débit total de 500 m³/s lors des crues (SOGETHA, 1962).

La deuxième phase, a vu la création de retenues collinaires sur les oueds Masri (1968 - pour un bassin versant de 40 km²) et Tahouna (1971- pour un bassin versant de 13 km²), deux affluents de l'oued El Bey. Des travaux d'assainissement des fonds marécageux de Grombalia et Bouargoub ont en outre été réalisés. À la même époque, la nappe phréatique, surexploitée pour les cultures et les vergers, s'est abaissée dans la plaine de Grombalia-Soliman. Ce rabattement de la nappe a provoqué l'assèchement de certains bas-fonds, particulièrement dans les environs de Belli, Batrou, Nianou et Grombalia (Chaouach, 2013).

La troisième phase a été pilotée par la Direction de l'Hydraulique Urbaine du Ministère de l'Équipement. Elle a débuté en 2002, avec la canalisation de l'oued El Bey, sur une longueur de 3,5 km, pour protéger la ville de Soliman des inondations (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 2008). Des fossés de drainage, tandis que les affluents de l'oued El Bey ont été canalisés (sur une longueur totale de 81 km) pour faciliter l'écoulement des débits de crue.

Les zones marécageuses, qui couvraient près de 3400 ha dans la plaine de Grombalia en 1893 (Chaouach, 2013) ont totalement disparu. Le niveau de la nappe s'est abaissé d'une dizaine de mètres dans la région de Belli au cours des dernières décennies (Ennabli, 1970; Sbei *et al.*, 2004). En revanche, l'expansion des eaux s'est trouvée favorisée en aval: les secteurs offrant une végétation fortement hygrophile, à typhaies et phragmitaies, sont donc maintenant concentrés dans la plaine inondable en amont de la sebkhah. La surexploitation de la nappe a provoqué une intrusion marine (Ben Sakka, 2008) et donc une salinisation des sols, qui s'est traduite par l'extension des prairies humides à juncs et des pelouses hydro-halophiles crassulacées à salicornes (Chaouach, 2013). La végétation halophile couvre environ 2 % du terrain d'étude. Du fait de l'écoulement de l'oued El Bey vers la sebkhah après 1958, la superficie de la zone humide a considérablement augmenté entre 1954 (321 ha) et 1987 (611 ha), par ajout de vasières, inondées en saison pluvieuse et lors des périodes de grande marée, mais qui restent toujours relativement humides. Elle est demeurée ensuite relativement stable (607 ha en 2002, 608 ha en 2015 et 603 ha en 2020). Depuis 2012, une barrière de sable est érigée chaque été au niveau du grau pour protéger les plages des eaux polluées. La réouverture du passage se fait naturellement lors des tempêtes.

3.2. Une Vocation Agricole Persistante

En 1987, les cultures, en sec et maraîchères, représentaient 34 % de la superficie du bassin versant et l'arboriculture 52 % (Figure 2). La part des cultures annuelles en sec avoisinait 15 à 17 %. Les anciennes salines de la sebkhah servaient à un pâturage extensif lorsqu'elles étaient hors d'eau. Les surfaces non agricoles étaient réduites à la sebkhah, aux djebels, au cordon littoral près de la lagune et aux dunes (Sethom, 1977). Le paysage agraire était celui d'un "openfield". L'habitat dispersé permanent était resté très lâche jusqu'à la fin des années 1970 (Sethom, 1977), la population étant concentrée dans les anciens noyaux urbains: Soliman, Menzel Bouzelfa et Grombalia.

En 2016, les zones agricoles n'ont pas considérablement régressé par rapport à 1987, passant de 86 à 81 % (30 % pour les cultures et 51 % pour l'arboriculture). Entre ces deux dates, le taux de couverture par la forêt s'est élevé de 1 % à 9 %, du fait de reboisements pour lutter contre l'érosion des sols. Cette évolution s'est faite au détriment des broussailles, dont la part est passée de 9 à 2 % (Figure 3).

