

## **CENTRE D'ACTIVITÉS RÉGIONALES POUR LE PROGRAMME D' ACTIONS PRIORITAIRES**

**Rapport sur la situation de base pour l'Indicateur Commun 15**  
**« Localisation et étendue des habitats potentiellement affectés par les**  
**modifications hydrographiques en Tunisie »**

**Béchir BEJAOUI**

Institut National des Sciences  
et Technologies de la Mer, Tunisie

Janvier 2022

# SOMMAIRE

---

<b>I. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Caractéristiques générales de la zone côtière et du milieu marin</b> .....	<b>2</b>
II.1 Types et morphologie des côtes.....	2
II.2 Zones d'érosion et d'accrétion des côtes .....	7
II.2.1 Caractéristiques des plages.....	7
II.2.2 Plages en érosion.....	8
II.3 Biodiversité en milieu marin .....	18
II.4 Etudes sur le littoral et le milieu marin.....	27
<b>III. Activités anthropiques</b> .....	<b>28</b>
III.1 Activités anthropiques en milieu côtier et marin.....	28
III.2 Nouvelles installations côtières (au cours des 5 à 10 dernières années) .....	34
III.3 Activités de Dragage et de Déversement .....	46
III.3.1 Dragage des ports.....	46
III.3.2 Déversement des déchets .....	49
III.4 Autorisations et Etudes d'Impact.....	58
III.4.1 Unités soumises à une EIE.....	60
III.4.2 Unités soumises au cahier de charge.....	62
III.4.3 Contenu de l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) .....	64
<b>IV. Conditions hydrodynamiques</b> .....	<b>66</b>
IV.1 Données sur les conditions hydrodynamiques .....	66
IV.1.1 Bathymétrie.....	66
IV.1.2 Température des eaux .....	70
IV.1.3 Salinité des eaux .....	73
IV.1.4 Circulation des masses d'eau .....	75
IV.1.5 Marée et circulation de la marée .....	78
IV.1.6 Houle.....	82
IV.2 Banques de données océanographiques .....	84
IV.2.1 Observatoire du Littoral.....	84
IV.2.2 Base de données hydrographique du CHOMN.....	87
IV.2.3 Base de données de l'INM.....	88
IV.2.4 Observatoire de la Mer de INSTM .....	88
<b>V. Planification</b> .....	<b>93</b>
<b>VI. Conclusion</b> .....	<b>100</b>
<b>Remerciements</b> .....	<b>101</b>
<b>Références</b> .....	<b>102</b>

# LISTE DES FIGURES

---

<b>Figure 1.</b> Type des côtes tunisiennes (Co-Evolve4BG, 2021).....	2
<b>Figure 2.</b> Proportion des différents types des côtes tunisiennes .....	3
<b>Figure 3.</b> Morphologie côtière de l'extrême nord tunisien entre la frontière avec l'Algérie et Ras Ettarf (D'après carte de vulnérabilité APAL, 2012).....	3
<b>Figure 4.</b> Morphologie côtière du golfe de Tunis (D'après carte de vulnérabilité APAL, 2012).....	4
<b>Figure 5.</b> Morphologie du rivage dans le golfe de Hammamet (D'après carte de vulnérabilité APAL, 2012).....	4
<b>Figure 6.</b> Morphologie du rivage du sahel central (APAL, 2012).....	5
<b>Figure 7.</b> Morphologie du rivage du golfe de Gabès (APAL, 2012).....	5
<b>Figure 8.</b> Morphologie du rivage de l'extrême sud tunisien.....	6
<b>Figure 9.</b> Morphologie des rivages de l'archipel des Kerkennah .....	6
<b>Figure 10.</b> Morphologie des rivages de l'île de Djerba .....	7
<b>Figure 11.</b> Etendue des côtes du littoral en Tunisie (Co-Evolve4BG, 2021) .....	8
<b>Figure 12.</b> Exemple de la plage de Kalaat Landalous .....	9
<b>Figure 13.</b> Carte de localisation de la plage de Soliman : La flèche discontinue indique la dérive littorale dominante (Image Google Earth du 7 juillet 2016).....	9
<b>Figure 14.</b> Évolution du trait de côte entre 1974 et 2016 : tendance nette au recul et sur des distances bien plus grandes qu'au cours de la période 1948-1974. ....	10
<b>Figure 15.</b> Evolution de la ligne de rivage de Sousse Sud entre 1925 et 1996.....	12
<b>Figure 16.</b> Evolution du rivage de la plage de Gaied Souassi à Sidi-Abdelhamid, entre 1962 et 1996	13
<b>Figure 17.</b> Impact de l'aménagement du port d'El Kantaoui sur le secteur situé au Sud (photo, F. Brahim, 2017).....	13
<b>Figure 18.</b> La plage de Chaffar en cours d'érosion .....	14
<b>Figure 19.</b> La lagune de Boughrara en cours d'érosion.....	15
<b>Figure 20.</b> Apparition de flèches sableuses au niveau de l'embouchure d'Oued El Ferd (Photos aériennes et image satellitaire Google).....	15
<b>Figure 21.</b> Une grève sur la côte nord de La Galite.....	16
<b>Figure 22.</b> Les rares plages de l'archipel de Zembra.....	16
<b>Figure 23.</b> La flèche de Ras Errmal à Jerba.....	17
<b>Figure 24.</b> Taux d'évolution du trait de côte .....	18
<b>Figure 25.</b> Composition relative du phytoplancton marin .....	19
<b>Figure 26.</b> Composition relative du zooplancton marin .....	20
<b>Figure 27.</b> Répartition des herbiers de Posidonie le long du littoral tunisien (Ben Mustapha et Hattour, 1992, avec modification).....	21
<b>Figure 28.</b> Cartographie et état des herbiers de Posidonie du golfe de Gabès (Ben Mustapha et Hattour, 1992).....	22
<b>Figure 29.</b> Evolution schématique de la végétation benthique du golfe de Gabès de 1900 à 1990 sous la pression anthropique (Zaouali, 1993).....	23
<b>Figure 30.</b> Nombre des espèces endémiques et invasives dans les côtes tunisiennes .....	25

<b>Figure 31.</b> Nombre des nouvelles introductions de la faune étrangère dans la mer Tunisienne.....	26
<b>Figure 32.</b> Nombre de macrophytes marins exotiques (établis, occasionnels, cryptogéniques) enregistrés en Tunisie jusqu'à 2014 (Sghaier et al. 2015).....	26
<b>Figure 33.</b> Carte d'occupation du sol en Tunisie (Buchhorn et al., 2020).....	29
<b>Figure 34.</b> Le réseau aéroportuaire en Tunisie .....	31
<b>Figure 35.</b> Les ports de fret en Tunisie.....	31
<b>Figure 36.</b> Les ports de pêche en Tunisie .....	32
<b>Figure 37.</b> Les ports de plaisance en Tunisie.....	32
<b>Figure 38.</b> Zones industrielles en Tunisie.....	33
<b>Figure 39.</b> Plates-formes pétrolières en Tunisie .....	34
<b>Figure 40.</b> Travaux en cours de la Marina Bizerte .....	35
<b>Figure 41.</b> Port de pêche de Menzel Abderrahmen, objet de d'extension et réhabilitation.....	36
<b>Figure 42.</b> Variante retenue pour l'extension et la réhabilitation du port de pêche de Menzel Abderrahmen, région de Bizerte.....	36
<b>Figure 43.</b> Port de pêche côtière de Sidi Mansour.....	37
<b>Figure 44.</b> Port de pêche Sidi Youssef à Kerkennah .....	37
<b>Figure 45.</b> Travaux de l'édification de l'épi de protection de la plage de Rafrat (APAL, 2018).....	38
<b>Figure 46.</b> Placettes équipées au bord de la plage .....	39
<b>Figure 47.</b> Enrochement implanté sur l'emplacement de l'une des rares plages de l'archipel à la suite d'une accélération récente de l'érosion de la côte touristique de Sidi Fraj (photo, Oueslati, 2015). ....	39
<b>Figure 48.</b> Structures de défenses des plages de Soliman .....	40
<b>Figure 49.</b> Structures de défenses des plages de Sousse Nord .....	41
<b>Figure 50.</b> Port financier de Raoued.....	41
<b>Figure 51.</b> Schéma conceptuel du Projet du front de mer de Taparura à Sfax .....	42
<b>Figure 52.</b> Localisation du port des eaux profondes d'Enfidha.....	43
<b>Figure 53.</b> Nouveau Pont de Bizerte.....	44
<b>Figure 54.</b> Schéma conceptuel du projet de Sebkhath Ben Ghayada à Mahdia .....	45
<b>Figure 55.</b> Localisation du site de l'étude.....	46
<b>Figure 56.</b> Dragage du port de Kalaat Landalous(mars 2016). A/ Dragage (mécanique à pelle) ; B/ Mise à dépôt à l'entrée du port, passe de la lagune. ....	47
<b>Figure 57.</b> Quantités de déchets traités au niveau de l'ensemble des décharges contrôlées actuellement en activité en Tunisie. Source (ANGED, 2018).....	50
<b>Figure 58.</b> Répartition géographique de la production de déchets ménagers et assimilés (ANGED, 2018) .....	51
<b>Figure 59.</b> Evolution du rejet de la DBO en milieu marin en Tunisie (Gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Gabes, Mahdia, Médenine, Monastir, Nabeul, Sfax, Sousse et Tunis) (ANPE, 2018).....	52
<b>Figure 60.</b> Evolution du rejet d'azote en milieu marin en Tunisie par les installations industrielles (Gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Gabes, Médenine, Monastir, Nabeul, Sfax, Sousse et Tunis) (ANPE, 2018).....	54
<b>Figure 61.</b> Evolution du rejet de phosphore dans le milieu marin en Tunisie par les installations industrielles (Gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Nabeul, Sousse, Tunis, Sfax). (ANPE, 2018).....	55
<b>Figure 62.</b> Répartition par secteur industriel du rejet en métaux lourds dans le milieu marin en Tunisie (Année 2018-Gouvernorats de Ariana, Ben Arous, Bizerte, Monastir, Sfax) (ANPE, 2018).....	56
<b>Figure 63.</b> Cadre institutionnel des études d'impacts sur l'environnement.....	63

<b>Figure 64.</b> Régions concernées par la mise à jour des levées bathymétriques ar le CHOMN.....	67
<b>Figure 65.</b> Page de garde des « ANNUAIRES DES MAREES DES PORTS TUNISIENS » publiés par le CHOMN .....	68
<b>Figure 66.</b> Données bathymétriques de l'APAL - Compilation de plusieurs couches y compris les données des cartes marines.....	69
<b>Figure 67.</b> Température (en °C) de l'eau en surface simulée en hiver pour l'ensemble des côtes tunisiennes.....	71
<b>Figure 68.</b> Température (en °C) de l'eau en surface simulée en été pour l'ensemble des côtes tunisiennes. ....	72
<b>Figure 69.</b> Moyennes annuelles de la température au niveau des gouvernorats côtiers .....	73
<b>Figure 70.</b> Salinité des eaux de surface en hiver au niveau des côtes tunisiennes.....	74
<b>Figure 71.</b> Salinité des eaux de surface en été au niveau des côtes tunisiennes .....	75
<b>Figure 72.</b> Courants de surface en hiver simulés par le modèle .....	76
<b>Figure 73.</b> Courants de surface en été simulés par le modèle.....	77
<b>Figure 74.</b> Courants de marée simulés et distribution spatiale des niveaux de l'eau pendant le flot. Les flèches indiquent les directions des courants et les couleurs désignent les niveaux de l'eau. ....	80
<b>Figure 75.</b> Courants de marée simulés et distribution spatiale des niveaux de l'eau pendant le jusant. Les flèches indiquent les directions des courants et les couleurs désignent les niveaux de l'eau. ....	81
<b>Figure 76.</b> Secteurs de houles et fetchs auxquelles sont exposées les côtes nord (WWF/APAL, 2007) .....	83
<b>Figure 77.</b> Positions des bouées fixes et des marégraphes .....	85
<b>Figure 78.</b> Description du système de mesure existant.....	86
<b>Figure 79.</b> Répartition géographique des profils CDT accomplis depuis 1995.....	89
<b>Figure 80.</b> Evolution des observations phytoplancton depuis 1995. ....	90
<b>Figure 81.</b> Positions nominales des marégraphes (en jaune) et courantomètres (en rouge).....	92
<b>Figure 82.</b> Directions des vents influents sur la zone d'étude .....	94
<b>Figure 83.</b> Localisation géographique de la zone d'étude .....	95
<b>Figure 84.</b> Plan de parcelle préliminaire usine de dessalement .....	97
<b>Figure 85.</b> Périmètre fonctionnel terminal vraquier à Bizerte .....	98
<b>Figure 86.</b> Schéma conceptuel du parc logistique de Zarzis .....	98
<b>Figure 87.</b> Localisation de la plateforme logistique de Gargour .....	99

# LISTE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau 1.</b> Liste des études sur le littoral .....	27
<b>Tableau 2.</b> Caractéristiques et quantités de dragage dans les ports de pêche en Tunisie .....	48
<b>Tableau 3.</b> Destinées de la production de déchets plastiques en Tunisie (WWF, 2019).....	49
<b>Tableau 4.</b> Maxima de niveau de la mer enregistrés dans les différents gouvernorats côtiers (Co-Evolve4BG, 2021).....	79
<b>Tableau 5.</b> Les fetchs (étendue de la zone d'action du vent) de la côte nord.....	82
<b>Tableau 6.</b> Les fetchs (étendue de la zone d'action du vent) de la côte nord.....	83
<b>Tableau 7.</b> Inventaire non exhaustif des instruments déployés par l'INSTM.....	91

# RESUME

---

La situation de base pour l'indicateur commun 15 "Localisation et étendue des habitats potentiellement affectés par les modifications hydrographiques" en Tunisie a été évaluée dans ce rapport en se basant sur une bibliographie des études antérieures et récentes sur le littoral. Le présent rapport révèle les caractéristiques générales des côtes tunisiennes principalement les différents types des côtes, les différentes formes morphologiques ainsi que les zones d'érosion et d'accrétion. Le rapport présente une typologie des habitats benthiques dominants dans les côtes tunisiennes ce qui reflète les caractéristiques physico-chimiques des milieux marins (biotopes). Les Activités anthropogéniques susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement marin ont été décrites ainsi qu'un aperçu général concernant les nouveaux projets de constructions en cours d'exécution et planifiés a été évoqué. Le rapport met en valeur les conditions hydrodynamiques particulières des côtes tunisiennes, comme il parle des bases de données océanographiques existantes en relation avec les alias hydrographiques et discute l'importance de ces bases de données pour la planification des projets d'envergures sur le littoral.

**Mots clés :** Indicateur commun 15, Différents types des côtes, Activités anthropogéniques, Conditions hydrodynamiques, Nouveaux projets de constructions en cours, Planification des projets d'envergures, Bases de données océanographiques.

---

## I. Introduction

La surveillance et l'évaluation de la mer et des côtes, fondées sur la connaissance scientifique, sont le fondement essentiel à la gestion des activités humaines, en vue de promouvoir l'utilisation durable des mers et des côtes et de préserver les écosystèmes et leur fonctionnement. La 19<sup>ème</sup> réunion des Parties contractantes en 2016 a permis de valider le programme de surveillance et d'évaluation intégrée de la mer et des côtes méditerranéennes et critères d'évaluation connexes (*Integrated Monitoring and Assessment Programme – IMAP*) dans sa Décision IG. 22/7 qui définit les principes pour une surveillance intégrée permettant, pour la première fois, de surveiller de manière intégrée la biodiversité et les espèces non indigènes, la pollution et les déchets marins, les côtes et l'hydrographie.

L'IMAP s'appuie sur 27 indicateurs communs définis dans la Décision IG. 22/7 : Programme de surveillance et d'évaluation intégrée. Le projet EcAp MED II, financé par l'UE, soutient huit pays éligibles dans la préparation de leurs IMAP nationaux. Le CAR/PAP est chargé d'aider ces 8 pays à préparer ces documents pour les indicateurs relatifs à la côte et à l'hydrographie

L'objectif écologique 7 (hydrographie) concerne les altérations permanentes du régime hydrographique des courants, des vagues et des sédiments dues à de nouveaux développements à grande échelle qui ont le potentiel d'altérer les conditions hydrographiques.

L'indicateur commun 15 "*Emplacement et étendue des habitats potentiellement affectés par les altérations hydrographiques*" prend en compte les habitats marins qui peuvent être affectés ou perturbés par les changements des conditions hydrographiques (tels que les courants, les vagues, les charges de sédiments).

Le présent rapport fournit une base de référence sur la situation liée au suivi de l'IC 15 en Tunisie. Il ne cible pas un site/une installation en particulier mais rassemble plutôt des informations sur la situation actuelle en ce qui concerne les conditions préalables au suivi. La méthodologie de préparation du rapport s'est donc basée sur la fiche d'orientation existante pour l'IC 15, qui précise les critères d'évaluation.

## II. Caractéristiques générales de la zone côtière et du milieu marin

La Tunisie est bordée au Nord et à l'Est par la mer Méditerranéenne. Le parcours du littoral nous permet de distinguer deux facettes maritimes ; la façade septentrionale qui prend part depuis la frontière Algérienne jusqu'au Cap Bon s'ouvrant sur le bassin occidental de la Méditerranée et la façade Est qui donne sur le bassin oriental.

### II.1 Types et morphologie des côtes

Les côtes tunisiennes montrent des morphologies variées et parfois très changeantes sur de courtes distances. Elles peuvent distinguer neuf types de situations dont l'existence, la fréquence et la représentativité varient, évidemment, d'un secteur à l'autre, elles sont :

- Des falaises hautes ;
- Des falaises moyennes ;
- Des petites falaises ;
- Des rivages bas rocheux ;
- Des plages sableuses sans dunes ou à dune bordière peu développée ;
- Des plages sableuses bordées par des champs dunaires étendus ;
- Des marais maritimes ;
- Les autres côtes basses meubles ;
- Des côtes artificielles.

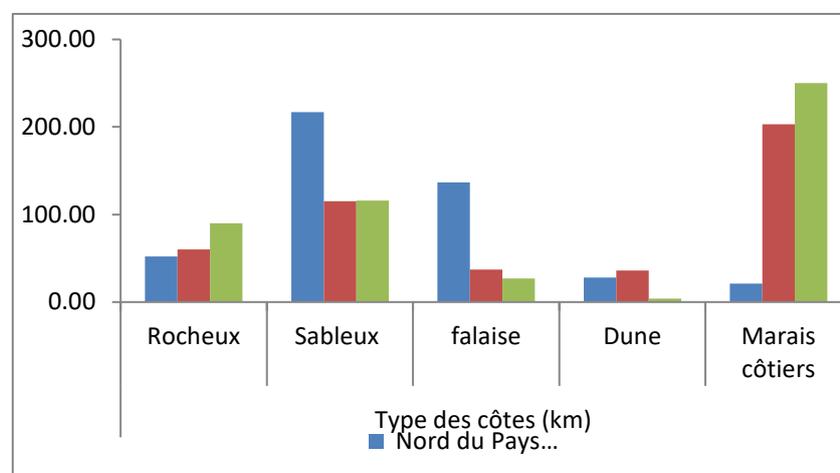
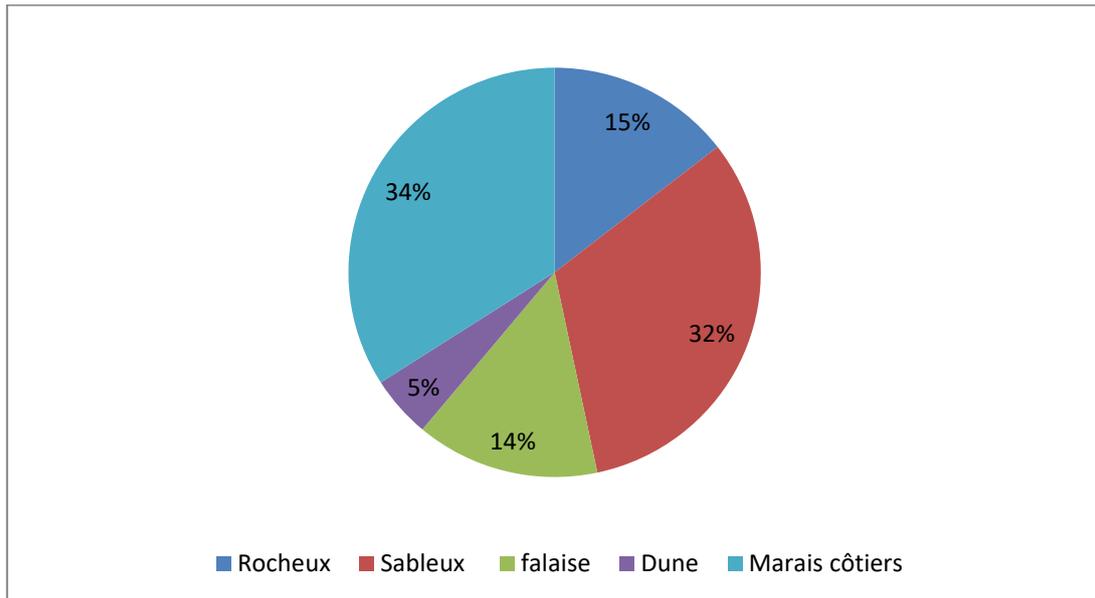
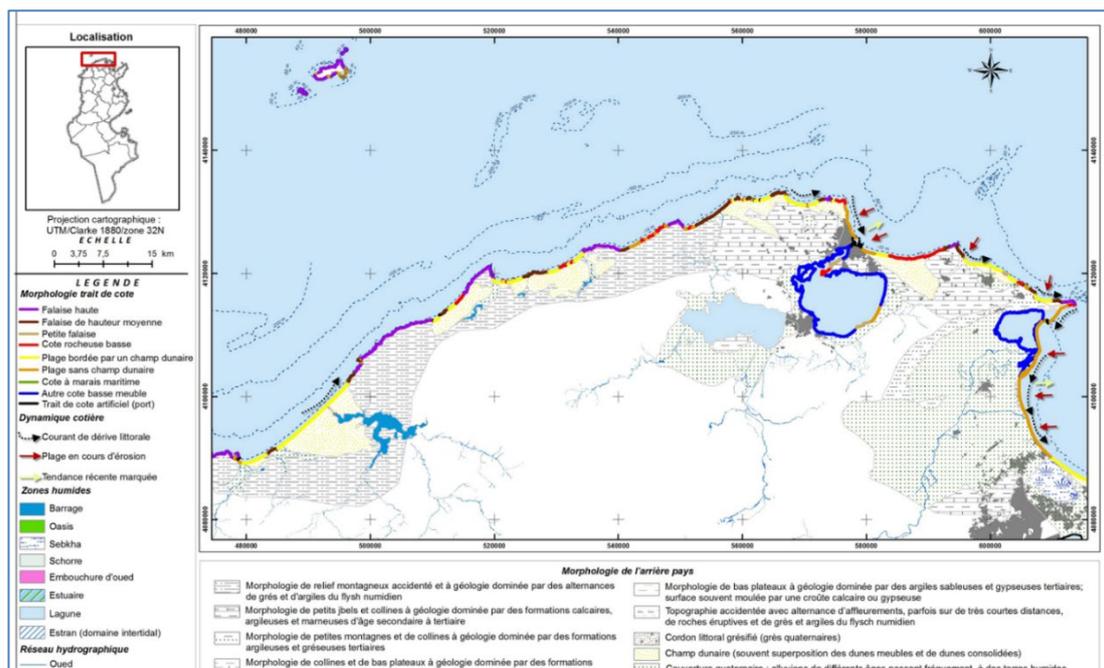


Figure 1. Type des côtes tunisiennes (Co-Evolve4BG, 2021)



**Figure 2.** Proportion des différents types des côtes tunisiennes

Les cartes ci-après représentent les caractéristiques morphologiques du Littoral tunisien (Littoral continental et Littoral insulaire).



**Figure 3.** Morphologie côtière de l'extrême nord tunisien entre la frontière avec l'Algérie et Ras Ettarf (D'après carte de vulnérabilité APAL, 2012).

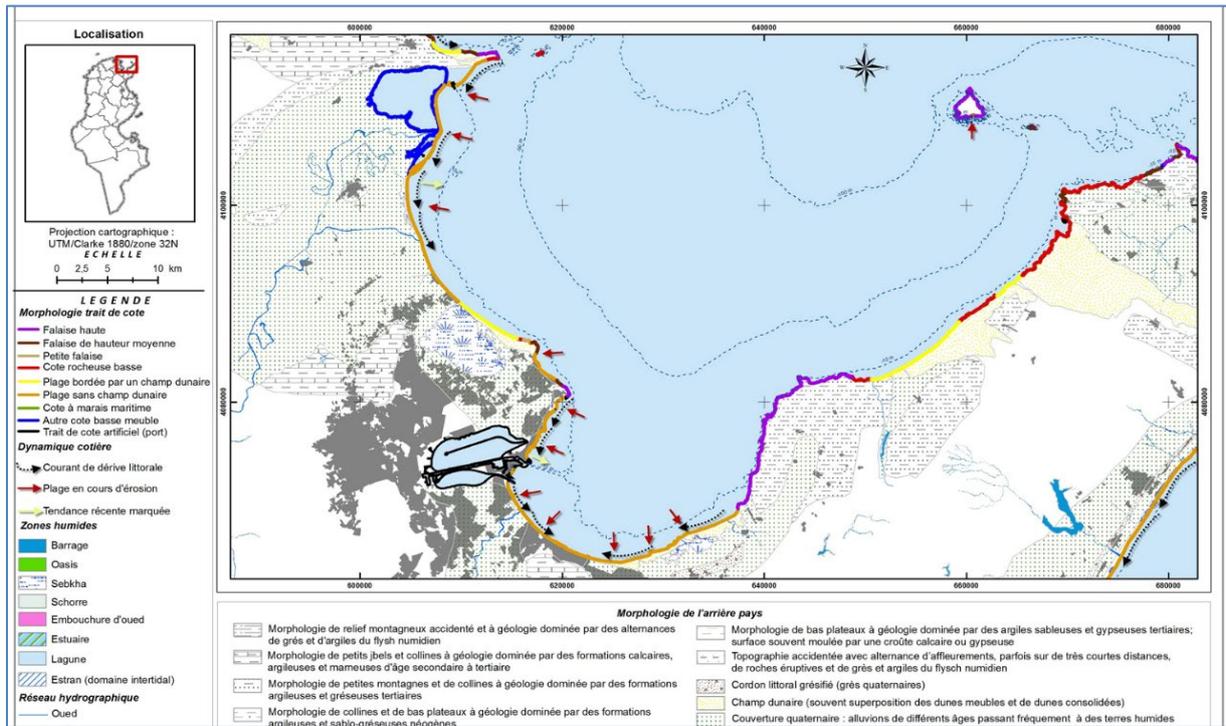


Figure 4. Morphologie côtière du golfe de Tunis (D'après carte de vulnérabilité APAL, 2012)

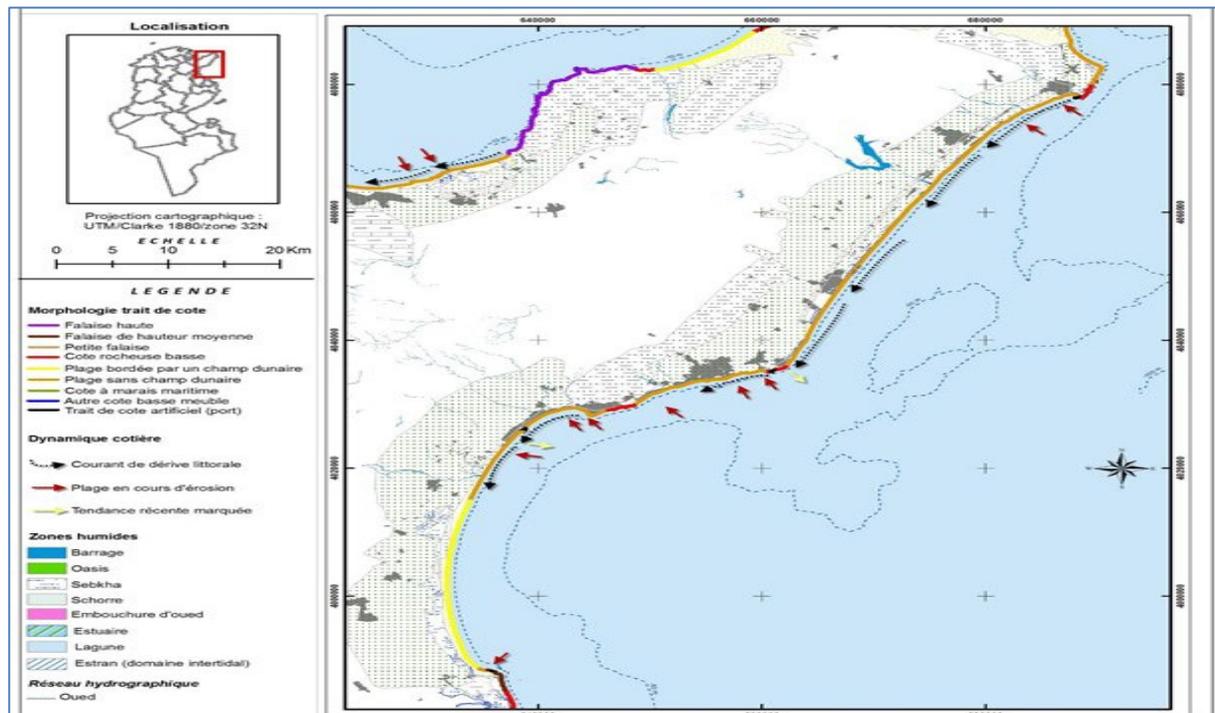


Figure 5. Morphologie du rivage dans le golfe de Hammamet (D'après carte de vulnérabilité APAL, 2012)

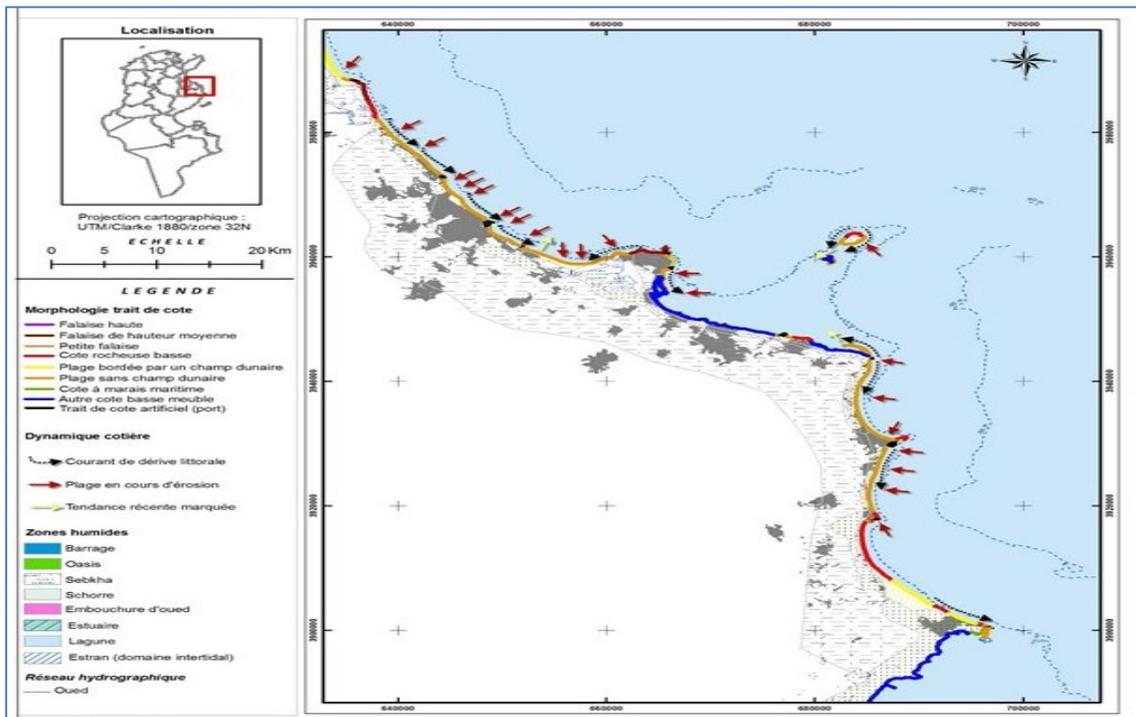


Figure 6. Morphologie du rivage du sahel central (APAL, 2012).

