



Ministère de l'Environnement



Plan d'Action pour la Méditerranée
Convention de Barcelone



Rapport sur l'évaluation de la situation initiale de l'indicateur commun 15 d'IMAP "Localisation et étendue des habitats potentiellement affectés par les altérations hydrographiques" pour les zones côtières et marines méditerranéennes de l'Algérie dans le cadre du projet EcAp MED III

Alger, Mars 2022

TITRE

Rapport sur l'évaluation de la situation initiale de l'indicateur commun 15 d'IMAP "Localisation et étendue des habitats potentiellement affectés par les altérations hydrographiques" pour les zones côtières et marines méditerranéennes de l'Algérie dans le cadre du projet EcAp MED III

Autorité contractante

PAP/RAC

Krajsv. Ivana 11,21 000 Split, Republic of Croatia Contacting person: Zeljka Skaricic

Contracteur

Mezouar Khoudir

Auteur

Mezouar Khoudir, Pr.Génie Côtier

Lieu et date

Alger ,Mars 2022.

Sommaire

1. Introduction	1
2. Caractérisation générale de la zone côtière et du milieu marin.....	2
2.1. Situation géographique.....	2
2.2. Typologie des côtes du littoral Algérien	6
2.3.Évolution spatiotemporelle du littoral Algérien (Zones d'érosion et/ou d'accrétion).....	10
2.4. Données et études sur la côte, sa longueur, sa position spatiale et son évolution/changement	21
2.5. Cartographie de l'urbanisation des wilayas côtières entre 2000 et 2021	24
3. Activités anthropiques présentes dans le milieu marin.....	32
3.1. Evolution de la répartition de la population sur le nord du pays.....	32
3.2. Principales activités humaines présentes en milieu côtier et marin.....	33
3.3Les activités de dragage et de décharge sont-elles présentes dans le milieu marin.....	46
4. Conditions hydrodynamiques.....	51
4.1. Données cartographiques sur la bathymétrie.....	51
4.2. Données et études concernant les conditions hydrodynamiques	57
5.Planification de nouvelles installations en milieu côtier ou marin.....	66
5.1.Ministère responsable de l'autorisation de la construction en milieu marin et de la surveillance..	66
6. Remerciement	70
7. Bibliographie.....	70

Liste des figures

Figure 1 : Présentation des baies et les golfes Algériens	4
Figure 2 : répartition du linéaire côtier selon les différentes classes morphologiques	9
Figure 3 : Typologie des côtes du littoral Algérien	9
Figure 4: Évolution du trait de côte de la baie de Zemmouri entre 1980 et 2020	12
Figure 5: Évolution du trait de côte de la baie d'Alger entre 1972 et 2020	13
Figure 6: Évolution du trait de côte de la baie de Bou-Ismaïl entre 1972 et 2020	14
Figure 7: Évolution du trait de côte du golfe de Bejaïa entre 1980 et 2021	16
Figure 8: Évolution du trait de côte du Littoral de Jijel entre 2008 et 2021	17
Figure 9: Évolution du trait de côte du golfe de Skikda entre 2008 et 2021	18
Figure 10: Évolution du trait de côte du littoral de Tlemcen entre 2006 et 2021	19
Figure 11: Évolution du trait de côte du golfe d'Oran entre 2008 et 2021	20
Figure 12: Évolution du trait de côte du littoral de Mostaganem entre 2001 et 2021	21
Figure 13 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Alger entre 2000 -2021	27
Figure 14 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Boumerdes entre 2000 2021	27
Figure 15 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Tipaza entre 2000 2021	27
Figure 16 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Chlef : 2000-2021	28
Figure 17 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Mostaganem : 2000 -2021	28
Figure 18 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Oran : 2000 -2021	28
Figure 19 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Aïn Témouchent 2000 -2021	29
Figure 20 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Tlemcen : 2000 -2021	29
Figure 21 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de TiziOuzou : 2000 -2021	29
Figure 22 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Bejaïa : 2000-2021	30
Figure 23 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Jijel : 2000-2021	30
Figure 24 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Skikda : 2000 -2021	30
Figure 25 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Annaba : 2000 -2021	31
Figure 26 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'El Taref : 2000 -2021	31
Figure 27 : délimitations des bandes par la loi 02-02 du 05-02-2002	49
Figure 28 : Plan de position des campagnes MARADJA 2003	52
Figure 29 : Bathymétrie ombrée (MNT au pas de 100 m) de la marge algérienne	52
Figure 30 : Bathymétrie et topographie de la zone Ouest	53
Figure 31: Bathymétrie et topographie de la zone Ténès -Cherchell	53
Figure 32 : Bathymétrie et topographie de la zone Centre d'Algérie	53
Figure 33 : Bathymétrie et topographie de la zone de Bejaïa	54
Figure 34: Bathymétrie et topographie de la zone de Jijel	54
Figure 35 : Bathymétrie et topographie de la zone de Skikda et Annaba	54
Figure 36 : Bathymétrie de la marge algérienne	55
Figure 37 : Bathymétrie de la marge du secteur Ouest	56
Figure 38 : Bathymétrie de la marge du secteur Centre	56
Figure 39 : Bathymétrie de la marge du secteur Est	57
Figure 40: Roses annuelles et saisonnières des vents au large de la métropole algéroise entre 1992 et 2016	60
Figure 41 : Rose annuelles et saisonnières des vents à proximité de la côte	61
Figure 42: Histogramme des fréquences d'apparition des houles annuelle et saisonnière au large entre 1992 et 2017	62
Figure 43: Roses des houles semestrielles et annuelle au large de la baie d'Alger (1992-2017)	63
Figure 44 : Circulation générale de surface dans la mer Méditerranée	64
Figure 45: Carte de la distribution géographique des vitesses de variation du niveau de la mer (1993-2006) en Méditerranée d'après Topex/Poseidon et Jason1	65

Liste des tableaux :

Tableau 1. : Répartition en linéaire côtier des types de côte	8
Tableau 2 : résumé des études sur les caractéristiques du littoral Algérien, sa longueur, sa position spatiale et son évolution/changement.	22
Tableau 3 : Evolution de l'urbanisation des wilayas côtières entre 2000 et 2021	25
Tableau 4: Evolution de l'urbanisation des trois bandes littorales (100m, 300m et 800m) des wilayas côtières	26
Tableau 5: Evolution de la population du littoral Algérien entre 1987 et 2020. ONS 2015	32
Tableau 6: Répartition des infrastructures portuaires sur les wilayas côtières.	34
Tableau 7 : récapitulatif des réalisations des différents ports de pêche sur les wilayas côtières	35
Tableau 8 : récapitulatif des réalisations des différents ouvrages de protection sur les wilayas côtières.	36
Tableau 9 : Récapitulatif des réalisations des différents ports sur les wilayas côtières	38
Tableau 10 : Récapitulatif activités de dragage et de décharge sont-elles présentes dans le milieu marin le long du littoral algérien	47
Tableau 11: Distribution des fréquences d'apparition annuelle et saisonnière du vent au niveau de la station de Dar El Beida par direction entre 1992 à 2016.	58
Tableau 12: La distribution fréquentielle de Hs selon les directions de la station de Dar El Beida entre 1992et 2017	62
Tableau 13: plan d'action du secteur maritime dans le domaine des infrastructures maritimes et portuaires.	67

