



Aménagements maritimes et érosion marine à l'Ouest du littoral touristique de la baie de Dkhila (Région de Monastir, Tunisie orientale)

Fawzi BRAHIM¹

1. Laboratoire CGMED. Département de Géographie - Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Sousse-Université de Sousse. Tunisie.

fawzibrahim@yahoo.com

Résumé :

La plage ouest de la zone touristique de Dkhila à Monastir qui fait partie de la côte orientale de la Tunisie connaît depuis des années un repli sensible et une érosion de plus en plus grave et menaçante pour les aménagements, malgré sa situation dans une baie et au niveau de l'embouchure de l'oued Hamdoun et malgré l'existence d'un alignement peu haut mais assez étalé d'avant-dune ou de nebkas.

L'érosion, qui était insidieuse auparavant, a commencé à prendre de l'ampleur après l'aménagement en 1980, juste à l'Ouest de l'embouchure de l'oued Hamdoun, d'un bassin de tranquillisation des eaux marines utilisées dans le refroidissement par la centrale thermique de la STEG et l'endiguement de la rive nord de l'embouchure de l'oued par un ouvrage qui s'engage de 250 m dans l'avant-côte. Ce bassin qui a été conçu à l'image d'un aménagement portuaire a engendré une perturbation dans le fonctionnement de la dérive littorale et le transit sédimentaire longitudinal en créant un engraissement de la plage du côté de la jetée Ouest du bassin qui fait face à la dérive littorale principale et une érosion de la plage du côté de la jetée Est, sur environ 3km le long de la zone touristique de Dkhila qui a été aménagée entre les années 1960 et les années 1990.

D'autres travaux maritimes réalisés récemment, en 2016, et qui ont consisté au dragage de l'embouchure de l'oued Hamdoun et l'endiguement de sa rive sud par la mise en place d'un épi long de 350 m disposé obliquement par rapport à la ligne de rivage seraient à l'origine d'un ravivement de la dynamique érosive. Cet épi a renforcé le blocage du transit sédimentaire de la dérive littorale principale provenant de l'Ouest et de l'embouchure de l'oued Hamdoun et a créé contre sa face Est un endroit favorable à l'atterrissement des sédiments poussés par la dérive secondaire inverse provenant du côté Est et à leur mise hors transit.

Mots-clés : Plage, Erosion, Ouvrage maritime, Dérive littorale, Littoral tunisien, Aménagement touristique, Tempête

1. Introduction

Le littoral sableux de la baie de Dkhila renferme l'une des zones touristiques les plus importantes de la côte orientale de la Tunisie. Sa partie ouest connaît depuis des années

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

une érosion grave engendrant un repli sensible de la plage et une menace pour certains aménagements touristiques. Pourtant, il s'agit à l'origine d'une plage située dans une baie et à proximité de l'embouchure d'un cours d'eau : l'oued Hamdoun. L'aggravation de l'érosion semble être en relation avec des ouvrages maritimes réalisés à l'Ouest de la baie, notamment l'aménagement en 1980 d'un bassin de tranquillisation des eaux utilisées par la centrale thermique de la STEG et en 2016 d'une digue de prolongement dans la mer de la rive sud de l'embouchure de l'oued, en plus des opérations de dragage des fonds sous-marins associés à ces ouvrages.