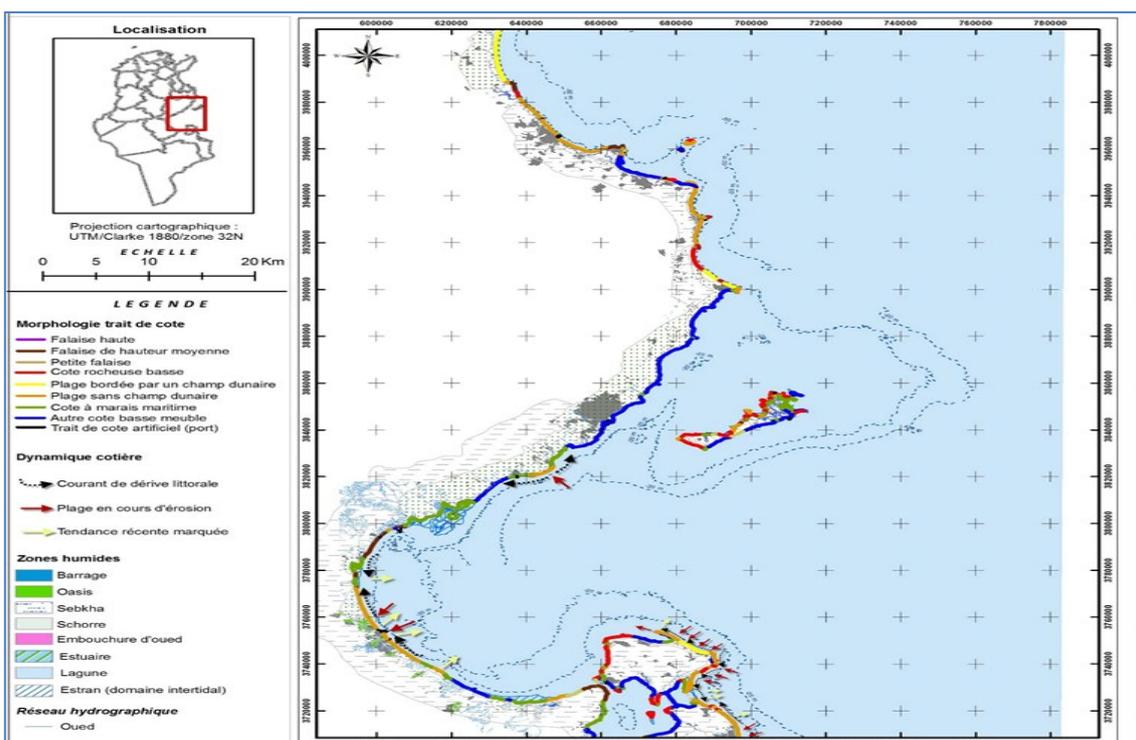


Figure 7. Morphologie du rivage du golfe de Gabès (APAL, 2012)

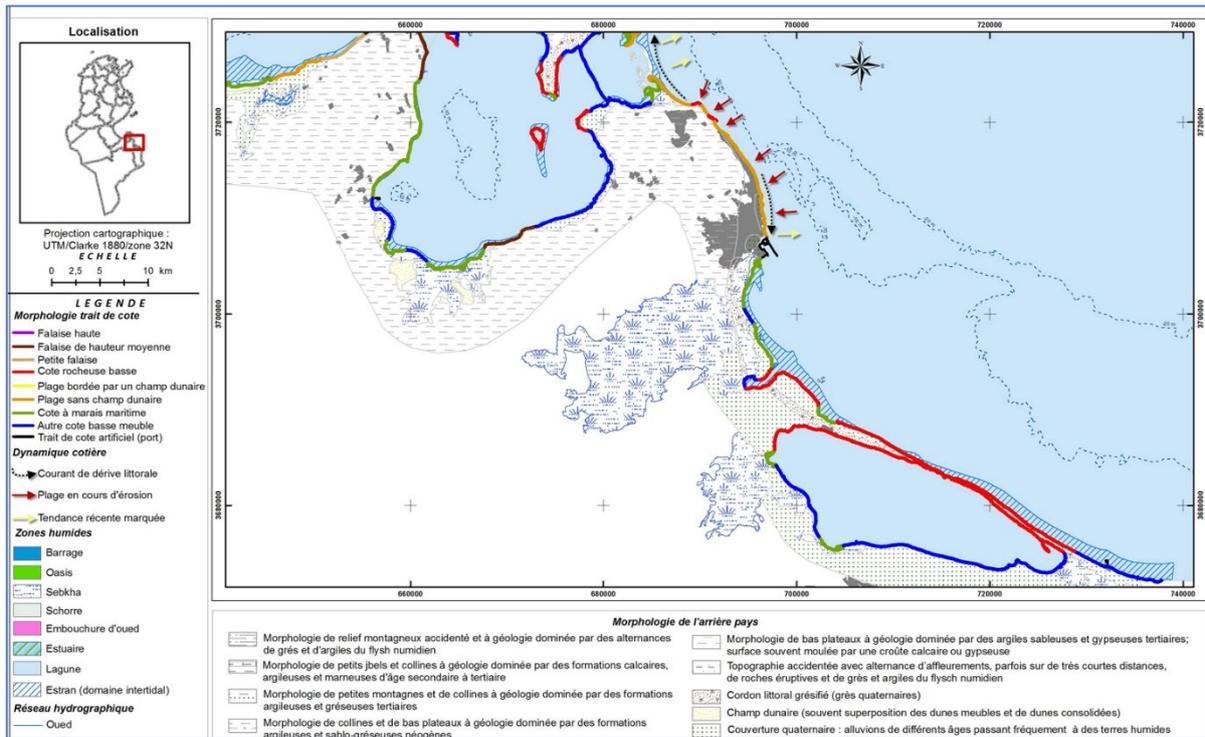


Figure 8. Morphologie du rivage de l'extrême sud tunisien

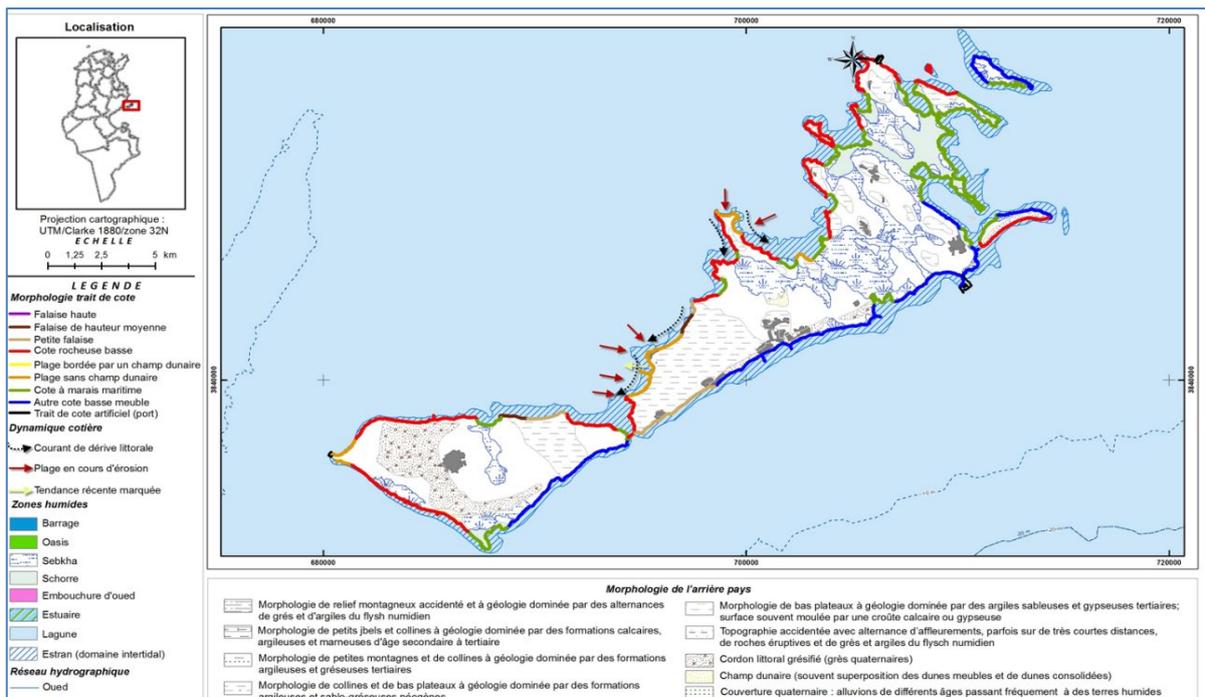


Figure 9. Morphologie des rivages de l'archipel des Kerkennah

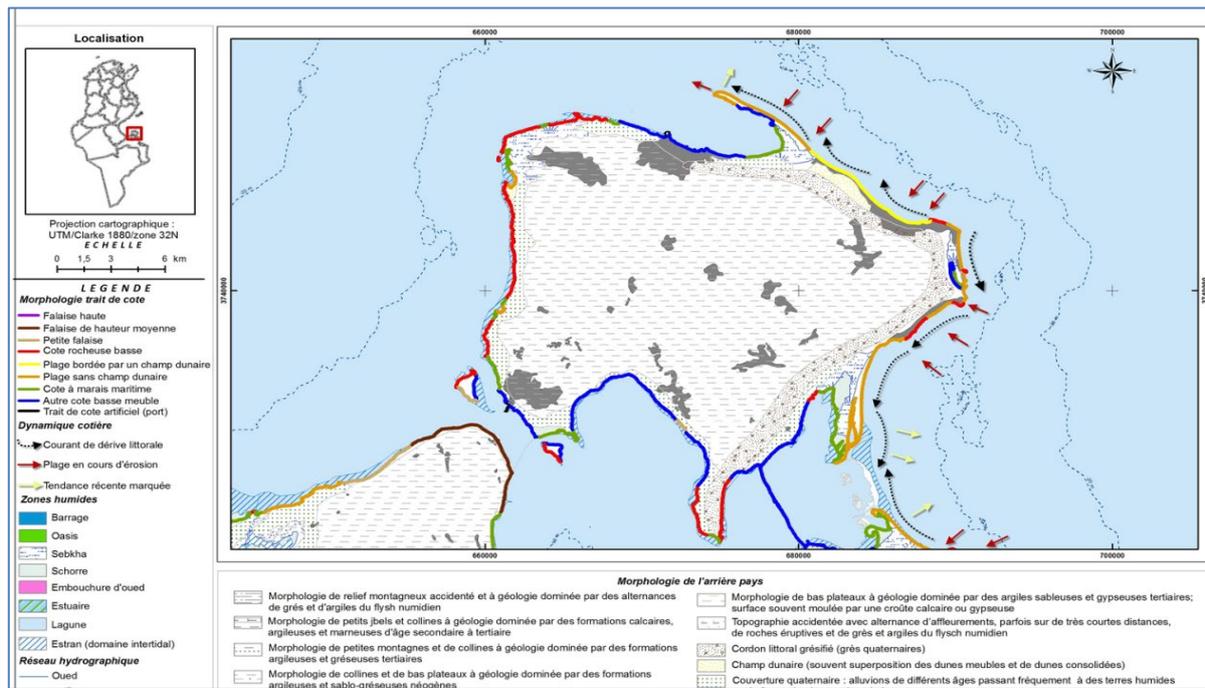


Figure 10. Morphologie des rivages de l'île de Djerba

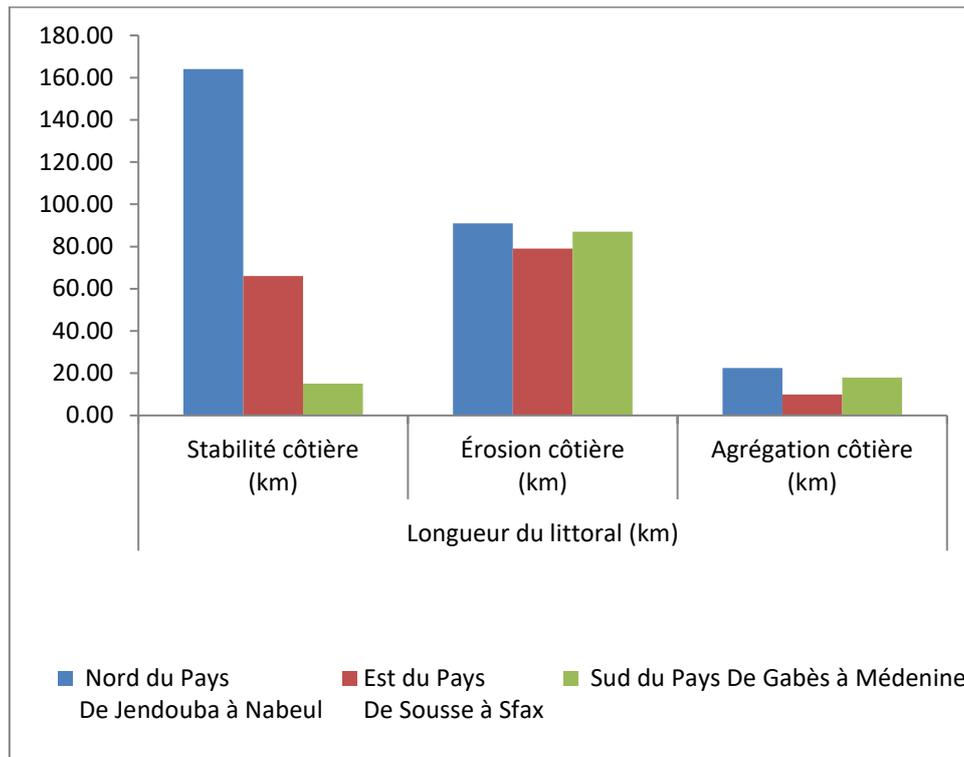
## II.2 Zones d'érosion et d'accrétion des côtes

### II.2.1 Caractéristiques des plages

Sur un linéaire total du littoral tunisien de **1844 km** (continental et insulaire), on distingue un linéaire de 563 km de plages réparties entre **479 km** sur le littoral continental et 84 km sur le littoral insulaire.

Ces plages ne présentent pas le même état de stabilité où l'on distingue les cinq états suivants:

- Plage en cours d'érosion : 185km
- Plage en engraissement : 90 km
- Plage montrant un état stable : 168 km
- Plage de zone de transition : 18 km
- Plage stable par protection naturelle : 102 km



**Figure 11.** Etendue des côtes du littoral en Tunisie (Co-Evolve4BG, 2021)

## II.2.2 Plages en érosion

### 1. Extrême nord

Pour l'extrême nord Tunisien, les plages en cours d'érosion sont localisées principalement sur les quatre zones suivantes :

- La plage située à l'Est de l'embouchure de l'oued El Kbir au niveau de la zone touristique de Tabarka sur un linéaire de 5km.
- La plage située face à la zone touristique de Bizerte sur un linéaire d'environ 4,5km.
- La plage située au sud du port de pêche de Bizerte qui s'étend sur une longueur d'environ 2,5km.
- La plage située au sud du port de Cap Zebib sur environ 3km.

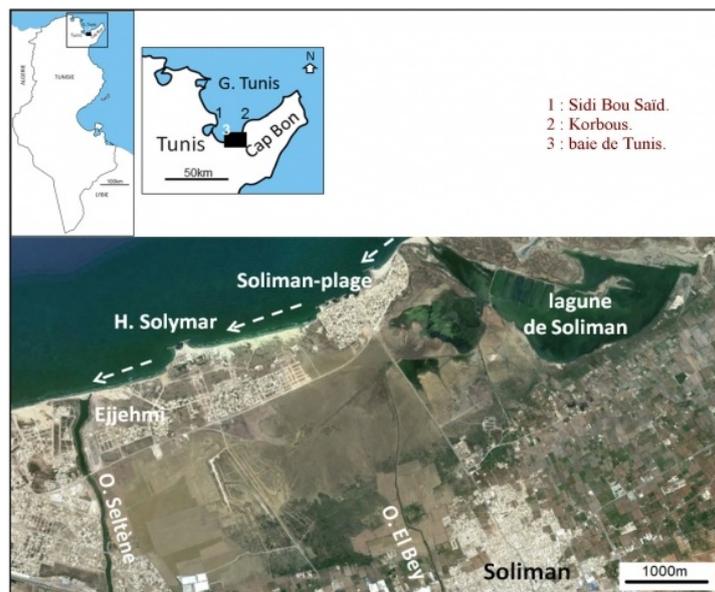
### 2. Golfe de Tunis

Pour le golfe de Tunis, les plages en cours d'érosion caractérisent en particulier le lido de Ghar El Melh, la flèche et la plage de Kalaat Landalouss, la plage d'El Marsa-Tunis et les plages des banlieues Nord et Sud. Ces plages s'étendent sur un linéaire côtier d'environ 52 km.



**Figure 12.** Exemple de la plage de Kalaat Landalouss

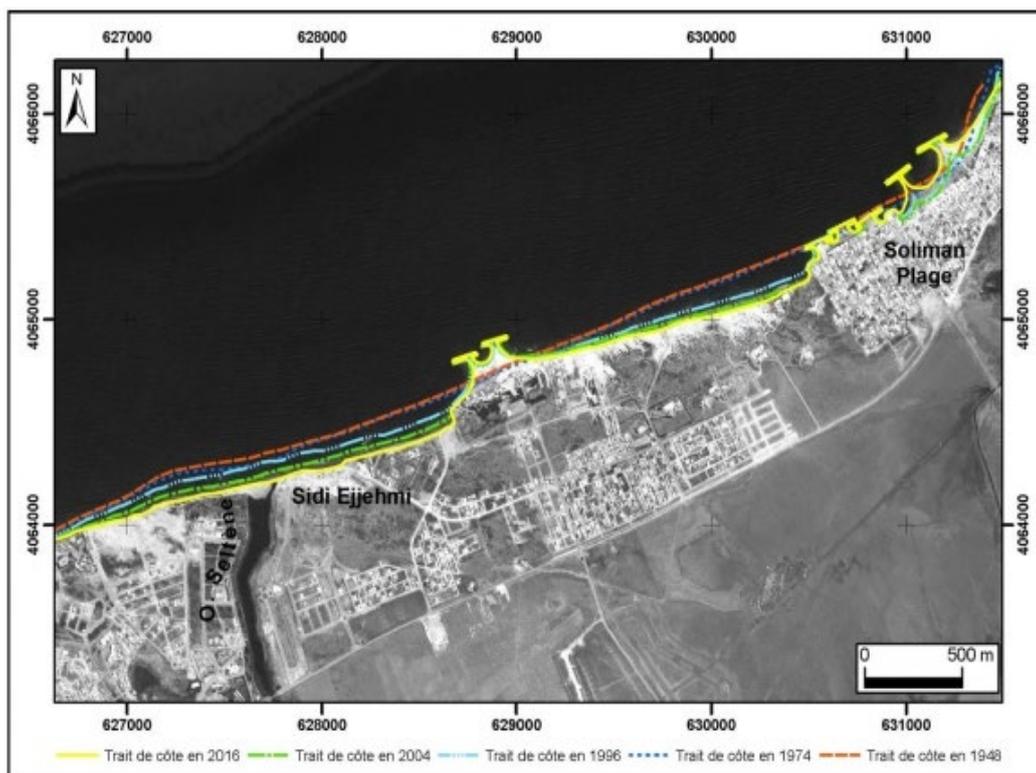
Les publications consacrées à la question de l'érosion marine en Tunisie ont également évoqué le cas des plages d'Ejjehmi et du village de résidences secondaires de Soliman ou Soliman-plage. Des signes d'un recul du rivage ont été relevés dès les années 1970 et 1980. La situation a nécessité l'implantation, au cours des années 1989 et 1990 (ZeggafTahiri, 1999), de différents ouvrages de protection, dont notamment deux brise-lames devant l'hôtel Solymar et cinq autres au niveau du village de résidences secondaires de Soliman-plage (Figure 13).



**Figure 13.** Carte de localisation de la plage de Soliman : La flèche discontinue indique la dérive littorale dominante (Image Google Earth du 7 juillet 2016)

Ces travaux s'accordent sur le fait que la tendance générale est à l'avantage de la mer. Mais la période considérée, surtout par les auteurs qui ont visé la quantification de la mobilité du rivage, est restée relativement courte (entre 1962 et 1996) et ne tient compte ni de l'évolution la plus récente ni de celle au cours de laquelle cette côte était encore à l'abri de l'extension des espaces bâtis.

L'étude de Marzougui et Oueslati (2017) qui considère une tranche de temps plus longue (1948-2016), a permis de distinguer différentes périodes sensiblement différentes. La tendance érosive a commencé à s'affirmer autour de l'année 1962. Mais les rythmes les plus rapides du recul du rivage sont en relation avec la mise en place, en 1989-1990, de brise-lames destinés à protéger les aménagements réalisés en bord de mer. L'implantation de ces ouvrages s'est soldée par une segmentation de la côte, la faisant passer d'une cellule sédimentaire unique à une juxtaposition de petites cellules séparées les unes des autres par les secteurs protégés. Dans chacune d'elles, l'érosion n'est pas homogène et la zone d'érosion maximale se déplace au fur et à mesure que le rivage évolue (Figure 14).



**Figure 14.** Évolution du trait de côte entre 1974 et 2016 : tendance nette au recul et sur des

distances bien plus grandes qu'au cours de la période 1948-1974.

### 3. Golfe de Hammamet

Les plages en cours d'érosion sont localisées principalement dans les zones de Maamoura, Nabeul, Mrezgua et Hergla sur environ 33 km.

### 4. Sahel central

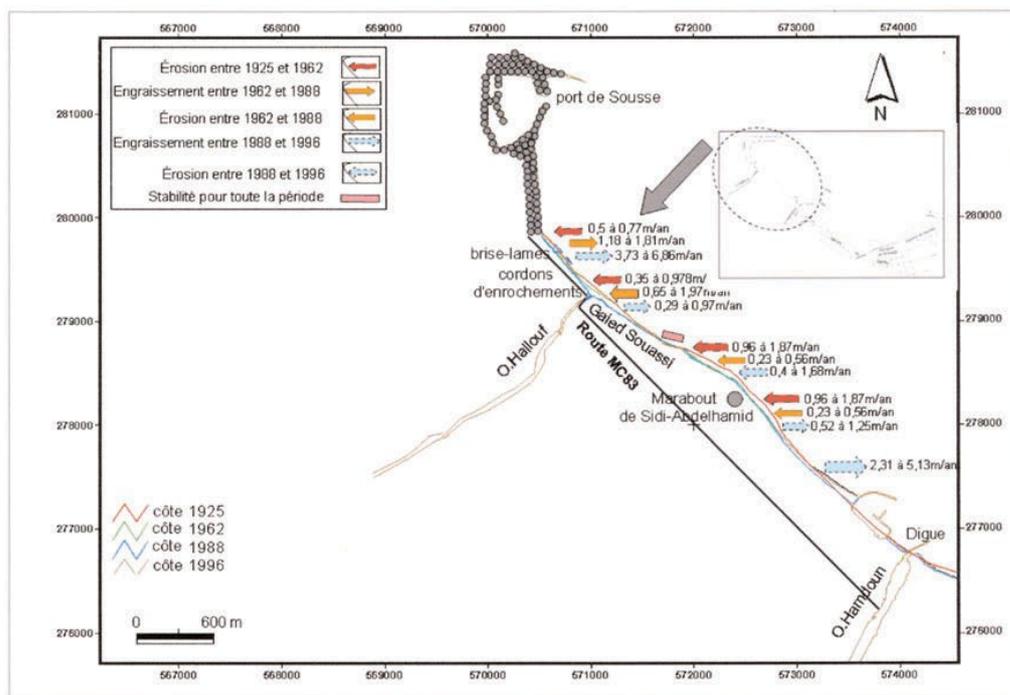
Les plages en cours d'érosion pour le sahel central sont localisées sur les zones suivantes :

- La plage Sud de **Chatt Meriem**, sur un linéaire de **3 km**.
- La plage allant de Sousse **Sud à Skanes**, sur un linéaire de plus de **8 km**.
- La plage de la presqu'île **El Anf** à Monastir, sur environ **2km**.
- La plage de **Ksibet El Mediouni**, sur environ **2km**.
- La plage nord de **Mahdia**, sur environ **4 km**.
- La plage entre **Rjiche** et **Sallakta**, sur un linéaire de plus de **8 km**.
- La plage nord de **Chebba**, sur un linéaire d'environ **4 km**.
- Les plages de **Hammam-Sousse**, **Ksibet El Mediouni**, **Sayada**, **Téboulba** sur **19 km**.

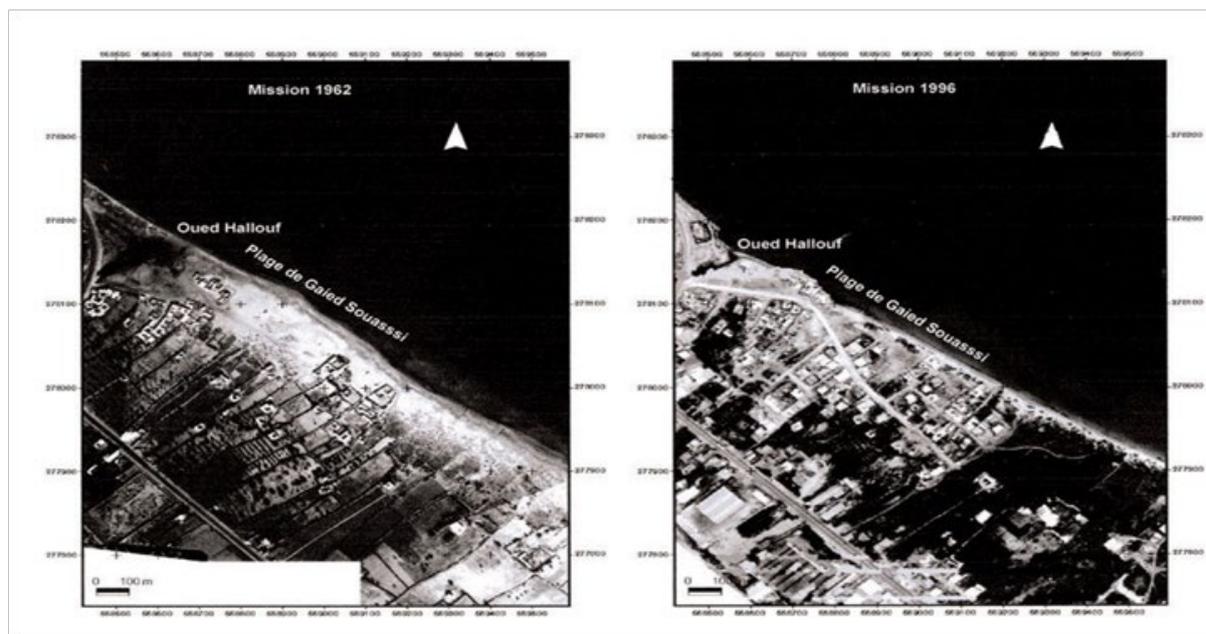
La côte sableuse de Sousse-Monastir (Est de la Tunisie), située entre le port de Commerce de Sousse et Skanès-Monastir, a connu depuis 1962 une activité anthropique importante par la multiplication d'infrastructures hôtelières et routières, qui empiètent sur l'estran, par la construction du port de Commerce de Sousse et du bassin de refroidissement de la centrale thermoélectrique côtière de Sidi Abdelhamid. Ces aménagements ont affaibli le budget sédimentaire de la côte et ont dérégulé les échanges que celle-ci entretenait avec les domaines qui l'encadrent, ce qui a conduit à une érosion plus ou moins généralisée. Le recours aux ouvrages de protection (brise-lames et enrochements, au sud du port de commerce) n'a fait que déplacer l'érosion plus en aval, dans le sens de la dérive littorale.

Dans ce cadre, une analyse diachronique de l'évolution de la ligne de rivage par photo-interprétation a été réalisée par (Fathallah *et al.*, 2010) à l'aide de photographies aériennes de quatre missions (1962, 1988, 1996 et 2001) corrigées et géo-référencées.

Cette étude a permis d'établir le bilan érosion-sédimentation et d'identifier les zones soumises à l'érosion, celles qui sont stables et celles où on enregistre un engraissement. Les résultats obtenus montrent que les manifestations du retrait du rivage n'ont pas partout la même importance. En effet, le maximum d'érosion est enregistré entre **l'oued Hallouf** et **Sidi Abdelhamid** et dans le secteur occidental de la baie de Dkhila, où le trait de côte recule à une vitesse moyenne, respectivement de 1,02 et de 1,22 m/an, pour les périodes respectives entre 1925 et 1996 et entre 1925 et 2001. L'ampleur du phénomène d'érosion dans ces deux secteurs est liée, d'une part à l'intensification de l'urbanisation et des aménagements et, d'autre part, à la faiblesse des apports fluviaux actuels et à la forte exposition de ces deux franges côtières face aux houles dominantes du secteur Nord-Est. Il en va différemment dans le secteur situé au fond de la baie de Dkhila, où les rivages sont stables ou en accrétion, car ils restent encore bien alimentés en sédiments par les dérives littorales, en provenance des secteurs adjacents (Figure 15 et 16).



**Figure 15.** Evolution de la ligne de rivage de Sousse Sud entre 1925 et 1996



**Figure 16.** Evolution du rivage de la plage de Gaied Souassi à Sidi-Abdelhamid, entre 1962 et 1996



**Figure 17.** Impact de l'aménagement du port d'El Kantaoui sur le secteur situé au Sud (photo, F. Brahim, 2017).

## 5. Grand golfe de Gabès

Pour le grand golfe de Gabès, les plages en cours d'érosion sont présentées au niveau des segments suivants :

- La flèche de **Chaffar** d'une longueur de **1 km**.
- La plage de **Gannouche** sur un linéaire de **4 km**.
- La plage de **Tboulbou** sur un linéaire de **7 km**.



**Figure 18.** La plage de Chaffar en cours d'érosion

## 6. Extrême sud

Les plages en cours d'érosion dans l'extrême sud sont présentées sur les zones suivantes :

- Les plages de **Zarzis** (Mansoura, Souihel, Sangho et Hessi Jerbi) sur un linéaire dépassant **10 km**.
- La plage au sud de Rsifet sur les berges Sud-Est de la **lagune de Boughrara** sur un linéaire de **3 km**.



**Figure 19.** La lagune de Boughrara en cours d'érosion



**Figure 20.** Apparition de flèches sableuses au niveau de l'embouchure d'Oued El Ferd  
(Photos aériennes et image satellitaire Google)

## 7. Zones insulaires

Pour les îles de l'extrême nord et du golfe de Tunis, une présence assez fréquente des plages grossières (ou grèves) est remarquable sur des segments côtiers peu étendus. Dans l'ensemble,

les grèves les plus importantes, par leur continuité et leur épaisseur, appartiennent au littoral de l'archipel de La Galite.



**Figure 21.** Une grève sur la côte nord de La Galite

Dans l'archipel de Zembra, les plages sont quasi absentes. Quelques accumulations s'observent ici et là au pied des falaises et plus particulièrement au fond des criques. Mais elles restent toujours limitées tant en largeur qu'en épaisseur.



**Figure 22.** Les rares plages de l'archipel de Zembra

Pour les îles de la côte orientale, les plages existent dans les parties méridionales et orientales abritées au niveau de l'archipel des Kuriates et sont plutôt rares et, en tout cas, toujours peu développées tant en largeur qu'en épaisseur au niveau de l'archipel de Kerkennah. De plus, elles sont dépourvues de dunes bordières importantes. On les trouve, par petits segments discontinus au voisinage du port de Sid Youssef, dans la côte comprise entre Sidi Fraj et le

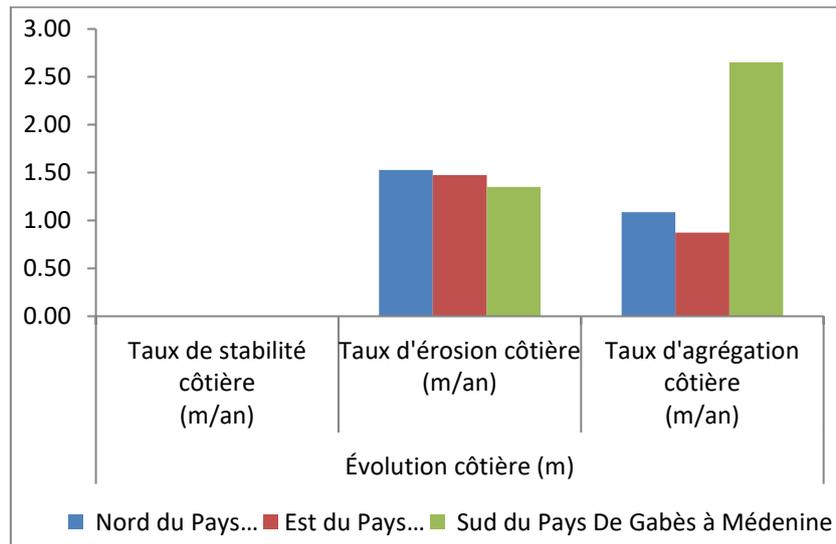
pourtour de la presqu'île de Founkhal ainsi que dans l'extrémité NE de l'îlot de Gremdi et l'extrémité orientale de l'îlot de Roumadiya.

Pour l'île de Jerba et les îlots situés dans son voisinage, les plages sableuses sont souvent sans dunes importantes ou à dune bordière peu développée. Elles montrent le maximum de leur extension sur la façade orientale et nord-orientale. Aujourd'hui, elles montrent le maximum de leur développement dans la flèche de Ras Errmal.



**Figure 23.** La flèche de Ras Errmal à Jerba

Les processus d'érosion peuvent s'amplifier avec l'ENM et modifient par suite le profil de plage, ce qui conduit à un réajustement de ce profil avec une migration du sable. La figure ci-dessous ([Figure 24](#)), présente une estimation des taux d'érosion et d'agréation sur littoral. Ainsi, d'après cette figure, le taux d'érosion est de 1,5 m/an en moyenne et le taux d'agréation est aussi de l'ordre de 1,5 m/an mais plus intense au sud du pays qu'au nord et au centre.