1. Introduction

Le projet EcAp MED III financé par la CE (Titre complet : Soutien 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 d'un rapport sur l'état de la qualité 2023 basé sur des données, en synergie avec la MSFD de l'UE) sera mis en œuvre par le PNUE/PAM dans le cadre du domaine prioritaire 1 du CGPG - composante 4 : environnement international et gouvernance climatique. Il soutiendra la livraison d'un Rapport sur l'état de la Méditerranée 2023 (2023 MED QSR) basé sur des données, en soutenant la mise en œuvre des IMAP nationaux dans les pays respectifs. Il soutiendra également l'évaluation harmonisée au niveau national par la préparation de fiches d'évaluation nationales. En tant que tel, le projet EcAp MED III est directement lié à la mise en œuvre de la décision IG.22/7 de la COP 19 sur l'IMAP, de la décision IG.23/6 de la COP 20 et de la décision IG.24/4 de la COP 21 sur la feuille de route et le plan de mise en œuvre du QSR MED 2023. La préparation d'un rapport de base sur la situation relative à la surveillance de l'IC 15 fait partie de l'activité 1.3.1 du projet EcAp MED III.

L'objectif écologique 7 (altération des conditions hydrographiques) 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 "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 en suspension).

Pour l'IC 15, le projet soutiendra la préparation d'une évaluation de la situation initiale dans tous les pays éligibles. Il ne s'agit pas du suivi d'un site/installation particulier mais plutôt de la collecte d'informations sur la situation actuelle en ce qui concerne les conditions préalables au suivi selon la fiche d'orientation convenue. La méthodologie pour la préparation du rapport est donc basée sur la fiche d'orientation existante pour l'IC 15, qui spécifie les critères d'évaluation. Étant donné que l'IC 15 concerne le développement de nouvelles structures, il n'existe généralement pas de stations de surveillance fixes pour l'IC 15. La surveillance doit être basée sur la sélection du site de la nouvelle structure, soutenue par des stations de surveillance (fournissant des informations statistiquement significatives, pendant plusieurs années). La collecte d'informations sur certains paramètres hydrographiques (tels que les courants et les vagues, qui sont mesurés par des bouées) n'est pas toujours pertinente pour la CI 15, car ces paramètres peuvent se trouver à des endroits différents de ceux des structures prévues. D'autres paramètres hydrographiques ne sont pas mesurés par des stations "fixes" (comme la bathymétrie qui est mesurée par sonar). Par conséquent, les activités nationales liées à cette composante du projet seront menées afin d'obtenir des informations sur les structures/installations prévues qui pourraient causer des altérations hydrographiques et avoir un impact potentiel sur les habitats marins en conséquence, et d'identifier des sites spécifiques pour la surveillance de l'IC 15. Les informations recueillies serviront de base à la surveillance future de l'IC 15.

2. Caractérisation générale de la zone côtière et du milieu marin

Le littoral algérien, qui s'étend sur environ 1622 km, est ouvert sur le bassin occidental Méditerranéen, la côte se trouve entièrement au Sud du 36^{ème} parallèle près de la frontière Marocaine, alors qu'elle est entièrement au Nord du 36ème à la frontière Tunisienne, et entre 2,2 °Ouest et 8,5°Est. Ses côtes offrent un cadre agréable pour la population de des grandes baies et des golfes et les touristes pour profiter des activités de loisirs et des espaces naturels. En effet, les plages sableuses de cette côte constituent, surtout pour la population, l'endroit le plus attractif pendant les week-ends et la saison estivale pour se reposer ou se divertir. Ces plages de l'Est à l'extrême Ouest sont donc parmi les destinations récré-touristiques les plus populaires.

La côte Algérienne est caractérisée par des côtes rocheuses et des côtes sableuses. Elle se présente par la succession des baies plus ou moins ouvertes séparées par des régions très escarpées et qui d'Ouest en Est, les baies et les golfes sont respectivement : le golfe de Ghazaouet ; golfe d'Oran ; golfe d'Arzew ; baie de Bou- Ismaïl ; baie d'Alger; baie de Zemmouri ; golfede Bejaia ; baie de Jijel ; golfe de Skikda ; golfe d'Annaba et la baie d'El Taref. Cet espace géométrique très réduit et éphémère est, le plus souvent, le siège d'une urbanisation effrénée (développement résidentiel et touristique) et une intense activité socio-économique, malgré qu'il soit constamment menacé par les risques naturels tels que : l'érosion côtière et les submersions marines.

Durant ces dernières décennies, l'érosion côtière est devenue un problème chronique, le long des côtes sableuses algériennes, plusieurs localités ont connu un d'importants démaigrissements et reculs recul du trait de côte mettant en péril les installations touristiques, habitations et les infrastructures de développement économique. De cette préoccupante situation, il y a une demande accrue de la part des gestionnaires de la côte concernant les informations précises des taux nets de recul du trait de côte et les tendances de l'évolution de la ligne de rivage dans un contexte de changements climatiques. A cela, s'ajoute aussi la nécessité d'une analyse complète des variations de la ligne de rivage qui diffèrent d'une zone côtière à une autre.

Pour lutter contre ce phénomène d'érosion, et avant d'entreprendre de coûteux travaux de protection, une meilleure gestion du trait de côte passe inévitablement par un suivi des changements du trait de côte. Dans le cadre de ce projet, nous comptons réaliser une analyse diachronique de la cinématique du trait de côte, d'une part pour pouvoir dire si la ligne de rivage est en érosion, en accrétion ou stable et d'autre part pour mieux enserrer l'ampleur des futurs changements qui pourront se produire.

2.1. Situation géographique

D'Ouest en Est, la côte Algérienne peut se diviser en trois grands secteurs, la localisation et les caractéristiques principales des zones qui ont fait l'objet de la présente étude :

a- Secteur central :

Il s'étend de la région de « Cherchell » à l'Ouest vers « cap Benguf » à l'Est .Il comporte la baie de Bou-Ismaïl, la baie d'Alger et la baie de Zemmouri (Figure 1).

- **La baie de Zemmouri :** La grande baie de Zemmouri se situe à une quarantaine de km à l'Est d'Alger (figure.1). C'est une baie largement ouverte vers le nord d'environ 45 km, dont le linéaire côtier s'étale sur une cinquantaine de kilomètre (51 km). Le rivage prend une orientation Nord-Est, Sud-Ouest, et ses coordonnées géographiques sont : $3^{\circ}13'18''$ et $3^{\circ}43'24''$ de longitude Est. $36^{\circ}52'45''$ et $36^{\circ}48'48''$ de latitude Nord.
- **La baie d'Alger :** La baie d'Alger se situe au cœur du littoral algérois, elle s'inscrit en creux dans la plaine de la Mitidja, caractérisée par sa forme semi circulaire. Elle mesure 15 Km d'Est en Ouest et 7 Km du Nord au Sud. Elle est limitée à: L'Ouest par la Pointe Pescade ($3^{\circ}00'$ Est et $36^{\circ}49'$ Nord) et à l'Est par le Cap Matifou ($3^{\circ}13'$ Est et $36^{\circ}49'$ Nord) (Figure 1).
- **La baie de Bou-Ismaïl:** L'ouverture de la baie de Bou-Ismaïl est d'environ 40 Km, et s'oriente du Sud-Ouest à Nord Est. Elle est limitée par le rivage qui dessine un cercle à grand rayon de courbure interrompu à l'Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj. Cette baie couvre une surface de l'ordre de 350 Km^2 . La baie de Bou-Ismaïl est située à 45 Km à l'Ouest d'Alger, elle est délimitée par : Le Cap Annouche du Mont Chenoua à l'Ouest ($2^{\circ}24'$ Est et $36^{\circ}38'$ Nord), le Cap Caxine (Ras Acrata) à l'Est de Sidi-Fredj ($2^{\circ}55'$ Est et $36^{\circ}48'$ Nord). (Figure 1)

b- Secteur oriental :