2. Un cadre physique en apparence favorable

La plage de Dkhila bénéficie d'un cadre physique a priori favorable à la stabilité, voire à la progradation. Cette plage qui est dissipative selon la classification de WRIGHT et SHORT (1984) se situe dans une baie, figure 1. Une telle position, favorise l'atterrissement des sédiments charriés par la dérive littorale et la formation d'une plage relativement épaisse et à l'abri de l'agressivité des houles et des vagues (PASKOFF, 1985a & 1985b). En fait, la plage est formée à l'origine et selon des mesures faites sur des photographies aériennes de 1962 par un estran dont la largeur varie entre 10 et 40 m et elle est côtoyée par une avant-dune peu haute mais assez étalée. Les agents météorologiques sont dans l'ensemble peu agressifs. Une campagne de mesure faite par ALLENBACH (1979) entre janvier 1976 et mars 1977 dans l'avant-côte, à environ 2 km du rivage, a montré que le calme marque 43,7% des situations marines et que 90% des houles ont une hauteur significative inférieure à 1 m. La catégorie des houles et vagues dominante est celle comprise entre 0,4 et 0,6 m. La baie bénéficie de l'apport sédimentaire de certains cours d'eau notamment l'oued Hamdoun qui prend source dans la topographie collinaire de l'arrière-pays et se jette dans la mer. Le bassin-versant de ce cours d'eau s'étend sur environ 185 km² et son drain principal s'allonge sur près de 18 km. Selon une étude réalisée par la Direction de l'Hydraulique Urbaine en 1994, l'apport annuel moyen de cet oued est estimé à 721000 m³ (MEHDOUANI, 2014). Toutefois, ces données favorables sont nuancées par plusieurs insuffisances. Du côté de la terre, l'alimentation en sédiments d'origine terrigène devrait être limitée car le régime d'écoulement de l'oued Hamdoun est temporaire vu son appartenance au milieu semi-aride. En plus, le bassin-versant est marqué par l'existence d'aménagements hydro-agricoles traditionnels appelés localement *meska* et *mankaa* associés à la culture de l'olivier dans le Sahel tunisien (DESPOIS, 1955 ; ENNABLI, 1993). Les *meska* sont des surfaces élevées ou en pente laissées incultes devant jouer le rôle d'impluviums tandis que les *mankaa* sont des casiers bordés de petites levées de terre et plantées en oliviers situées en position basse pour recevoir les eaux des *meska*. Ces aménagements qui sont conçus pour limiter le ruissellement et tirer profit des eaux pluviales dans un milieu semi-aride jouent un rôle important dans la protection des terres agricoles contre l'érosion et par conséquent la rétention des sédiments à l'intérieur dans les bassins-versants.