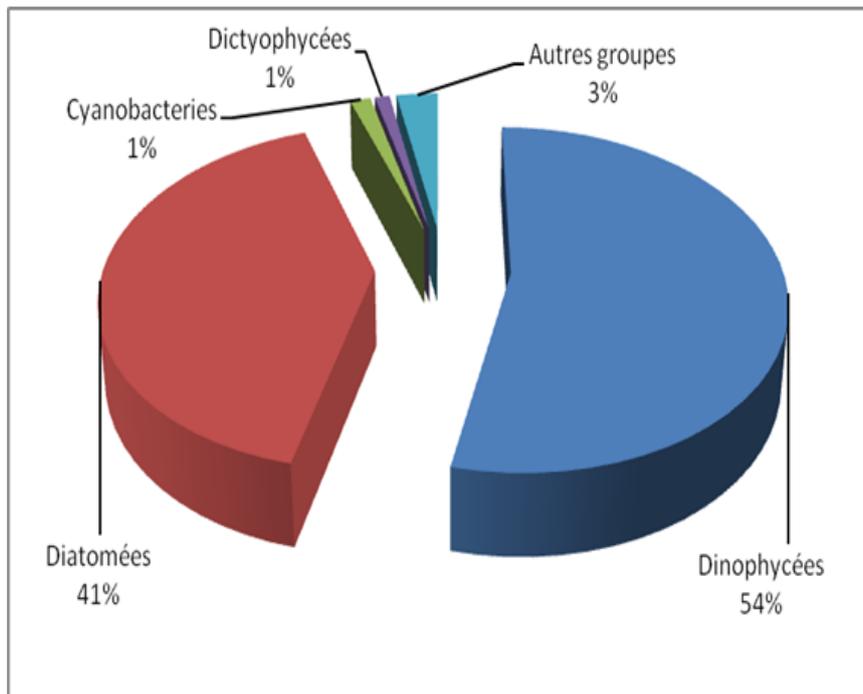


**Figure 24.** Taux d'évolution du trait de côte

### II.3 Biodiversité en milieu marin

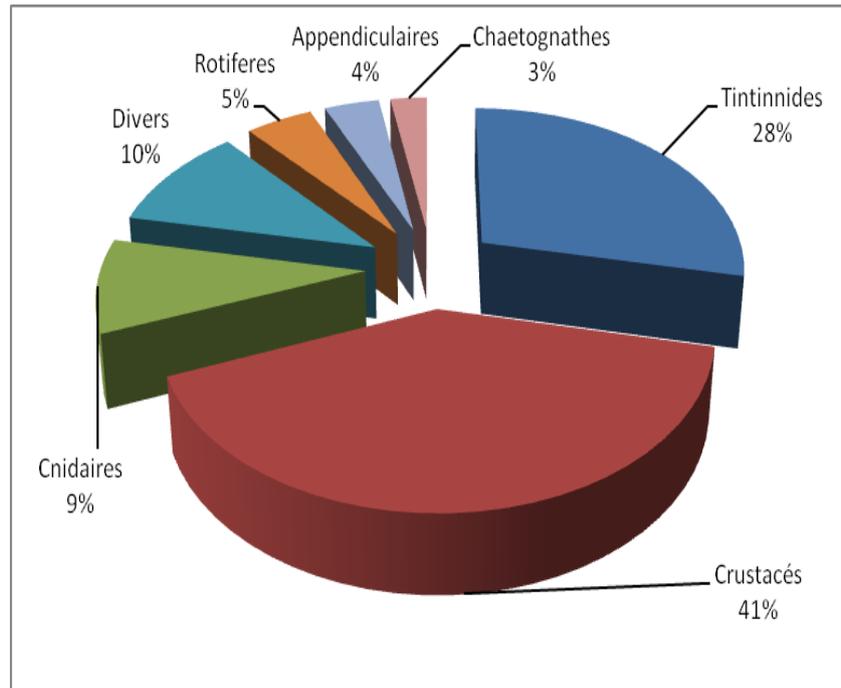
La Tunisie est connue par la grande diversité de son milieu, avec la présence d'habitats et d'écosystèmes remarquables et riches en espèces. En général, la géomorphologie de la région nord, mosaïque de biotopes (roches, falaises, sédiments meubles, îles et bancs, etc.), offre des habitats et micro-habitats diversifiés et remarquables par la présence d'espèces de benthos. Quant aux côtes Sud, elles sont caractérisées par des fonds sableux et sablo-vaseux, favorables au développement des prairies de végétaux marins, essentiellement les herbiers de posidonie. Elles disposent d'un plateau continental très étendu, à pente très douce et caractérisé par une marée de forte amplitude et une salinité relativement plus élevée. Ceci leur confère une biodiversité particulière. Les côtes Est sont une alternance de fonds rocheux et fonds meubles, et pourvues d'un plateau continental relativement étendu avec des herbiers de posidonie et des pelouses à caulerpes et à cymodocés assez fréquents et en bon état. (Boudouresque, 1997).

La flore marine, dans son sens le plus commun, regroupe les algues et les phanérogames. En Tunisie, plus de 400 espèces végétales ont été recensées le long du littoral. Néanmoins, le nombre réel est estimé à environ 600 espèces. En outre, d'après les études qui ont été établies, sur les 14 espèces menacées en Méditerranée, 9 sont signalées en Tunisie. Il s'agit des 3 phanérogames (*Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltii*) et des six Phaeophyta. D'autre part, parmi les 65 espèces végétales introduites en Méditerranée, il y a **10** qui sont présentes en Tunisie: il s'agit de 7 «Rhodophyceae» et 3 «Ulvophyceae» (Figure 25).



**Figure 25.** Composition relative du phytoplancton marin

Quant à la biodiversité de la faune marine, les inventaires récents des invertébrés marins en Tunisie sont peu nombreux et s'intéressent particulièrement aux spongiaires et aux parasites des poissons. De ce fait, les travaux scientifiques effectués montrent que les groupes animaux les plus représentés en Tunisie sont les crustacés, les mollusques et les poissons. (Figure 26).



**Figure 26.** Composition relative du zooplancton marin

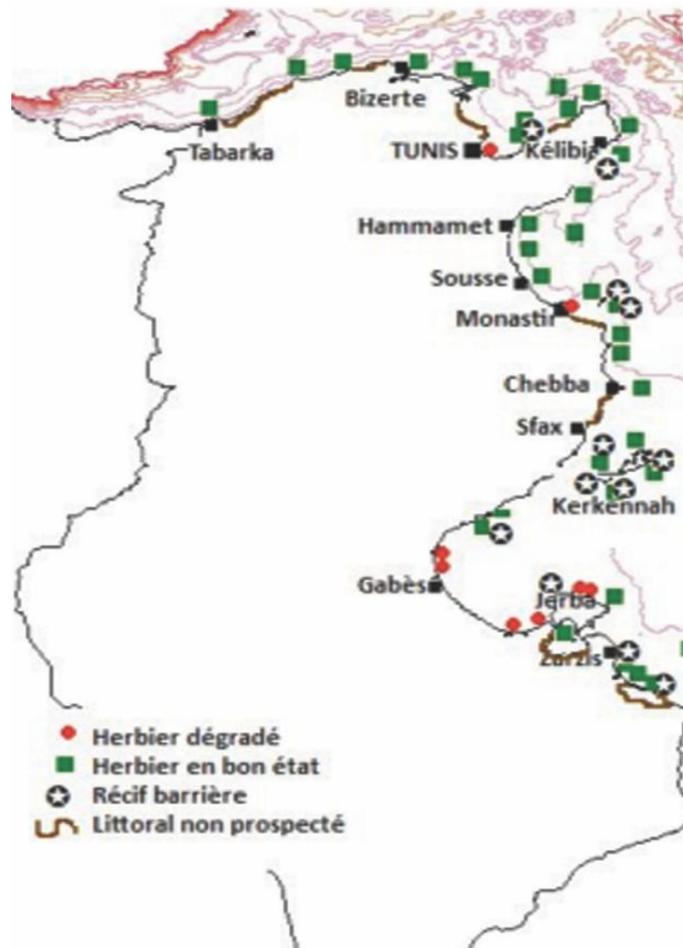
Bien que la biodiversité marine se concentre dans la frange littorale 0-50m de profondeur, certains habitats/écosystèmes se distinguent par une forte biodiversité et certaines spécificités, comme la forte présence d'espèces endémiques, espèces rares, espèces menacées... (CSE, 2008).

En effet, le littoral tunisien abrite des écosystèmes variés aussi bien littoraux (avec ces nombreuses biocénoses des étages Supra, Medio, Infra et Circa-littoral tel que celles des sables fins partiellement humectées par l'eau de mer, pelouses à cymodocea, ceinture à cystoseires, Herbiers de posidonie. Coralligène, etc.) que profonds et/ou du large, et ses différentes biocénoses (eaux du large avec ses espèces pélagiques, coraux blancs profonds, hauts fonds et bancs etc.)

Certains écosystèmes sont très particuliers soit par leur richesse spécifique et/ou par l'abondance relative des espèces soit encore par les espèces rares qu'elles hébergent en l'occurrence :

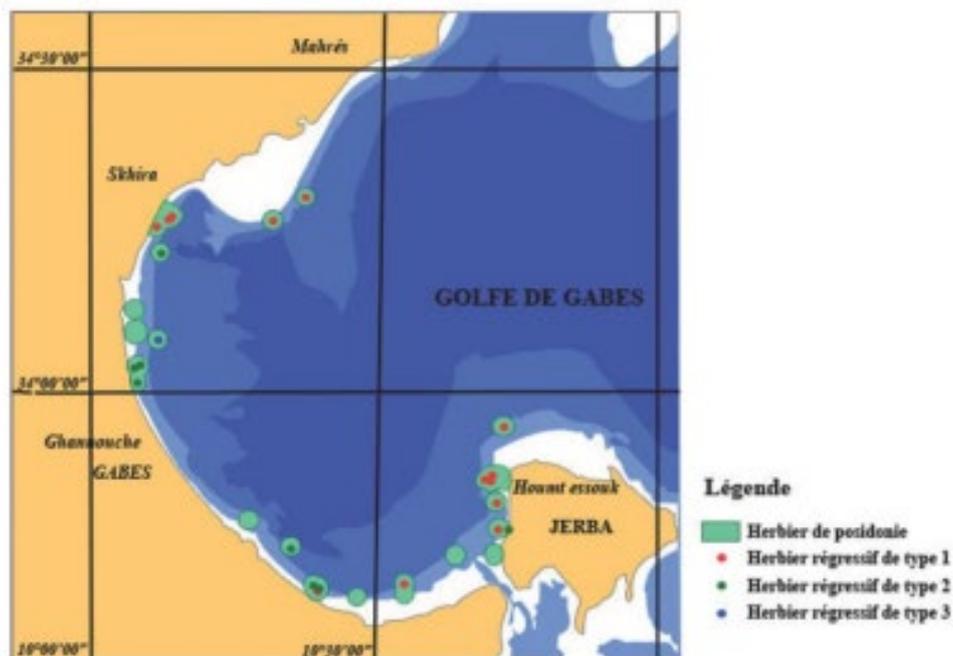
**Les Lagunes :** La Tunisie compte plusieurs lagunes couvrant environ 100000 ha. Ces écosystèmes particuliers présentent des caractéristiques hydrodynamiques et hydrobiologiques différentes. Les différentes lagunes hébergent environ 1000 espèces (200 microflore, 142 macroflore, 95 microfaunes, 250 macrofaunes, 45 poissons, 2 tortues, 1 mammifère aquatique et plus de 220 oiseaux).

**Les Herbiers de Posidonies :** Ecosystèmes typiques en Méditerranée dominés par une espèce endémique de cette mer *Posidoniaoceanica*. Les herbiers sont bien répandus dans les eaux territoriales tunisiennes et abriteraient plus de 1400 espèces animales et végétales. La Posidonie du Golfe de Gabès occuperait entre 21 et 33% de la superficie globale des herbiers de la Méditerranée (Figure 27).



**Figure 27.** Répartition des herbiers de Posidonie le long du littoral tunisien (Ben Mustapha et Hattour, 1992, avec modification)

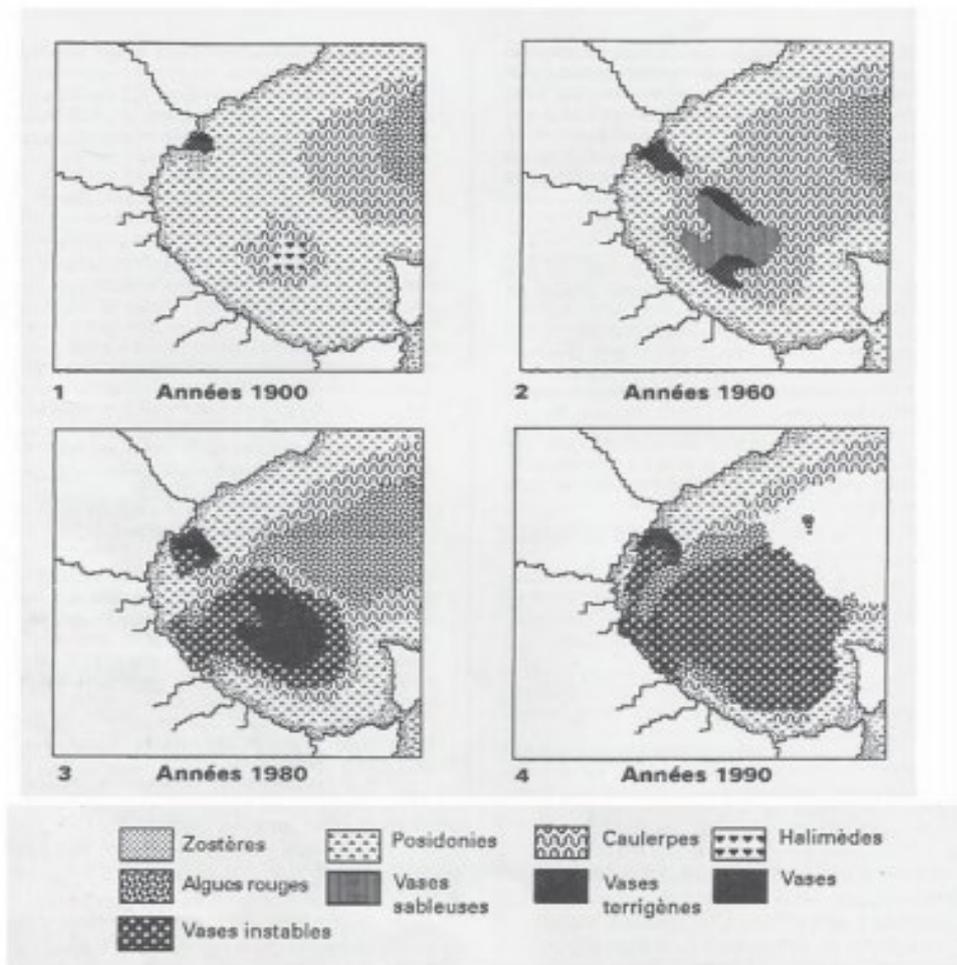
Par ailleurs, il apparaît clairement que le milieu marin du golfe de Gabès est actuellement caractérisé par un ensemble de traits; en particulier la disparition de la Posidonie sur des surfaces importantes, l'envasement de son herbier observé dans de nombreuses localités, la raréfaction des sites d'implantation de *Cymodoceanodosa* et la disparition presque totale de *Caulerppaprolifera* du golfe de Gabès d'une part, l'envasement généralisé de cette région et l'installation de fonds instables d'autres part. Cette situation a favorisé la mise en place de peuplements témoignant d'une régression de la limite profonde de l'étage infralittoral et par conséquent une remontée de la limite supérieure du circalittoral à 12m de profondeur (Ben Mustapha *et al.*, 1999) (Figure 28).



**Figure 28.** Cartographie et état des herbiers de Posidonie du golfe de Gabès (Ben Mustapha et Hattour, 1992)

Cette transformation de la physionomie du fond du golfe de Gabès a induit un changement de la bionomie benthique, avec une perte du couvert végétal originel de l'ordre de 90% (Ben Mustapha et Hattour 1992)

Outre l'envasement naturel du milieu, l'impact dû à l'activité humaine dans la région serait une cause importante de la détérioration de la biodiversité du golfe de Gabès, notamment l'implantation d'usines de transformation de phosphates et la présence d'une flottille de chalutiers, dont l'action conjuguée semble être néfaste pour l'écosystème marin littoral de cette région de la Tunisie (Figure 29).



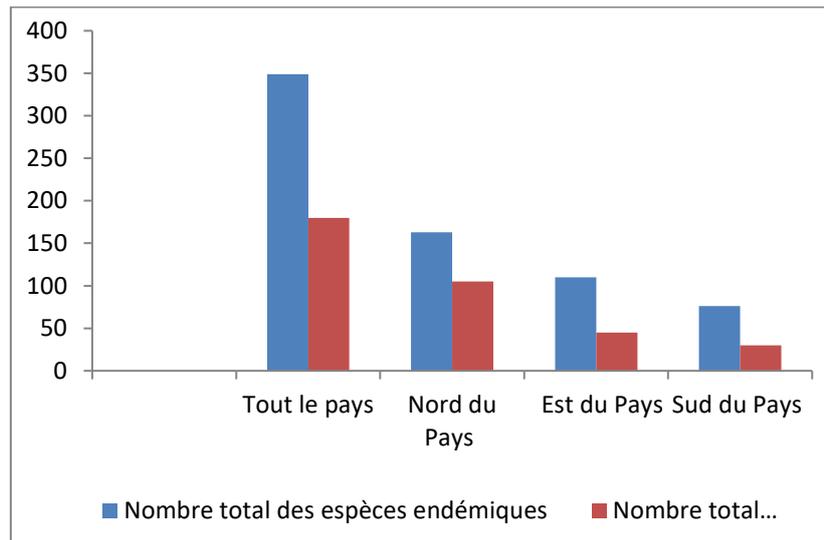
**Figure 29.** Evolution schématique de la végétation benthique du golfe de Gabès de 1900 à 1990 sous la pression anthropique (Zaouali, 1993)

- Début de la pêche des éponges (Gangaves)
- Début de la pêche à la crevette aux arts traînants (chaluts benthiques lestés)
- Début des déversements en mer de phosphogypse.
- Végétation benthique en 1990

**Le coralligène** : Caractérisé par la présence d'algues calcaires à croissance lente. Il s'agit d'un des plus beaux paysages sous-marins ainsi qu'un pôle principal de biodiversité marine en Méditerranée. Le coralligène partout présent que ce soit avec ses fonds à maërls que des agrégations dures d'algues rouges calcifiées et de très nombreuses espèces estimées à plus de 1600. Ainsi cet habitat qui prolifère du nord au sud est actuellement étudié au nord de la Tunisie, notamment à l'archipel de la Galite et les bancs avoisinants où les études les plus récentes ont permis d'identifier une première liste d'espèces inféodées à cet écosystème composée de 32 algues, 10 spongiaires, 7 échinodermes, 10 bryozoaires, 2 ascidies, 7 mollusques, 4 vers et 4 cnidaires, avec plusieurs espèces signalées pour la première fois en Tunisie et en Méditerranée.

**Les salines** : Plusieurs salines jalonnent les côtes tunisiennes et sont le siège d'une diversité particulière. Une étude réalisée sur la saline de Sfax (Centre Est de la Tunisie) a permis d'identifier 83 espèces de phytoplancton et 33 de zooplancton. La saline héberge des espèces remarquables comme *Dunaliella salina* ou *Artemia tunisiana*.

Plusieurs facteurs affectent la biodiversité et les espèces endémiques et agissent le plus souvent en concomitance. Il s'agit notamment des changements climatiques, des rejets urbains et industriels, de la pêche abusive, du tourisme et des invasions biologiques. Les espèces invasives se développent aux dépens des espèces natives, notamment des espèces endémiques. Elles entrent en compétition avec celles-ci et excluent même certaines d'entre-elles. D'autant que certaines espèces endémiques forment des écosystèmes riches en biodiversité et accueillent nombreuses espèces endémiques comme la posidonie et les cytosines qui sont affectées par l'algue invasive d'origine tropicale *Caulerpa taxifolia*.

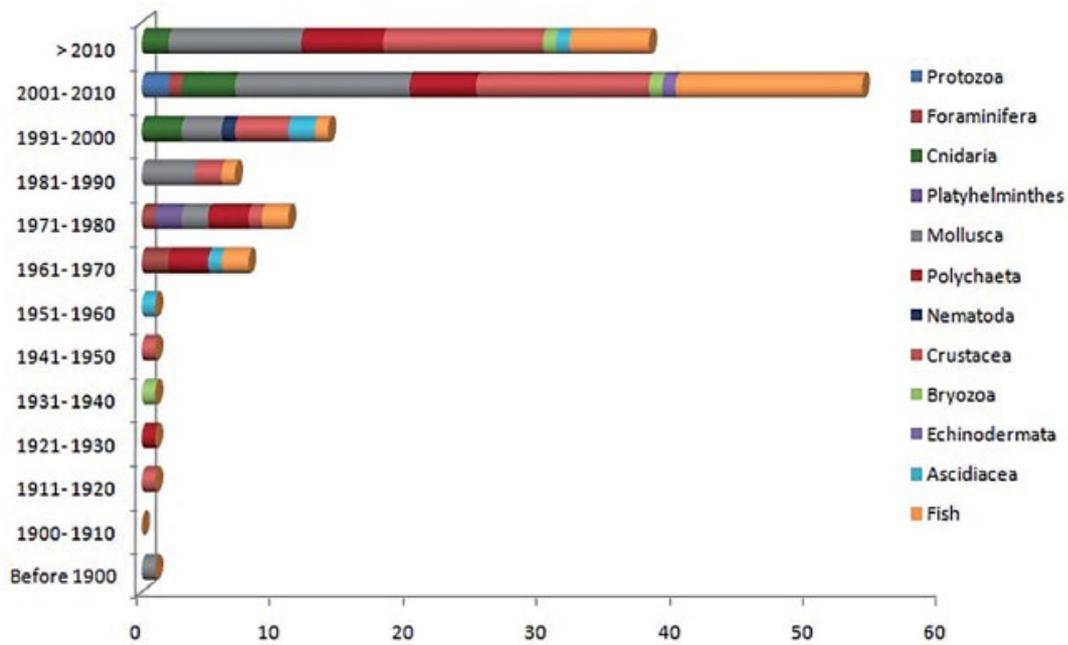


**Figure 30.** Nombre des espèces endémiques et invasives dans les côtes tunisiennes

En effet, les espèces marines menacées et protégées vivant en Tunisie sont nombreuses et bénéficient d'un effort considérable pour leur conservation. Nous citons à titre d'exemple, les tortues marines, les cétacés, les végétaux et les oiseaux.

La Tunisie a déployé un grand effort pour veiller à la protection des tortues marines entre autres par le biais de la coopération établie entre l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer et le Centre des Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CARSP) pour mener plusieurs projets de conservation.

A ce propos, de nombreuses actions ont été établies à savoir, le suivi du site de ponte des tortues marines des îles Kuriat, la création, à Monastir, d'un Centre de soins et d'étude des tortues marines, la ratification des conventions internationales de protection de ces créatures et l'élaboration d'une législation nationale ainsi que la sensibilisation des pêcheurs et des utilisateurs de la mer aux problèmes encourus par ces reptiles. D'un autre côté, les cétacés trouvent des difficultés de plusieurs ordres dans leurs habitats naturels et la plupart sont inscrits sur des listes d'espèces menacées annexées à plusieurs conventions internationales de protection de la faune et de la flore marines et la biodiversité d'une façon générale. En Tunisie, une dizaine d'espèces ont été mentionnées, les plus rencontrées étant le grand dauphin, le dauphin bleu et blanc et le rorqual commun.



**Figure 31.** Nombre des nouvelles introductions de la faune étrangère dans la mer Tunisienne



**Figure 32.** Nombre de macrophytes marins exotiques (établis, occasionnels, cryptogéniques) enregistrés en Tunisie jusqu'à 2014 (Sghaier et al. 2015).

## II.4 Etudes sur le littoral et le milieu marin

Plusieurs études ont été réalisées sur le littoral en Tunisie, ces études couvrent plusieurs aspects tels que l'érosion, la Gestion Intégrée des Zones côtières (GIZC), la circulation des masses d'eau, l'effet du changement climatique sur le littoral (biotope & biocénose), la pollution industrielle, l'urbanisation et la littoralisation. Dans le tableau ci-après nous citons les principales études effectuées sur le littoral Tunisien.

**Tableau 1.** Liste des études sur le littoral

Etude	Propriétaire	Date
Evolution spatio-temporelle du trait de côte de Sousse à Monastir (Est de la Tunisie)	Fathallah S.	2010
Etude de la carte de la vulnérabilité du littoral Tunisien à l'élévation du niveau de la mer due aux Changements climatiques	APAL/PNUD	2012
Etude de la stratégie nationale de la Gestion Intégrée des Zones Côtière en Tunisie (GIZC) et des deux Programmes d'Aménagement Côtiers pour les sites de Ghar El Melh et Djerba	APAL/PNUD	2012
Etude descriptive de l'évolution saisonnière des dunes bordières de la plage de Korba (façade orientale, Cap Bon) par la méthode des Modèles Numériques de Terrain Résiduel	INSTM	2014
Le littoral Tunisien - Chiffre clés	APAL	2015
Atlas De la vulnérabilité du littoral tunisien à l'élévation du niveau marin	APAL/PNUD	2015
Les plages de la côte d'Ejjehmi-Soliman (golfe de Tunis, Tunisie) : exemple d'accélération de l'érosion marine dans une cellule sédimentaire artificiellement tronçonnée	Marzougui W. et A. Oueslati	2017
Etude sur la géomorphologie du littoral Tunisien et la mise en place d'une base de données géographiques	APAL	2008 2018

---

## III. Activités anthropiques

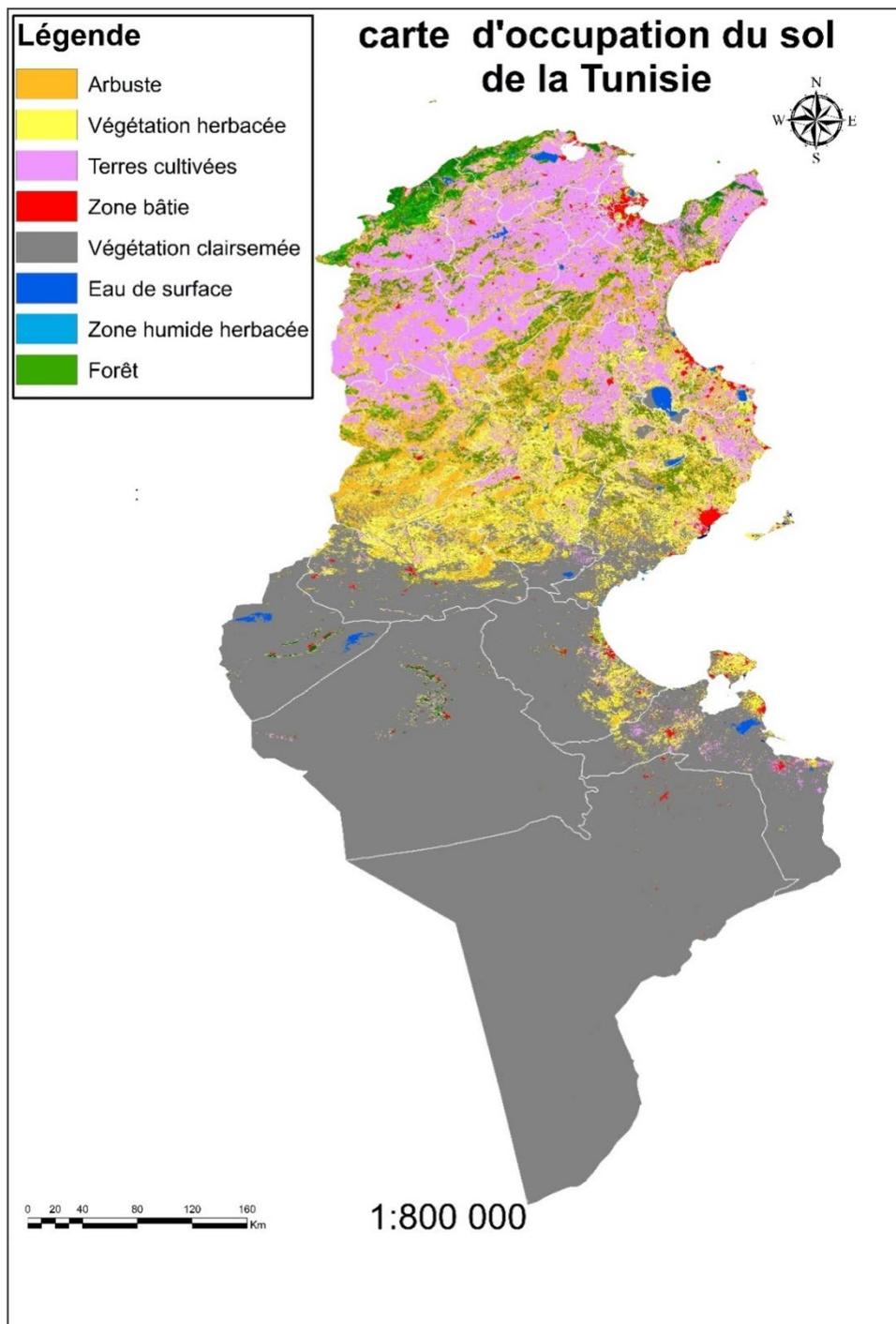
### III.1 Activités anthropiques en milieu côtier et marin

La zone côtière de la Tunisie abrite les deux-tiers de la population totale. C'est une zone densément peuplée où se trouvent la majorité des grandes villes du pays.

La côte de la Tunisie a joué un rôle central dans l'évolution culturelle et économique du pays. L'environnement naturel diversifié offre une vaste gamme de services dans un certain nombre des acteurs. Il abrite des installations publiques clés (universités, lycées, écoles, hôpitaux, télécommunications et infrastructures de transport, installations portuaires) et supporte la majorité des exploits industriels pour le pays (textile, les industries métallurgiques et transformation des aliments). Globalement, la côte abrite plus de 70% des activités économiques, 90% de la capacité totale d'hébergement touristique et une grande partie de l'agriculture irriguée dans le pays.

Parmi les impacts des activités humaines on peut citer :

- La pollution de l'air due principalement au trafic automobile, à la production et à l'utilisation d'énergie ;
- La pollution des eaux (mer, lacs, rivières, sources) dans la plupart des cas liées aux rejets d'eaux usées non traitées dues à l'absence ou au dysfonctionnement des installations de traitement des eaux ;
- Réduction des zones naturelles et agricoles ;
- Destruction de la flore et de la faune ;
- Développement touristique anarchique, affectant l'aspect historique et naturel du paysage ;
- Perturbation de l'environnement côtier (phénomènes d'érosion, les effluents industriels affectent les écosystèmes naturels et réduisent les richesses halieutiques).



**Figure 33.** Carte d'occupation du sol en Tunisie (Buchhorn et al., 2020)

(<https://lviewer.vito.be/2019/Tunisia>)

Les cartes ci-après représentent la répartition des aéroports et des ports en Tunisie. En Tunisie, la majorité de touristes passe par la voie aérienne, près de 89%, surtout pour les Européens. Les croisiéristes détiennent un part minime, inférieure à 1%. Les touristes de proximité, notamment les Libyens et Algériens, franchissent habituellement les frontières terrestres. En matière de

mouvement d'avion, l'aéroport de Tunis Carthage détient le premier emplacement avec 53689 mouvements en 2018, c'est-à-dire plus que la moitié de mouvements. En deuxième et troisième positions, on trouve respectivement les deux aéroports de Djerba avec 15099 et 11055 vols. Concernant, le nombre de passagers dans les vols de transit, l'aéroport de Tunis-Carthage détient le premier emplacement avec une part de 37715 passagers, avec un pourcentage de 33.33%. Les vols réguliers nationaux participent avec 49.32% dans l'ensemble de passagers de transit. En deuxième position on trouve l'aéroport de Djerba avec 28161 passagers de transit, dont 19845 passagers issus de vols réguliers. Quant à la plaisance, avec seulement 9 ports moyennement équipés par rapport à ses concurrents et une réglementation rigide, la Tunisie attire moins que 1% des plaisanciers du bassin méditerranéen.

L'APIP (Agence des Ports et des Installations de pêche) gère une chaîne portuaire qui s'étale sur 2300 km de la côte tunisienne, composée de 41 ports d'une capacité d'accueil de 150000 tonnes des produits de la mer par an et répondant à une évolution de la production jusqu'à l'an 2010. Ces ports se répartissent comme suit :

- 10 ports hauturiers abritant des bateaux destinés à la pêche au chalut, au thon, au feu et à la pêche côtière.
- 22 ports côtiers dont 4 ports moyens pouvant abriter des petits chalutiers, des sardiniers et des barques côtières localisées
- 9 Dignes abris ou sites de débarquement.