Il est délimité par « cap Sigli » à l'Ouest et « cap Roux» à l'Est, incluant le golfe de Bejaia, Skikda et Annaba et la baie de Jijel et El Tarf (Figure 1)

- **Le Golfe de Bejaia :** c'est l'un des plus beaux golfes de l'Algérie et de la méditerranée dont les coordonnées géographiques sont $36^{\circ}45'0''$ N et $5^{\circ}19'60''$ E. Il est situé dans la partie Sud du bassin méditerranéen. La partie Ouest de ce golfe représente 10% du littoral algérien et se situe entre le cap Carbon à l'Ouest et le cap de Ziamamanssouria à l'Est. (Figure 11.).
- **Baie de Jijel vers cap Bougarouni:** S'étend sur au moins 123 Km, anciennement appelée « Baie de Djidjelli », (Leclaire, 1972), elle se situe à 360 Km de la wilaya d'Alger. Elle est comprise entre : à l'Ouest par ras Afia ($5^{\circ}41'$ Est et $36^{\circ}48'$ Nord) et à l'Est par cap Bougarouni ($6^{\circ}28'$ Est et $37^{\circ}05'$ Nord) (Figure 1).

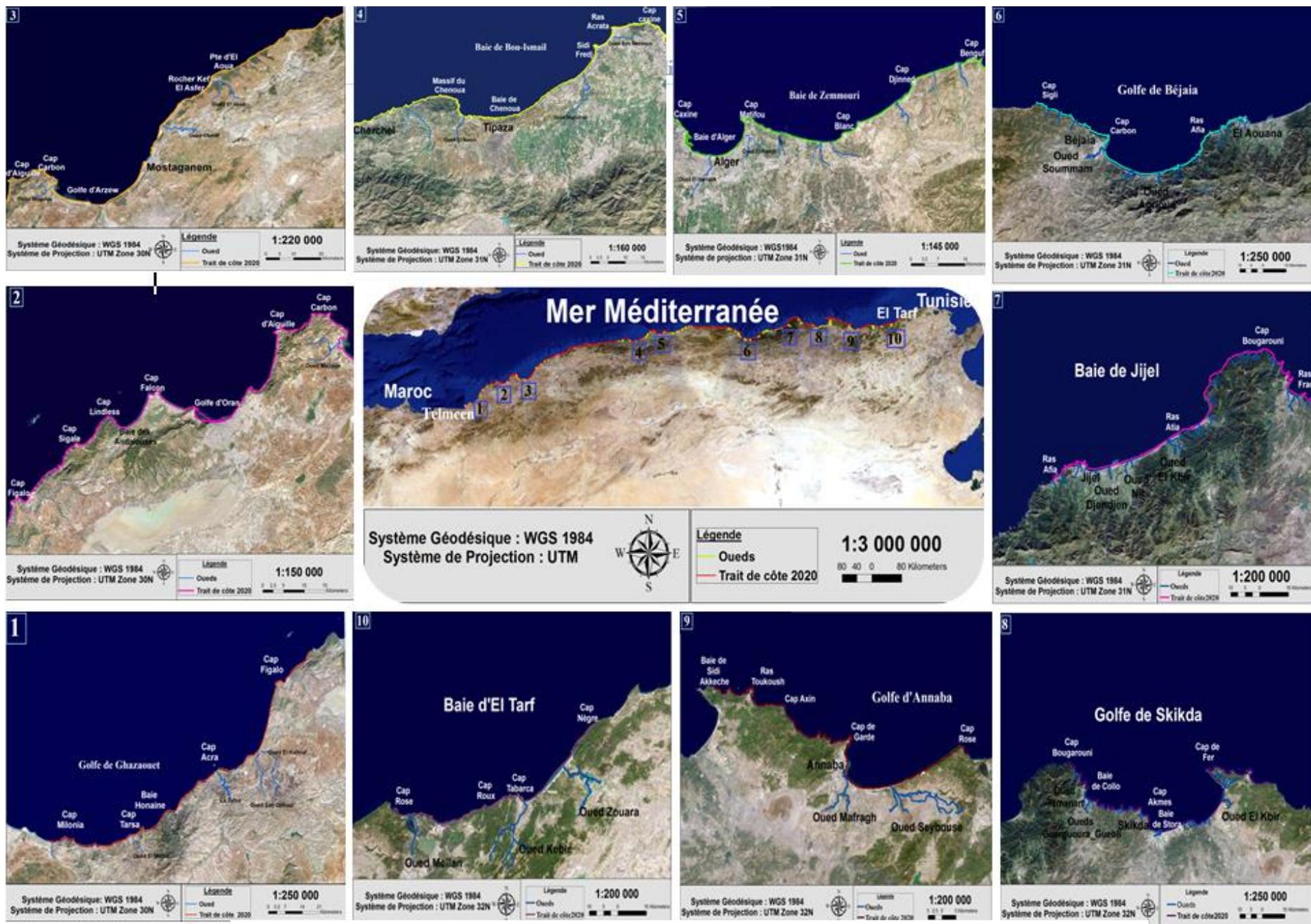


Figure1 : Présentation des baies et des golfes Algériens

- **Golfe de Skikda** : Il s'étend sur plus de 200 Km, (Leclaire, 1972). Il est limité par la mer Méditerranée au Nord, par les wilayas d'Annaba à l'Est, Jijel à l'Ouest, et par Constantine et Guelma au Sud. il couvre une superficie totale de 4118 km² avec une ligne côtière d'environ 160 Km de long, représentant ainsi 12% du littoral algérien. Il est situé à environ 470 Km à l'Est de la wilaya d'Alger. Il est compris entre deux pointes rocheuses (Figure 1): à l'Ouest par cap Bougarouni (6°28'Est et 37°05'Nord) et à l'Est par cap de Fer (6°10'Est 37°04'Nord).
- **Golfe d'Annaba** ; Il s'étend sur 120 Km, anciennement appelé « Golfe de Bône », (Leclaire, 1972), il est situé à environ 670 Km à l'Est de la wilaya d'Alger. Il est délimité par (Figure 1): à l'Ouest par la baie de Sidi Akkèche (7°11' Est et 37° 40' Nord) et à l'Est par cap Rose (8°14'Est et 36°56'Nord).
- **Baie d'El Tarf** : La baie d'El Tarf s'étend sur environ 90 Km, situé à 77 Km à l'Est d'Annaba. Elle est limitée (Figure 1) : à l'Ouest par cap Rose (8°14'Est et 36°56'Nord) et à l'Est par cap Roux (8°36'Est et 36°56'Nord).

c- Secteur occidental :

Il s'étend du « cap Milonia » à l'Ouest jusqu'à la « pointe d'El Aoua » à l'Est, cette région caractérisée par une morphologie particulière tel : Les golfes de Ghazaouet, d'Oran et d'Arzew (Figure 1.1).