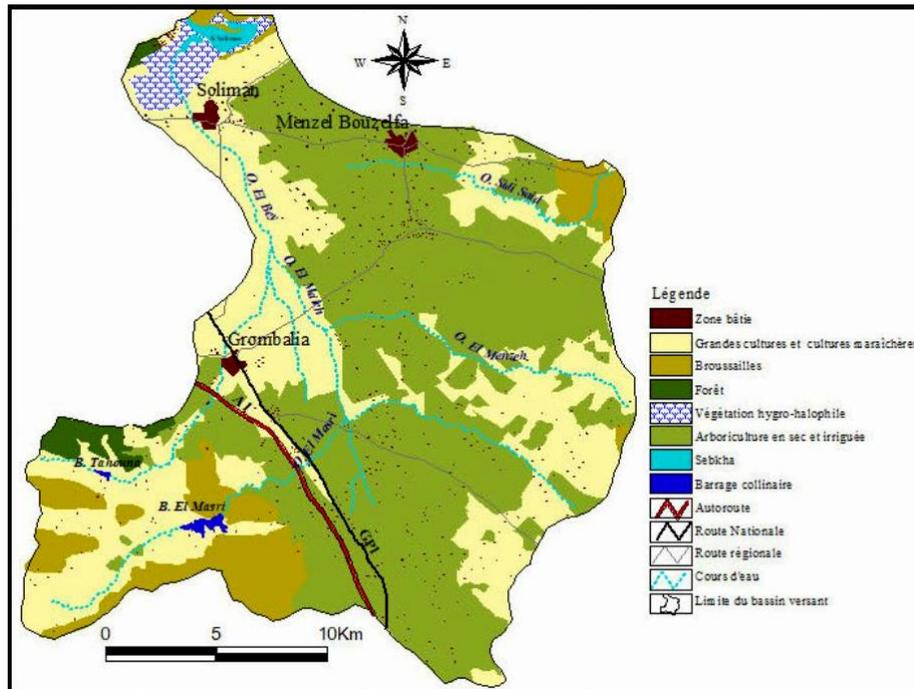


Figure2. Occupation du sol dans le bassin versant de la sebkhha de Soliman en 1987.

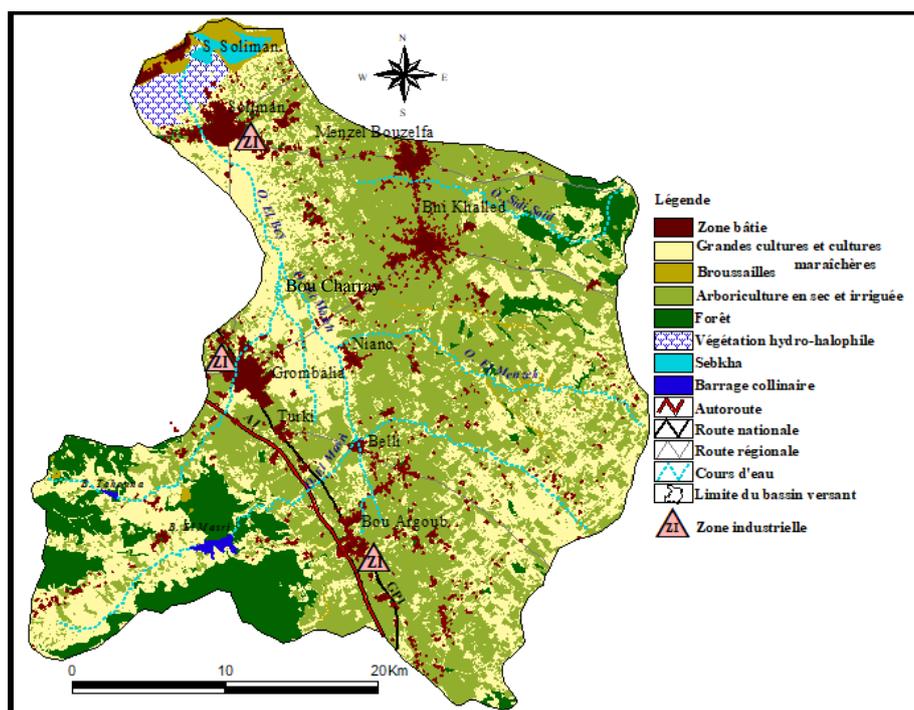


Figure3. Occupation du sol dans le bassin versant de la sebkhha de Soliman en 2016.