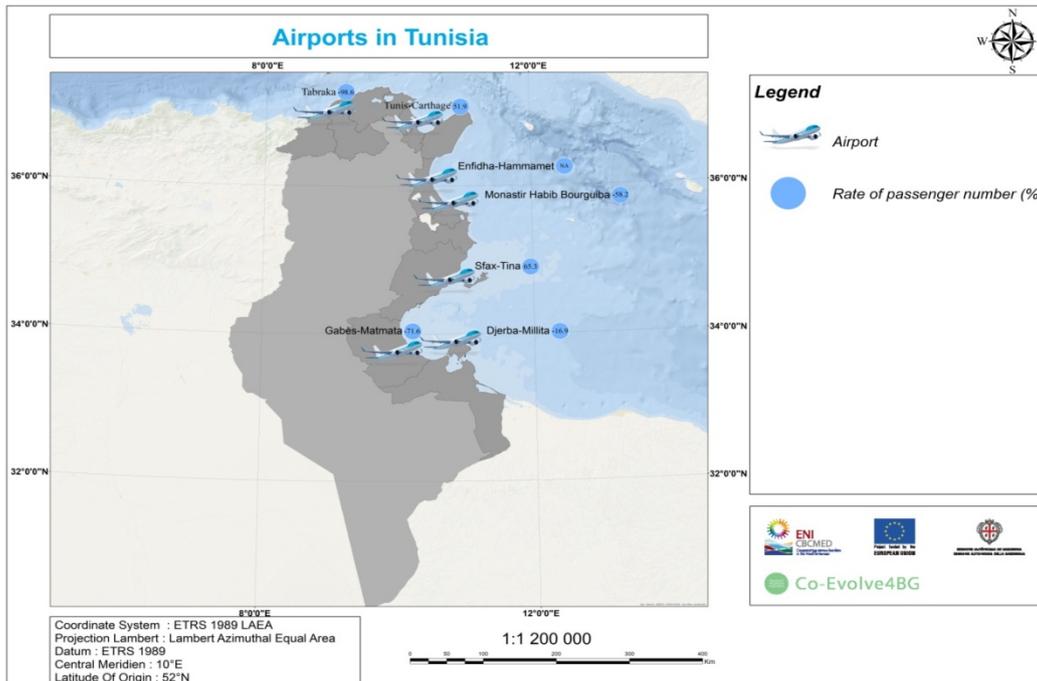


Figure 34. Le réseau aéroportuaire en Tunisie

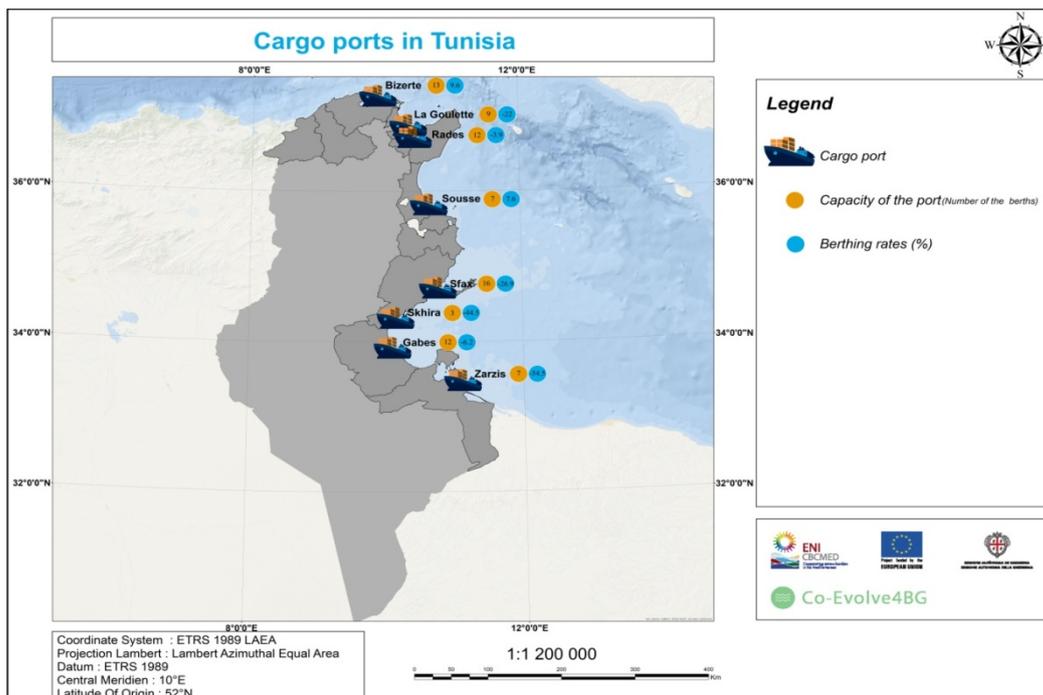


Figure 35. Les ports de fret en Tunisie

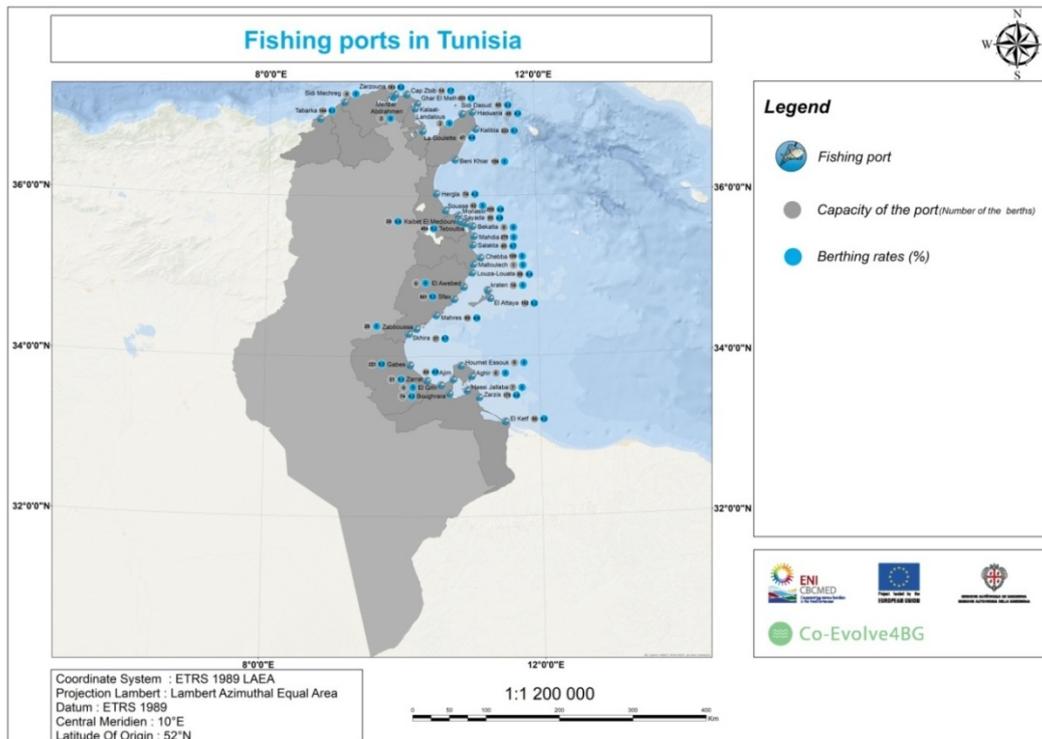


Figure 36. Les ports de pêche en Tunisie

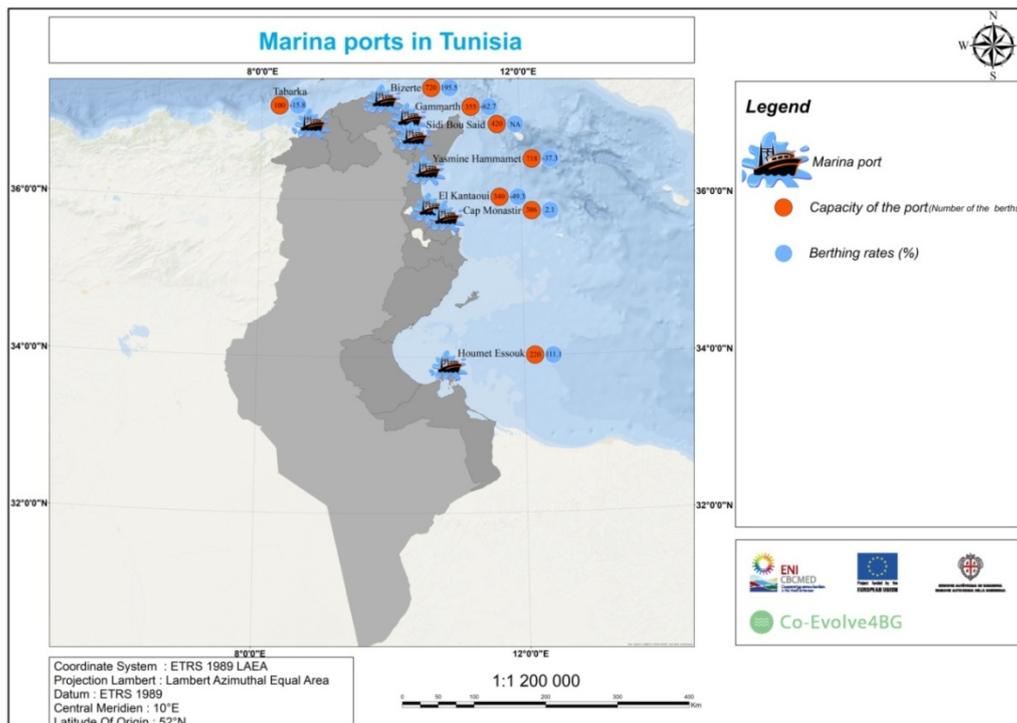
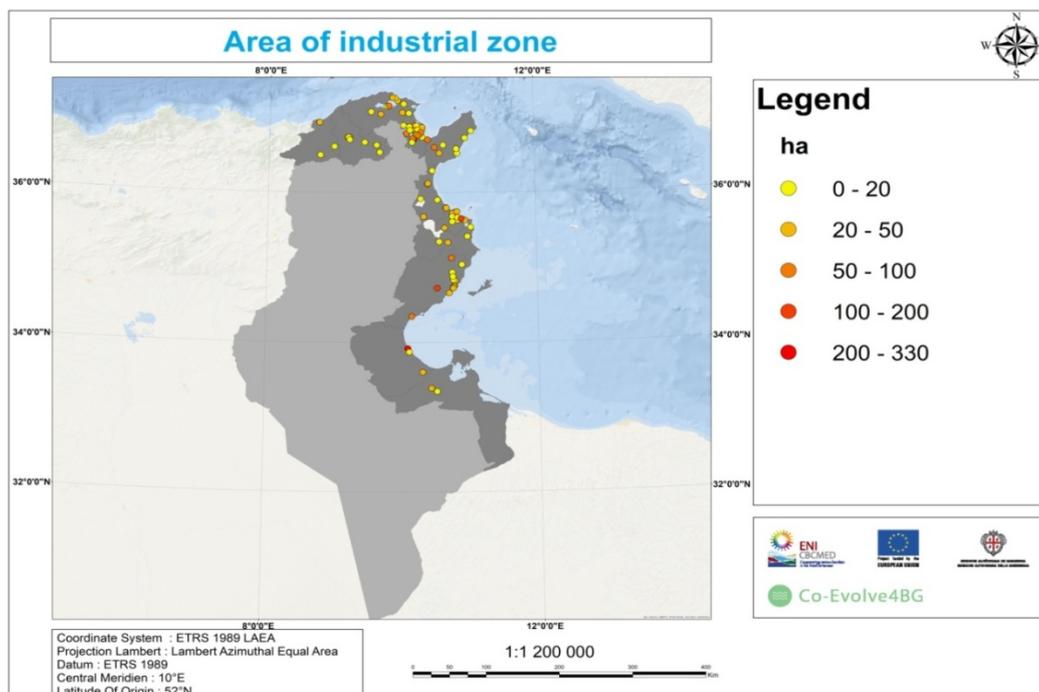


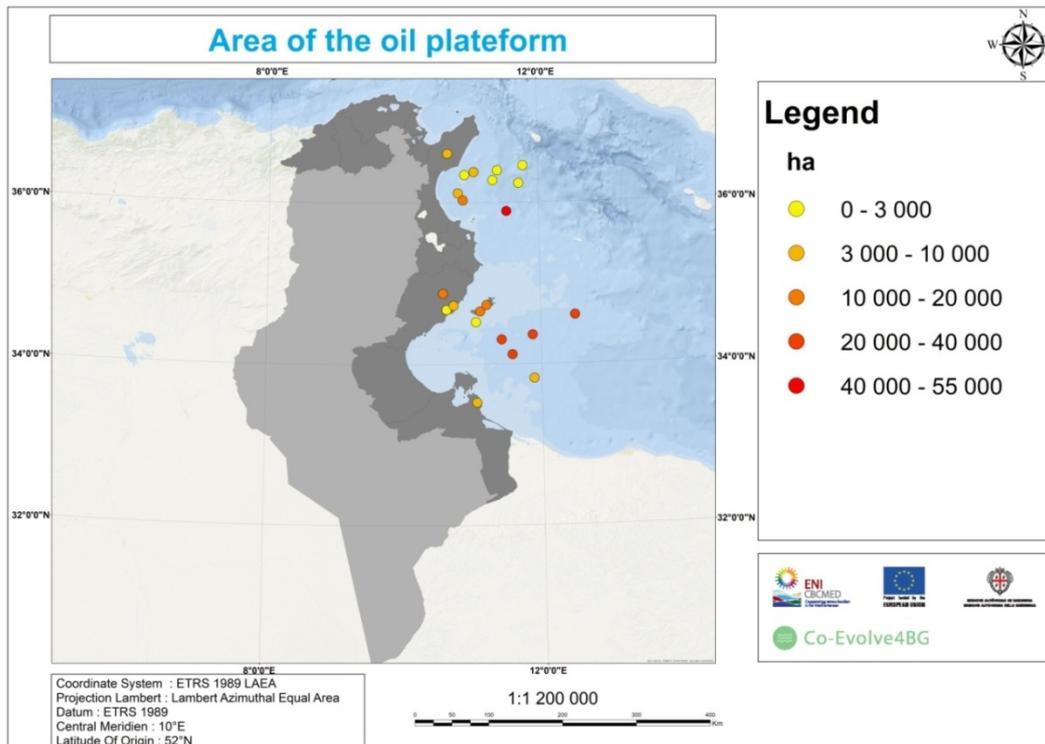
Figure 37. Les ports de plaisance en Tunisie

Les cartes ci-dessous représentent la répartition des zones industrielles et les plates-formes pétrolières en Tunisie.

Les zones industrielles sont généralement implantées autour des grandes agglomérations urbaines et portuaires car la majorité des secteurs nécessitent de grosses quantités d'eau de refroidissement et des moyens relativement faciles d'élimination des déchets. L'industrie contribue aussi dans une large mesure à la pollution atmosphérique et a des effets nocifs sur la flore et la faune. Très souvent, ces risques pour l'environnement sont aggravés par une mauvaise implantation des installations industrielles.



**Figure 38.** Zones industrielles en Tunisie



**Figure 39.** Plates-formes pétrolières en Tunisie

L'exploitation des plates-formes pétrolières encourent de nombreux risques tels que les explosions, l'instabilité des fonds marins, les naufrages, la pollution qui peut résulter de rejets accidentels (rares) et de rejets opérationnels.

### III.2 Nouvelles installations côtières (au cours des 5 à 10 dernières années)

Certaines installations dans l'environnement côtier Tunisien ont eu lieu au cours des 10 dernières années. Sur la base des informations du ministère de l'équipement, une liste de ces nouvelles installations peut être trouvée.

#### 1. Marina de Bizerte

Il s'agit d'un port avec une capacité globale de 720 anneaux (pour des bateaux de 6 m à 110 m) dont une cinquantaine de postes dédiés pour les super yachts de plus de 30m. La profondeur des bassins varie entre 3,50 et 12 m et les dimensions des pontons sont conçus pour accueillir également des catamarans. L'amodiation des postes se fait sur une période de 22 ans avec des possibilités d'hivernage et de location pour de courtes durées.

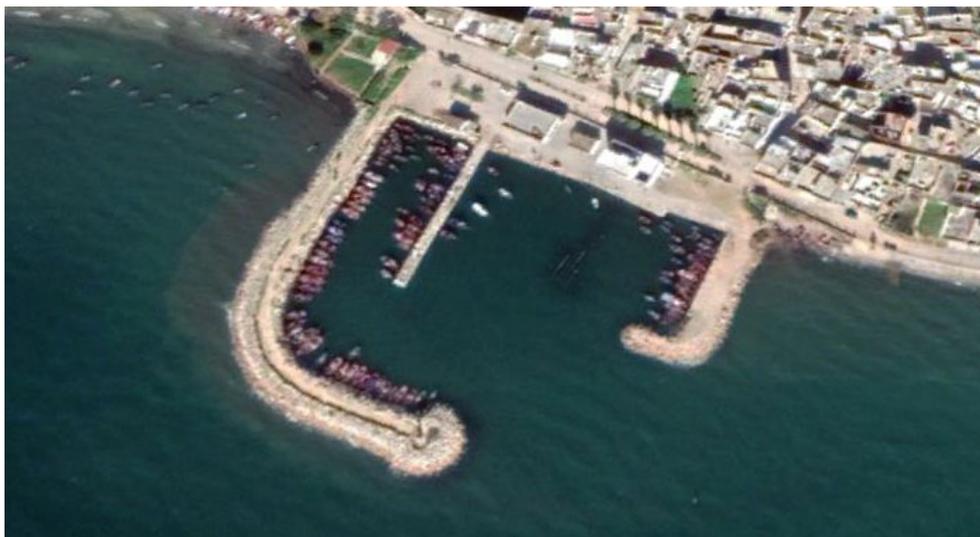
La Marina de Bizerte est un projet qui aura non seulement un impact local (à travers la création d'emploi) mais aussi national (diversification du produit touristique) voire régional, puisque ce dernier est en phase de révolutionner le yachting de la méditerranée.



**Figure 40.** Travaux en cours de la Marina Bizerte

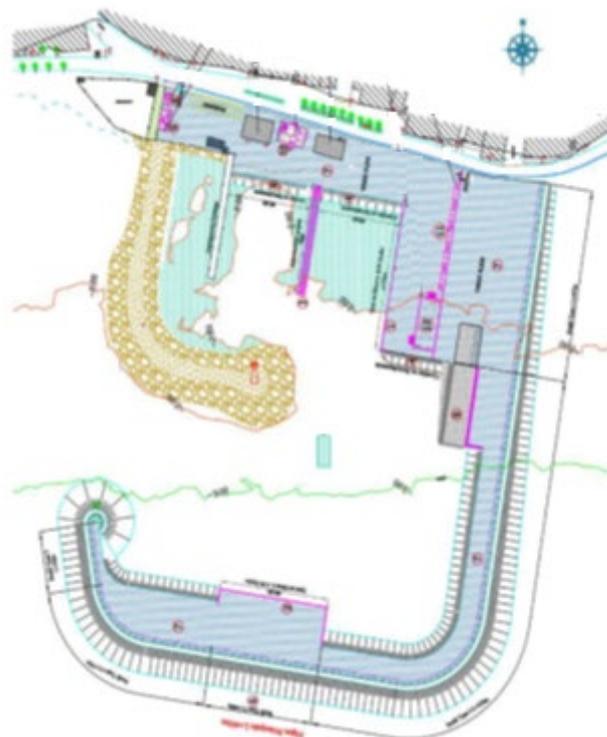
## **2. Port de pêche de Menzel Abderrahmen**

Dans la région de Bizerte, localement au tour de la lagune de Bizerte, un projet géant financé par l'Union Européenne : DEPOLLUTION INTEGRALE DU LAC DE BIZERTE est en cours d'exécution. L'objectif du projet est la dépollution du Lac de Bizerte via la mise à niveau des unités industrielles implantée au tour du Lac. Le projet va financer entre autres la réhabilitation du port de Pêche de Menzel Abderrahmen.



**Figure 41.** Port de pêche de Menzel Abderrahmen, objet de d’extension et réhabilitation

La variante retenue de l’extension du port est présentée sur la figure ci-après.



**Figure 42.** Variante retenue pour l’extension et la réhabilitation du port de pêche de Menzel Abderrahmen, région de Bizerte

### 3. Port de pêche côtière de Sidi Mansour à Sfax

Les travaux de construction d'un port de pêche, à Sidi Mansour (gouvernorat de Sfax), ont démarré début 2016, il s'agit également de travaux d'aménagement du port et du marché d'exportation, lesquels accueillent quotidiennement, environ 36.000 pêcheurs et ouvriers, outre le réaménagement des zones avoisinantes de manière à faciliter les activités d'exportation.

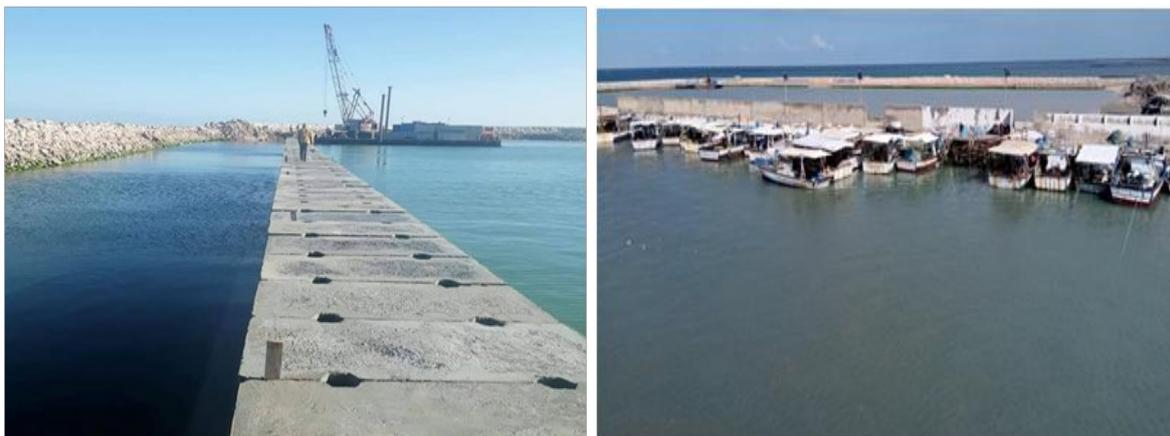


**Figure 43.** Port de pêche côtière de Sidi Mansour

### 4. Port de pêche Sidi Youssef à Kerkennah

Le projet du port de Sidi Youssef, a démarré en janvier 2017 moyennant une enveloppe d'environ 32 millions de dinars, parmi ses objectifs :

- Trouver des solutions pour les pêcheurs de la région,
- Améliorer les services du transport des passagers vers l'île de Kerkennah à bord du bac la reliant à Sfax.



**Figure 44.** Port de pêche Sidi Youssef à Kerkennah

## 5. Structures de défenses des plages : Rafrat

Le projet de protection du littoral de Rafrat contre l'érosion côtière mis en œuvre par l'APAL dans le cadre de la coopération Tuniso-Allemande comporte deux principales composantes qui sont l'édification d'un épi plongeant en enrochements d'une longueur de 370 mètres linéaires, et le rechargement de la plage artificiellement par apport de sable.



**Figure 45.** Travaux de l'édification de l'épi de protection de la plage de Rafrat (APAL, 2018)

## 6. Structures de défenses des plages : Ile Kerkennah

Le projet de protection des îles Kerkennah contre l'érosion côtière est financé à 100% par un don allemand à hauteur d'environ 12 millions de dinars dans les sites d'El Attaya, El Kraten, Sidi Fraj, Bounouma, Ouled Bou Ali, Ouled Kacem et Ouled Yaneg. Il s'agit de protection de 10,5 km de côte au niveau de 7 localités par des cavaliers et des digues. Les composantes du projet :

- Mise en place de cavaliers en enrochements avec aménagement de rampes et des escaliers,

- Mise en place de digues imperméables pour lutter contre la submersion marine,
- Installation de buses d'évacuation des eaux pluviales au niveau des zones menacées par les inondations,
- Mise en place de placettes équipées de bancs, poubelles



**Figure 46.** Placettes équipées au bord de la plage

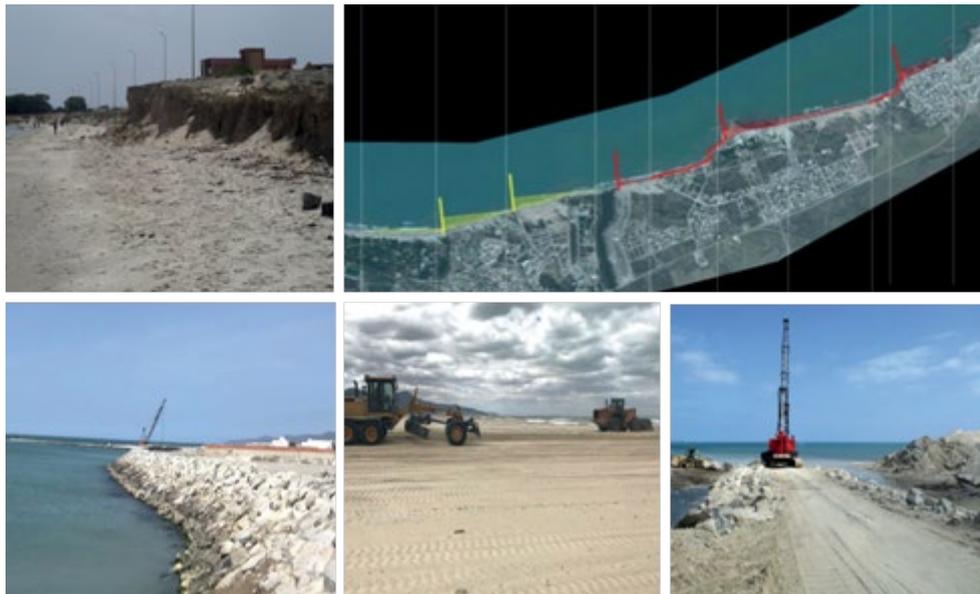


**Figure 47.** Enrochement implanté sur l'emplacement de l'une des rares plages de l'archipel à la suite d'une accélération récente de l'érosion de la côte touristique de Sidi Fraj (photo, Oueslati, 2015).

## 7. Structures de défenses des plages : Soliman

Le projet de protection des plages de Soliman contre l'érosion côtière prend en charge :

- La construction de 5 épis sur une longueur cumulée de 1760 m;
- L'Aménagement et rechargement de 6 plages sur 4250 m avec un volume de sable total de 520.000 m<sup>3</sup>;
- La construction de 2 cavaliers de protection sur une longueur cumulée de 1200 m;
- La mise en place de 7000 m de haies brise-vent pour la réhabilitation des dunes;
- Le démantèlement de 5 brise-lames existants.



**Figure 48.** Structures de défenses des plages de Soliman

## 8. Structures de défenses des plages : Sousse Nord

Les composantes du projet de protection du littoral de Sousse Nord contre l'érosion côtière se représentent comme suit :

### Lot 1 : Hergla

- Réfection du cavalier existant sur 430 m;
- Réalisation d'un cavalier de 620 m au pied de la falaise d'El Montazah;
- Réhabilitation de 400 m de dunes par 2200 m de haies brise-vent;
- Réalisation d'un brise-lame immergé de 150 m.

### Lot 2 : Chatt Mariem

- Réalisation de 3 brise-lames immergés de 200 m chacun.

### Lot 3 : Hammam Sousse - Sousse Hadhramaout

- Réalisation de 4 brise-lames immergés de 250 m chacun à Hammam Sousse ;
- Réalisation d'un cavalier de 100 m et d'un épi de 20 m à Sousse plage- Hadhramaout.



Figure 49. Structures de défenses des plages de Sousse Nord

### 9. Port Financier de Raoued

Le port financier, situé à mi-chemin entre Raoued et Kalaât El-Andalous (gouvernorat de l'Ariana-Grand Tunis), va couvrir une superficie de 523 hectares et il va comporter une université des finances, un complexe commercial, des hôtels cinq étoiles, des locaux commerciaux et bureaux professionnels, des espaces résidentiels, une clinique privée ainsi qu'une tour de 35 étages. Il abritera également un port de plaisance de 30 hectares (pouvant accueillir 850 yachts), ainsi qu'un terrain de golf de 82 hectares (à 18 trous) pour des compétitions internationales.

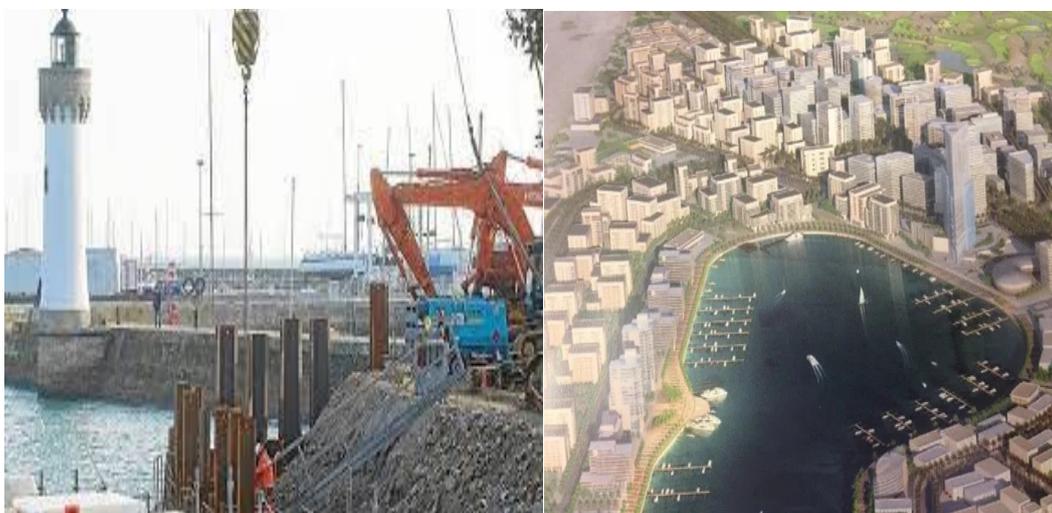


Figure 50. Port financier de Raoued

## 10. Front de mer de Taparoura à Sfax

Projet d'aménagement en cours du front de mer de Taparoura à Sfax. Le projet de Taparoura consiste à nettoyer la zone nord de la ville de Sfax, et ce, afin de promouvoir un développement urbain hautement structurant dans les zones gagnées sur la mer par des remblayages successifs. Le projet, dont la zone d'intervention couvre 420 hectares, a déjà permis de nettoyer jusqu'à 6 kilomètres de plages de friches industrielles, de créer des zones touristiques, résidentielles, des installations publiques et des espaces verts. La zone du projet est celle de la plaine côtière de la ville de Sfax qui s'étend sur 6 km du port commercial au sud au théâtre estival de Sidi Mansour au nord. Elle est entourée par la mer Méditerranée à l'est et la zone industrielle « Poudrière 1 et 2 » et les quartiers populaires de l'ouest. La superficie totale est de 420 hectares comprenant 280 ha aménageables, ce qui représente une réserve foncière importante pour la ville de Sfax permettant, ainsi la création d'un pôle urbain métropolitain et la restauration des activités côtières et balnéaires.

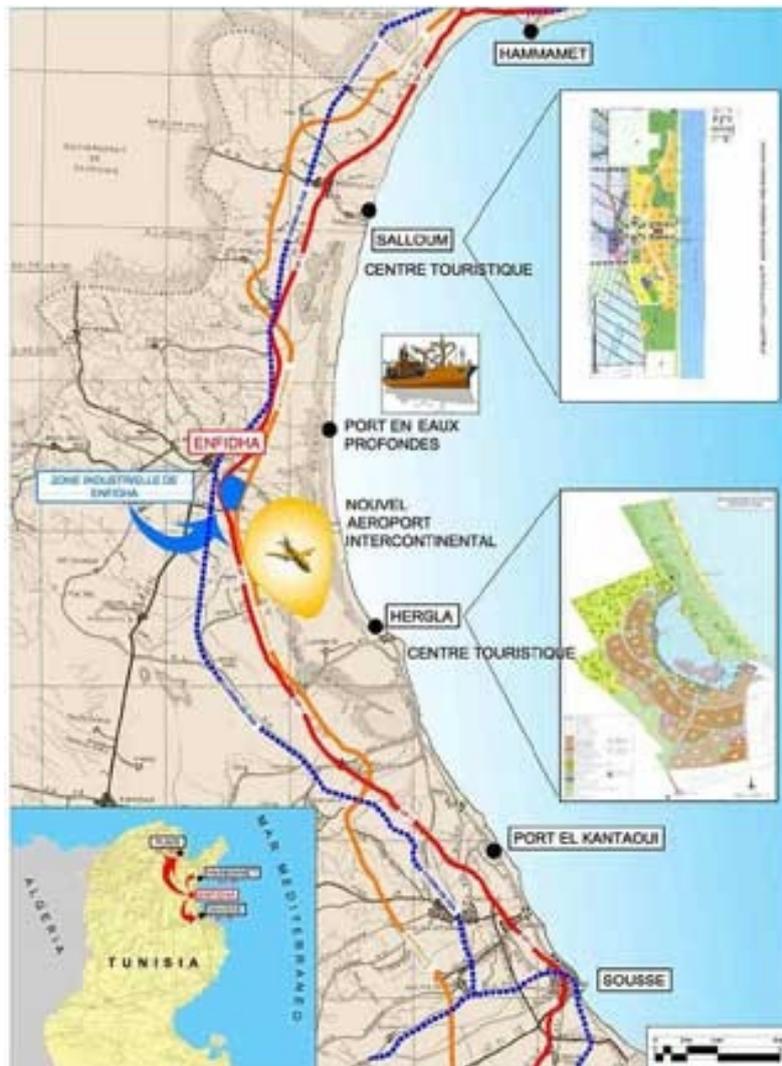


**Figure 51.** Schéma conceptuel du Projet du front de mer de Taparoura à Sfax

## 11. Port en eau profondes - Enfidha

Pour le port d'Enfidha, le plus grand port en profondes en Tunisie, il s'agit d'implanter un nouveau port commercial (digue sud de longueur 1,5 km et atteignant une profondeur de 20m) dans une zone présentant un écosystème littoral équilibré dont de larges champs d'herbiers marins.

Le futur port d'Enfidha est destiné à servir, essentiellement, de port d'éclatement pour les porte-conteneurs géants en provenance de l'extrême Orient. La règle absolue étant de minimiser le temps d'immobilisation des bateaux, le port devra travailler 24 heures sur 24 avec des cadences très élevées que seuls peuvent assurer des organismes de gestion portuaire internationaux spécialisés dans ce genre d'activité.



**Figure 52.** Localisation du port des eaux profondes d'Enfidha

La procédure adoptée pour déterminer les conditions climatiques de vagues au voisinage du port d'Enfidha se base, en premier lieu, sur les observations individuelles de spectres de vagues au large. De ces observations seront déduites les conditions de vagues significatives.

Comme dans tous les projets de construction côtière, la construction du Port d'Enfidha aura aussi un impact sur la morphologie côtière dans les environs du projet. Les effets sont limités à une zone d'environ 4 km à un horizon de 30 ans :

- du côté nord, il est prévu un recul de la ligne de côte d'environ 60m immédiatement au nord du chenal d'accès du port, diminuant à 10 mètres de recul à 1 km nord du chenal. L'effet au-delà de 2,5 km au nord du chenal d'accès est négligeable. Les effets du côté nord sont restreints jusqu'à la limite nord de l'extension future possible du port.
- du côté sud du port, il est prévu un engraissement qui se traduira par une avancée de la ligne de côte sur une distance de 1,5 km au sud du port. Cette avancée est estimée à environ 150m juste au sud du chenal d'accès, et à moins de 10m à 1 km au sud du chenal.