- **Golfe de Ghazaouet** : Il est situé au Nord-Ouest de la wilaya de Tlemcen, à 170 km de lamétropole régionale d'Oran et à 50 km de la frontière Marocaine, (Figure 1). Le golfe Couvre une superficie de 228km², avec une longueur de 95km et une largeur moyenne entre 20 et 30km. Il est limité : à l'Ouest par Cap Milonia (35°05'Nord et 2°09'Ouest) et à l'Est par Cap Figalo (35°34'Nord et 1°1'Ouest).
- **Golfe d'Oran vers cap Falcon** : Sa façade maritime occupe une portion de 1/3 du littoral algérien, et il est situé dans la partie Nord occidentale de l'Algérie. Ce golfe se répartie en trois baies par deux pointes (la pointe de Mers el Kébir et la pointe de Canastel), l'étendue de ce dernier avoisine les 180 kilomètres et représente une largeur moyenne de 25 à 30 Km des terres élevées, il se trouve à 432km à l'Ouest de la capitale d'Alger. Il est limité : à l'Ouest par le Cap Falcon (35°46,4'Nord et 0°47,4'Ouest) et à l'Est par le Cap Carbon (35°54'Nord et 0°20'Ouest) (Figure1).
- **Golfe d'Arzew vers la pointe d'El Aoua** : Il est considéré l'un des plus importants golfes du littoral Algérien, il se trouve à 42 km de la partie Nord-Est de la wilaya d'Oran. L'étendue moyenne de ce dernier avoisine les 72km et qui se trouve à une distance de 391,5km de la wilaya d'Alger. Il est limité à l'Ouest par le Cap Carbon (35° 54'Nord et 0°20'Ouest) et à l'Est par Pointe d'El Aoua (36°12'Nord et 0°24'Ouest) (Figure 1).

2.2. Typologie des côtes du littoral Algérien

La côte algérienne est formée par une succession de baies et des golfes interrompue par des côtes rocheuses sous forme de falaises d'importance inégale. La côte est de nature essentiellement rocheuse, elle est caractérisée par un plateau continental très réduit dont la largeur. A l'Ouest, le plateau continental est relativement étendu (90 km au large de Ghazaouet), avec des pentes douces. Dans la région centrale, sa dimension passe d'une cinquantaine de km au large de Bou Ismail à une dizaine de km à peine au large de la Kabylie. Vers l'Est, on assiste à nouveau à une augmentation de la largeur du plateau continental (48 km de large dans le golfe d'Annaba). Les fonds de 100 m sont situés à moins de 5 milles des côtes. Cependant dans le golfe d'Arzew à l'Ouest et celui d'Annaba à l'Est, le talus est en pente douce et s'étale sur une grande distance.

Les hautes falaises qui bordent en générale cette côte sont soumises à des érosions marines et éoliennes. Caulet (1972) et Leclair (1972) indiquent qu'il n'y a pas un plateau continental algérien unique mais plusieurs plateaux continentaux régionaux, correspondant aux baies et golfes de la côte algérienne. De la frontière avec la Tunisie à l'Est, jusqu'à la proximité de la frontière avec le Maroc à l'Ouest, on peut identifier des ensembles d'unités morphologiques (MATE, 2010) :

➤ Secteur occidental :

Plus à l'Ouest, dans la région d'Arzew les roches dures du Crétacé et du Jurassique ont mis en saillie tout le secteur du cap Carbon. La région d'Oran, plus décalée vers le sud, est constituée de falaises et de plages taillées notamment dans des roches du Quaternaire. Seul le secteur de la Tafna, les îles Habibas et l'île Rachegoun composent un ensemble de roches volcaniques dures où des falaises forment le littoral.

La prédominance des plages localisées aux débouchés des oueds au pied des falaises est notée, et des falaises qui terminent la partie aval d'un plateau. Ces falaises sont soit des falaises vives (El Guedime) ou des falaises mortes (au Nord de l'embouchure d'Oued El Hallouf). Entre Ténès et l'embouchure du Chelif, les falaises dominent, et sont essentiellement formées dans les grés et les argiles du Miocène ou du Quaternaire, (Ahfir et Meziane, 2016).

Dans le littoral Ouest, entre les ensembles rocheux de Ben M'hidi et de Béni-Saf, elles sont de dimensions relativement modestes et occupent environ 4% du linéaire côtier. Vers l'Est, jusqu'à la région d'Arzew, d'importantes plages ouvertes se sont formées, sur un cumul de près d'une centaine de kilomètres (Plages de Témouchent, Andalouses, côtes oranaise et d'Arzew). Ces ensembles sableux se retrouvent aussi de Mostaganem jusqu'à Ténès (Cap Kramis). Le littoral de Mostaganem est caractérisé par la présence des belles plages sableuse avec des largeurs qui varie entre 10m à des centaines de mètre de largeur. De Béni-Saf jusqu'à la frontière Marocaine, la côte à falaise orientée NE-SW où seule la plage de Maset Ben-M'Hidi à l'extrême, constitue une côte basse à sable fin. Ces côtes sont caractérisées par la présence d'un des ensembles de cordons dunaires les plus importants à l'échelle algérienne. Parmi ces cordons on retrouve celui de Kherouba et d'Aizeub, ce dernier constitue l'un des vestiges des cordons dunaires côtiers du Bas Cheliff, qui occupe une superficie de 23,8 ha, et est constitué de formations dunaires semi-

fixées à fixées. Alimentés, plus particulièrement, par les apports des Oueds Chélif et de la Macta, ils cumulent plus d'une cinquantaine de km de linéaire côtier.

➤ **Secteur central**

Ce secteur s'étire de Tipaza à zemmouri inclus la baie de Bou- Ismail, la baie d'Alger et la baie de Zemmouri. De Sidi-Fredj vers le mont Chenoua, on rencontre une succession des plages. A partir de Douaouda marine c'est le début des zones rocheuses à falaises plus ou moins abruptes taillées dont des grès Quaternaires assez friables et sensibles à l'érosion chimique de l'eau de mer (création de lapiés). Le secteur compris entre le mont Chenoua et Cherchell se disséminent des falaises et zones rocheuses ainsi que des grèves et des plages à sédiments gris foncé apparaissent à certains endroits fournis par l'érosion des roches schisteuses du Dévonien, (Ahfir et Meziane, 2016).

Le secteur qui se trouve à l'ouest de Cherchell c'est le domaine de très hautes falaises atteignant parfois plus de 300m. C'est le secteur en Algérie où le talus continental est très réduit. Ces falaises sont taillées dans des roches dures volcaniques, ou sédimentaires. De Dellys à cap Matifou, la morphologie littorale est commandée par deux bassins néogènes : ceux de l'oued Sebaou et de l'oued Isser. La bande côtière est recouverte de formations du Quaternaire entre cap Matifou et le massif cristallophyllien d'Alger.