3.3. Accroissement de la Zone Bâtie et Urbanisation de Plus en Plus Croissante

L'urbanisation a été favorisée par l'implantation au début des années 1970 d'un important pôle industriel, celui de Bou Argoub-Grombalia-Soliman, dont les activités principales concernent les secteurs de l'agro-alimentaire, du textile, des matériaux de construction et des industries mécaniques et électriques. En 2006, ce pôle offrait 23707 emplois. Ces activités affectent profondément l'environnement de la sebkhha de Soliman, qui reçoit les eaux industrielles très polluées *via* l'oued El Bey. Entre 1994 et 2014, la population urbaine a augmenté de 56 %, passant de 76430 habitants à 119 446 habitants. La zone bâtie, qui couvrait 149 ha en 1954 s'est élevée à 2096 ha en 2016 (5 % de la superficie totale du bassin versant, contre 1 % en 1987).

La croissance démographique a touché la délégation de Soliman, mais aussi celles de Grombalia, de Menzel Bouzelfa, de Béni Khalled et de Bou Argoub). Elle s'est accompagnée d'une périurbanisation rapide. L'habitat dispersé s'est développé, avec des pôles de concentration, qui ont formé les localités de Bou Charray, Niano, Belli, Turki et Bou Argoub. La comparaison des figures 2 et 3 fait ressortir cette évolution entre 1987 et 2016. Au cours des trente dernières années des structures touristiques se sont développées le long de la bande côtière (hôtels, résidences secondaires) et certains secteurs de la plaine ont été exploités, surtout dans sa partie occidentale, pour des projets urbanistiques, toujours en expansion, de la capitale et de sa banlieue. Le village résidentiel de Soliman-Plage constitue une prolongation du pôle touristique de Borj Cédria et la ville de Soliman se trouve aujourd'hui dans la continuité de l'agglomération tunisoise vers le sud-est (Figure 4).

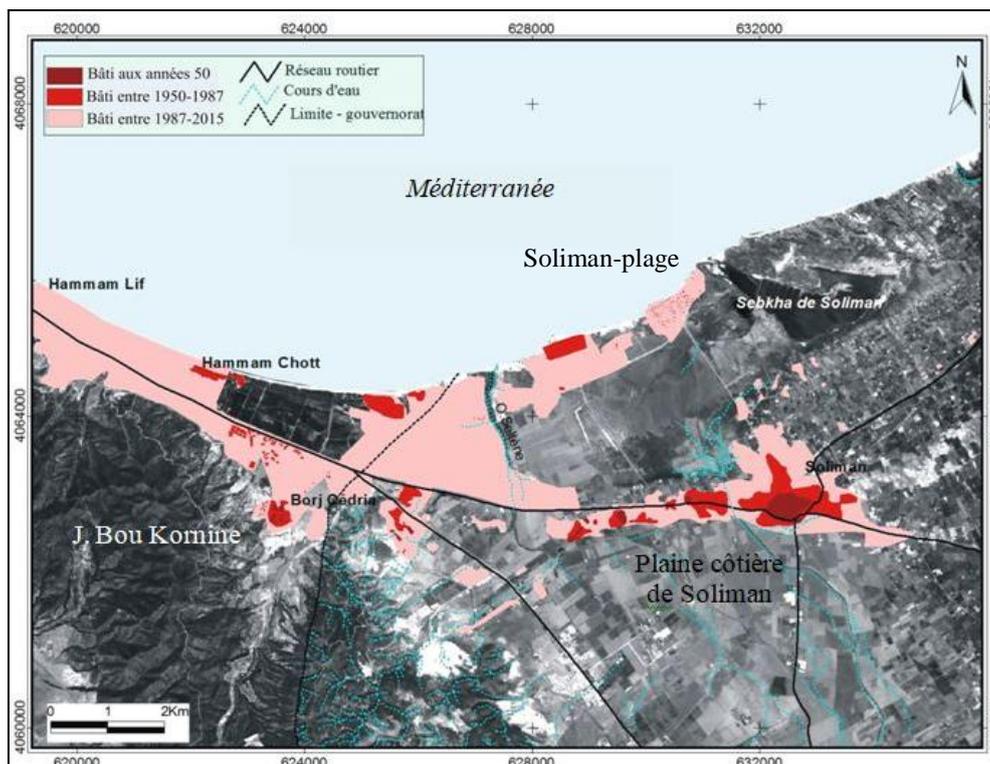


Figure4. Emprise urbaine du Grand-Tunis sur la côte de Soliman.

D'après des cartes topographiques au 1/50000 (1954), des cartes topographiques au 1/25000 (1983) et deux images satellitaires Landsat (1987 et 2015).