## 12. Nouveau Pont de Bizerte

Le pont aura comme point de départ l'échangeur de sortie de l'autoroute pour passer entre Jarzouna et Menzel Abderrahmane et traverser le canal pour atteindre les Ciments de Bizerte. Le nouveau circuit s'étend sur 9,5 kilomètres y compris le pont suspendu qui sera d'une longueur de 2 kilomètres et à une hauteur de 66 mètres de la surface de l'eau. La nouvelle infrastructure est une voie rapide périurbaine avec des échangeurs dénivelés. La circulation de piétons est interdite le long de l'axe principal, y compris sur le viaduc.

Le projet est subdivisé en trois lots :

- Lot 1 : trois échangeurs,
- Lot 2 : Un viaduc traversant le canal,
- Lot 3 : Prolongement au-delà du viaduc.



Figure 53. Nouveau Pont de Bizerte

### 13. Aménagement de Sabkhat Ben Ghayada

Projet d'aménagement en cours de Sebkhata Ben Ghayada à Mahdia. L'objectif de ce projet est d'améliorer l'assainissement et impulser le développement social et économique de la ville de Mahdia en mettant en œuvre une nouvelle cité touristique située sur la côte au sud-ouest de la ville de Mahdia. Le projet vise à :

- Nettoyer une lagune d'eau stagnante saumâtre,
- Préparer le terrain pour l'aménagement urbain,
- Mettre en place une nouvelle zone touristique intégrée autour d'une lagune de 26 ha.



**Figure 54.** Schéma conceptuel du projet de Sebkhata Ben Ghayada à Mahdia

### 14. Projet de réhabilitation de la baie de Monastir

L'objectif de cette étude est d'assurer du point de vue technique, économique financier et environnemental, la faisabilité, la fiabilité, la rentabilité et l'opportunité de la mise en œuvre de la deuxième étape de la stratégie de réhabilitation de la baie et la création d'une zone d'activité économique dans la baie de Monastir.



**Figure 55.** Localisation du site de l'étude

### III.3 Activités de Dragage et de Déversement

#### III.3.1 Dragage des ports

Le dragage est généralement effectué en vertu d'une licence dans le cadre de l'opération consistant à retirer des matériaux d'une partie du milieu aquatique et à les déplacer vers une autre et dans le but de créer une plus grande profondeur d'eau pour maintenir de bonnes conditions d'accessibilité et faciliter le trafic maritime. Par exemple, les travaux de dragage du chenal d'accès et des bassins intérieurs du port de Kalaat Landalouss et du port du Aghir à Djerba.

On distingue trois types de dragage selon la nature de sédiments à draguer : dragage d'entretien, d'approfondissement et création des nouvelles aires portuaires (Miraoui, 2010).

- **Dragage d'entretien** : le dragage d'entretien périodique correspond à l'enlèvement des sédiments accumulés du fond afin de conserver des profondeurs permettant la navigation sécuritaire des navires. Ce type de dragage se fait de manière régulière (au moins une fois tous les 5 ans). L'opération de dragage s'effectue généralement à l'aide de drague mécanique par exemple : benne à traction, Pelle à benne trainante ou rétrocaveuse.

- **Dragage d'approfondissement** : il est réalisé pour adapter le seuil de navigation à la taille des navires. Ces travaux engendrent de grand volume de sédiments et des moyens de dragages importants.
- **Dragage d'aménagement et création de nouvelles aires portuaires** : l'aménagement de nouvelles aires portuaires permet le déplacement d'un très grand volume de matériaux divers (roches, graviers, sables, argiles, vases).

Outre le dragage, l'aspiration de sable et l'extraction de gravier ont fortement impacté la côte Tunisienne.

L'extraction de sable des plages s'est aggravée par la réduction de l'apport de sédiments due à l'érosion, les constructions des barrages, ports, aménagements côtiers... L'extraction de sable a eu des effets négatifs sur les plages de sable.



**Figure 56.** Dragage du port de Kalaat Landalouss(mars 2016). A/ Dragage (mécanique à pelle) ; B/ Mise à dépôt à l'entrée du port, passe de la lagune.

Le tableau ci-dessous (Tableau 2) liste les ports de pêche qui ont subi des activités de dragage.

**Tableau 2.** Caractéristiques et quantités de dragage dans les ports de pêche en Tunisie

Port	Date de construction	Superficie (ha)	Bassin (ha)	Quais (m)	Brises-lames (m)	Dernière opération de dragage (Exécutée)		Nouvelle opération de dragage (Prévue)	
						Date	Quantité (m3)	Date	Quantité (m3)
<b>Tabarka</b>	1970	7	10	1148	1090	***	***	2023	<b>40000</b>
<b>Goulette</b>	1969	3.5	8	320	730	***	***	2022	<b>2000</b>
<b>Salakta</b>	1985	1.14	3	150	375	2020	<b>2000</b>	2022	<b>4000</b>
<b>Bkalta</b>	1986	0.8	2	252	697	2021	<b>5000</b>	2025	<b>15000</b>
<b>Hergla</b>	1984	3	4.5	30	700	2019	<b>5000</b>	2025	<b>6000</b>
						2021	<b>7000</b>		
<b>Hawaria</b>	1998	1.2	2	55	397	2020	<b>4000</b>	2022	6000
<b>Bnikhiar</b>	1984	4	4	260	1059	2021	<b>3000</b>	***	***
<b>Gabès</b>	1995	6.3	4.5	990	1760	2014-2020	<b>40000</b>	2025	<b>10000</b>
<b>Zarat</b>	1985	1.5	3.4	150	1540	2015	<b>7000</b>	***	***
						2020	<b>8000</b>		
<b>Skhira</b>	1975	3.5	3	233	700	2014	<b>7000</b>	2023	<b>17000</b>
<b>Zarzis</b>	1976	23	19	760	1410	***	***	2025	<b>15000</b>
<b>Ajim</b>	1985	1.3	2.6	350	600	2017	<b>4000</b>	2022	<b>5000</b>
<b>Homet essouk</b>	1948	2.28	5.15	350	600	***	***	2023	<b>12000</b>
<b>Aghir</b>	1998	0.6	***	40	350	***	***	***	<b>7000</b>
<b>LouzaLoueta</b>	1985	2.4	2.4	190	900	***	***	2022	<b>15000</b>

### III.3.2 Déversement des déchets

En Tunisie, on assiste actuellement à une dégradation préoccupante en matière de gestion des déchets solides tant en milieu urbain qu'en milieu rural et marin, qui se manifeste par la prolifération des déchets solides, des dépotoirs et des points noirs. En effet, l'environnement actuel offre un spectacle désolant avec l'accumulation sauvage et l'envahissement des déchets de toutes natures le long des chaussées, dans la mer, des trottoirs, dans les caniveaux, dans les cours d'eaux, dans les parcs urbains et des espaces verts, sur les pentes des talus et dans les terrains non bâtis.

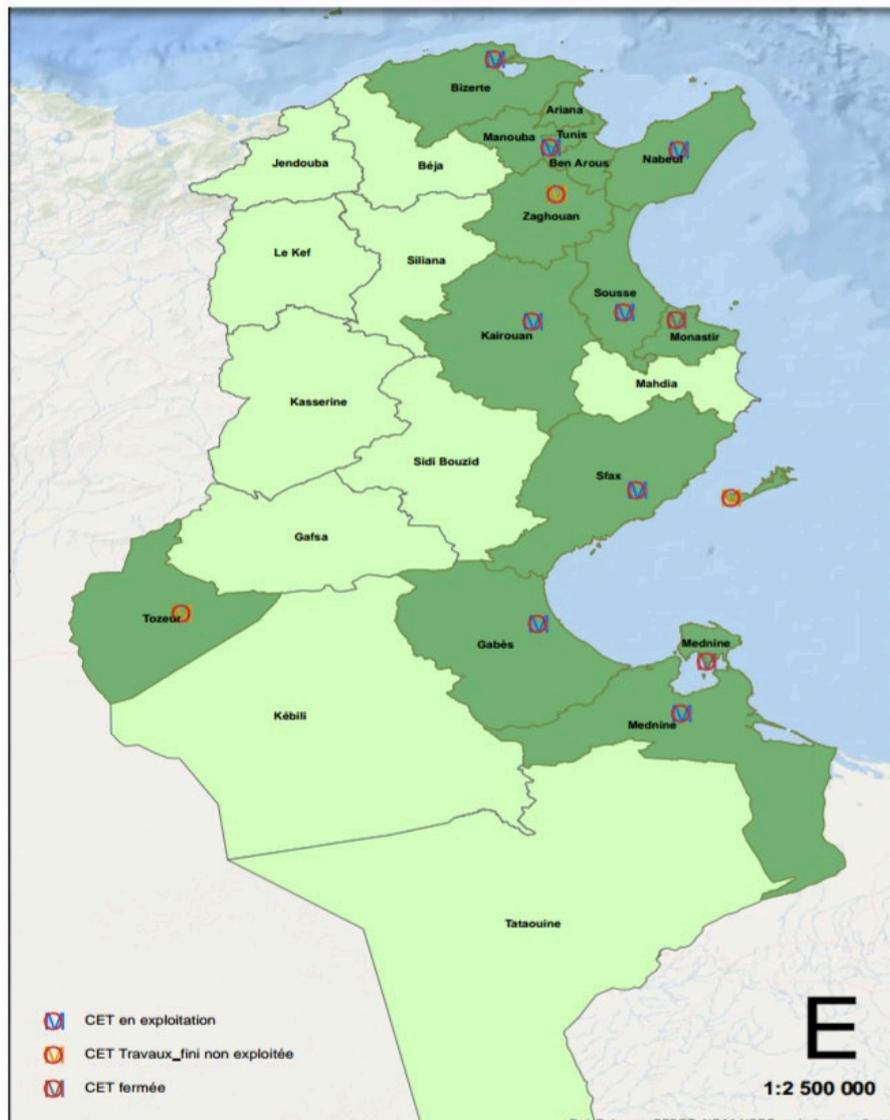
D'après les estimations de l'ANGED (Agence Nationale de Gestion des Déchets) pour l'année 2018 la population totale tunisienne a produit 2825000 Tonnes de déchets ménagers et assimilés. Sur la base d'une proportion de 9.4% de plastique et d'après la même source, la quantité de plastique générée au cours de la même année serait de 250000 Tonnes.

**Tableau 3.** Destinées de la production de déchets plastiques en Tunisie (WWF, 2019)

Déchets plastiques enfouis dans des décharges	Déchets plastiques recyclés	Déchets plastiques dispersés dans la nature sur terre	Déchets plastiques entraînés vers la mer
160 000 Tonnes	10 000 Tonnes	70 000 Tonnes	10 000 Tonnes
64%	4%	28%	4%

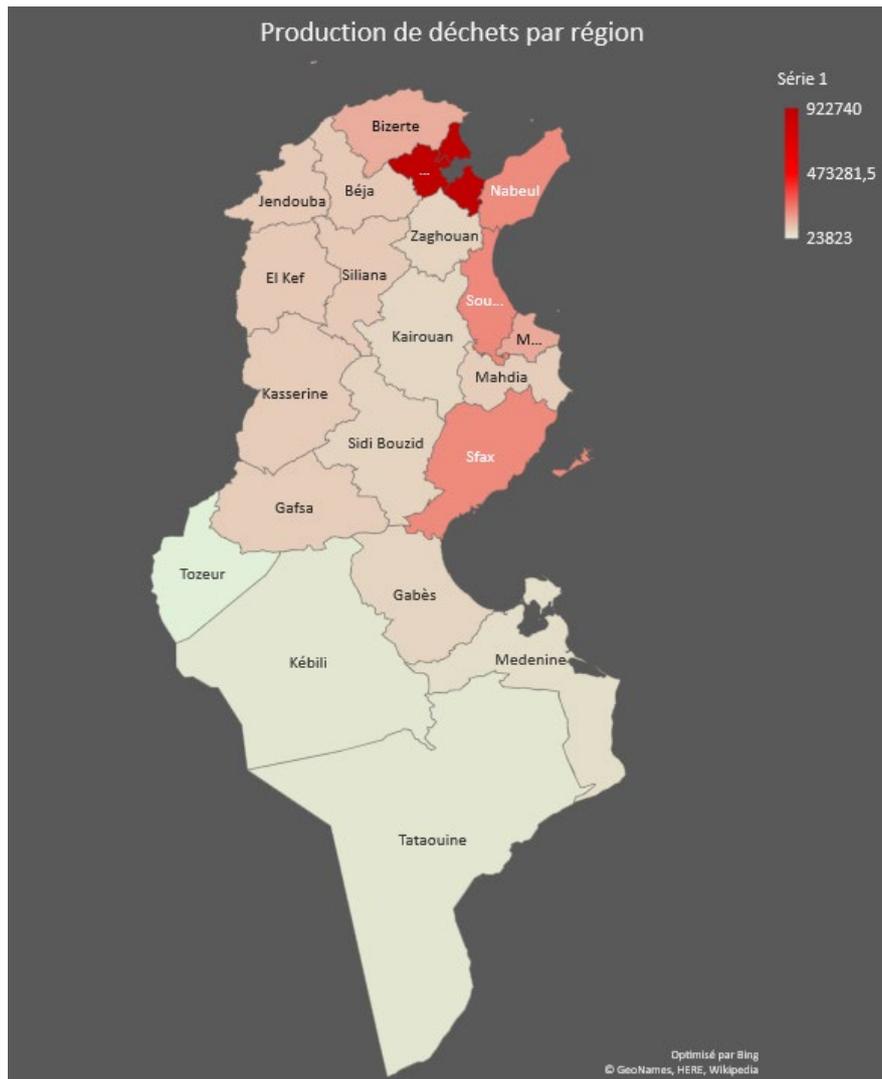
Le mode de traitement appliqué aujourd'hui en Tunisie pour les déchets municipaux ménagers et assimilés consiste à les enfouir dans des décharges contrôlées. Chacune de ces décharges est équipée par un système de pesage qui permet de déterminer avec exactitude les quantités de déchets traités.

Treize décharges contrôlées ou Centre d'Enfouissement Technique (CET), réalisés depuis l'année 2000, accompagnés par 55 Centres de Transfert (CT), sont actuellement en exploitation en Tunisie. Ces infrastructures dont le coût avoisine les 100 Millions de DT assurent la desserte de 55% de la population tunisienne (ANGED, 2018) (Figure 57).



**Figure 57.** Quantités de déchets traités au niveau de l'ensemble des décharges contrôlées actuellement en activité en Tunisie. Source (ANGED, 2018)

La carte ci-dessous fait apparaître les variations de production d'un gouvernorat à l'autre ; c'est incontestablement le grand Tunis qui apparaît le plus grand producteur de déchets ménagers et assimilés avec une quantité de l'ordre de 922000 T/an suivi par les gouvernorats du littoral tels que Bizerte, Nabeul, Sousse et Sfax. (Figure 58).



**Figure 58.** Répartition géographique de la production de déchets ménagers et assimilés (ANGED, 2018)

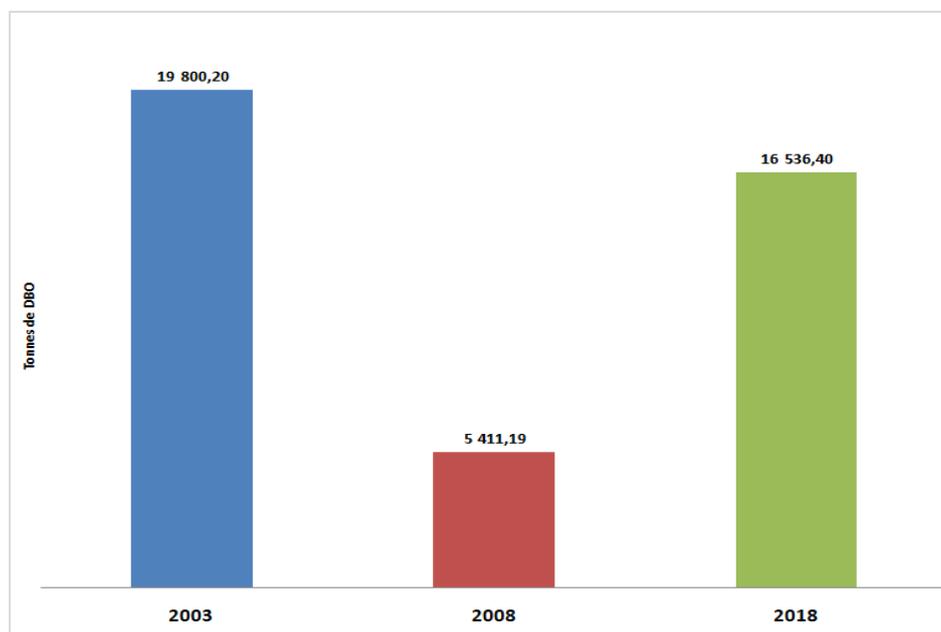
Concernant la décharge des effluents, certains points chauds côtiers reçoivent des charges excessives de nutriments provenant des effluents d'eaux usées, de flux fluviaux, de fermes aquacoles, d'engrais et d'installations industrielles, sachant que la Méditerranée représente l'un des systèmes océaniques les plus oligotrophes (pauvres en nutriments), ces charges entraînent des phénomènes eutrophes intenses avec des effets néfastes pour l'écosystème marin et les humains.

Les eaux usées municipales peuvent être une source importante d'apport en éléments nutritifs dans les plans d'eau, ce qui a un impact direct sur la qualité de l'eau. Des charges élevées de

nutriments entrant dans la Méditerranée peuvent conduire à des phénomènes d'eutrophisation dans une mer autrement oligotrophique. Cette eutrophisation a un impact négatif sur l'environnement, tant d'un point de vue écologique que socio-économique, compte tenu de son impact sur les ressources biologiques marines et du risque de prolifération d'algues nuisibles pour la santé publique

Le rejet de nutriments des effluents municipaux est un indicateur de « pression », qui donne un aperçu de la qualité des effluents municipaux rejetés et de la mesure dans laquelle les éléments nutritifs provenant des eaux usées municipales traitées peuvent contribuer à l'augmentation des éléments nutritifs dans certaines zones de la Méditerranée.

La charge de DBO (Demande Biologique en Oxygène) dans les eaux usées traitées rejetée en mer par les stations d'épuration littorales en Tunisie est évaluée 10817 Tonnes pour l'année 2017.



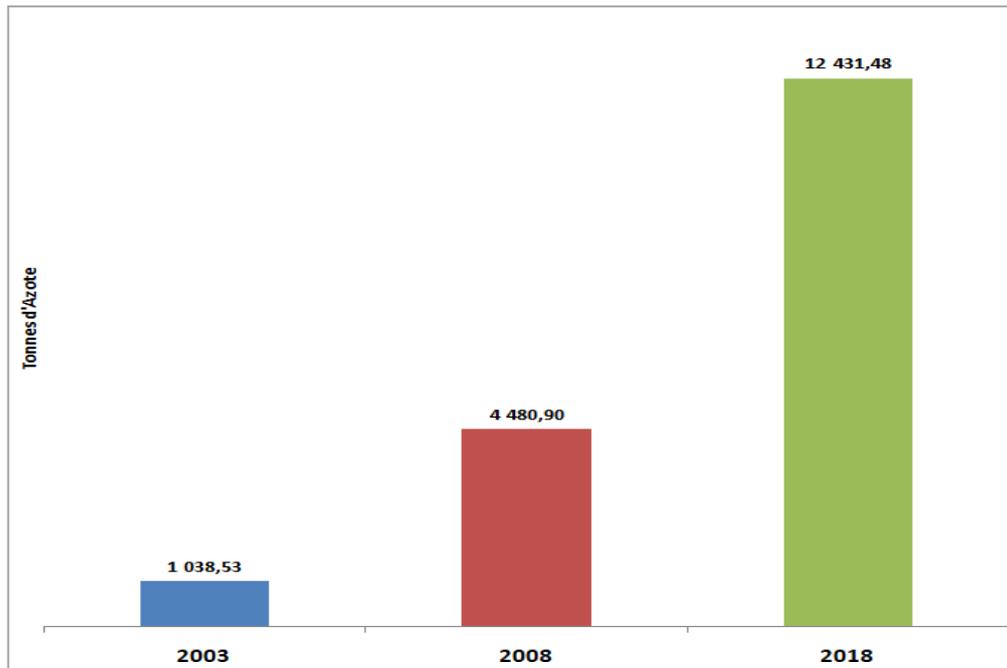
**Figure 59.** Evolution du rejet de la DBO en milieu marin en Tunisie (Gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Gabes, Mahdia, Médenine, Monastir, Nabeul, Sfax, Sousse et Tunis) (ANPE, 2018)

La charge polluante totale en DBO pour l'ensemble des unités industrielles et après une diminution significative en 2008 par rapport à 2003, due principalement à une présence forte

de l'Etat à travers les opérations de contrôle assurées par les services compétents de l'ANPE, a observé une nette augmentation au cours de l'année 2018 dépassant les 16500 Tonnes soit une augmentation de plus de 200% en 10 ans. C'est au niveau des gouvernorats du littoral de Nabeul, Sfax, Sousse, Ben Arous et Ariana que nous observons les augmentations les plus significatives. Les valeurs assez élevées de la DBO proviennent, en particulier, de l'industrie agro-alimentaire qui caractérise ces régions de la Tunisie et dont principalement le gouvernorat de Nabeul. L'augmentation de la charge totale en DBO dans les effluents, peut être expliquée par l'accroissement continu du nombre d'industries. Elle peut être aussi expliquée par l'augmentation des nombres de points de contrôle réalisés par les services de l'ANPE par rapport à l'année de 2008.

Pour ce qui est de la charge en azote total dans les eaux usées traitées rejetée en mer par les Stations d'Épuration (STEP) littorales en Tunisie, celle-ci est évaluée à 12765 Tonnes pour l'année 2017.

Concernant les rejets d'azote par les installations industrielles dans le milieu marin, il est à remarquer pour les gouvernorats du littoral de Ben Arous, Bizerte, Gabes, Médenine, Monastir, Nabeul, Sfax, Sousse et Tunis que la charge polluante en azote a continuellement augmenté de 2003 à 2018, passant respectivement de 1039 Tonnes à 12431 Tonnes. Le gouvernorat de Gabès a enregistré de loin la plus grande quantité de rejet d'azote en 2018 (estimée à 5170Tonnes soit 41 % de la quantité totale rejetée). Ceci s'explique par le nombre élevé d'industries au niveau de ce gouvernorat et par la nature des activités industrielles implantées et composées essentiellement des industries chimiques et des industries des engrais azotés et de fabrication des matières premières pour les détergents dans la zone industrielle de Ghannouch .

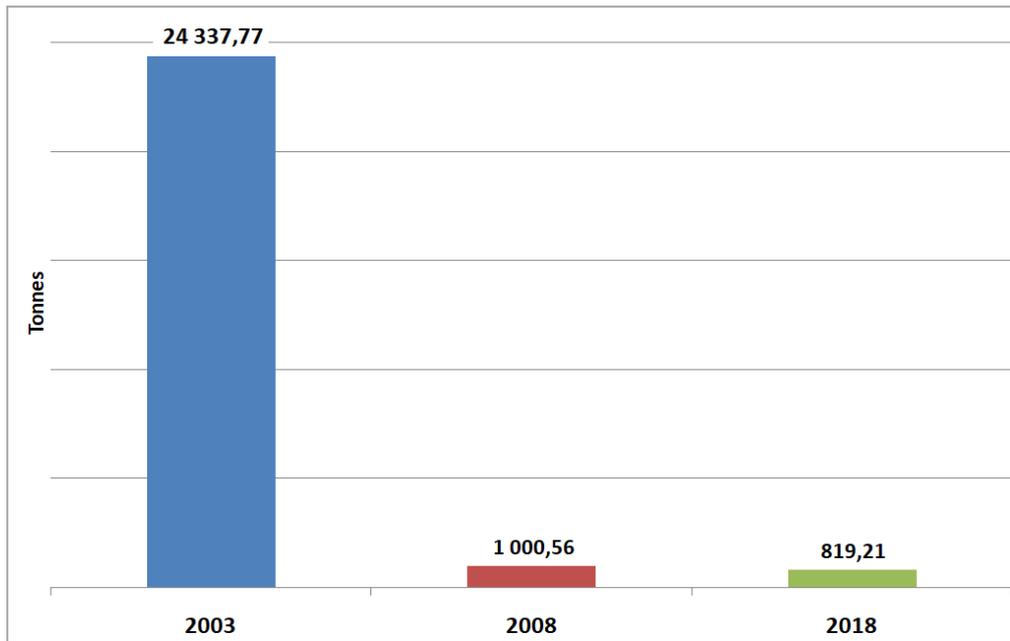


**Figure 60.** Evolution du rejet d'azote en milieu marin en Tunisie par les installations industrielles (Gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Gabes, Médenine, Monastir, Nabeul, Sfax, Sousse et Tunis) (ANPE, 2018).

L'augmentation de la pollution azotée entraîne d'une manière générale une croissance excessive d'algues dans le milieu récepteur et une consommation supplémentaire en oxygène dissous, d'où souvent observation de phénomènes d'eutrophisation accentué par l'élévation de température.

Par rapport aux rejets de phosphore en mer à partir des unités industrielles, il est à noter que les quantités rejetées ont continuellement diminuées de 2003 à 2018 passant respectivement de 24338 Tonnes à 819 Tonnes pour les gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Nabeul, Sousse, Tunis et Sfax.

D'une manière générale et au niveau de l'ensemble des gouvernorats du littoral et pour l'année 2018, Sfax apparaît la région qui rejette le plus de phosphore en mer avec un pic de 340 Tonnes. Elle est suivie respectivement par les principaux gouvernorats émetteurs en phosphore à savoir Ariana, Ben Arous, Monastir et Nabeul (Figure 61).

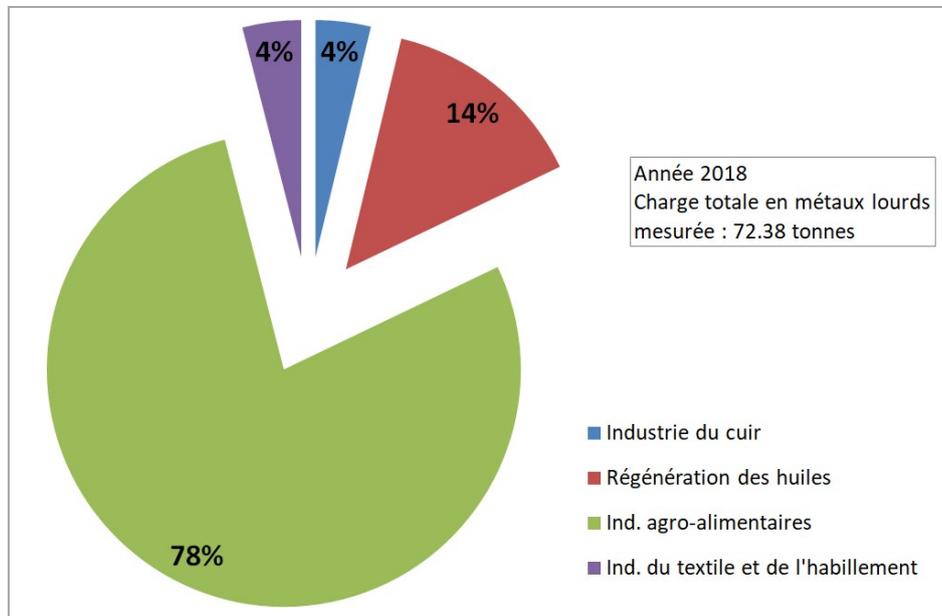


**Figure 61.** Evolution du rejet de phosphore dans le milieu marin en Tunisie par les installations industrielles (Gouvernorats de Ben Arous, Bizerte, Nabeul, Sousse, Tunis, Sfax). (ANPE, 2018).

Les données relatives aux rejets de métaux lourds par les unités industrielles dans le milieu marin ne sont pas malheureusement disponibles de manière continue. Pour les gouvernorats dont les données sont disponibles pour les deux années de comparaison 2003 et 2018, il apparaît que la quantité de métaux lourds rejetés a diminué de manière substantielle dans le temps entre 2003 et 2018 à l'exception du gouvernorat de l'Ariana qui au contraire a observé une nette augmentation. Ceci est dû à l'augmentation du nombre d'industrie (nombre recensé) dans le gouvernorat d'Ariana et dont principalement ceux du secteur Agroalimentaire. Le gouvernorat d'Ariana comporte aujourd'hui 6 zones industrielles et les nouvelles installations industrielles particulièrement celles implantées sans autorisations préalables posent un grand problème environnemental.

Les deux régions de Sfax et de Gabes apparaissent de loin les plus grands émetteurs de métaux lourds en mer, elles ont rejeté, rien que pour l'année 2003 respectivement 678 et 2141 Tonnes. Cela s'explique par le nombre important des industries dans ces deux gouvernorats ainsi que la nature des activités industrielles (chimiques, traitement des métaux, ...). Le gouvernorat de Sfax a assuré, toutefois, une sérieuse performance dans ce domaine en réduisant sa quantité

produite rejetée à 39 Tonnes en 2018. Cette réduction est due à la performance du contrôle assuré par les services compétents de l'ANPE d'une part, et au chômage de quelques entreprises dont essentiellement les usines du Groupe Chimique Tunisien, GCT (Figure 62).



**Figure 62.** Répartition par secteur industriel du rejet en métaux lourds dans le milieu marin en Tunisie (Année 2018-Gouvernorats de Ariana, Ben Arous, Bizerte, Monastir, Sfax) (ANPE, 2018).

Depuis des années 90, la politique tunisienne s'est intensivement occupée par la gestion des déchets en mettant en place des stratégies et des programmes évolutifs en complément des programmes de protection de l'environnement que le Ministère de l'Intérieur a initié dans les années 80 et 90 en faveur des collectivités locales.

Les indicateurs clés en matière caractérisant le processus de la gestion des déchets se résument comme suit :

- Les Déchets Solides Municipaux (DSM) : la quantité générée est de 2,4 millions de tonnes /an, le taux de croissance estimé est de 2,5 % par an, les DSM sont caractérisés par une forte présence de matières organiques biodégradables soit 68 % alors que les emballages représentent un taux de 24 %. Le taux d'humidité des DSM est supérieur à 65 %, la

production spécifique est de 0,8 kg/habitant/jour en milieu urbain et 0,1 kg/habitant/jour en milieu rural. 66 % de la population du pays vit dans les 264 communes, le budget communal participe aux frais de gestion des déchets à concurrence de 40%, une tonne des déchets engendre des frais de 60 à 80 TND en phase de collecte et transport et 20 TND en phase transfert et enfouissement dans la décharge, la collecte des DSM est couverte à 80 % en milieu communal et 10 % en milieu rural. Pour éliminer les DSM le pays dispose de 10 décharges contrôlées (sanitaire) avec une capacité nominale de 1,8 millions de tonnes/an, 4 autres décharges semi-contrôlées situées dans la vallée de Medjerda avec une capacité de 62 000 tonnes/an, 5 autres décharges d'une capacité nominale de 0,5 millions de tonnes/an en cours de construction et enfin 5 autres décharges contrôlées d'une capacité moyenne de 0,4 millions tonnes/an qui sont planifiées. 5% des DSM sont compostés et 4 % recyclés.

- Les Déchets Industriels Dangereux (DID) : les DID générés sont estimés à 150.0 tonnes/an, 12.0 tonnes seulement ont été collectés en 2010 et traités dans le centre de Jradou. Pour le traitement des DID, quatre unités sont construites avec une capacité nominale de 90.0 Tonnes/an. Celle de Jradou mise en service avant la révolution est à l'arrêt suite à un litige avec la population riveraine. Des autres 3 IRST (Installation de Réceptionné Stockage et de Traitement) seuls les centres de Sfax et Gabès sont prêts à être mis en exploitation.
- Les Déchets Industriels Non Dangereux (DIND): les DIND sont collectés et transportés vers les décharges contrôlées par des opérateurs privés. La seule information disponible sur cette catégorie des déchets c'est la quantité des DIND reçus en 2010 au niveau des 10 décharges contrôlées (Tunis, Bizerte, Nabeul, Sousse, Monastir, Kairouan, Sfax, Gabès, Médenine, et Djerba) de l'ordre de 116.0 tonnes.
- Les Huiles Lubrifiantes (HL) : 20.000 tonnes d'huiles lubrifiantes sont générées par an et 12.1 tonnes (année 2012) seulement ont été collectées et générées dans les installations de la seule société SOTULUB autorisée par le Ministère de l'Environnement.

- Les pneus usagés : le gisement de ces déchets est estimé à 15.000 tonnes/an (1 million d'unité). Sur les 5 unités de traitement qui sont agréées une seule est opérationnelle actuellement avec une capacité nominale de 21.000 tonnes/an.
- Les Déchets d'Activités de Soins (DAS) : le gisement des DAS est estimé à 16.000 tonnes/an dont 7.000 tonnes sont classés dangereux. Ces déchets proviennent des EPS (Etablissements Publics de Santé) et des cliniques privées et le Grand Tunis qui génère à 40 % de la quantité totale. Le programme national prévoit la construction de 6 centres de traitement par des sociétés autorisées par le Ministère de l'Environnement.
- Les Déchets Verts et Agricoles (DVA) : le gisement des déchets verts issus des espaces verts est estimé à 33.000 tonnes, les déchets verts d'agricultures sont estimés à 4 millions de tonnes/an, alors que la production du compost ne dépasse pas 50.000 tonnes/an.
- Les Déchets d'Emballage (DE) : le gisement annuel de ces catégories des déchets est de 55.000 tonnes des matières plastiques, 44.000 tonnes de papier/carton et 100 tonnes d'emballage alimentaire (ou briques alimentaires); cette dernière filière n'est pas aussi développée.
- Déchets d'équipements électriques et électroniques (EEE) : le gisement est de 90.000 tonnes/an, la quantité collectée est de 22.500 tonnes/an 6 unités de traitement sont autorisées par le ministère de l'Environnement et ont une capacité nominale de 18.500 tonnes/an. Une nouvelle unité de traitement d'une capacité de 24.000 tonnes/an a démarré en 2014.