De Dellys à ras Bouak, la côte est très homogène, elle est taillée dans une épaisse série détritique formée de grès crétacés et paléogène. Ces formations géologiques sont à l'origine d'une indentation du littoral (cap Tedles, cap Sigli), (Ahfir et Meziane, 2016). Des alluvions constitués essentiellement de sable et vase d'argile le long de lit d'oued-EL Harrach, (Ghanemi et Moussaoui, 2011). En baie d'Alger les plages se développent entre Alger-Plage à l'Est et l'embouchure de oued El Harrach à l'ouest, il s'agit des plages de : Alger-Plage, les dunes, Beni-Mered, Bordj el Kiffan, le Lido, l'embouchure de l'oued el Harrach (rive droite). Dans la partie orientale de la côte algéroise, les plages se développent tout le long de la côte au pied de la falaise. Ces plages au tracé concave sont largement ouvertes aux agitations marines qui arrivent du quatrième et du premier quadrant. La largeur des plages est très réduite 5 à 10 m au niveau d'Ain-Taya, Surcouf et peut atteindre 30 à 40 m entre Réghaia plage.

Le long de la côte de la baie de zemmouri est constituée essentiellement de plages sableuses. Le premier secteur de système sableux commence au niveau de la plage de Surcouf jusqu'à l'est de Réghaïa plage avec une longueur d'environ 05 km. Le deuxième secteur c'est celui entre Figuier et Boudouaou EL Bahri en passant par Boumerdès avec une longueur de plage de 15 km. Le dernier secteur commence au niveau de la plage Zemmouri Ouest jusqu'à l'extrémité est de Cap Djinet, s'étalant sur une longueur d'environ 07 km. Cette cote est caractérisée par la présence des dunes. Elles se trouvent au niveau de Heraoua au sommet de la falaise de Réghaïa, il s'étend sur 1800 m de longueur avec une hauteur de 10m. Ainsi, le cordon dunaire de saf-saf et enfin, le cordon dunaire de Zemmouri qui est le plus important et le mieux développé dans la wilaya de Boumerdès. Il s'étend sur une longueur de 1600 m et une largeur de 1050 m, avec une hauteur moyenne de 10 m. En Baie de Bou Ismail entre Douaouda marine et Ras Acrata, à la suite du cordon dunaire et du côté mer, s'étale principalement une zone de plage sableuse large de 40 à 60 m.

➤ Secteur oriental

Ce secteur s'étire du golfe de Bejaia au golfe d'Annaba, caractérisé par l'ensemble des falaises plus au moins élevées (<40m) taillés dans les roches dures ignées et métamorphiques dont les versants sont abruptes et couverts de sol et végétations et dont la partie inférieure est battue par la mer. La structure géologique individualise des massifs rocheux, séparés par des zones basses pénétrées par les oueds qui débouchent à la mer.

Les plages s'étendent tout au long des fonds des baies. Leur largeur diffère selon les endroits : elle varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Les plages du secteur Est sont presque exclusivement sableuses. Les principaux pourvoyeurs en éléments sableux sont les rivières (Seybouse, Kébir Est...)

La zone côtière Algérienne est caractérisée par une grande diversité géomorphologique. Le tableau 1, les figures 2 et 3 présentent les différents types des côtes du littoral algérien en 2022. Le littoral est fortement formé de côtes rocheuses environ 56.38% (1083.25 km), les plages et les dunes représentent 27,25 % (525.53 km). En revanche, les côtes artificialisées représentent 4.20% et zones portuaires environ 12.37 % (238.6 km).

Tableau 1. : Répartition en linéaire côtier des types de côte

Type de la côte	Linéaire côtier en Km	Pourcentage %
côtes artificialisées	81	4,20
Zones portuaires	238.60	12.37
Côtes rocheuses	1083.25	56.38
Côtes sableuses	525.53	27.25
Total	1928.38	100

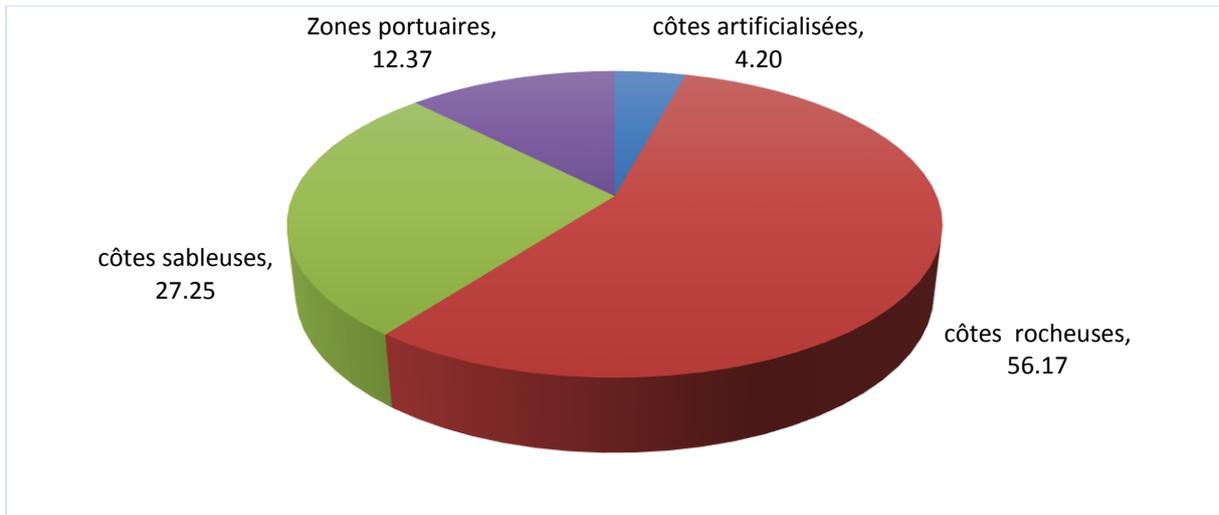


Figure 2 : répartition du linéaire côtier selon les différentes classes morphologiques