Dans ces conditions, le Schéma Directeur d'Aménagement du Grand-Tunis a accordé une grande importance à la zone Borj Cédria-Soliman, bien que cette zone se situe en dehors des limites administratives du Grand-Tunis. L'urbanisation risque donc, à terme, de se rapprocher de manière plus franche de la sebkha. D'ailleurs, des projets touristiques et urbains sont d'ores et déjà programmés dans la zone, dont l'aménagement d'un échangeur au niveau du croisement de la route nationale n° 1 et la route régionale n° 26. À l'est et au nord de la ville de Soliman, l'urbanisation avance aux dépens des terres agricoles. Les zones "d'interdiction" et "de sauvegarde", régies par la loi n° 83-87 du 11 novembre 1983, freinent l'urbanisation, mais sans la stopper en dehors des terrains inondables où s'étendent les crues de l'oued El Bey (Brahmi, 2017). Des installations touristiques se développent le long de la mer (Photo 1) sur des espaces en propriété privée (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, 2007). Quelques industries ont même été implantées, notamment une unité laitière, des conserveries destinées aux productions maraîchères locales et une usine de produits cosmétiques utilisant les algues de mer.



Photo1. L'invasion sévère des dunes bordières, a provoqué leur déstabilisation et le démaigrissement de la plage. À Soliman-Plage (à l'ouest de la sebkhha de Soliman), en face du café municipal, la plage a totalement disparu; des enrochements et brise-lames prennent place pour réduire l'effet des vagues, [cliché : Noura BRAHMI, automne, 2015]

Jusqu'à présent, la sebkhha de Soliman, gérée par l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, est restée à l'abri des promoteurs par les réglementations en vigueur et par son inscription sur la liste RAMSAR (APAL, 2002). Le site est du reste exclu du Plan d'Aménagement Urbain de la ville de Soliman défini en 2011. Mais la décharge municipale de Soliman, qui reçoit les déchets domestiques et les gravats de cette ville et des localités voisines, n'en est pas moins implantée sur ses berges.

3.4. Utilisation Irrationnelle de la Sebkhha et Vulnérabilité de L'écosystème à la Pollution

Le bassin versant de la sebkhha compte quatre stations d'épuration: Grombalia (capacité de traitement de 3082 m³/j), Menzel Bouzelfa (5 139 m³/j), Soliman 2 (12300 m³/j) et Bou Argoub (2735 m³/j), mises en service en 1993, 1993, 2004 et 2007 respectivement. La station de Soliman 2 a remplacé, au même endroit, au sud de la sebkhha, celle de Soliman 1 (2400 m³/j), qui avait été ouverte en 1996. Les eaux usées de Béni Khalled sont traitées à Menzel Bouzelfa et celles de Soliman-plage par la station de Soliman. Les effluents des quatre stations sont dirigés vers l'oued El Bey ou directement (pour celle de Soliman) vers la sebkhha (Figure 5). Les localités de Bou Charray, Turki et Niano ne sont pas connectées au réseau d'assainissement. Leurs capacités de traitement, déjà insuffisantes pour les eaux domestiques, ne permettent pas de prendre en charge les effluents industriels, qui sont rejetés sans véritable traitement. La sebkhha de Soliman est actuellement polluée par les rejets industriels, les eaux urbaines brutes et traitées et les déchets solides. La contamination est très visible au niveau des eaux et des sédiments.

Le tableau 1 présente les apports annuels à ce cours d'eau des charges polluantes directement délivrées par les sites industriels. L'oued El Bey reçoit à lui seul plus de 60 % de la charge polluante hydrique 60 % par rapport au bassin versant du Golfe de Tunis, et plus de 90 % des éléments nutritifs (azotes et phosphores), (Ministère de l'Environnement et de Développement Durable - MEDD, 2008), dont les principales sources sont la tannerie, la papeterie, les brasseries et les abattoirs. Les concentrations des rejets dans l'oued El Bey sont données dans le tableau 2 en comparaison avec les normes tunisiennes. Les rejets dans les cours d'eau sont règlementés par la Norme Tunisienne TN106-02, relative au Domaine Public Hydraulique.

Tableau1. Apports en charge polluante industrielle dans la sebkhha de Soliman via oued El Bey.