D'autre part, les activités de déversement des déchets sont devenues importantes ces dernières années. Actuellement, une crise des déchets solides a éclaté à Sfax et précisément à Agareb après la réouverture de la principale décharge déjà saturée de Agareb.

### **III.4 Autorisations et Etudes d'Impact**

L'institution responsable des études d'impact sur l'environnement et l'octroi des autorisations est l'ANPE. Un comité national d'évaluation technique s'occupe des dossiers relatifs aux Etudes d'Impacts sur l'Environnement des projets de constructions ou interventions sur les structures

de défense côtière : (digues, épis, brise-lames...) ou des constructions des ports de commerce, de pêche, de plaisance, marinas. Ce comité est constitué de représentants des différents ministères et d'experts publics. Le comité est administré par l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement, (ANPE).

Par ailleurs, le décret d'application N° 2005-1991 du 11 juillet 2005 relatif aux Etudes d'Impacts sur l'Environnement, précise les dispositions et les procédures réglementaires d'élaboration et d'approbation des études d'impact des constructions des structures de défense côtière ou aux constructions des ports de commerce, de pêche, de plaisance, marinas sur l'environnement.

La notion d'environnement visée par le décret de 2005 couvre les : « zones bénéficiant d'une protection juridique notamment les écosystèmes côtiers, les forêts, les zones et les paysages naturels ou historiques, les zones sensibles, les espaces protégés, les parcs nationaux, les parcs urbains et les différentes espèces de faune et de flore ».

Le décret d'application N° 91-362 du 13 mars 1991 précise les dispositions et les procédures réglementaires d'élaboration et d'approbation des Etudes d'Impact sur l'Environnement. Ce décret a été modifié par le décret N°1991 du 11 juillet 2005 relatif aux études d'impacts et fixant les catégories d'unités soumises à l'étude d'impact sur l'environnement et les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges.

Le comité d'évaluation technique des dossiers constitué de représentants des différents ministères et de experts publics, administré par l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) possède la responsabilité et la décision d'évaluer et donner l'autorisation de construction des structures de défense côtière (digues, épis, brise-lames) ou aux constructions des ports de commerce, de pêche et de plaisance (Catégorie B de projets).

Dans le cadre de l'évaluation de l'impact sur l'environnement des projets ou d'interventions relatifs aux constructions des structures de défense côtière (digues, épis, brise-lames ..) ou aux constructions des ports de commerce, de pêche et de plaisance (Catégorie B de projets), et en fonction des résultats des modèles hydrodynamique, du transport sédimentaire, il ya la possibilité d'intervenir au niveau de la nature, de la dimension et de la forme des structures à construire proposé par le fournisseur. Cette décision sera prise par le comité technique présidé par l'ANPE.

---

### III.4.1 Unités soumises à une EIE

Les unités soumises à un avis préalable d'une Etude d'Impact sur l'Environnement sont classées en 2 catégories, A et B.

#### 1. Catégorie A

Les unités faisant l'objet d'un avis ne dépassant pas le délai de vingt et un jours (21 jours) ouvrables sont :

- Unités de gestion des déchets ménagers et assimilés d'une capacité ne dépassant pas vingt tonnes par jour (20T/j).
- Unités de traitement et fabrication des matériaux de construction, de céramique et de verre.
- Unités de fabrication des médicaments.
- Unités de fabrication des métaux non ferreux.
- Unités de traitement des métaux et de traitement de surface.
- Projets d'exploration et d'extraction du pétrole et du gaz naturel.
- Les carrières industrielles des granulats et du sable dont la capacité de production ne dépassant pas trois cent mille tonnes /an (300000 tonnes/an), et les carrières industrielles d'argile et des pierres marbrières.
- Unités de fabrication de sucreries et de levure.
- Unités de teinture du textile, du fil et des vêtements, de tricotage et de délavage de jeans et de finition.
- Projets d'aménagement des zones industrielles dont la superficie ne dépassant pas les cinq (5) hectares.
- Projets de lotissements urbains dont la superficie est comprise entre cinq (5) et vingt (20) hectares.
- Projets d'aménagement des zones touristiques dont la superficie est comprise entre dix (10) et trente (30) hectares.
- Unités de fabrication de fibres minérales.
- Unités de fabrication, de transformation, de conditionnement et de conservation des produits alimentaires.
- Les abattoirs.
- Unités de fabrication ou de construction des automobiles, camions ou leurs moteurs.
- Projets de chantiers navals.
- Unités de fabrication et d'entretien d'aéronefs.

- 
- Unités de conchyliculture.
  - Unités de dessalement de l'eau dans les unités industrielles et touristiques.
  - Unités de thalassothérapie et de thermalisme.
  - Unités d'hôtels d'une capacité supérieure à trois cents lits (300 lits).
  - Unités de fabrication de papier et de carton.
  - Unités de fabrication d'élastomère et de peroxydes.

## 2.Catégorie B

Les unités faisant l'objet d'un avis ne dépassant pas le délai 3 mois ouvrables sont :

- Unités de raffineries de pétrole brut et installations de gazéification et de liquéfaction d'au moins cinq cents tonnes de charbon ou de schistes bitumineux par jour.
- Unités de production d'électricité d'une puissance d'au moins trois cents MW.
- Unités de gestion des déchets ménagers et assimilés d'une capacité d'au moins vingt tonnes par jour (20 tonnes/jour).
- Unités de gestion des déchets dangereux.
- Unités de fabrication du ciment, chaux et du gypse.
- Unités de fabrication de produits chimiques, des pesticides, de peintures, de cirage et de l'eau de javel catégorie 2 selon la nomenclature des établissements classés dangereux, insalubres et incommodes.
- Unités sidérurgiques.
- Les carrières industrielles des granulats et du sable dont la capacité de production dépassant trois cent mille tonnes/an (300000 tonnes/an), et les projets d'extraction des ressources minérales.
- Unités de fabrication de pâte à papier et de traitement de cellulose.
- Projets de construction de voies ferrées, d'autoroutes, des routes expresses, des ponts et des échangeurs.
- Projets de construction d'aéroports dont la piste de décollage et d'atterrissage ayant une longueur supérieure à deux milles cent mètres (2100 mètres).
- Projets de ports de commerce, de pêche et de plaisance.
- Projets d'aménagement des zones industrielles dont la superficie dépassant les cinq hectares (5 hectares).
- Projets de lotissements urbains dont la superficie dépassant les vingt hectares (20 hectares).

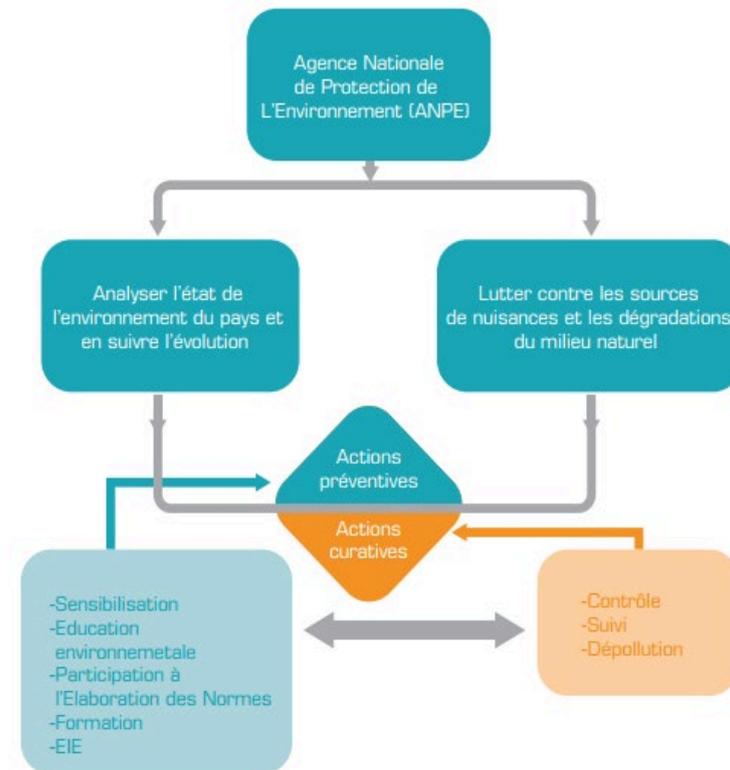
- 
- Projets d'aménagement des zones touristiques dont la superficie dépassant les trente hectares (30 hectares).
  - Equipements de transport du pétrole brut et du gaz.
  - Unités de traitement des eaux usées urbaines.
  - Unités collectives de traitement des eaux usées industrielles.
  - Unités de tannerie et de mégisserie.
  - Projets de périmètres irrigués par les eaux usées traitées à des fins agricoles.
  - Projets de grands barrages.
  - Projets d'aquaculture.
  - Unités de dessalement pour l'approvisionnement en eau potable des villes.
  - Projets de villages de vacances d'une capacité supérieure à mille lits (1000 lits).
  - Unités d'extraction, de traitement ou de lavage des produits minéraux et non minéraux.
  - Unités de transformation de phosphate et de ses dérivés.

#### III.4.2 Unités soumises au cahier de charge

Les unités faisant l'objet à un cahier de charge sont :

- Les projets de lotissement urbain dont la superficie ne dépassant pas les cinq (5) hectares et les projets d'aménagement des zones touristiques dont la superficie ne dépassant pas les dix (10) hectares.
- Les projets de réalisation des établissements scolaires et d'enseignement.
- Les projets d'installation des canaux de transport ou de transfert des eaux.
- Les projets de transport d'énergie et qui ne traversent pas par les zones naturelles ou sensibles (les zones bénéficiant d'une protection juridique).
- Les projets d'aménagement côtier.
- Les unités de trituration d'olive (huileries).
- Les unités d'extraction des huiles végétales et animales.
- Les unités classées d'élevage d'animaux.
- Les unités d'industrie textile.
- Les unités d'emboutissage, découpage de grosses pièces métalliques.
- Les unités de stockage, de distribution des hydrocarbures ou les stations de lavage et graissage des véhicules.
- Les unités de fabrication de féculents.
- Les carrières traditionnelles.

- Les unités de stockage de gaz ou de produits chimiques.
- Chaudronnerie, construction de réservoirs et d'autres pièces de tôlerie.
- Buanderies utilisant l'eau pour le lavage des vêtements et des couvertures.
- Les Lacs collinaires.
- Les unités de fabrication de produits parapharmaceutiques.



**Figure 63.** Cadre institutionnel des études d'impacts sur l'environnement

### **III.4.3 Contenu de l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE)**

#### **1. Description détaillée du projet**

Description des différentes alternatives, des variantes envisagées pour les différentes composantes du projet et des sites potentiels identifiés et retenus. Elle doit faire ressortir les composantes du projet susceptibles d'engendrer des impacts négatifs qui devraient être analysés et comparés lors de l'évaluation environnementale.

#### **2. Analyse de l'état initial du site**

Analyse du site et de son environnement et particulièrement les éléments et les ressources naturelles susceptibles d'être affectées par la réalisation de l'unité. Elle doit définir l'état de référence (sans projet) de l'environnement en affinant les éléments identifiés lors de l'opération du cadrage (étendue de l'étude) sur la base des données collectées et des investigations complémentaires effectuées. Cet état zéro, sera pris comme référence dans l'évaluation environnementale du projet.

#### **3. Analyse des impacts du projet sur l'environnement**

Elle consiste à évaluer les conséquences prévisibles des différentes variantes envisagées et les comparer pour analyser par la suite de manière précise les effets sur l'environnement de la configuration retenue pour le projet. L'analyse doit s'intéresser aussi bien aux impacts directs liés à la réalisation et l'exploitation du projet, qu'aux impacts indirects, qu'ils soient temporaires ou permanents, positifs ou négatifs.

#### **4. Mesures d'élimination, d'atténuation et de compensation des impacts**

Les mesures de protection de l'environnement comprennent :

- Les mesures de suppression des impacts préconisées dans la phase de conception du projet ;
- Les mesures d'atténuation des impacts qui n'ont pas pu être supprimés partiellement ou totalement ;
- Les mesures de compensation préconisées pour les impacts qui, même après atténuation, continuent à présenter un risque pour l'environnement. L'ensemble de ces mesures doivent aboutir à des impacts résiduels acceptables après atténuation et faire l'objet d'une estimation des coûts correspondant à leur mise en œuvre. L'objectif étant de s'assurer que le projet répond globalement aux critères économiques, techniques et environnementaux.

## **5. Plan de Gestion Environnementale**

Il définit les moyens et les conditions que doit assurer le Maître de l'Ouvrage pour mettre en œuvre les mesures de suppression, d'atténuation, de compensation et de suivi des impacts environnementaux pendant la phase de construction, au cours de la période d'exploitation et après la fermeture et le démantèlement de son projet.

## **6. Contrôle et suivi**

L'évaluation du projet ne s'arrête pas avec la décision d'octroi de l'autorisation de réalisation du projet mais se prolonge pendant les périodes de construction et d'exploitation du projet et dans certains cas après même le transfert ou l'arrêt des activités.

Un suivi est effectué pendant la construction et l'exploitation du projet et après sa fermeture. Le but étant de s'assurer de :

- La mise en œuvre des mesures d'atténuation.
- La qualité des rejets.
- L'évolution du milieu.
- L'efficacité des mesures d'atténuation Et de mettre en œuvre à temps de nouvelles mesures correctives en cas de nécessité.

## IV. Conditions hydrodynamiques

La circulation des eaux le long des côtes tunisiennes est la résultante de divers processus hydrodynamiques locaux (upwelling, courants côtiers, etc.) et à plus grande échelle (circulation générale, marée) c'est-à-dire à l'échelle du bassin Méditerranéen qui interagissent entre eux et sont caractérisés par une variabilité spatio-temporelle importante. Pour estimer, de la façon la plus réaliste, les différentes grandeurs qui caractérisent l'hydrodynamique côtière et en appréhender leur variabilité, il est nécessaire de disposer d'une image précise de la circulation générale et de données issues d'un réseau d'observations (hydrologie, courantométrie et marégraphe) spécifique aux études côtières. Une estimation précise de la circulation côtière constitue un élément primordial pour l'élaboration d'un système de gestion durable du littoral.

### IV.1 Données sur les conditions hydrodynamiques

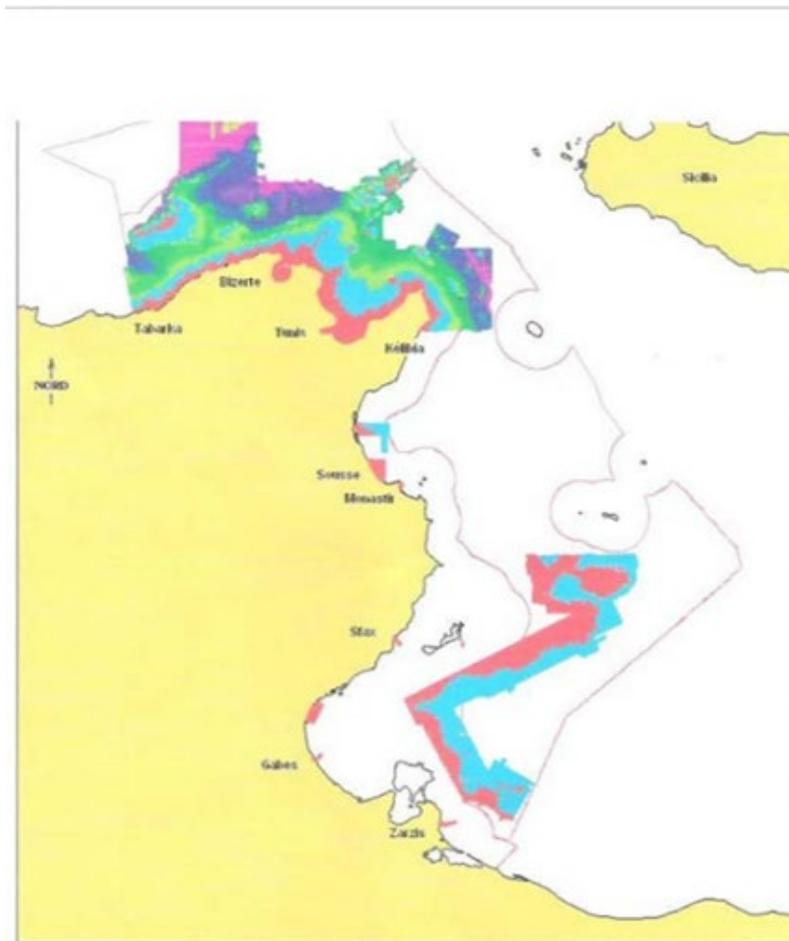
#### IV.1.1 Bathymétrie

La connaissance précise de la bathymétrie est primordiale à un grand nombre d'applications. Par ailleurs, la bathymétrie supporte un grand nombre d'autres activités telles que la connaissance et le suivi de l'environnement marin, la modélisation hydrodynamique, la gestion intégrée des espaces marins ou la navigation sous-marine.

#### 1. Données BATHY CHOMN

Placé sous la tutelle du Ministère de la Défense Nationale, le Centre Hydrographique et Océanographique de la Marine Nationale (CHOMN) est en charge des données de niveau d'eau dans les principaux ports tunisiens et des données bathymétriques.

Le CHOMN dispose de toutes les levées de sonde et notamment les plus anciennes réalisées du temps de la présence française en Tunisie. Il a depuis, le CHOMN, lancé un vaste programme de mise à jour des levées bathymétrique le long des côtes tunisiennes. A ce jour-là le Nord du pays et l'Est (en large du golfe de Gabès) ont été couvertes par cette mise jour.

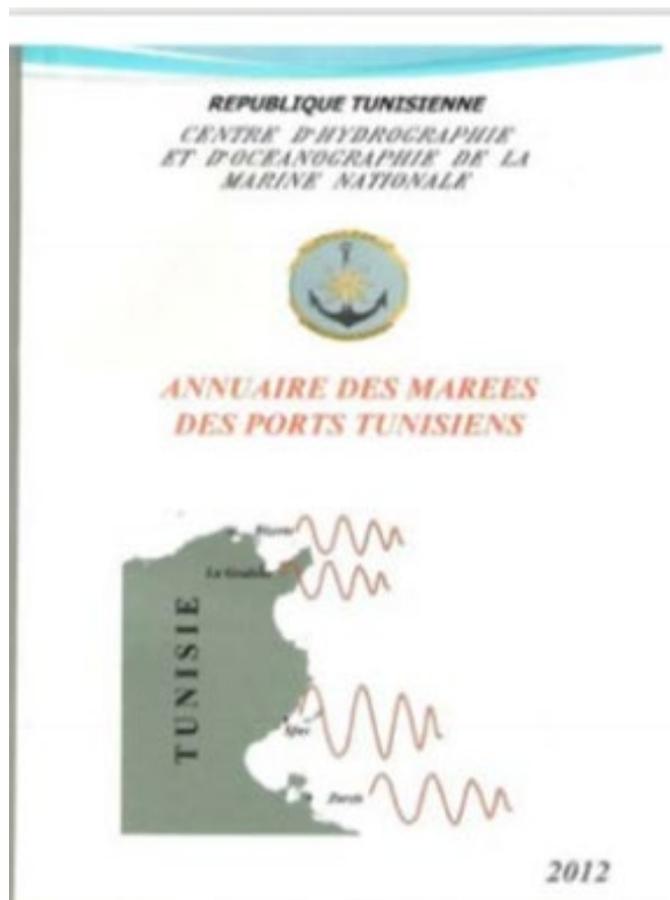


**Figure 64.** Régions concernées par la mise à jour des levés bathymétriques ar le CHOMN

En plus des mesures BATHY (niveau), le CHOMN dispose aussi d'une base de données appréciable relative aux mesures de niveau d'eau dans les principaux ports tunisiens à savoir : les ports de Bizerte, Goulette, Sousse, Sfax et Zarzis. Ses séries temporelles sont enregistrées en continu depuis 1999.

Le CHOMN dispose également de séries de niveau plus anciennes (i.e. antérieurs à 1999) qui ont été correctement archivées après avoir subi les contrôles de qualité conformément aux normes de l'OHI.

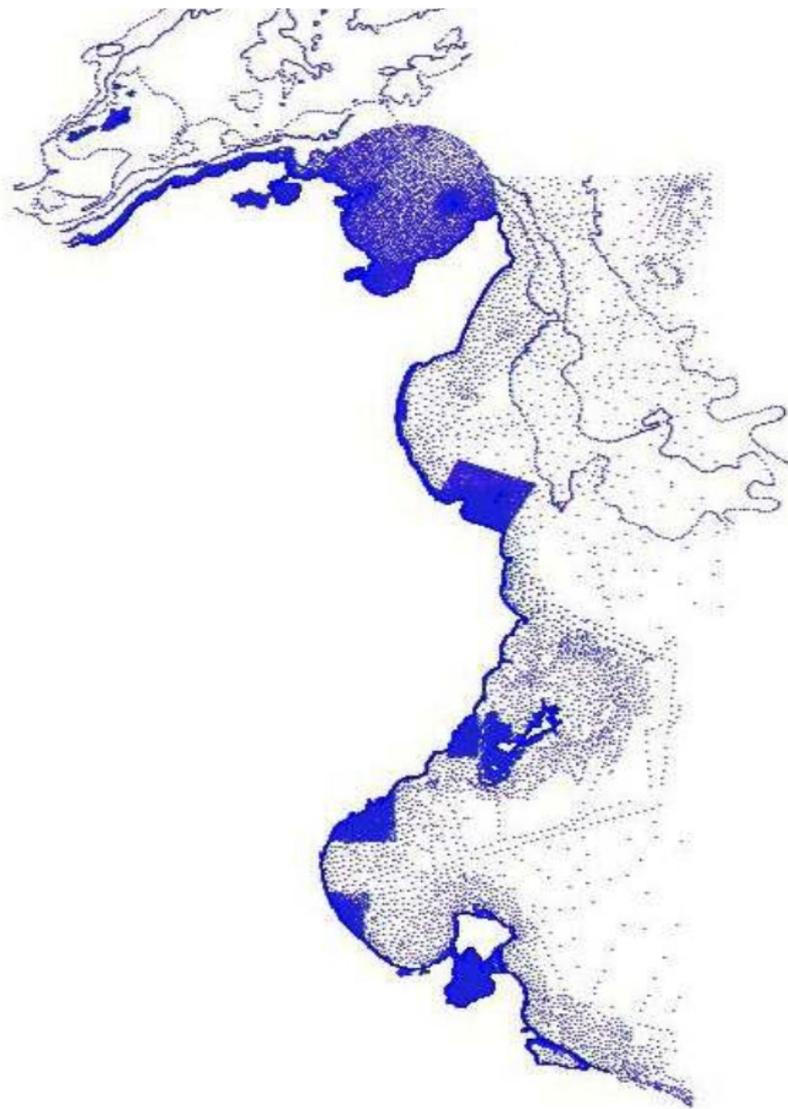
De manière générale, l'accès aux données n'est pas systématique. En revanche, le CHOMN publie régulièrement ses données dans les « ANNUAIRES DES MAREES DES PORTS TUNISIENS » (voir figure ci-après) et les livres de feux. L'accès aux données numériques (cartes numériques, niveau) peut être obtenu après l'accord préalable du ministre de de la Défense Nationale. Par ailleurs, l'accès aux données sous format papier ne pose aucun problème et les cartes peuvent être récupérées auprès de l'OTC et le CNTC) alors que le format numérique demeure difficile d'accès.



**Figure 65.** Page de garde des « ANNUAIRES DES MAREES DES PORTS TUNISIENS » publiés par le CHOMN

## 2. Données BATHY APAL

La couche bathymétrie de l'APAL est une compilation d'une masse de données réalisées par l'APAL. Les mesures bathymétriques à l'intérieur des ports ont été également ajoutées aux données collectées par l'APAL. Ces données après avoir été contrôlées ont été transformées et reprojettées dans le système de projection UTM. Les données bathymétriques manquantes par rapport aux données fournies ont été complétées à partir des cartes marines existantes. La figure suivante illustre la couche de la bathymétrie avec la densité des points utilisés pour générer le fond marin au niveau du littoral Tunisien (Figure 66).



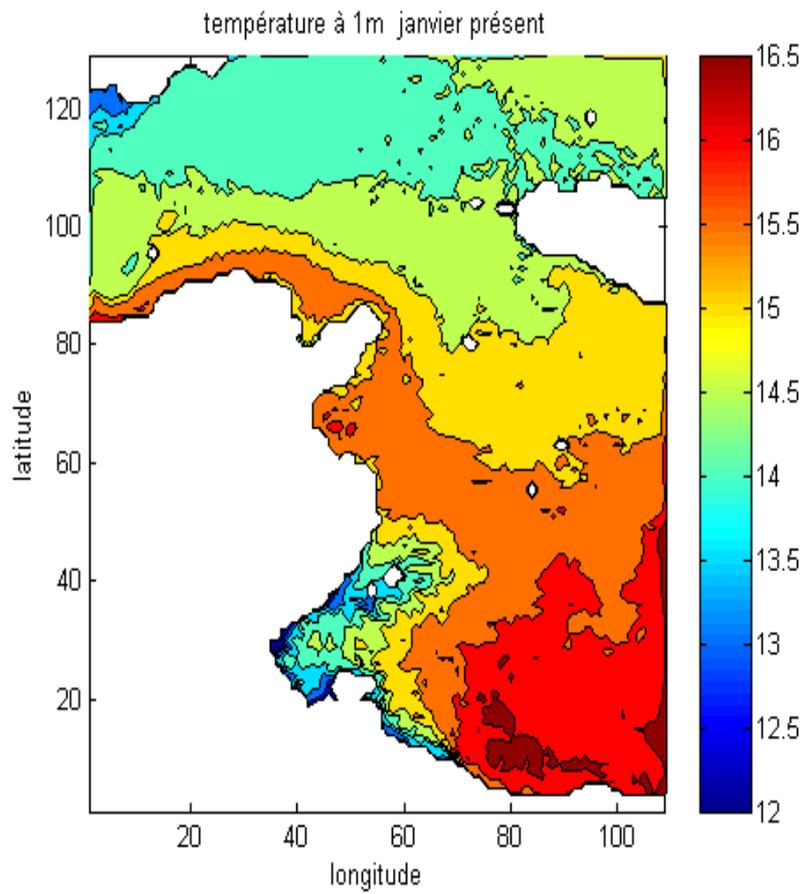
**Figure 66.** Données bathymétriques de l'APAL - Compilation de plusieurs couches y compris les données des cartes marines.

L'APAL a planifié en 2022, sur le budget de l'Etat, de réaliser le long de tout le littoral des levés bathymétriques et une cartographie du fond marin en se basant sur le système de bathymétrie multifaisceaux de Géophysique GPR qui s'appuie sur les dernières percées technologiques en matière de cartographie du fond marin. Il allie un bathymètre à multifaisceaux larges et un sonar à balayage latéral à double fréquences.

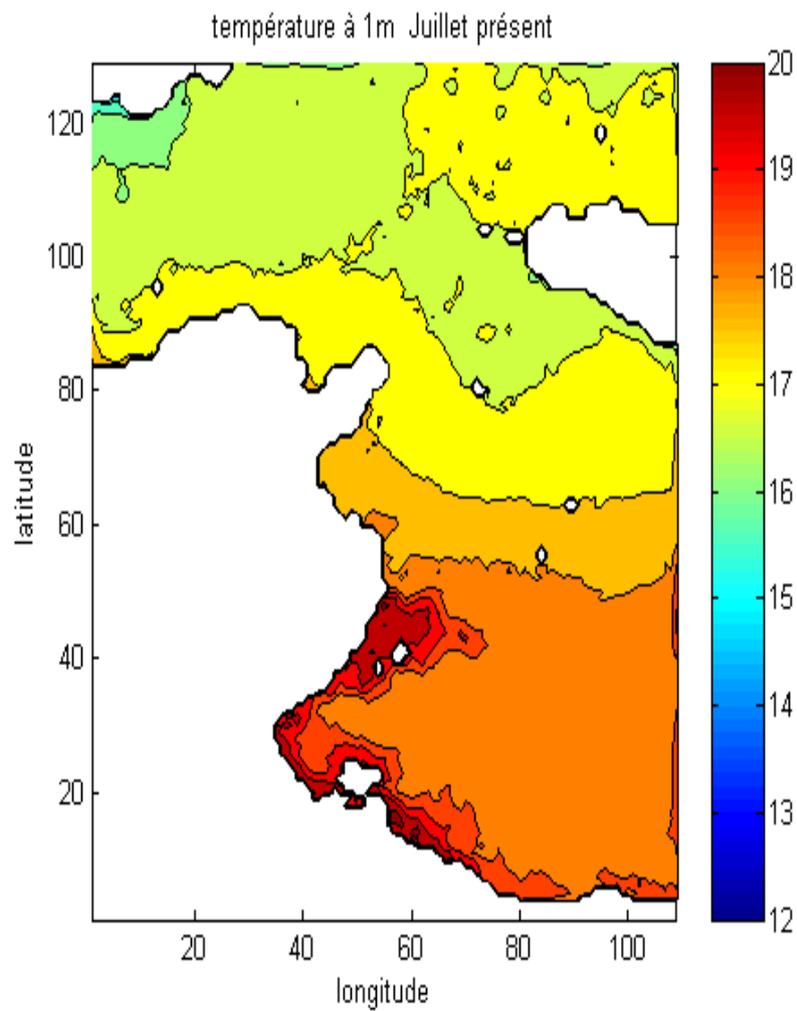
La bathymétrie de la région Est de la Tunisie caractérisée par l'étendue de son plateau continental. Ainsi, l'isobathe 25 mètres n'est localisée que loin vers le large (soit au-delà de 40 km environ de la côte). Cependant, en face de la ville de Mahrès, la zone marine est relativement plus profonde puisque la profondeur dépasse 30 m à partir de seulement 16 km du littoral. En face de la zone de Skhira, un bras terrestre est observé, orienté vers le sud, qui se poursuit par des hauts fonds en mer et qui devrait orienter les rejets terrestres vers le sud du golfe de Gabès. La bathymétrie de cette zone est aussi caractérisée par des faibles profondeurs. Au large de La Skhira, l'isobathe -10 m se trouve à environ 4 km de la côte.

#### IV.1.2 Température des eaux

Les figures 67 et 68 montrent la température des eaux de surfaces (simulée par un modèle numérique) pour les saisons d'hiver et d'été. La Figure 67 montre que la température des eaux de surface varie en moyenne entre 12 °C et 16.5 °C au mois de janvier du nord au sud et des côtes vers le large. Les valeurs les plus faibles des températures sont au nord et croient vers le sud. Les grandes valeurs des températures sont observées au sud, sauf dans le golfe de Gabès, les valeurs des températures sont les valeurs les plus faibles le mois de janvier et les valeurs les plus élevées au mois de juillet. Ce refroidissement est dû à la profondeur faible des eaux du golfe s'étendant sur des centaines de kilomètres et donc se refroidissant rapidement par perte de chaleur vers l'atmosphère en hiver et se réchauffant en été.



**Figure 67.** Température (en °C) de l'eau en surface simulée en hiver pour l'ensemble des côtes tunisiennes.



**Figure 68.** Température (en °C) de l'eau en surface simulée en été pour l'ensemble des côtes tunisiennes.

Des valeurs moyennes annuelles de la température de la mer, la température atmosphérique et du niveau de la mer ont été collectées dans le cadre du projet Co-Evolve4BG, elles sont présentées par le graphique ci-dessous :

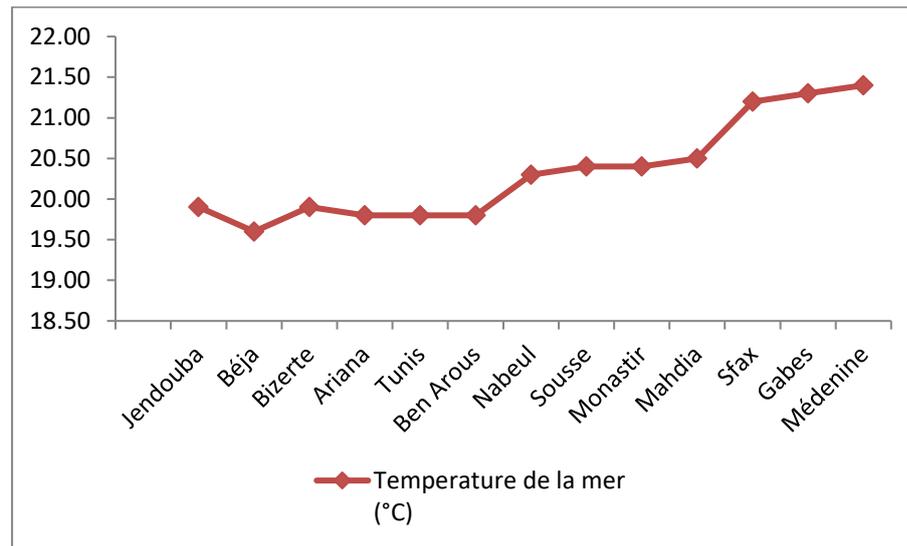


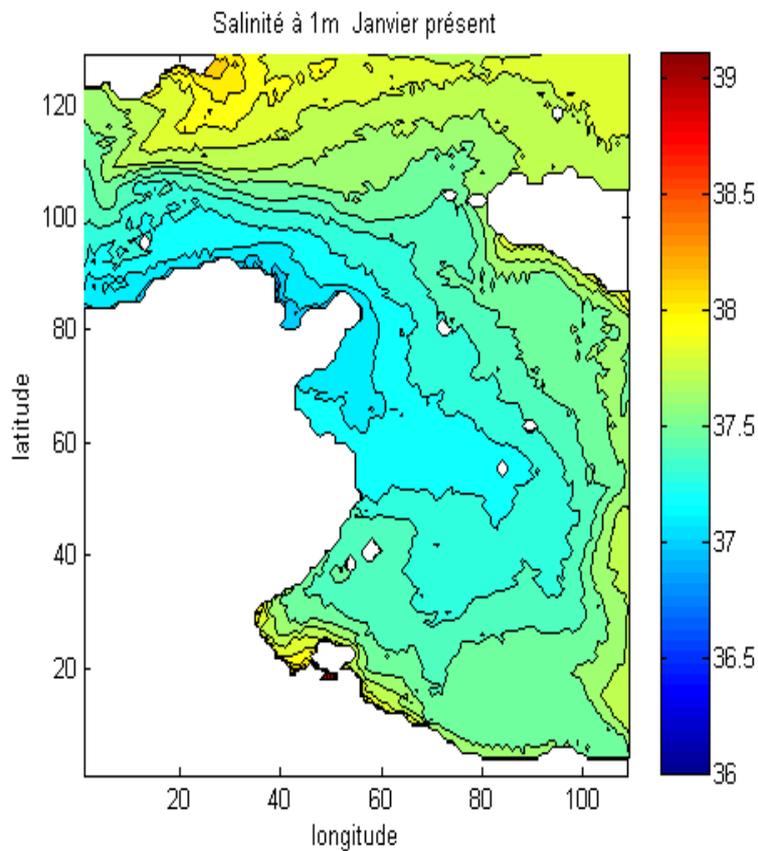
Figure 69. Moyennes annuelles de la température au niveau des gouvernorats côtiers

#### IV.1.3 Salinité des eaux

Les figures 71 et 72 montrent la salinité des eaux de surface (simulation d'un modèle numérique) pour les saisons hiver et été.