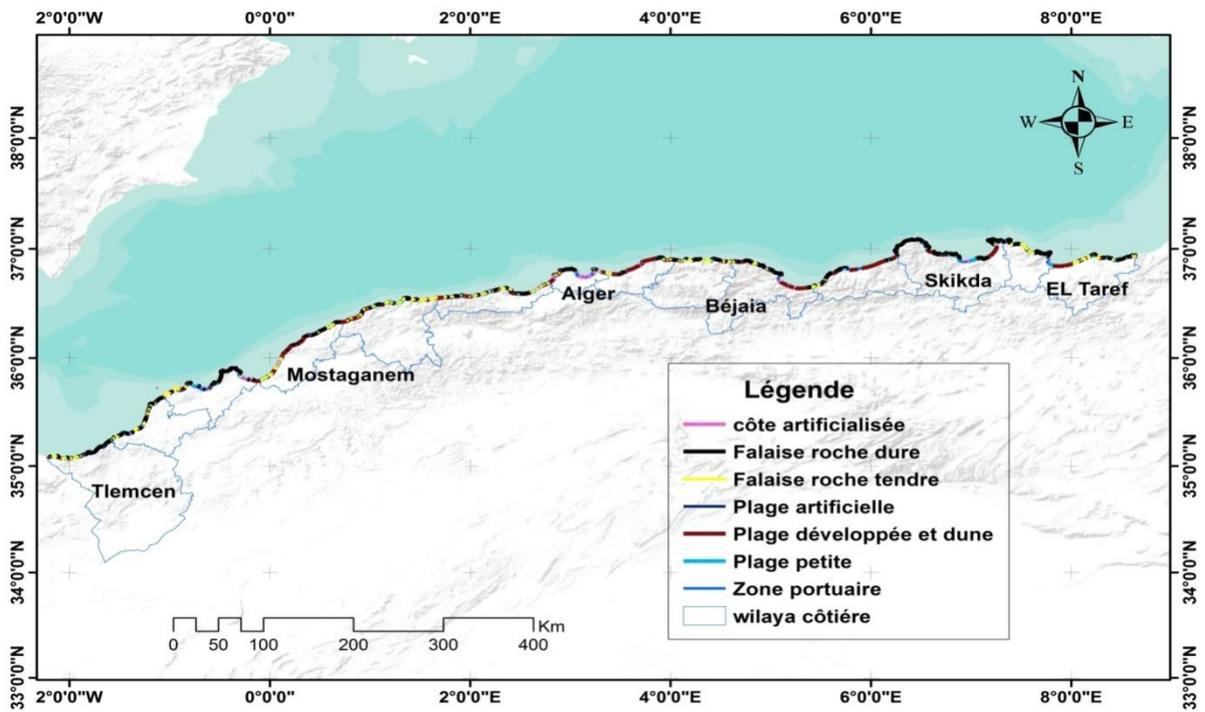


Figure 3 : Typologie des côtes du littoral Algérien

2.3. Évolution spatiotemporelle du littoral Algérien (Zones d'érosion et/ou d'accrétion)

La problématique de l'érosion côtière occupe une place de plus en plus importante dans la gestion des territoires côtiers à l'échelle de la planète. La compilation de résultats sur l'évolution côtière à l'échelle nationale, continentale et même mondiale démontre un constat similaire : les changements climatiques ont un impact direct sur les milieux côtiers.

Au niveau du littoral Algérien, en plus d'une augmentation mesurée de l'intensité de l'érosion côtière dans plusieurs secteurs, le cadre bâti s'est rapidement étendu sans égard à la sensibilité du littoral. Le littoral s'est ainsi fortement artificialisé au rythme de la mise en place de structures de protection pour lutter contre l'érosion.

Le littoral surtout les côtes sableuses subissent l'effet des processus d'érosion. Les mesures historiques de l'érosion indiquent un taux de recul annuel moyen (seulement les taux de recul) de -0,50 m pour l'ensemble des types de côte. La majeure partie des côtes montre en effet des taux de recul variable le long des baies. Cependant, certaines portions de côtes sont très sensibles avec des reculs événementiels pouvant atteindre 2,5 à 10,2 m selon le type de côte. De plus, la proportion de côtes avec des ouvrages de protection est un signe que la problématique a pris de l'importance durant les dernières décennies.

Les objectifs de cette partie d'étude est d'établir l'évolution côtière historique et récente de l'ensemble du système côtier.

L'analyse diachronique du trait de côte est un sujet qui a été largement abordé dans la littérature scientifique (Dolan et al., 1991 ; Crowell et al., 1991 ; Durand, 2000 ; Moore, 2000 ; Morton and Miller, 2005 ; Boak and Turner, 2005 ; Hapke et al., 2006 ; Gentz et al., 2007 ; Del Rio et al., 2012). la méthodologie adoptée pour le traitement et l'extraction de la position du trait de côte et l'élaboration de la base de données, afin de déterminer le taux net des changements du trait de côte, est celle utilisée par plusieurs auteurs (Shoshany and Degani, 1992; Moore, 2000; Liu et al., 2011; Manca et al., 2013; Moussaid et al., 2015; Ayadi et al., 2015). Cette méthodologie est basée sur trois étapes de traitement de données: (1) correction et géo-référencement des photographies aériennes et des images satellitaires, couvrant la période entre deux années selon la source de données pour chaque région, par le biais de logiciels de géomatique afin de pouvoir comparer les clichés entre eux. (2) la numérisation et l'extraction des traits de côte et l'estimation des erreurs, et (3) les techniques d'analyse de données pour calculer les taux d'érosion / accélération de la côte.

Les calculs automatiques des taux des changements du trait de côte entre les différentes dates des missions de photographies aériennes et images satellitaires ont été opérés à partir des outils de calcul automatisé des taux d'évolution (DSAS). Les changements de positions du littoral sont calculés en utilisant trois techniques d'analyse de données. Le taux des points extrêmes (EPR), le mouvement net de la ligne de rivage (NSM) et le taux net de changement à partir de la régression linéaire (LRR).

- **Secteur central**
- **Baie de Zemmouri**

Les résultats de l'analyse de l'évolution globale des changements de la position du rivage durant ces 40 dernières années (1980- 2020) ont montré que toutes les zones (Est, Centre et Ouest) de la baie ont été soumises à un fort d'érosion. Les taux nets moyens de recul calculés à partir de la méthode EPR, varient entre -6 m/an et +4.3 m/an avec un taux de recul moyen de -1.3 m/an (Figure 4). Au niveau de la partie Est de la baie, des formes d'accumulations ont été enregistrées au voisinage du port du Cap Djinet et au niveau de la plage de Djinet familiale avec un taux moyens nets de changement du rivage sont de +4.3 m/an. Ces évolutions positives remarquables dues au flux sédimentaire engendré par les courants de dérive littorale Est-Ouest, ces sédiments sont piégés entre les ouvrages de protection et le port du Cap Djinet. Sur la partie Est, les plages les plus touchées par l'érosion sont celles de plage Mandoura et plage Dar El Mendil. Dans la partie centrale, les taux de recul d'évolution varient entre -5 à -0,8 m/an, soit -180 m à -40m. Les plages de la partie Centrale (plage Sghiret jusqu' à plage de Zemmouri Est) ont enregistré un recul plus ou moins important, soit une érosion de l'ordre de-0,5 m/an à -2.17 m/an. Sur la partie ouest, les plages de Boumerdès, figuier et corso connaissent également un recul de trait de côte, mais de moindre ampleur, soit un taux de recul qui varie entre -0.1 à -2m/an.