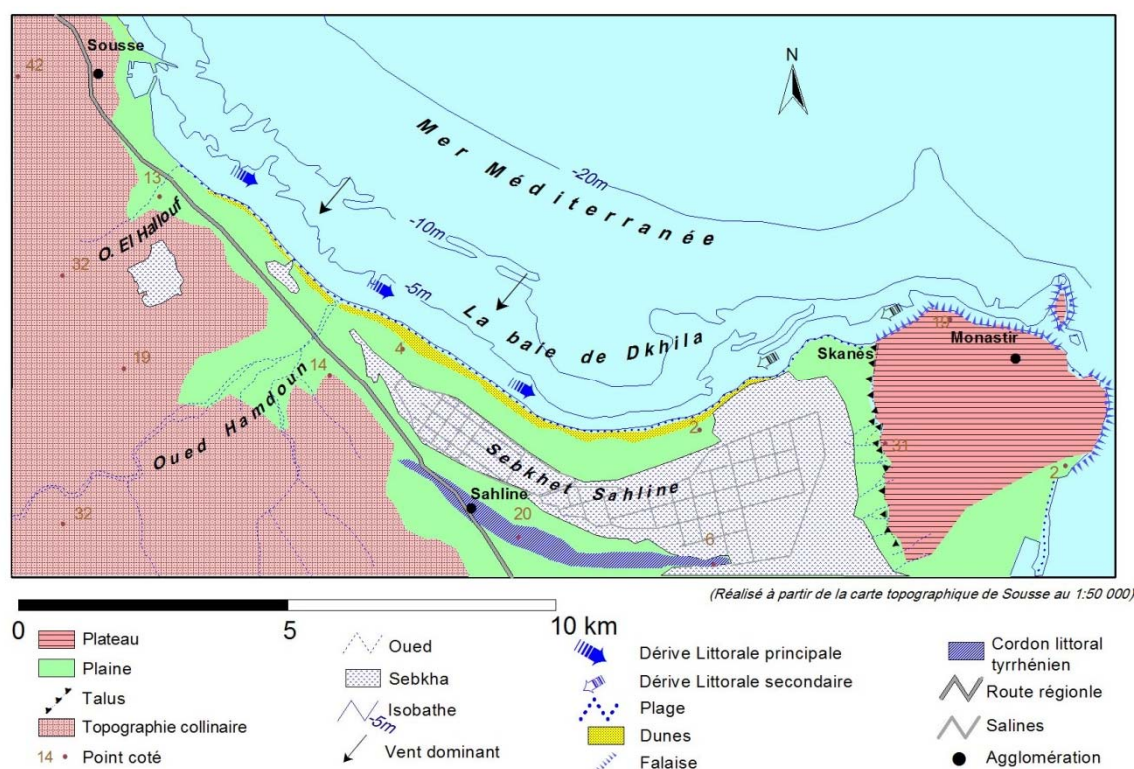


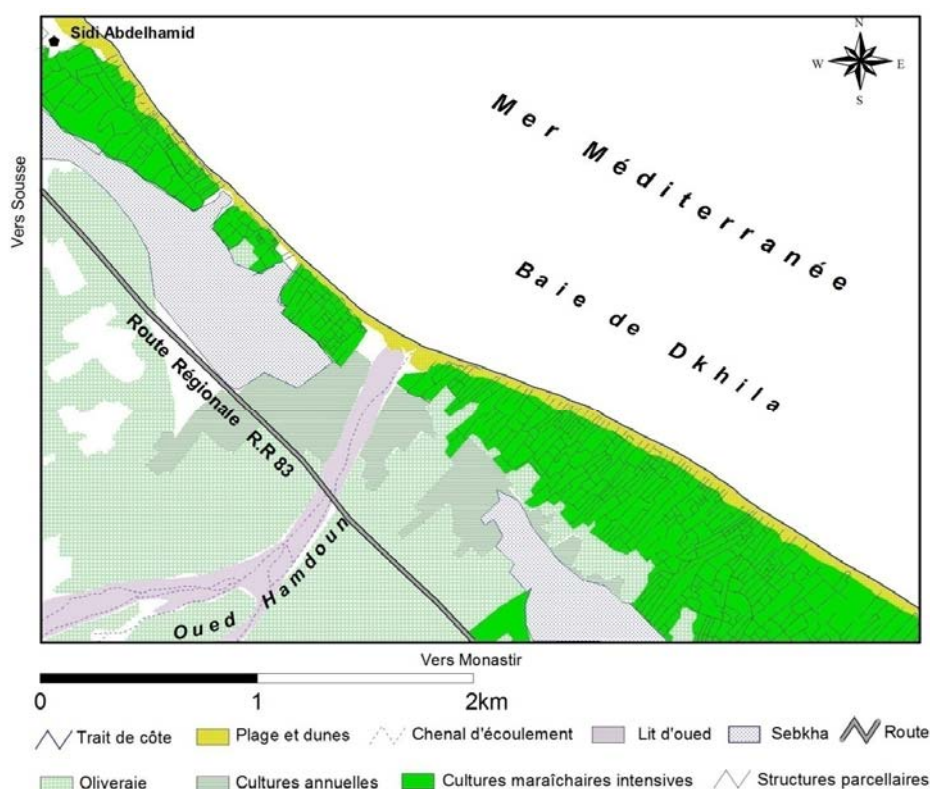
Figure 1. Cadre physique du littoral de la baie de Dkhila.