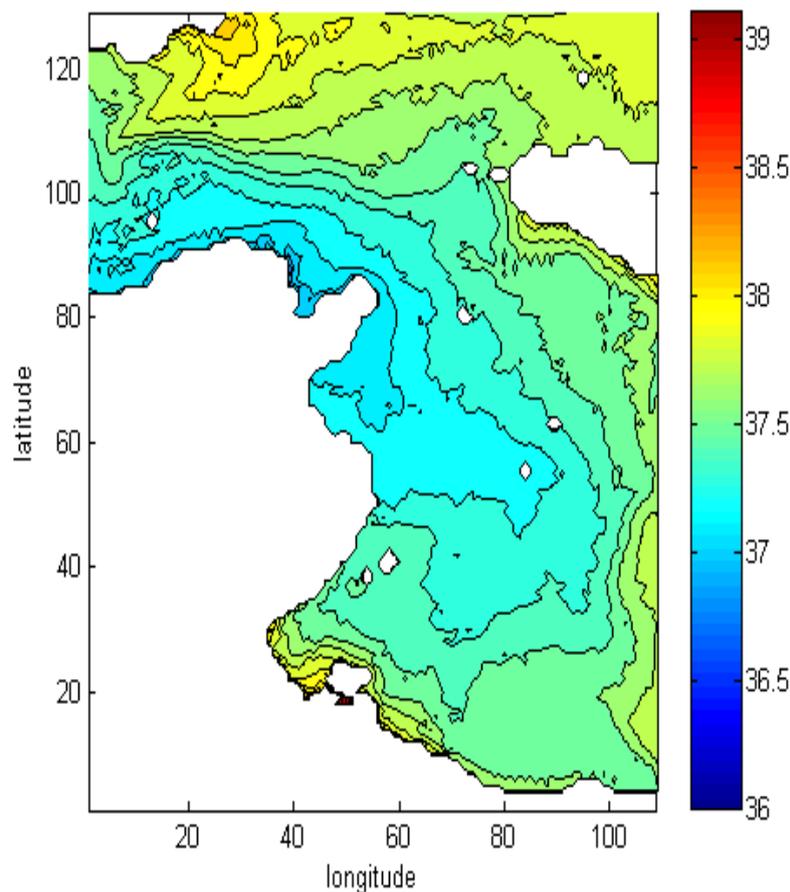
On observe que le minimum de salinité de surface trace la trajectoire de l'eau Atlantique. Le minimum de salinité (de l'ordre de 37) suit les côtes nord de la Tunisie et pénètre dans le détroit de Sicile. On remarque aussi que les valeurs les plus faibles de salinité simulées sont situées dans le golfe de Tunis, ce qui reflète les apports d'eau douce par l'oued Medjerda qui déverse dans le golfe.

En été le minimum de salinité est collé de façon plus importante aux côtes tunisiennes par rapport à l'hiver. Ceci est dû aux vents de surface qui sont dirigées de façon plus importante vers le sud-ouest en été. Une partie de l'eau Atlantique arrive donc au golfe de Gabès. Cela confirme aussi la différence de distribution des maximums de la salinité dans le golfe de Gabès entre l'hiver et l'été. En effet, en hiver les maximums sont localisés à l'intérieur du golfe alors qu'elles se trouvent plus au sud en été. Cette différence est due au courant d'origine Atlantique qui pénètre le golfe en été et ramène des eaux moins salées diminuant ainsi la salinité. En hiver ce courant est dirigé vers le sud-est et ne pénètre que très partiellement dans le golfe. On peut y observer que les plus grandes valeurs de salinité se trouvent au niveau du golfe de Gabès.



**Figure 70.** Salinité des eaux de surface en hiver au niveau des côtes tunisiennes.

Le minimum de salinité suit les côtes nord de la Tunisie et pénètre dans le détroit de Sicile. Les valeurs les plus faibles de salinité sont situées dans le golfe de Tunis, ce qui reflète les apports d'eau douce par l'oued Medjerda qui déverse dans le golfe. En été le minimum de salinité est collé de façon plus importante aux côtes tunisiennes par rapport à l'hiver. Ceci est dû aux vents de surface qui sont dirigées de façon plus importante vers le sud-ouest en été (Nouri, 2010).



**Figure 71.** Salinité des eaux de surface en été au niveau des côtes tunisiennes

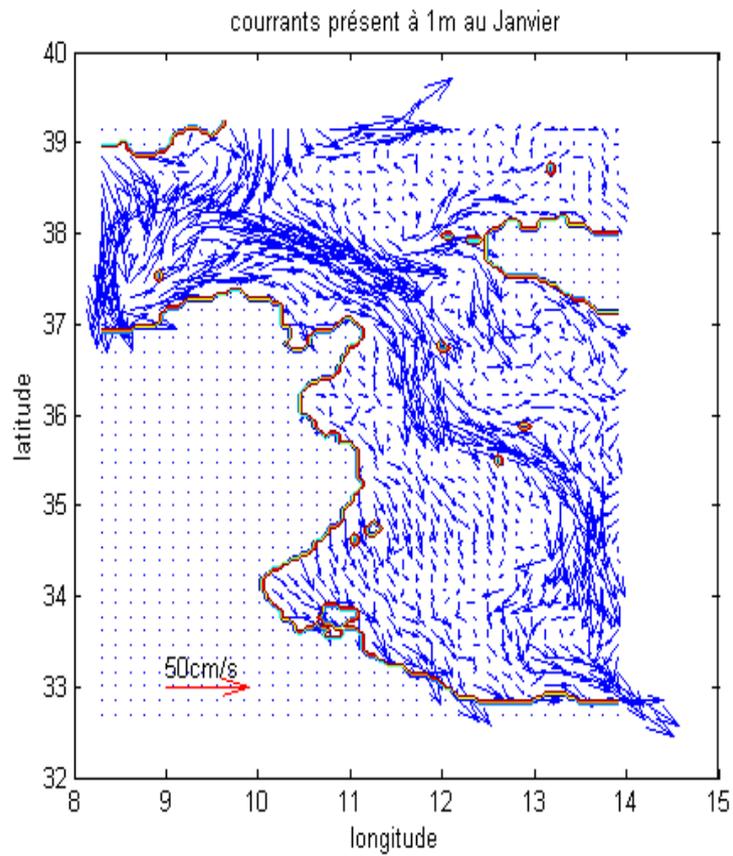
#### IV.1.4 Circulation des masses d'eau

La circulation des masses d'eau au niveau des côtes tunisiennes a été examinée par des observations (voir section après) et par des modèles hydrodynamiques. Plusieurs modèles ont été développés pour cet objectif.

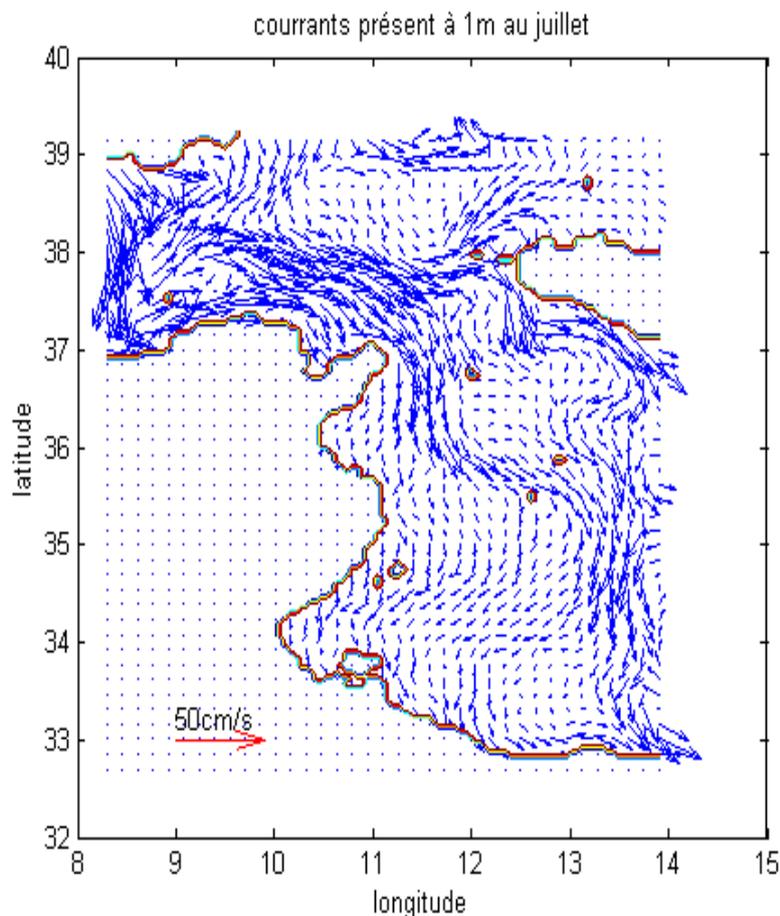
Un modèle de circulation des masses d'eau près des côtes tunisiennes a été mise en place à l'INSTM (Alioua et Harzallah 2008). Le modèle de l'INSTM s'intéresse aux phénomènes qui peuvent avoir lieu dans le plateau continental tunisien. Les figures 73 et 74 montrent les champs de courants obtenus par le modèle. D'après les résultats du modèle numérique, en hiver, la circulation générale de surface est sous l'influence du vent moyen de direction nord-ouest.

Le modèle reproduit la circulation générale de cette région avec l'entrée de l'eau Atlantique dans le détroit de Sicile. La veine de courant passant au nord des côtes tunisiennes se divise en deux

branches au niveau de son arrivée à la pointe de la Sicile. Cette distribution spatiale du courant montre bien une cohérence entre la simulation de courant et les observations.



**Figure 72.** Courants de surface en hiver simulés par le modèle



**Figure 73.** Courants de surface en été simulés par le modèle

Les courants qui intéressent les côtes nord tunisiennes sont principalement les courants généraux et liés au vent, les courants littoraux ou de houle, et dans un moindre degré les courants de marées.

En se basant sur l'analyse précédente, la circulation des eaux le long des côtes nord-tunisiennes doit être considérée comme partie intégrante des différents mécanismes hydrodynamiques affectant la région délimitée par la Tunisie, le canal de Sardaigne et le détroit de Sicile. Cette région forme la jonction entre trois sous-ensembles majeurs de la Méditerranée : le bassin Algéro-Provençal à l'ouest, la Mer Tyrrhénienne au nord et Méditerranée orientale à l'Est (bassin Ionien). Les transferts de masses d'eau de l'un de ces trois sous-ensembles vers les deux autres, sont contrôlés à travers cette région commune. De l'eau d'origine atlantique (MAW) y

est apportée par le Courant Algérien à travers le canal de Sardaigne sous la forme d'un courant plus ou moins diffus.

Un autre modèle hydrodynamique a été développé pour des régions de moindre étendue comme le modèle hydrodynamique qui décrit les circulations internes dans le lac Nord de Tunis avant aménagements. Récemment, le modèle couplé hydrodynamique et écologique des eaux côtières du golfe de Tunis (Moussa et Ben Charrada, 1997). Plus récemment, un modèle numérique couplé hydrodynamique-biogéochimie-transport-de-polluant a été mis en place par Béjaoui et al. (2017) pour étude de la circulation des eaux dans la lagune de Bizerte. Des mesures des courants dans la lagune de Bizerte ont été réalisées pour analyse et validation du modèle.

#### IV.1.5 Marée et circulation de la marée

La quantification des phénomènes associés à la marée (amplitude, phase) dépend de la géomorphologie et reste tributaire de mesures directes recueillies à l'aide de marégraphes. Sur la côte nord, des séries temporelles de quatre mois obtenus à Tabarka (BCEOM, 1981) montrent un marnage maximum de 45 cm. Les courants de marée sont faibles ( $v = 10 \text{ cm.s}^{-1}$ ) et sont sans action sur la dynamique sédimentaire. Des mesures obtenues en 2005 dans le cadre d'une étude «la variation du niveau de la mer dans sept ports en Tunisie » montrent :

- Le niveau moyen dans le port de Tabarka est variable est dépend directement des conditions météorologiques locale et surtout de la pression atmosphérique et en partie de la direction des vents et leurs forces,
- Les valeurs maximales sont atteintes en période d'accalmie météorologique quand la pression est supérieure à 1013 MB c'est le cas du 25 février (le niveau moyen atteint 24.46 cm). Les 31 mars et le 2 avril la hauteur du niveau moyen atteint respectivement 2.28 et 26.57 cm.
- Les valeurs minimales sont atteintes en période de mauvaises conditions météorologiques et de basse pression atmosphérique. C'est ce qui s'est produit le 11 février (7.86 cm) et le 7 avril (8.82 cm)

D'après les travaux de Molines (1991), l'amplitude de la marée dominante M2 (composante lunaire semi-diurne, de période 12h42mn) est estimée à 20 cm et la phase est estimée à 30°. Le point amphidromique local, c'est-à-dire là où, à la fois, l'amplitude de marnage est nulle et où le courant de marée est maximum est situé au centre du canal de Sicile.

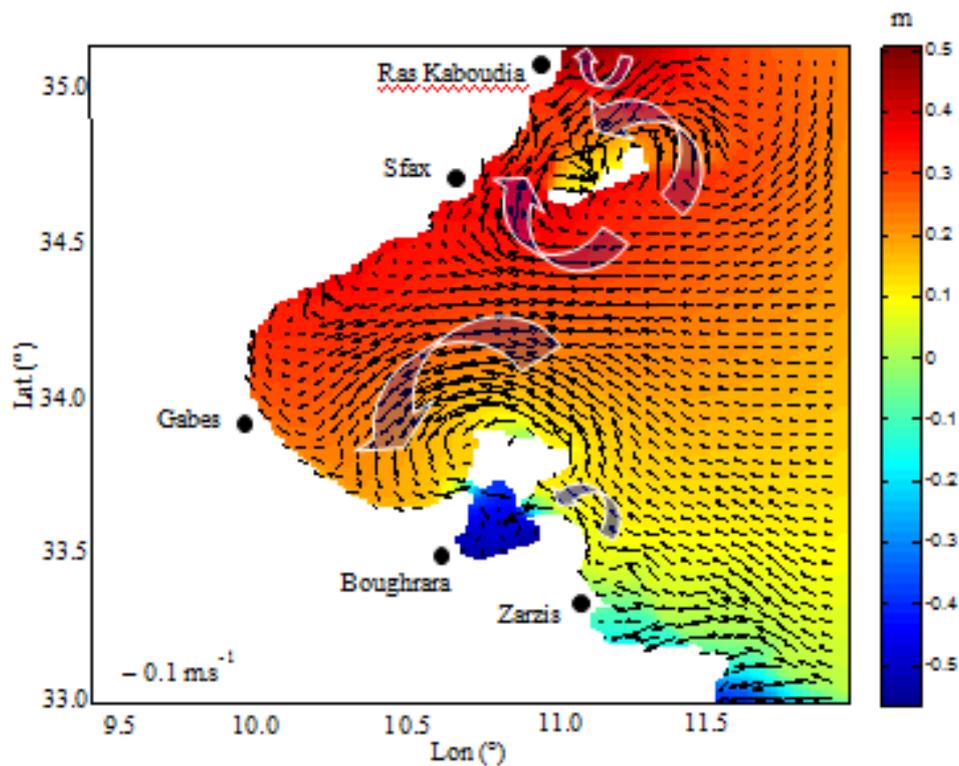
Le niveau de la mer est une mesure de la hauteur moyenne de la surface de l'océan, définit comme le point à mi-chemin entre la moyenne de marée, c'est-à-dire entre une marée haute et la marée basse moyenne, utilisée comme un standard dans l'élévation.

Le tableau 4 représente les mesures du niveau de la mer enregistrées dans différentes zones côtières en Tunisie et traduit l'importance de la marée dans le golfe de Gabès.

**Tableau 4.** Maxima de niveau de la mer enregistrés dans les différents gouvernorats côtiers (Co-Evolve4BG, 2021)

Gouvernorat	Niveau de la mer (cm NGT)
Jendouba	108,00
Béja	108,00
Bizerte	108,00
Ariana	118,00
Tunis	118,00
Ben Arous	118,00
Nabeul	100,00
Sousse	115,00
Monastir	115,00
Mahdia	115,00
Sfax	219,00
Gabes	243,00
Médenine	159,00

La marée comme l'élévation du niveau de l'eau peuvent induire des mouvements des masses d'eau. Pour plus de détails, nous présentons la circulation induite par la marée dans le golfe de Gabès la région où la marée est la plus importante sur les côtes tunisiennes. Ainsi, la circulation dans le golfe de Gabès induite par la marée présente un schéma cyclique de remplissage-vidange du golfe (Figures 75 et 76). Comme attendu pour une onde stationnaire, les courants de marées se dirigent vers la côte pendant le flot et remplissent le golfe. Ce dernier se vide pendant le jusant et les courants sont dirigés vers l'Est. Les simulations montrent que les courants de marée sont importants et intéressent tout le littoral du golfe de Gabès. Ces courants sont périodiques avec des intensités relativement élevées dans les zones peu profondes. Les figures 75 et 76 montrent, respectivement, la distribution spatiale des courants de marée et les niveaux de l'eau pendant le flot (Figure 75) et pendant le jusant (Figure 76).

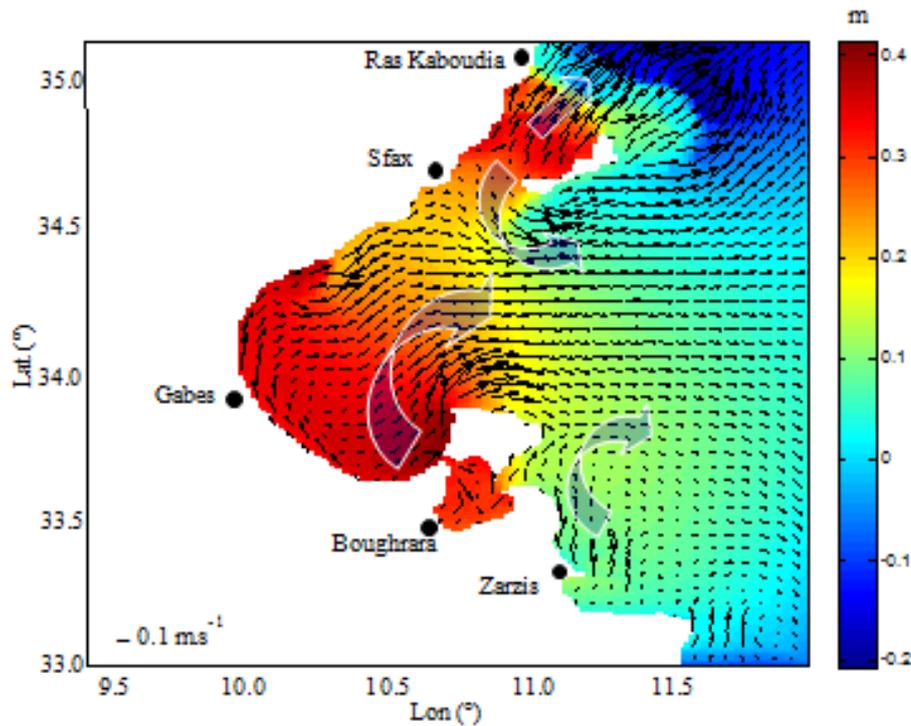


**Figure 74.** Courants de marée simulés et distribution spatiale des niveaux de l'eau pendant le flot. Les flèches indiquent les directions des courants et les couleurs désignent les niveaux de l'eau.

Pendant le flot, les courants sont dirigés du secteur Est vers le milieu du golfe avec des vitesses qui varient entre 10 et 20  $\text{cm.s}^{-1}$ . Ils ont des intensités relativement élevées dans les régions côtières peu profondes particulièrement au niveau de l'entrée Ouest de la lagune de Boughrara où ils peuvent atteindre 50  $\text{cm.s}^{-1}$ . Les masses d'eau venant du secteur Est du golfe sont bifurquées en deux veines ; une veine est dirigée vers le Nord en direction de l'île de Kerkennah et l'autre se dirige vers le Sud en direction de l'île de Djerba.

Les simulations montrent aussi une autre bifurcation des courants de flot où les eaux contournent l'île de Kerkennah par le Sud et le Nord pour se rejoindre après dans les chenaux et les passes localisés entre Sfax-Kerkennah. Devant Ras Kaboudia, le courant de marée simulée se divise en deux branches, l'une remontant à faible vitesse vers la région de Mahdia tandis que l'autre se dirigeant vers le Sud de Ras Kaboudia pour remplir le canal. A la pointe de Mahrès, une veine du courant se dirige au Nord vers le port de Sfax, et l'autre porte au Sud

vers l'entrée de la baie de Kneiss. Au Sud, les courants de flot arrivent de la partie Ouest de Djerba et dans la direction Ouest de la lagune de Boughrara où le remplissage se fait à la fois par les deux côtés Est et Ouest de la lagune. Au niveau de l'île de Djerba, le flot arrive à l'Ouest et s'étale dans le golfe de Gabès. Ses branches extrêmes se dirigent, l'une vers la baie de Kneiss, l'autre vers le canal d'Adjim. Ensuite, le flot longe parallèlement la côte, vers l'Ouest du golfe.



**Figure 75.** Courants de marée simulés et distribution spatiale des niveaux de l'eau pendant le jusant. Les flèches indiquent les directions des courants et les couleurs désignent les niveaux de l'eau.

Au jusant, les simulations ont montré que le trajet des courants de jusant est approximativement le même que celui du flot mais en suivant des directions sensiblement inverses et avec des intensités légèrement plus faibles. Les eaux sont essentiellement évacuées par les chenaux et les détroits. Dans ces chenaux, les cordes disposées en travers de la direction des masses de l'eau, se comportent comme des rides d'avant plage et amortissent le courant.

Le modèle de la propagation de la marée reproduit raisonnablement les caractéristiques principales du cycle de marée semi-diurne dans le golfe de Gabès. La distribution spatiale des paramètres de marée et la résonance de marée se produisant au centre du golfe sont en bon

accord avec les observations disponibles. En effet, les simulations montrent que les marées dans la partie Sud du golfe sont moins importantes que celles dans la partie Nord. La circulation des masses d'eau montre une analogie entre les secteurs Nord (île de Kerkennah) et Sud (lagune de Boughrara et île de Djerba) du golfe.

Les courants de marée remplissent l'île de Kerkennah par les deux cotés Nord et Sud de l'île et se rejoignent après dans les chenaux et les fosses. D'une manière analogue, les courants de marée arrivent de l'Ouest de l'île de Djerba et se propagent vers l'entrée Ouest de la lagune de Boughrara où ils remplissent la lagune par les deux cotés Est et Ouest.

#### IV.1.6 Houle

Une houle déferlante sur une plage avec une certaine obliquité donne naissance à un courant parallèle au rivage dont le sens est celui de la composante suivant le rivage de la célérité des lames. Ce courant, désigné le plus souvent par "courant littoral", reste principalement localisé dans la bande comprise entre le point de déferlement et la côte. C'est ce courant qui est à l'origine du transport des sables remis en mouvement (traction, saltation, suspension) par la houle. Il est fonction de la pente de la plage, de l'amplitude de la houle au déferlement, de sa période et de l'angle entre la direction de propagation et la normale à la plage.

**Tableau 5.** Les fetchs (étendue de la zone d'action du vent) de la côte nord

Nord à Nord-Est		Ouest à Nord-Ouest	
5°	570 km	270°	825km
45°	510km	290°	570km
70°	600km	310°	510km
***	***	335°	710km

Les houles au large sont de provenances dominantes ouest et nord-ouest. Le tableau 5 présente les hauteurs significatives Hs (m) en fonction de la période de retour. Les houles les plus actives sur les plages proviennent des secteurs Nord-Ouest (T=13s) et Nord-Est (T=11s), et subissent des réfractions aux abords du rivage.

**Tableau 6.** Les fetchs (étendue de la zone d'action du vent) de la côte nord

Période de retour (an)	1	10	100
Hs (m)	5.6	7.8	10



**Figure 76.** Secteurs de houles et fetchs auxquelles sont exposées les côtes nord (WWF/APAL, 2007)

## **IV.2 Banques de données océanographiques**

### **IV.2.1 Observatoire du Littoral**

Afin d'assurer le suivi des écosystèmes littoraux, l'APAL s'est dotée d'un dispositif dynamique de collecte, de production et de traitement de données relatives au littoral. L'objectif de ce dispositif étant de disposer régulièrement d'un diagnostic précis de l'état du littoral et du produit de son interaction avec les différentes actions naturelles et anthropiques qui le régissent, il s'agit de l'Observatoire du Littoral.

L'observatoire assure ainsi un rôle de collecte et de production de données, de traitement, d'analyse et d'interprétation de ces données.

L'Observatoire est en effet une entité particulière qui se trouve à la croisée des chemins entre d'une part la planification de la gestion du littoral, sa mise en œuvre à travers des programmes et des projets et la production de données relatives à ce littoral. L'observatoire observe en effet les évolutions qui se produisent sur le littoral, collecte les données et fournit les informations utiles pour une meilleure surveillance et planification. Il est de ce fait en relation étroite avec l'ensemble des acteurs qui s'investissent sur le littoral à tous les niveaux de la gestion et de surveillance.

Ces partenaires sont multiples et variés, il y a lieu de les identifier de manière précise et exhaustive, il s'agit essentiellement et à ce titre de :

- Les structures administratives centrales en charge de questions environnementales telles que le Ministère de l'Environnement, l'ANPE, L'ANGED, le CITET, l'OTEDD,
- Les structures administratives centrales en charge de la gestion et du suivi des milieux, des écosystèmes et des ressources naturelles et plus particulièrement le Ministère de l'Agriculture et ses structures annexes,
- Les structures administratives centrales en charge du suivi climatique comme l'INM et le CHOMN
- Les structures administratives centrales en charge de la production des fonds et données SIG comme le CNCT
- Les laboratoires et les structures de recherche impliqués dans des thématiques en relation avec la surveillance du milieu marin, comme L'INSTM

- Les structures régionales et plus particulièrement l'administration déconcentrée environnementale et de développement et d'aménagement,
- Les organisations non gouvernementales les plus actives dans le domaine du littoral,
- Les structures et les organismes régionaux, méditerranéens et internationaux agissant dans les domaines de la gestion et du suivi des écosystèmes littoraux, comme le CAR/PAP

### 1. Données météo-océanographique et physico-chimiques

L'APAL dispose actuellement d'un réseau de mesure opérationnel composé de :

- 05 Bouées fixes déployées en mer au niveau de Tabarka, Ghar El Melh, Monastir, Chebba, et Djerba ;
- 07 Marégraphes implantés au niveau des ports de pêche de Tabarka, Ghar El Melh, la Goulette, le port de plaisance Yasmine Hammamet, Gabès, Zarzis et HoumetEssouk-Djerba
- 04 Bouées mobiles.



Figure 77. Positions des bouées fixes et des marégraphes



**Figure 78.** Description du système de mesure existant

Les applications permettent l'acquisition, la transmission, la collecte des données, leur intégration dans la base de données, et enfin leur affichage à l'utilisateur. Il s'agit donc de :

- L'acquisition et la transmission des mesures par GPRS : implémentée sur l'automate d'acquisition et de télétransmission de la station (bouée fixe, marégraphe).
- L'application mobile « LinkComm » qui permet la récupération manuelle sur site des données de l'automate d'acquisition, sa configuration et sa maintenance.
- L'application « Hydras3 » qui permet de collecter les données via GPRS et de les enregistrer dans une base de données.

## 2. Processus de diffusion de l'information

Le Système d'Information du Littoral est développé afin de répondre en grande partie aux besoins du Système de Surveillance du Littoral. Il doit pour ce fait s'équiper en bases de données géographiques qui assureraient le suivi des évolutions du littoral. Sur cette base, le Système d'Information du Littoral est amené à effectuer et de manière régulière et continue les tâches suivantes :

- La collecte de l'information.
- L'acquisition de l'information.
- Le traitement et l'analyse de l'information.
- La production et la diffusion de l'information à travers des GISWEB.

Il n'existe pas aujourd'hui de processus de diffusion de l'information traitée proprement dit. Nous pouvons considérer qu'à travers l'application Internet « SIAD APAL », le grand public n'a pas la possibilité de consulter les mesures.

Le SIAD « Système d'Information et d'Aide à la Décision » est un dispositif de surveillance côtière et marine de l'ensemble du littoral tunisien développé par l'APAL chargé de la mesure, de la collecte, du stockage, de la gestion, du traitement, de l'analyse, de l'interprétation et de la diffusion de l'information météo-océanographique et physico-chimique à partir d'un réseau de mesure de données en temps réel par satellite dans une optique de facilitation de la prise de décision en matière de surveillance, de suivi et de l'alerte pour la prévention, l'atténuation, l'adaptation et la résilience du littoral tunisien et de la biodiversité marine face aux menaces engendrées par les effets de la pression humaine, du Changement Climatique et les catastrophes naturelles tel que la pollution côtière et marine.

### IV.2.2 Base de données hydrographique du CHOMN

Le Centre Hydrographique et Océanographique de la Marine Nationale (CHOMN) dispose d'une base de données appréciable relative aux mesures de niveau d'eau dans les principaux ports tunisiens et aussi aux levées de sondes bathymétriques. Ses séries temporelles sont enregistrées en continu depuis 1999 et ce dans les ports de Bizerte, Goulette, Sousse, Sfax et Zarzis.

Le CHOMN dispose également de séries de niveau plus anciennes (i.e. antérieurs à 1999) qui ont été correctement archivées après avoir subi les contrôles de qualité conformément aux normes de l'OHI. L'accès à ces données de niveau ne peut être obtenu qu'après l'accord préalable du ministre de la Défense Nationale.

#### **IV.2.3 Base de données de l'INM**

L'INM possède un réseau de mesures météorologiques et atmosphériques. Il est aussi en charge des mesures sismiques et dispose de plusieurs stations dont deux opérant en temps réel. L'INM est donc le principal producteur de données météorologiques en Tunisie. Sa base est riche et est très bien structurée. Plusieurs interfaces sont développées pour générer des produits accessibles aux consommateurs. C'est ainsi que sont générés des statistiques quotidiennes et mensuelles.

La base de données disponible auprès de l'Institut National de Météorologie (INM) est riche et pertinente en données météorologiques du milieu terrestre. En effet, celle-ci est la plus complète contenant toutes les observations horaires enregistrées au niveau des stations dites synoptiques, soit sept (7) réparties le long des côtes tunisiennes. Il s'agit des stations de Bizerte, Tunis, Kélibia, Sousse, Sfax, Gabès et Djerba.

Pour ce qui est de l'accès aux données, certaines données sont « publiques » et accessibles par tous librement. D'autres données plus spécifiques sont fournies sur demande. Cependant, une dérogation est accordée aux étudiants (Mastère & Doctorant) moyennant une convention dument signée entre les deux parties c'est-à-dire l'établissement où sont inscrits l'étudiant et l'INM.

#### **IV.2.4 Observatoire de la Mer de INSTM**

L'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM) est un établissement public à caractère scientifique, placé sous la tutelle du ministère de l'Agriculture.