- **Baie d'Alger**

Les résultats montrent une position du rivage qui varie entre phase de recul et d'autre en avancée selon les secteurs. Les secteurs qui ont enregistré un recul plus ou moins marqué durant cette période sont localisés au fond de la baie (plage Mohammadia, Plage verte rive, bateau cassé et plage Stamboul) avec des taux de recul entre -0.12 et -0.71 m/an. L'avancée la plus marquée du rivage est observée sur la partie ouest de la baie au niveau des plages (Plage la Sablette, Plage Oued El Harrach, plage du fort turc (sirène) avec des taux d'accrétion qui varie entre 1.07 et 1.43m/an. La tendance générale de l'ensemble de la côte de la baie d'Alger, révèle que durant les 48 ans, 57, 77 % du rivage a connu un engraissement soit une distance de 11.6 km de linéaire côtier, situés au niveau des plages la sablette oued el Harrach et fort turc. Cependant ces engraissement de la côte sont dus soit à un remblaiement de la côte (plage la sablette et embouchure de oued el Harrach) ou à un rechargement artificiel des plages (plage lido et fort turc). Donc si on extrait ces zones aménagées on trouve uniquement un linéaire côtier de 7.35 km qui ont enregistré une avancée de la côte cependant les transects qui ont marqué une récession de la côte représentent un pourcentage de 43.24 soit un linéaire côtier de 8.55 km. Ces zones en érosion (Figure 5) sont localisées au niveau des plages de verte rive, bateau cassé, Stamboul et Alger- plage.