MES (t/an)	351
DBO5 (t/an)	849
DCO (t/an)	4555
Huiles et graisses (t/an)	18
Hydrocarbures (t/an)	0,45
Azote (t/an)	97
Phosphore (t/an)	94

Source: (Ministère de l'Environnement et de Développement Durable, 2009).

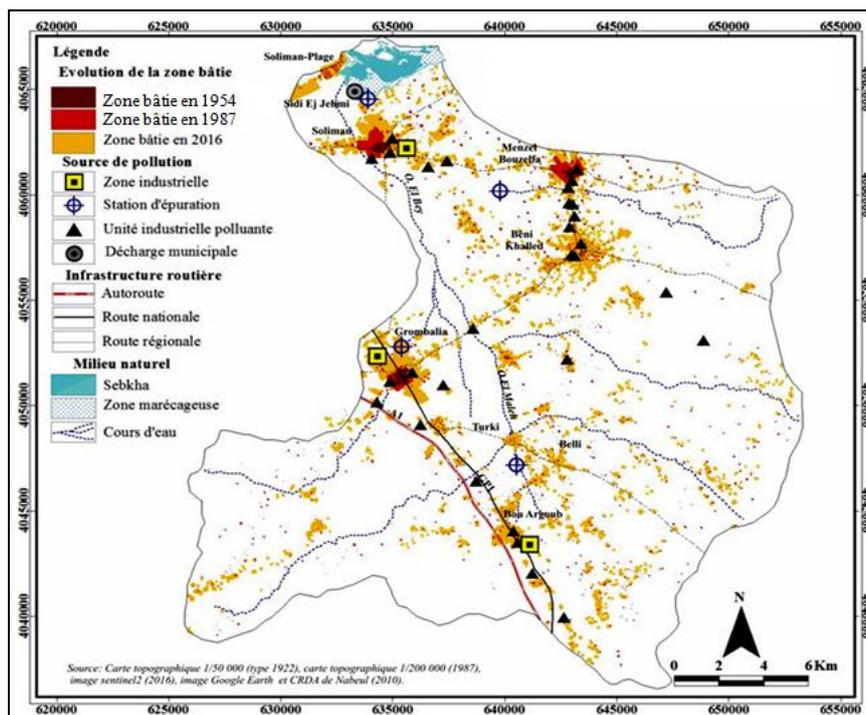


Figure5. Pressions anthropiques sur l'écosystème de la sebkhha de Soliman.

Tableau2. Flux journaliers et annuels des matières polluantes dans l'oued El Bey.

	Unité	Débit (m ³ /j)	DBO	DCO	MES	Azote	Phosphore	Sulfure	Détergent	Huiles et Graisses
O. El Bey	(Kg/j)	3858	1004	8792	667	247	256	432	7,06	31,01
	T/an	2,32	849	4556	351	97	94	178	2,7	17,65
Nornes Tunisiennes	(T/an)	2,32	70	209	70	2,32	0,12	0,23	1,16	23,21

Source: (Ministère de l'Environnement et de Développement Durable, 2008).

4. L'ETAT ENVIRONNEMENTAL ACTUEL DE LA SEBKHA

L'accélération de l'urbanisation et les implantations industrielles sur des sites fragiles a souvent sous-estimé les contraintes écologiques et a généré des impacts en termes de dégradation des écosystèmes côtiers. La sebkhha souffre d'une pollution organique accrue, qui a causé une dégradation visible par l'eutrophisation des eaux. L'apport marin est faible et limité aux matériaux biogéniques. En effet, les salines qui ont été actives, ont divisé la lagune en deux: une zone nord ouverte sur la mer et une zone sud confinée où la circulation des eaux est très faible à cause de l'absence des courants (Ruiz *et al.*, 2006). À l'heure actuelle, cette zone montre une hydrodynamique réduite; la présence d'une couverture d'algues sur des sédiments noirs sur les marges de la lagune témoigne qu'on est dans un milieu confiné (Figure 6). La richesse des eaux en nutriments entraîne une activité photosynthétique intense. Les micro-algues prolifèrent surtout dans la zone de décharge des rejets de l'oued El Bey très chargés en sels nutritifs, ainsi que dans l'embouchure de la petite anse dans laquelle se déversent les eaux traitées de la station d'épuration de Soliman. Ces rejets ont une influence aussi sur la qualité bactériologique des eaux (Brahmi, 2017). La présence des Ulves et du bloom phytoplanctonique indique un état de sursaturation prononcée (APAL, 2002). Cependant, l'épandage des eaux d'oued El Bey dans la sebkhha donne suffisamment de temps pour une autoépuration. Malgré ce mécanisme d'autoépuration, la sebkhha de Soliman est considérée parmi les principales sources de pollution de la baie de Tunis et nécessite la mise en place de mesures de traitement des principales sources de pollution. Le grau qui constitue la zone clé de l'hydrodynamique de la sebkhha, dans la mesure où il conditionne les échanges entre celle-ci et la mer, et les modalités de sédimentation (Paskoff, 1998), fonctionne mal à cause de l'ensablement (Figure 7). Le plan d'eau était naturellement ouvert sur la mer, mais depuis plus d'une dizaine d'années, suite à une décision prise par la municipalité de l'époque, une barrière de sable est installée chaque été au niveau du trop plein de la sebkhha, pour protéger la plage des eaux polluées. Par conséquent, le grau est assez ensablé et l'échange de l'eau entre la mer et la sebkhha de Soliman se fait difficilement.