Du côté de la mer, et malgré la prédominance des conditions météo-marines de faible énergie, les situations de mer forte ne font pas défaut. Le littoral peut connaître occasionnellement des paroxysmes météo-marins atteignant des valeurs exceptionnelles et engendrant une forte agressivité des houles et des vagues pendant le déferlement. Lors d'une tempête qui a frappé la côte le 11 et le 12 mars 2012 par exemple, la vitesse du vent a atteint des pointes de l'ordre de 96 km/h selon des relevés de la station synoptique de Monastir. Quant à la hauteur de la houle, elle a dépassé 4 m au large de la côte de Monastir selon le site de prévision météo-marine espagnol www.puertos.es (BRAHIM, 2014). Au niveau du trait de côte, le fond de la baie constitue l'endroit le plus favorable à l'atterrissement des matériaux charriés par la dérive littorale principale provenant de l'Ouest, du côté de Sousse, et les matériaux poussés par la dérive secondaire provenant de l'Est, du côté de Skanès-Monastir. Ainsi, le secteur ouest de la baie paraît moins favorisé par l'accumulation par rapport au fond de la baie. En fait, la largeur de la plage et celle de sa dune atteint son développement maximal au centre de la baie où elle est d'une centaine de mètres et diminue progressivement en allant vers les marges Ouest et Est.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

3. Une transformation profonde dans l'occupation du littoral

Le littoral de la baie de Dkhila a connu au cours de son évolution récente une transformation radicale de sa fonction et une métamorphose de ses paysages. Il est passé d'un espace rural et agricole à un espace touristique (figure 3). Des unités hôtelières se sont substituées aux jardins agricoles. Les photographies aériennes de 1963 montrent que jusqu'à cette date se distinguait, en avant d'un arrière-pays planté en oliviers, une bande littorale large de 500 m à 1 km marquée par la prédominance d'une agriculture intensive pratiquée dans le cadre de petites parcelles de terre agricole destinées aux cultures maraîchères (figure 2). A partir des années 1960 des aménagements touristiques ont commencé à faire leur apparition. Mais le vrai tournant s'est produit dans les années 1970 lorsqu'on a décidé par un décret n°75-202 de 1975 de transformer cette bande littorale agricole de la baie de Dkhila en zone touristique qui s'étend sur 300ha de Skanès-Monastir à l'Est jusqu'à l'embouchure de l'oued Hamdoun à l'Ouest (JEDIDI, 1985). A la fin des années 1970, on comptait 9 unités hôtelières éparpillées le long du rivage dont 3 à l'Ouest de la baie.



Dans les années 1980, alors que la zone touristique n'était pas encore saturée, la décision a été prise de réaliser une centrale thermique à l'Ouest de l'embouchure de l'oued

Hamdoun. Parmi les composantes de la centrale figure un bassin aménagé dans l'avant-plage. Son rôle est de tranquilliser les eaux marines utilisées dans l'opération de refroidissement et rejetées ensuite chaudes dans l'embouchure de l'oued. Ce bassin qui s'étend sur 8,8 ha est délimité par une jetée ouest de tracé courbe longue d'environ 480 m et une jetée Est en forme de L, longue de 300 m. Une autre jetée de 280 m de longueur prolongeant la rive gauche de l'embouchure de l'oued Hamdoun a été implantée aussi dans l'avant-plage.

Au cours des dernières décennies, l'aménagement touristique de la baie s'est poursuivi avec le comblement des espaces interstitiels par la construction d'autres unités hôtelières. Aujourd'hui la baie de Dkhila renferme 28 unités hôtelières, dont une dizaine sur la marge ouest de la baie en plus d'un hippodrome et un terrain de golf.