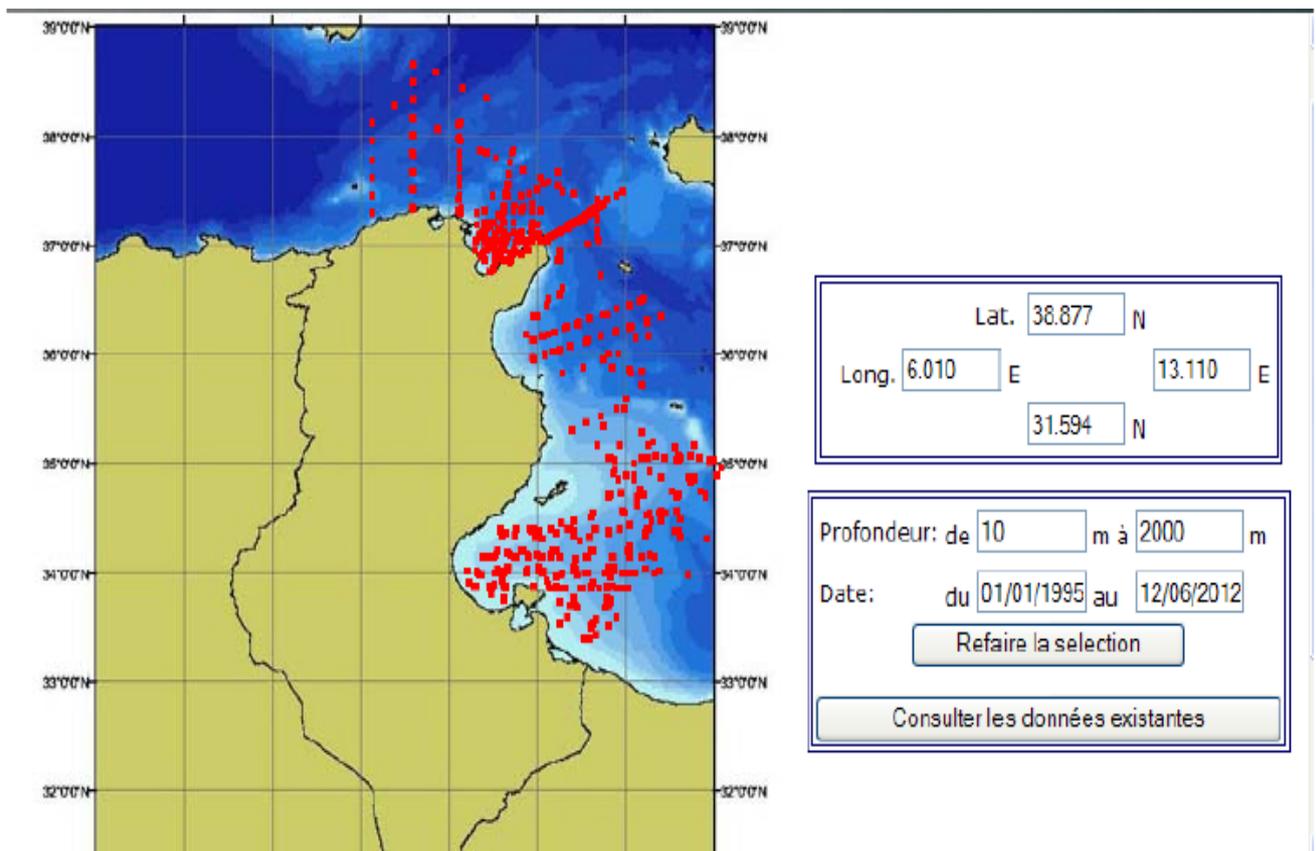
L'observatoire de la mer de l'INSTM assure la collecte des données générées par les actions de recherche, leurs contrôles qualité et leurs archivages et diffusion sous la forme de produits de données. L'observatoire gère plusieurs bases de données dont les plus importantes sont :

## 1. Base de données hydrologique

La base de données hydrologique contient de deux types :

1. Les données CTD (Conductivity, Temperature&Depth) sont collectées (conformément aux standards internationaux) avec une bathysonde (SBE, 911 plus) régulièrement calibrée.
2. Les données bouteilles, concernent les mesures de la qualité de l'eau; les sels nutritifs et les dosages pigmentaires.

Ces données sont rendues disponibles à partir de la troisième année de leur génération. Celles de moins de trois ans sont consultables auprès de l'Observatoire de la Mer. Ainsi, les interfaces web de la base permettent la consultation des données existantes. Les données peuvent être également extraites sous format texte. L'utilisateur de la base « Hydro » doit créer un compte au préalable dans la base. Cette base de données comptabilise actuellement plus de 1000 profils CTD et plus de 9000 paramètres bouteilles collectés depuis 1995. La répartition géographique de ces données montre que les golfes de Tunis et de Gabès sont les zones les plus prospectées.

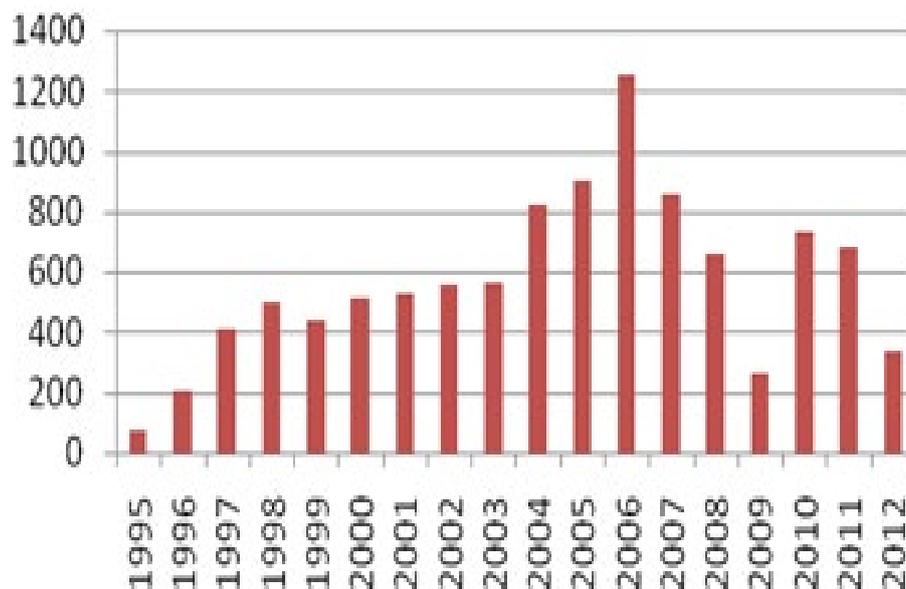


**Figure 79.** Répartition géographique des profils CTD accomplis depuis 1995.

## 2. Base de données du plancton

Cette banque de données contient les données collectées dans le cadre du Réseau National de Surveillance Phytoplanctonique (REPHY) instauré depuis 1995 dans plus de 15 sites.

La masse de données que contient ce réseau, constitue une plateforme intéressante pour dégager les principales tendances de variations à moyen et long terme des populations phytoplanctoniques. Ce réseau comptabilise jusqu'à l'année 2012 plus de 8716 observations réparties sur 16 années d'observation.



**Figure 80.** Evolution des observations phytoplancton depuis 1995.

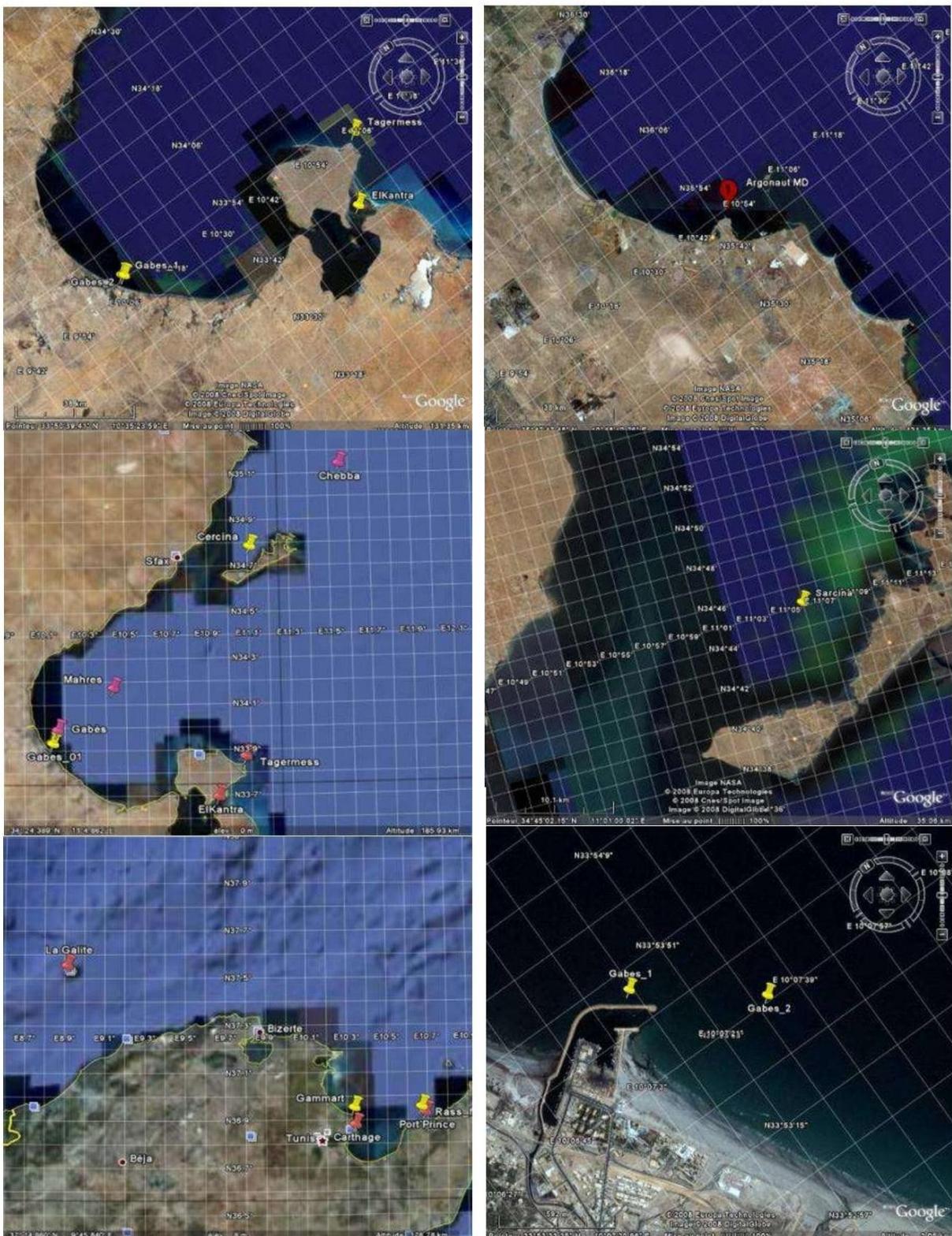
## 3. Base de données physique

Pour répondre à des problématiques ciblées de recherche scientifique, le Laboratoire du Milieu Marin (LMM) de l'INSTM a déployé des courantomètres [ADCP &Argonaut], des marégraphes et des houlographes. Il a pu ainsi obtenir des séries temporelles de courant et de niveau de l'eau de mer (de 15 jours à trois mois) pour renseigner sur les principales particularités hydrodynamiques qui prévalent dans la zone de déploiement.

**Tableau 7.** Inventaire non exhaustif des instruments déployés par l'INSTM

Niveau de l'eau & Courant										
Instrument	Station			WaveBurst	$\Delta t$ (sec)	Date de début d'enregistrement	Date de mise à l'eau	Date de réception	Date de la fin de l'enregistrement	Profondeur
	Nom	Longitude	Latitude							
RBR 2050P N°13351	Gammart_N51	36°54.929	10°19.322	2048	1200	13/07/2007 12:00	16/07/2007 13:00	05/09/2007 08:40	06/09/2007 11:20	5.2
RBR 2050P N°13352	Goulette_N52	36°48.580	10°18.725	2048	1200	13/07/2007 12:00	16/07/2007 11:20	05/09/2007 10:00	06/09/2007 16:00	5
RBR 2050P N°13353	Ras Fartas_N53	36°55.051	10°39.388	2048	1200	13/07/2007 12:00	17/07/2007 11:00	05/09/2007 00:00	04/09/2007 09:20	5.1
RBR 2050P N°13351	Gabes_N51	33°53.782'	10°07.164'	2048	360	09/09/2007 12:00	11/09/2007 09:26	16/11/2007 00:00	26/10/2007 12:00	3.6
RBR 2050P N°13352	Djerba (Djorf)	33°39.925'	10°45.756'	2048	360	09/09/2007 12:00	11/09/2007 14:43	Perdu		
RBR 2050P N°13353	Djerba (Tagermess)	33°49.875'	11°03.682'	2048	360	09/09/2007 12:00	12/09/2007 11:52	16/11/2007 00:00	26/10/2007 12:00	3.2
RBR 2050P N°13351	Gabes_2	33°53.550	10°07.523	2048	360	06/03/2008 12:00	06/03/2008 12:00	15/05/2008 15:24	15/05/2008 15:24	7.1
RBR 2050HT N°014391	Cercina	34°44.824	11°05.714	2048	360	09/09/2007 14:00	10/09/2007 14:06	25/10/2007 20:42	25/10/2007 20:42	3.9
Argonaute	Monastir	35°46.880	10°50.798	-	600	19/02/2008 11:15	19/02/2008 11:15	31/03/2008 11:45	31/03/2008 13:15	22
ADCP	Carthage			2048	1200	08/06/2007 11:00	08/06/2007 11:00	06/07/2007 10:20	06/07/2007 10:20	

Niveau de l'eau & Courant										
Instrument	Station			WaveBurst	$\Delta t$ (sec)	Date de début d'enregistrement	Date de mise à l'eau	Date de réception	Date de la fin de l'enregistrement	Profondeur
	Nom	Longitude	Latitude							
ADCP	Djerba (Tagermess)	33°49.875'	11°03.682'	2048	1200	11/09/2007 21:57	12/09/2007 09:07	29/10/2007 03:07	29/10/2007 03:07	3.2
Argonaute	Elkantara	33°39.317	10° 55.583'			28/05/2008 14:00	28/05/2008 14:00	08/07/2008 12:00	08/07/2008 12:00	3.2
ADCP	La Galite	37° 30.967'	8° 54.000'	2048	1200	20/06/2008 16:00	26/06/2008 12:00	08/10/2008 17:00	08/10/2008 17:00	21
Argonaute	Port Prince	36° 53.583'	10° 40.526'			06/05/2008 17:30	06/05/2008 17:30	07/07/2008 02:00	07/07/2008 02:00	17
ADCP	Chebba	35°06.155'	11° 32.462'	1048	3600	06/12/2008 17:00	25/12/2008 15:00	18/03/2009 09:00	18/03/2009 09:00	15
ADCP	Mahres	34°07.950'	10° 25.376'	1048	3600	06/12/2008 17:00	24/12/2008 15:00	15/02/2009 07:10	15/02/2009 07:10	16
RBR 2050P N°13351	Mahres	34°07.950'	10° 25.376'	2048	360	19/03/2009 08:00	19/03/2009 12:00	31/05/2009 11:48	26/05/2009 07:48	16



**Figure 81.** Positions nominales des marégraphes (en jaune) et courantomètres (en rouge).

---

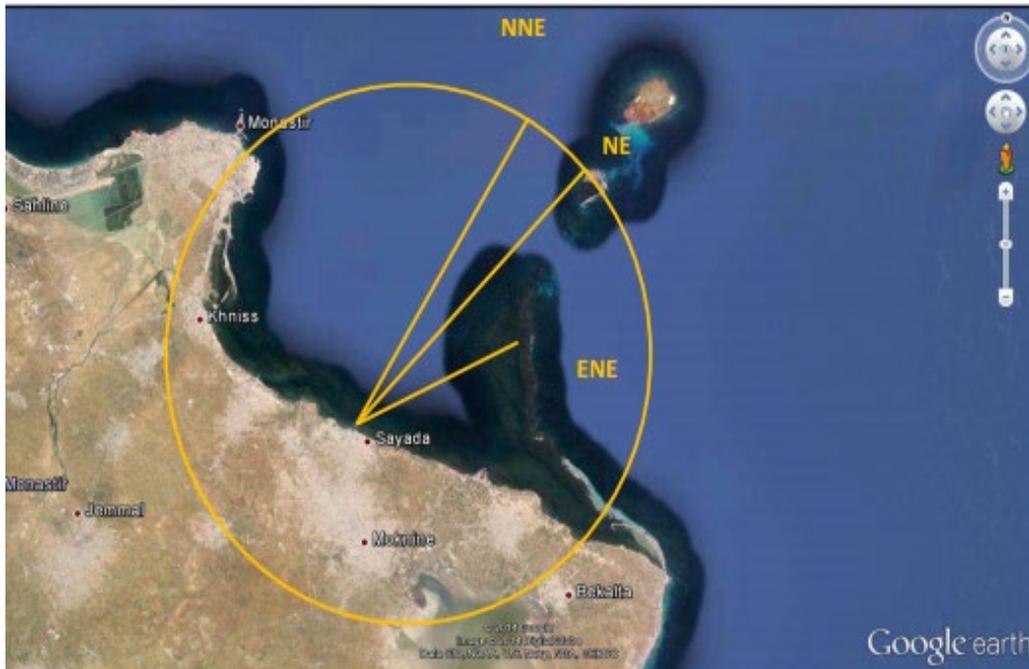
## V. Planification

La planification concerne les projets de construction et études d'envergure. Ces activités/projet/études concernent essentiellement les constructions portuaires, les travaux de protections des ports, les dragages des ports de pêches et de commerce, les implantations de nouvelles unités industrielles, etc.

En ce qui concerne les opérations de dragage des ports de pêches, un état des actions réalisées prévues a été présenté plus haut. Il en découle que la quantité de sédiment draguée dans certains ports de pêches ont atteint 40000 m<sup>3</sup> alors que la quantité draguée à l'horizon 2025 peut atteindre 15000 m<sup>3</sup> pour certains ports.

Concernant la protection des ports de pêches, certains projets sont prévus. Nous citons la protection du port de pêche de Sayeda (Gouvernorat de Monastir), le port de pêche de Menzel Abderrahmen.

L'étude de protection du port de pêche de Sayada contre l'agitation est en cours de préparation par la Direction Générale des Services Aériens et Maritimes. Cette étude a été établie à la suite d'un problème d'agitation relevé à l'intérieur du port de Sayada. En effet, selon les enquêtes réalisées sur site, l'agitation dans le port est engendrée par les clapots provenant des directions NNE à E. Cette agitation provoque une gêne à l'accostage des barques à l'intérieur des bassins et particulièrement le long du quai Nord. Le franchissement de la digue secondaire qui a un niveau très bas accentue le problème d'agitation. Un franchissement de la digue Nord est également signalé par les exploitants du port.



**Figure 82.** Directions des vents influents sur la zone d'étude

La variante retenue pour la protection du port de pêche Sayada contre l'agitation consiste à un :

- Déplacement de la digue secondaire ;
- Rehaussement et prolongement de la digue principale ;
- Enlèvement de la digue secondaire actuelle
- Dragage de la zone située entre la digue secondaire actuelle et projetée

Dans le cadre de protection du littoral de Rejich-Salakta contre l'érosion marine, une étude en cours d'élaboration est conduite par la Direction Générale des Services Aériens et Maritimes dont l'objectif est l'amélioration de l'état actuel du littoral en vue de rétablir des conditions propices à une vie balnéaire.



**Figure 83.** Localisation géographique de la zone d'étude

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- Diagnostic de l'état actuel du littoral qui s'étend de la lagune de Ben Ghayadha jusqu'au port de pêche de Salakta et détermination des zones les plus touchées par l'érosion marine.
- Réalisation des études hydrauliques et sédimentologiques afin d'étudier et de déterminer le mécanisme hydro-sédimentaire du littoral des zones prioritaires pour la protection.
- Proposition des solutions de protection contre l'érosion marine des tronçons prioritaires et choix des solutions optimales.

Un autre projet de protection du littoral Tunisien est en phase 4 de son étude (PPLT 4) et il concerne :

- La protection du littoral allant de Sousse sud à Skaness (Monastir)
- La protection de la zone Nord-Est de Jerba
- La protection de Beni Khair à Yasmine Hammamet

Dans le même contexte, la protection du Kantaoui sud de Sousse contre l'érosion côtière s'intègre dans la troisième phase de PPLT. Les composantes des travaux sont :

- Protection de la plage périphérique de Marina Kantaoui (3km).
- Diminution du transport de sédiment
- Installation des brises lames sous-marines

D'autres études planifiées par la Direction Générale des Services Aériens et Maritimes (DGSAM, Ministère de l'Équipement et de l'Habitat), nous citons **l'Étude du Plan Directeur des Ports de Pêche –Tunisie** et qui consiste à faire une diagnostique de la situation des ports de pêche et à identifier les besoins en futurs aménagements, infrastructure et superstructure.

Dans le cadre de développement socio-économique de certaines zones côtières en Tunisie, la planification relative à l'installation de nouvelles structures propose un modèle de développement prenant en considération les spécificités culturelles, économiques et environnementales, parmi les nouvelles structures projetées on peut citer :

### **1. Pont Jorf – Ajim (Jerba)**

Le projet consiste à construire un nouveau pont de 2 km de long entre Al-Jorf sur la partie continentale et Ajim à l'extrême sud-ouest de l'île de Jerba.

Les objectifs principaux du projet sont les suivants :

- Améliorer l'accessibilité et l'attractivité de l'île de Jerba et promouvoir le secteur du tourisme,
- Promouvoir les activités économiques et le commerce entre l'île et le continent,
- Améliorer le mouvement des personnes et des véhicules,
- Offrir aux usagers de la route de meilleures conditions de confort et de sécurité

### **2. Usine de dessalement de Gabès**

Le dessalement de Gabès produira 50 000 mètres cubes d'eau dessalée par jour au moyen d'une installation d'osmose inverse. L'eau dessalée sera utilisée par le Groupe Chimique Tunisien (GCT), l'entreprise publique qui extrait, transforme et exporte le phosphate.

La principale justification du projet est la préservation des ressources locales actuellement utilisées par le GCT. La substitution de l'eau osmosée à l'eau de l'aquifère naturel est considérée comme un moteur voir une force motrice.

L'usine de dessalement comprend :

- Une tour de prise d'eau de mer au large avec une conduite d'eau de mer
- Une station de pompage d'eau de mer comprenant un bassin d'eau de mer, plusieurs canaux de filtration grossière, des baies de pompage et des lignes d'injection de produits chimiques
- Pompes de levage avec filtres et unité de flottaison



**Figure 84.** Plan de parcelle préliminaire usine de dessalement

### 3. Terminal vraquier de Bizerte

Le projet prévoit la construction d'un terminal vraquier à Bizerte dédié au déchargement, stockage et manutention du Pet Coke à usage des cimentiers en premier lieu et toute autre industrie qui sera reconverti en pet coke.

Le périmètre fonctionnel comprend un quai, des digues de déchargement et la zone de stockage de 80,000 T. S'y ajoutent les bâtiments administratifs, de sécurité et d'entretien du matériel.



Figure 85. Périmètre fonctionnel terminal vraquier à Bizerte

#### 4. Centre/parc logistique de Zarzis

Le projet développera une zone logistique à Zarzis comprenant un parc logistique de 1000 hectares. Le projet vise à soutenir le développement du port de Zarzis et d'une zone franche qui alimentera les plateformes pétrolières offshore. Le parc logistique de Zarzis sera un pôle économique adjacent au port de Zarzis, comme le montre la figure suivante :

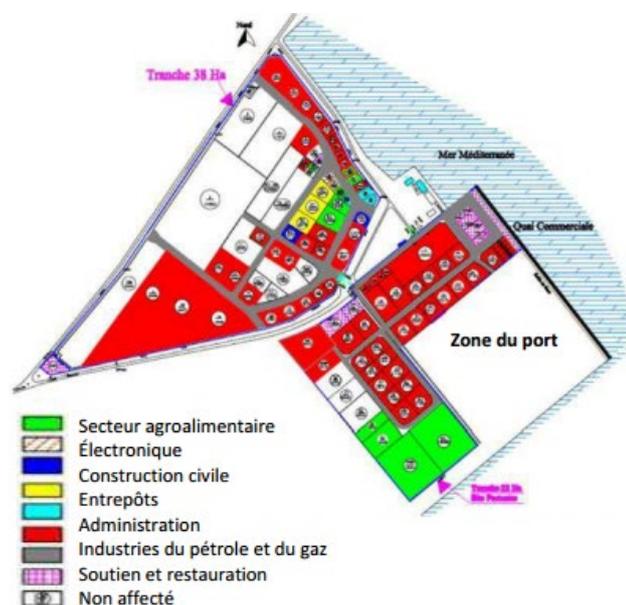


Figure 86. Schéma conceptuel du parc logistique de Zarzis

Les principaux avantages du parc :

- Le parc logistique de Zarzis est entouré des principales installations de transport et d'activités commerciales/touristiques,
- Un emplacement stratégique : à 70 km de la Libye et à 200 km de l'Algérie
- Proche de l'aéroport international de Djerba-Zarzis : à 2 heures de l'Europe
- Le port commercial de Zarzis est relié au parc

### 5. Zone logistique de Gargour (Sfax)

Le projet développera une zone logistique à Gargour à 18 km au sud de Sfax. Le projet vise à soutenir le développement du port de Sfax qui a commencé à recevoir les navires Ro-Ro et d'être un nœud logistique pour la deuxième ville la plus importante de Tunisie.

Les principales caractéristiques de la plateforme sont les suivantes :

- Transit via la zone logistique : 3 800 000 tonnes de marchandises (en 2025)
- Surface de la zone logistique : 30 hectares
- Zone administrative, opérateurs et services : 1,2 hectares
- Terrain et bâtiment foncier administratif des douanes : 0,1 ha (superficie au sol : 560 m<sup>2</sup>) Terrain et bâtiment opérateur : 0.7 ha (rez-de-chaussée: 3000 m<sup>2</sup>)
- Ateliers et parkings automobiles : 1.3 ha (2700 m<sup>2</sup>)



**Figure 87.** Localisation de la plateforme logistique de Gargour

## VI. Conclusion

Le rapport suivant fournit une base de référence sur la situation liée au suivi de l'IC 15 en Tunisie, selon la fiche d'orientation. Il reprend les études réalisées pouvant être rattachées à l'IC 15.

Le littoral tunisien constitue un espace privilégié sur lequel se concentre l'essentiel des établissements humains et des activités économiques, industrielles et touristique du pays. Le littoral tunisien se subdivise en linéaire ayant une façade sur mer et un autre abritée qui renferme trois systèmes naturels qui sont les îles, les oasis et les zones humides ; il se caractérise par la variété des formes paysagères. En effet La façade nord de la Tunisie est exposée aux vents fréquents et forts et se caractérise par la turbulence de ses eaux marines profondes ce qui explique le caractère accidenté, étroit, rocheux et généralement à forte pente de cette partie du littoral. La façade orientale quant à elle se distingue par un plateau continental étendu peu profond. Ceci offre des habitats et micro-habitats diversifiés et remarquables par la présence d'espèces de benthos.

L'érosion est un risque déjà présent dans les différents types de côtes essentiellement dans les côtes basses meubles et celles sableuses. A titre d'exemple, les côtes rocheuses et à falaise subissent une érosion et ne font pas l'objet des aménagements importants.

La zone côtière de la Tunisie supporte la majorité des exploits industriels pour le pays (textile, les industries métallurgiques et transformation des aliments) et abrite des installations publiques telles que des universités, des lycées, des écoles, des hôpitaux, des infrastructures de transport et des installations portuaires). Cependant, tous ces projets et/ou tout type d'aménagement relatif à ces projets obéissent obligatoirement à des études d'impacts sur l'environnement.

Concernant les conditions hydrographiques, les données relatives aux vagues et aux courants doivent être essentiellement évaluées, avec les changements en matière de processus de transport des sédiments et de turbidité pour les sites sableux et la salinité et/ou les changements de température dans le cas des structures associées à des rejets d'eau, des extractions d'eau ou des changements en matière de mouvements d'eau douce. Ces données peuvent par la suite servir pour les projets futurs sur le littoral tunisien. Ainsi, les bouées installées par l'APAL

peuvent être grandement exploitées pour étudier les altérations hydrographiques induites par les nouvelles structures au niveau de la zone côtière ; elles fournissent toutes les données d'entrée nécessaires pour toutes aménagements sur le littoral.

Malgré la situation relativement difficile, la Tunisie accorde une importance majeure à la planification de nouvelles structures futures (Pont Jorf–Ajim à Jerba, usine de dessalement de Gabès, centre/parc logistique de Zarzis, etc.). Cette planification vise essentiellement le développement socio-économique de certaines zones côtières tout en considérant les spécificités culturelles, économiques et environnementales de chaque zone.

## Remerciements

*Appui à la mise en œuvre efficace de la surveillance et de l'évaluation intégrées de la mer et des côtes méditerranéennes basées sur l'approche écosystémique et à l'élaboration du rapport sur la qualité de la Méditerranée 2023 en cohérence avec la directive-cadre "Stratégie pour le milieu marin" (EcAp MED III) 2020-2023. Cette activité s'est tenue dans le cadre du projet EcAp MED III, financé par l'Union européenne.*

*Cette publication a été réalisée avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de la Tunisie et ne reflète pas nécessairement les vues de l'Union européenne.*

## Références

Alioua M., Harzallah A., 2008. Imbrication d'un modèle de circulation des eaux près des côtes Tunisiennes dans un modèle de circulation de la mer Méditerranée. Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 35, 169 -175.

APAL, 2017 : Adressing Climate Change Vulnerabilities and Risks in vulnerable coastal areas of Tunisia : ‘lutter contre les vulnérabilités et les risques liés aux changements climatiques dans les zones côtières vulnérables de la Tunisie.

APAL-PNUD, 2012 : Étude de la carte de la vulnérabilité du littoral Tunisien due aux Changements Climatiques - Groupement IHE-GEOMATIX.

BCEOM, 1981 : Étude de l'extension des ports de pêche de Tabarka et Kelibia, problèmes de transit littoral et de sédimentation, 20 p.

Bejaoui B., Solidoro C., Harzallah A., Chevalier C., Chapelle A., Zaaboub N., Aleya L., 2017. 3D Modeling of phytoplankton seasonal variation and nutrient budget in a southern Mediterranean Lagoon. Marine Pollution Bulletin, 114, 962-976.

Ben Mustapha K, Hattour A., 1992: Les herbiers de posidonies du littoral tunisien. 1. Le golfe de Hammamet. Notes Inst. Nation. Sci. Tech. Oceanogr. Pêches, Salambô-2. pp. 1-42.

Ben Mustapha K., Hattour A., Mhetli M., El Abed A, Tritar B., 1999 : Bionomie des étages infra- et circa-littorales du golfe de Gabès. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer (Tunisie). 26,5-48.

Bilan de base national des années 2003, 2008 et 2018 : Données mesurées par les services de la Direction de contrôle des activités polluantes de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement « ANPE ».

Boudouresque C.F., 1997 : Situation de la biodiversité marine et lagunaire en Tunisie. Recommandations. Programme des Nations Unies pour le Développement, Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP-RAC/SPA) : 1-154.

Brahim F., 2017 : Littoralisation et déséquilibres du milieu côtier dans le Sahel tunisien. Actes du 3ème 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». Pub. Fac. Lettres et Sc. Hum. Sousse et Dar Alittihad d'édition et de distribution pp. 95-122.

Buchhorn M., Smets B., Bertels L., Lesiv M., Tsendbazar N.E., Masiliunas D., Linlin L., Herold M., Fritz S., 2020: Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: Collection 3: epoch <YEAR>: Globe (Version V3.0.1) [Data set]. Zenodo. DOI:<DOI>10.5281/zenodo.3939050.

CSE (Commission de la Sauvegarde des Espèces), 2008 : La Méditerranée : Menace sur un haut lieu de la Biodiversité. La Liste rouge de l'UICN des espèces menacées : 2 pp.

Fathallah S., Halouani N et Gueddari M., 2010 : Evolution spatio-temporelle du trait de côte de Sousse à Monastir (Est de la Tunisie). *Geo-Eco-Trop.* Vol 34 p 103 – 112.

Khemiri S., Gaamour A., 2009 : Relation taille –masse, condition relative et cycle sexuel des anchois et des sardines des côtes Tunisiennes. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô.* Vol. 36.

Marzougui W, Oueslati A., 2017 : Les plages de la côte d'Ejjehmi-Soliman (golfe de Tunis, Tunisie) : exemple d'accélération de l'érosion marine dans une cellule sédimentaire artificiellement tronçonnée. Vol 11 p 21-24.

Miraoui M., 2010 : Prétraitement et traitement des sédiments de dragage en vue d'une valorisation en génie civile. Thèse de Doctorat, Université de lille1.

Molines J M., 1991: Modelling the barotropic tides in the strait of Sicily and Tunisian shelf. *Oceanol. Acta*, 14, 3, pp. 241-252.

Moussa M., R. Ben Charrada, 1997 : Modélisation hydrodynamique et écologique des eaux côtières du golfe de Tunis. *La houle blanche/N°6*, pp. 66-78.

Nouri F., 2010 : Vers la mise en place d'un modèle écologique pour le milieu marin tunisien avec site d'étude le golfe de Gabès. Mémoire de mastère, ENIT, pp.

Oueslati A., Labidi O., Elamri Th., 2015 : Le littoral tunisien : Atlas de la vulnérabilité à l'élévation du niveau marin. PNUD-APAL, 76p.

Sghaier Y., Zakhama-Sraieb R., Mouelhi S., Vazquez M., Valle C., Ramos-Espla A., Astier J., Verlaque M., Charfi-Cheikhrouha F., 2015 : Review of alien marine macrophytes in Tunisia. *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 109-123.

WWF, 2019. STOP THE FLOOD OF PLASTIC; How Mediterranean countries can save their sea.

Zaouali J., 1993 : Les peuplements benthiques de la petite Syrte, golfe de Gabès – Tunisie. Résultats de la campagne de prospection du mois de juillet 1990. Etude préliminaire : biocénoses et thanatocénoses récentes. *Mar. Life*, 3 (1-2) : 47-60.

Zeggaf Tahiri M., 1999 : Étude de l'impact des ouvrages de protection sur la dynamique sédimentaire du littoral du golfe de Tunis et des côtes nord de Mahdia. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Tunis, 140 p.