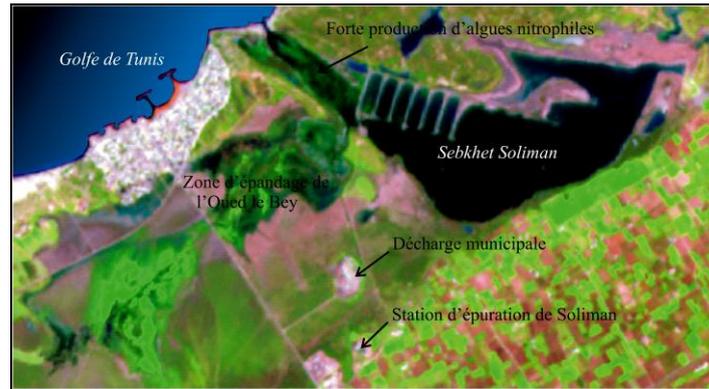


Figure6. Pollution organique et eutrophisation des eaux de la sebka de Soliman (image SPOT, 2002).

Dans la partie ouest de la sebka, zone alimentée par les rejets de l'oued El Bey, riches en éléments nutritifs, la présence d'une couverture d'algues vertes sur une lame d'eau mince témoigne d'un milieu confiné à hydrodynamique réduite.