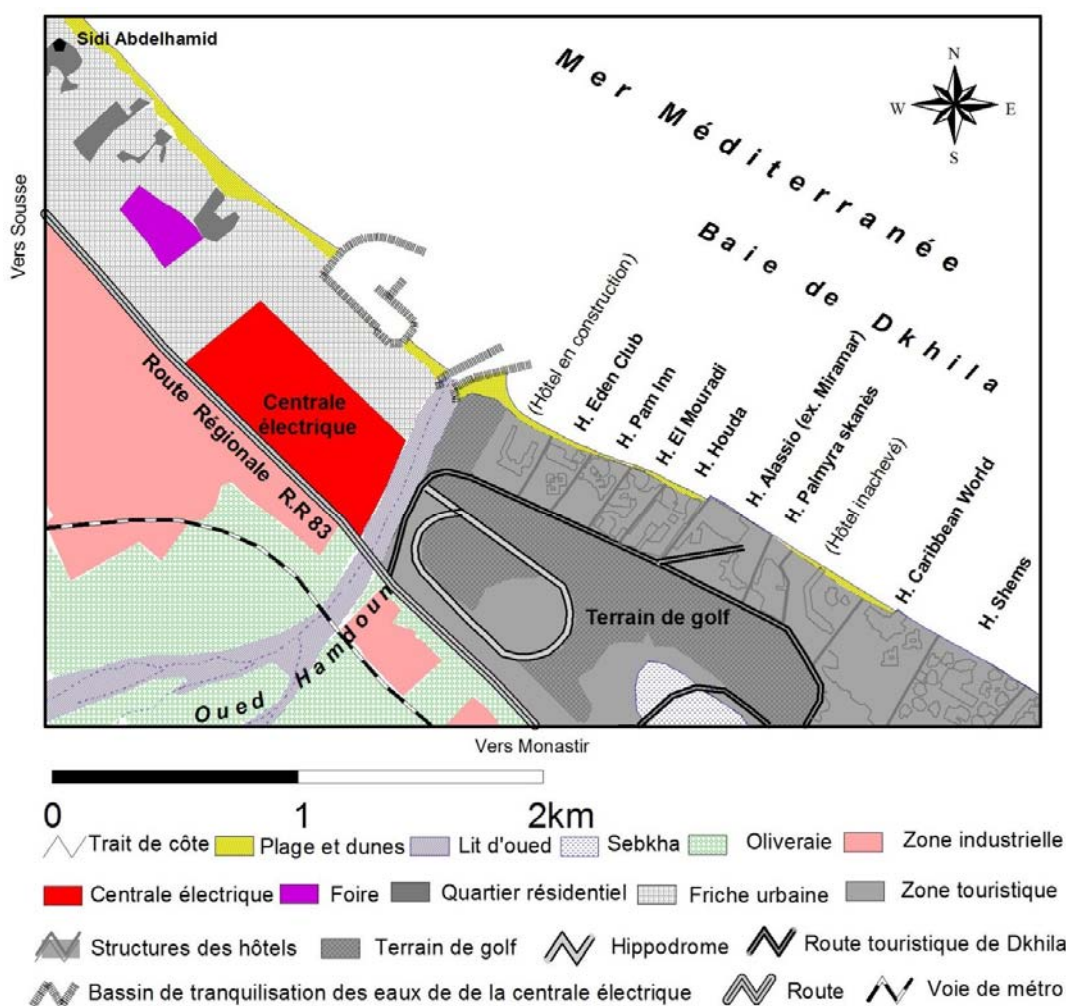


Figure 3. Occupation du littoral de la partie ouest de la baie de Dkhila en 2017, d'après les images satellitales du site Google earth.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

4. Une érosion de plus en plus grave

En plus des transformations dans l'occupation du sol, l'ouest du littoral de la baie de Dkhila a connu au cours de son évolution récente une érosion très grave engendrée en partie par les aménagements réalisés, notamment les travaux maritimes entrepris dans l'avant-côte, figure 4. Pour évaluer cette érosion, nous avons exploité les photographies aériennes de 1952, de 1963 et de 1996 en plus des images satellitales à haute résolution de 2003 de 2007 et de 2017 téléchargées à partir du site Google Earth Pro. L'ensemble a été corrigé en se basant sur la carte topographique de Sousse au 1 : 25000 levée entre 1988 et 1992 et éditée en 1994. La représentation des lignes de rivage à partir des photos corrigées et superposées nous a permis de suivre les changements dans la position de la ligne de rivage et de quantifier l'érosion à partir des mesures faites le long de quelques transects perpendiculaires au trait de côte, calés sur quelques repères proches du rivage. Le suivi de l'évolution à partir des photographies aériennes et images satellitales a été épaulé par des observations de terrain étalées sur une bonne période. Entre 1952 et 1963, la position de la ligne de rivage ne montre pas de changements significatifs. Le recul a varié selon les endroits entre 3 et 7 m. Paradoxalement, il a été important à l'embouchure de l'oued Hamdoun où il a été de 15 m. Il s'exprime en cet endroit par une concavité plus prononcée du dessin de la ligne de rivage qui trouve explication dans l'aspect estuarien de l'embouchure et la faiblesse de l'apport sédimentaire du cours d'eau. Entre 1963 et 1996, le repli de la ligne de rivage et l'érosion de la plage dans la zone touristique a été important. Il a été de 28 m en face de l'hôtel Eden Club et 23 m en face de l'hôtel Miramar, soit une moyenne de 0,8 à 0,7 m/an. Cette valeur est proche de celles dégagées dans des travaux antérieurs (BEN FREJ, 2001 ; OUESLATI 1993 & 2004 ; BOURGOU, 2000 ; FATHALLAH *et al.* 2010 ; SOUAYED *et al.* BRAHIM, 2017 ; BADA, 2017). L'érosion est due en partie à l'aménagement en 1980 du bassin de refroidissement de la centrale thermique de la STEG qui a eu pour impact un blocage du transit sédimentaire longitudinal contre la jetée nord, où il y a eu un engraissement important de la plage qui a atteint localement 123 m et une érosion du côté de la zone touristique. Les apports de l'oued Hamdoun n'arrivent pas à compenser le départ des sédiments de la plage. Le recul de la ligne de rivage s'est poursuivi sans cesse avec un rythme plus marqué. Il a été de 5 m entre 1996 et 2003, de 7 m entre 2003 et 2009 et de 10 m entre 2009 et 2017 devant l'hôtel Eden Club dépassant une moyenne de 1 m/an. Devant l'hôtel Miramar le recul a été de 8 m entre 1996 et 2003, de 16 m entre 2003 et 2009 et de 15 m entre 2009 et 2017 dépassant 2 m/an. C'est en face de cet hôtel qu'entre 1952 et 2017 a été enregistrée la valeur de recul la plus importante : 67 m soit 1 m/an.

D'autres travaux maritimes auraient contribué à l'affaiblissement du budget sédimentaire de la plage. C'est ainsi que deux opérations de dragage du bassin effectuées en 1994 et 2008 ont été accompagnées par le prélèvement des quantités importantes de sables. Selon la Direction régionale de l'APAL à Sousse - Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, celle de 2008 par exemple a consisté à l'approfondissement du bassin de 2 m (de