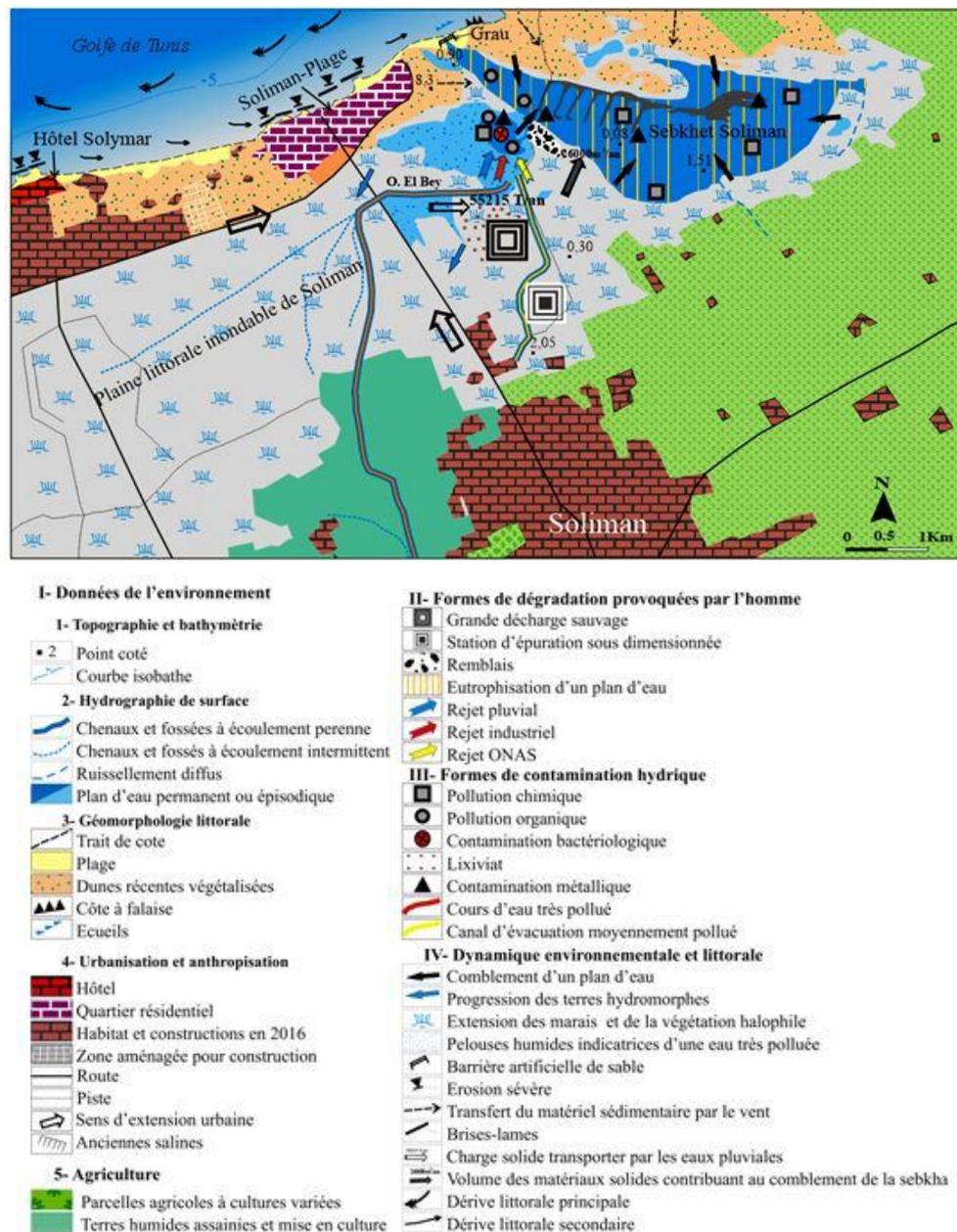


Figure7. Impact des activités humaines sur l'état actuel de l'environnement de la sebka littorale de Soliman.

5. CONCLUSION

La vulnérabilité de la sebkhha littorale de Soliman, induite par les effets conjugués de la littoralisation de l'Homme et ses activités, a engendré des conséquences néfastes sur l'écosystème. L'analyse de la pression de l'urbanisation sur l'état de l'environnement de la sebkhha, montre une régression de la surface du plan d'eau, entraînant le comblement progressif de la sebkhha. Ce scénario possible pourrait être partiellement retardé si la passe est agrandie. La situation de la sebkhha devient critique et risque alors de devenir un problème entravant la poursuite de développement local. En outre, la sebkhha perd sa vocation d'espace naturel et de régulateur des crues de l'oued El Bey et fait l'objet de mesures d'aménagement. La caractérisation environnementale de sebkhha a montré l'impact des rejets urbains et industriels sur la qualité des eaux. Les interventions de l'Homme ne sont donc pas toujours adéquates dans ces milieux vulnérables, qui dans certains cas ailleurs, ont créé des dommages irréversibles. Les observations attentives de la sebkhha de Soliman ont montré que celle-ci est le siège d'une eutrophisation traduite par d'importantes teneurs en nutriments. La distribution spatiale de ces nutriments met en relief les impacts des rejets véhiculés par les stations d'épuration. La concentration de certains éléments chimiques dans les sédiments a permis d'apprécier l'impact des apports naturels et/ou anthropiques sur la sebkhha. La sebkhha littorale de Soliman a offert, et continue à offrir, une remarquable illustration du déphasage qui existe entre les aspects juridiques et les efforts déployés par certains départements chargés de la protection de l'environnement d'une part et l'attitude de leurs utilisateurs d'autre part. La même constatation s'applique quant à la valorisation des résultats et recommandations des recherches scientifiques. L'intérêt économique l'a presque toujours emporté sur l'environnemental. Le site a fait l'objet d'une étude détaillée exécutée par l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral en vue de mesures de valorisation et d'aménagement. Mais la concrétisation sur le terrain est inachevée à cause d'une absence de moyens financiers.