-2 à -4) et au prélèvement de 140 000 m³ de sédiments dont 120000 m³ déposés en arrière-plage autour du bassin et 20000 m³ jetés ailleurs. Une autre intervention qui a eu lieu en 2016 a consisté au dragage de l'embouchure du cours d'eau et à la mise en place dans l'avant-plage d'un épi long de 350 m dans la prolongement de la rive Est du cours d'eau. Les impacts de cette intervention n'ont pas tardé de se manifester. Contre cet épi est apparue une aire de progradation qui s'étend sur environ 11500 m² selon les mesures faites sur les images satellitales de 2018 disponibles sur le site Google earth. Elle se présente sous forme d'un triangle isocèle dont la base qui s'adosse à l'épi est de 110 m et la hauteur est de 210 m. La ligne de rivage a migré en direction de la mer pour gagner 60 m en face de la clôture du terrain de tennis qui était auparavant affectée par l'érosion marine. Le matériel provient essentiellement du dragage de l'embouchure de l'oued, déposé dans cet endroit et secondairement de l'atterrissement des sédiments poussés par la dérive secondaire inverse provenant du côté de la zone touristique. Inversement, la plage dans la partie ouest de la zone touristique s'est davantage dégradée. Quoique rares, les tempêtes qui ont frappé la côte ont contribué à leur tour à affaiblir la plage et à menacer même quelques aménagements touristiques. Les plus notables au cours des dernières décennies sont celles de février 2019, décembre 2016 et surtout la tempête du 10 et 11 mars 2012 (BRAHIM, 2014). Un paysage ravagé marque souvent le front de mer au lendemain de chaque tempête, avec une dune bordière fortement entamée dans les segments où elle a persisté, des jardins endommagés, des pieds de palmiers déchaussés et parfois renversés, des clôtures d'hôtels basculées, des murs d'annexes (piscines, bungalows, discothèques,...) de certains hotels proches du rivage sapés et affouillés...

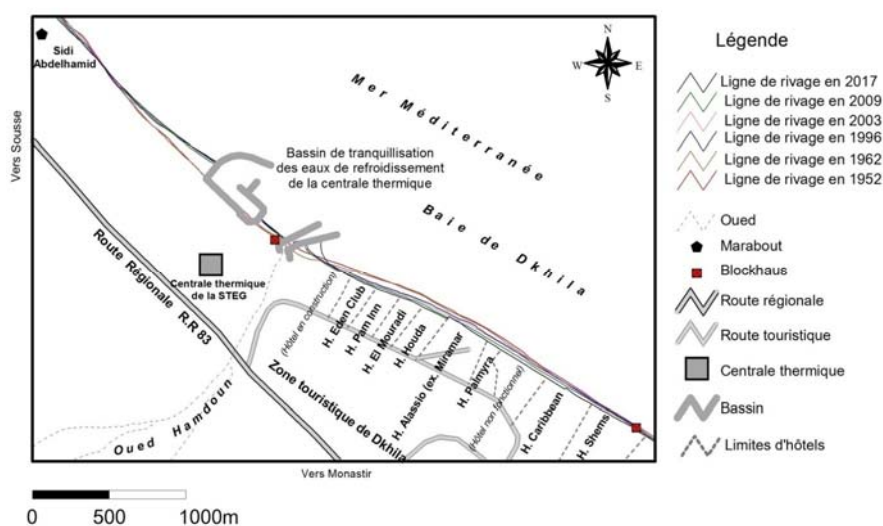


Figure 4. Dynamique de la ligne de rivage dans la partie ouest de la baie de Dkhila entre 1952 et 2017, d'après les photographies aériennes et les images satellitales du site Google earth.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

5. Conclusion

L'érosion qui affecte la partie ouest de la zone touristique de Dkhila trouve son explication en grande partie dans les aménagements réalisés sans conception intégrée, ni entre l'aménagement et le milieu littoral, ni entre les types d'aménagements. L'implantation au début des années 1980 d'un bassin avec des jetées faisant obstacle à la dérive littorale au voisinage d'une zone déclarée touristique depuis les années 1970 était la première disharmonie. L'empiètement sur la dune bordière par l'implantation de quelques équipements touristiques appartenant aux unités hôtelières témoignait d'une imprévoyance et d'une méconnaissance du système de fonctionnement plage-dune et de la dynamique des plages. Les opérations de dragage du bassin ainsi que de l'embouchure de l'oued Hamdoun, avec l'implantation d'épis dans l'avant-plage, n'ont fait qu'affaiblir le budget sédimentaire de la plage et perturber la dynamique sédimentaire. L'érosion dont souffre cette partie du littoral est très grave et menaçante pour la plage et pour l'infrastructure touristique. Les tempêtes qui affectent parfois la côte et les dommages qu'elles causent montrent la forte vulnérabilité de ce littoral et la faible résilience de la plage. Un plan de protection de l'ensemble de ce littoral touristique se substituant à des actions prises, jusqu'à présent, individuellement par les hôteliers s'avère nécessaire pour la gestion du problème de l'érosion. Ce plan doit instaurer un recul stratégique léger par l'élimination des certains annexes ou équipements rattrapés par l'érosion marine et avantager les méthodes douces, de type alimentation artificielle de la plage ou by-passing par exemples, en vue de maintenir l'existence de la plage qui est la raison d'être du tourisme sur ce littoral.

6. Références bibliographiques

- ALLENBACH M. (1979). *La zone littorale de la sebkha de Sousse. Une application des techniques de l'océanographie géologique*. Thèse. Université de Nice, 193 p.
- BADA D. (2017). *Les cellules sédimentaires du littoral entre Kelibia et Chebba : approche géomorphologique*. Thèse. Université de Tunis. 428 p.
- BEN FREJ T. (2001). *Les baies de la côte de Monastir, géomorphologie et impacts des aménagements sur leur évolution*. Mémoire de DEA. Fac. Sc. Hum. So Tunis. 122 p.
- BOURGOU M. (2000). *Géomorphologie du littoral qui abrite les ports du Sahel au Nord de Monastir*. In *La Méditerranée, l'Homme et la mer*, Cahiers de CERES, Série Géographie n°21, Tunis, pp 303-347.
- BRAHIM F. (2014). *La côte orientale de la Tunisie face aux tempêtes, l'exemple de la tempête de 10-11 mars 2012*. *Revue littoral et mer* n°2, pp 60-69
- BRAHIM F. (2017). *Littoralisation et déséquilibres du milieu côtier dans le Sahel tunisien*. Actes du 3^{ème} colloque du département de géographie de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sousse, "Espace d'action, espace en action. La Méditerranée à l'invite de la géographie", Publications de la FLSH Sousse, pp 95-122.

*XVI^{èmes} Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil
Le Havre 2020*

- DESPOIS J. (1955). *La Tunisie orientale Sahel et Basses Steppes*. Ed. PUF Paris, 552 p.
- ENNABLI N. (1993). *Les aménagements hydrauliques et hydro-agricoles en Tunisie*. INAT Tunis, 255 p.
- FATHALLAH S., HALOUANI N., GUEDDARI M. (2010). *Evolution spatio-temporelle du trait de côte de Sousse à Monastir (est de la Tunisie)*. *Geo-Eco-Trop*, pp 103-112.
- JEDIDI M. (1985). *Croissance économique et espace urbain dans le Sahel*. Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Tunis, 2 tomes, 377 p et 392 p.
- MEHDOUANI M. (2014). *Etude de l'érosion hydrique dans le Sahel septentrional et central (Tunisie orientale)*. Thèse, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Tunis, 272 p.
- OUESLATI A. (1993). *Les côtes de la Tunisie, géomorphologie et environnement et aptitudes à l'aménagement*. Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, 387 p.
- OUESLATI A. (2004). *Littoral et aménagement en Tunisie*. Ed. Orbis, Tunis, 534 p.
- PASKOFF R. (1985a). *Les Littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution*. Ed. Colin, Paris, 185 p.
- PASKOFF R. (1985b). *Les plages de la Tunisie*. Editec, Caen 182 p.
- SOUAYED M., BARDI I., ABDELJAOUED S. (2011). *Impact des aménagements portuaires sur l'évolution du trait de côte au niveau du littoral de Sousse Sud*. Conférence Méditerranéenne Côtère et Maritime, Tanger, Maroc 2011, pp 241-244, <https://doi.org/10.5150/cmcm.2011.052>
- WRIGHT L.D., SHORT A.D. (1984). *Morphodynamic variability of surf zones and beaches, a synthesis*. *Marine Geology*, Vol. 56, pp 93-118. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90008-2](https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2)

Thème 2 – Dynamique sédimentaire