REFERENCES

- [1] Robert S. (2019) - L'urbanisation du littoral: espaces, paysages et représentations. Des territoires à l'interface ville-mer. HDR, Université de Bretagne Occidentale, 194p.
- [2] Chouari W. (2015) - Occupation des sols et morphodynamique récente dans le bassin versant de la sebkhha de l'Ariana (Tunisie Nord-orientale) », *Confins* n° 24.
- [3] APAL (2002) - *Étude d'assainissement, de valorisation et d'aménagement de la Sebkhha de Soliman. Phase 1 : Bilan diagnostic et élaboration des scénarios d'assainissement et de valorisation*. Édit. Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, Tunis (Tunisie), 84 p.
- [4] Khadhar S., Mlayah A., Chekirben A., Charef A., Methammam M., Shabou N. & Zayanani K., (2013) - Bassin versant oued El Bey: vecteur de transport de la pollution métallique vers le Golfe de Tunis (Tunisie). *Hydrological Sciences Journal*, 58 (8), p.1-10.
- [5] Office de la Topographie et de la Cartographie (OTC) (1987) - Carte de Tunisie 1:200 000 (Tounis); Feuille n° NJ-32-V
- [6] Chaouach M. (2013) - Contribution à l'étude phytogéographique des zones humides en arrière-pays du golfe de Tunis. Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Tunis, 465 pages + annexes.
- [7] SOGETHA (1962) - Aménagement des bassins versants de la plaine de Soliman-Grombalia (l'oued El Bey et l'oued Soltane): lutte contre l'érosion et correction du ruissellement, Tunis, 34 p.
- [8] MEDD (2008) - Etude de pré-investissement sur la dépollution du golfe de Tunis. Rapport de la phase I, MEDD, 100 p.
- [9] Ennabli M. (1970) - État de l'évolution de la nappe de Grombalia-Tunis. Rapport. Tunis: Division des ressources en eaux, Travaux publics de Tunisie, 18 p.
- [10] Sebei A., Chaabani F., Souissi F., Abdeljaoued S. (2004) - Hydrologie et qualité des eaux de la nappe de Grombalia (Tunisie Nord Orientale). Science et changements planétaires/Sécheresse, Volume 15, numéro 2.
- [11] Ben Sakka A. (2008) - Risque d'intrusion marine dans les nappes phréatiques. In : *Atlas de l'eau en Tunisie*, L. HENIA édit., Édit. FSHS, Université de Tunis (Tunisie), p. 152-154.
- [12] Sethom H. (1977) - *Les Fellahs de la presqu'île du Cap Bon (Tunisie). Etude de géographie sociale et régionale*. Édit. Presses de l'Université de Tunis, série Géographie, vol IV, 372 p.
- [13] Brahmi N. (2017) - *Pressions anthropiques, dynamiques environnementales et risques: cas des lagunes littorales du Cap Bon approche cartographique*. Thèse de Doctorat en Sciences Géographiques, Université de Sfax-Tunisie, 375p + annexes.

- [14] MARH (2007) - Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, Sebkhet Soliman.
- [15] Ruiz F., González-Regalado M.L., Borrego J., Abad M., pendo'n J.G., (2004) - Ostracoda and foraminifera as short-term tracers of environmental changes in very polluted areas: the Odiel estuary (SW Spain). *Environmental Pollution*, 129, pp. 49 - 61.
- [16] Paskoff R. (1998) – *Les littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution*. Ed. Colin/Masson, Paris, 260 p.

AUTHOR'S BIOGRAPHY



Noura BRAHMI, est enseignante-chercheuse à l'Université de Tunis-TUNISIE. En 2017, elle a eu le degré de Doctorat en Sciences Géographiques à l'Université de Sfax-TUNISIE. Membre du laboratoire de recherche Géomatique et Géosystèmes à l'Université de la Manouba-Tunis depuis 2003. Elle a rejoint le Laboratoire de recherche SYFACTE (Université de Sfax) depuis 2011. Ses recherches ont porté sur les lagunes littorales de la région du Cap Bon au nord-est de la TUNISIE: pressions anthropiques, état de l'environnement, dynamique actuelle, impacts des changements climatiques.

Auteur de l'ouvrage (2018) *Dynamiques environnementales des lagunes littorales du Cap Bon* (Éditions universitaires européennes) et de plusieurs publications dans des revues de niveau national et international.

Citation: Noura BRAHMI. "The Impact of Human on the Current Environmental State of the Coastal Sebkhha of Soliman (Gulf of Tunis- Tunisia)" *International Journal of Humanities Social Sciences and Education (IJHSSE)*, vol 9, no. 7, 2022, pp.57-66. DOI: <https://doi.org/10.20431/2349-0381.0906006>.

Copyright: © 2022 Authors. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.