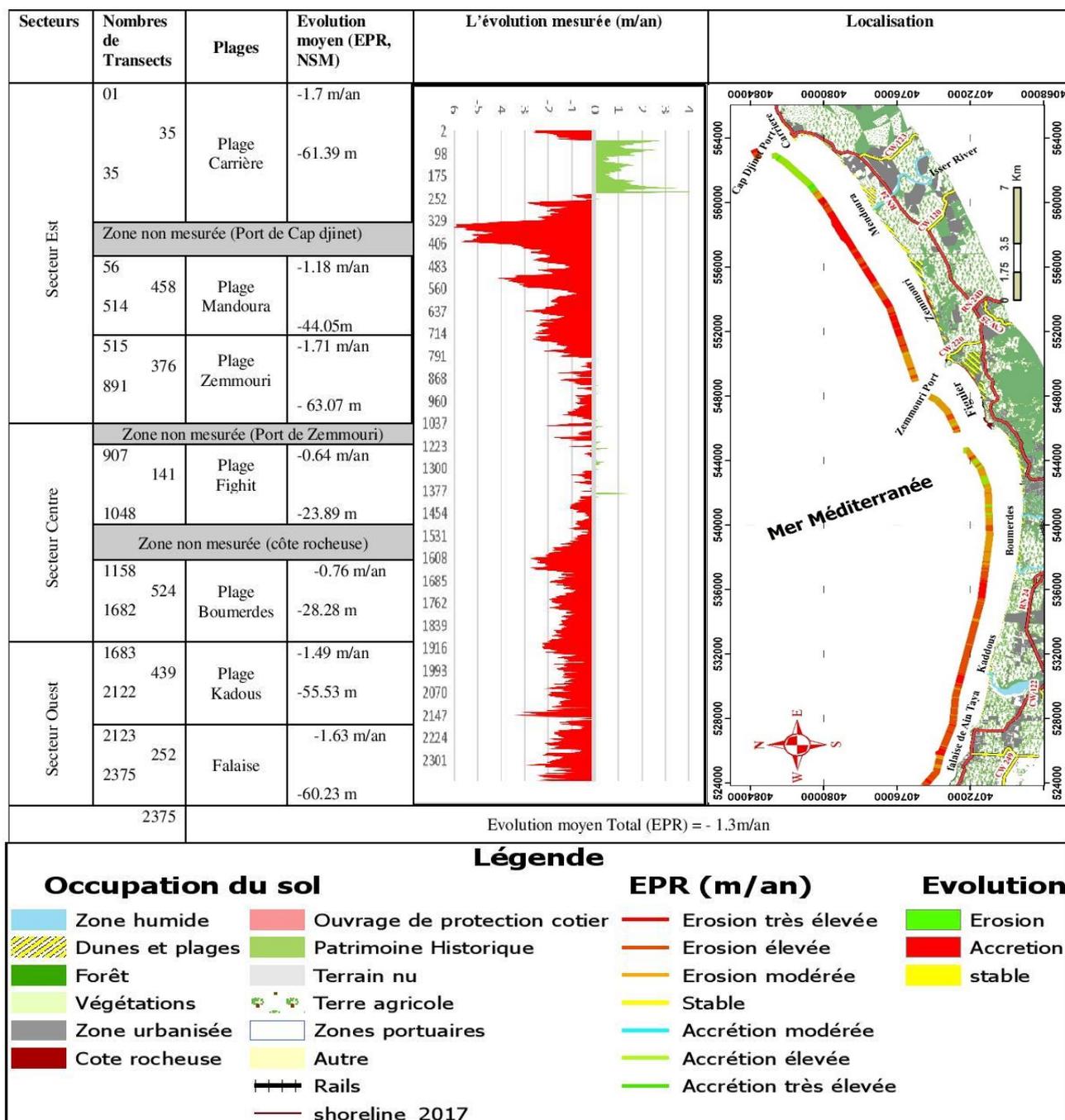


Figure 4: Évolution du trait de côte de la baie de Zemmouri entre 1980 et 2020

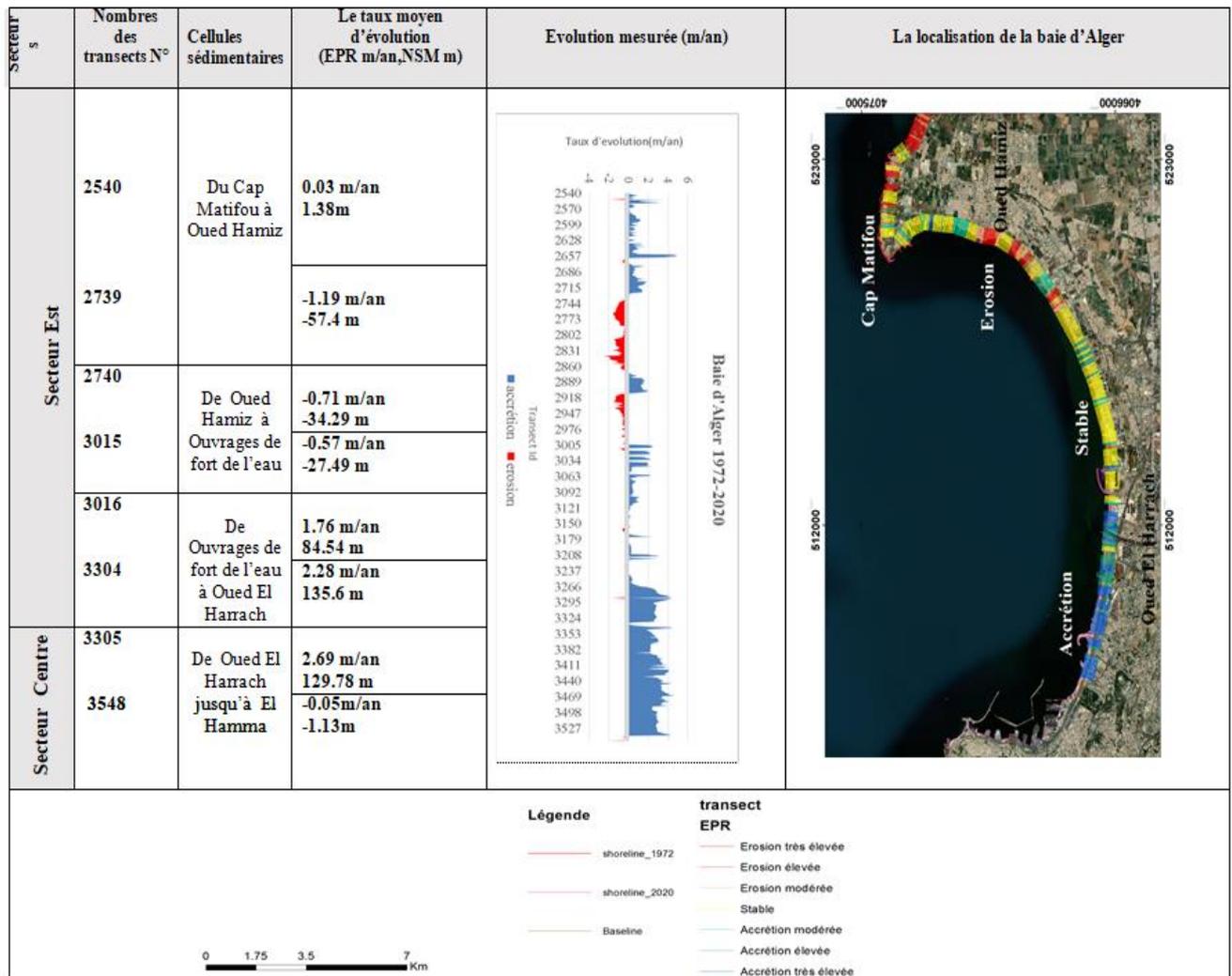


Figure 5: Évolution du trait de côte de la baie d'Alger entre 1972 et 2020

○ Baie de Bou-Ismaïl

Les résultats d'analyse des changements de la position de la ligne du rivage au cours de ces 48 dernières années (1972-2020) ont révélé que la côte de la baie de Bous Ismaïl est soumise soit à l'érosion ou à l'accumulation en fonction des secteurs (figure 6). Letaux net moyen de recul calculé, varie entre -0.29 m/an et -1.74 m/an au niveau de la baie de Mazafran et -0.10 m/an à -0.73 m/an au niveau de la baie d'El Djamila. Les plages les plus touchées par cette récession du trait de côte sont Sidi Fredj, Club des pins, Palm beach et Khelloufi1.

Les accumulations les plus importantes de la côte, au cours de cette période mi-séculaire, sont observées au niveau des plages Sable d'Or et Palm Beach avec des taux variant entre 0.34 m/an et 1.78 m/an pour les plages de Sable d'Or et Palm Beach. En baie de Mazafran ces accumulations sableuses ne sont pas naturelles, elles reviennent à l'implantation des batteries d'épis et de brise-lames au niveau de Palm beach et Sable d'Or et rechargement artificiel de ces plages.

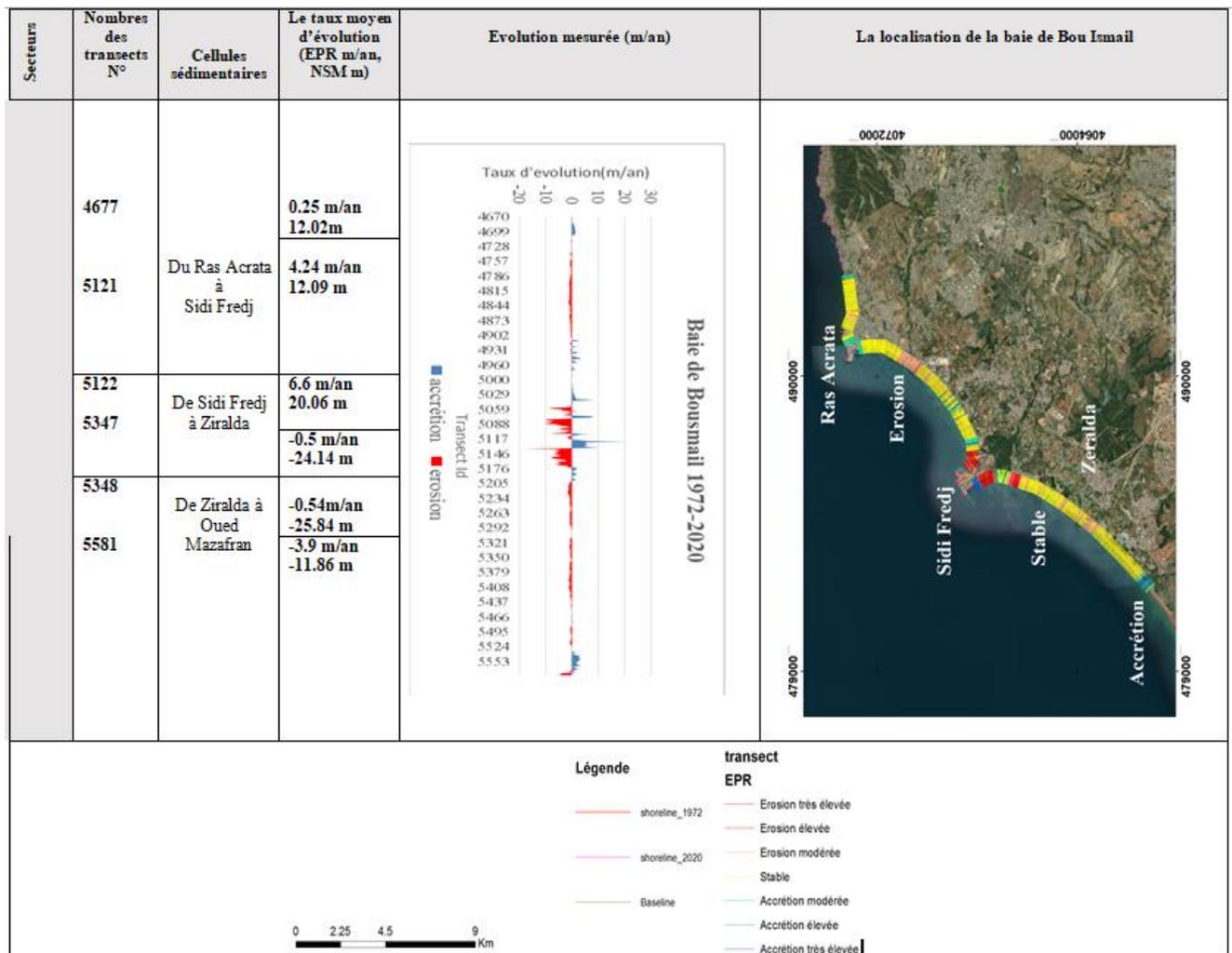


Figure 6: Évolution du trait de côte de la baie de Bou-Ismaïl entre 1972 et 2020

➤ **Secteur Oriental**
 ○ **Golfe de Bejaia**

La comparaison du tracé du trait de côte de 1980 (carte topographique au 1/50 000) avec celui de 2021 (image satellitaire) montre une tendance à l'érosion dans le secteur Ouest du golfe de Bejaia qui s'étend à partir de l'embouchure de l'oued Soummam en allant vers le Est, avec une vitesse moyenne variant entre -0,48 et -4,2 m/an (figure 7). La partie Ouest de la côte du golfe avec les plages de Sidi Ali Lebher et de Boukhelifa, particulièrement celle du Club Hippique qui sont les plus touchées par le phénomène d'érosion. Cette partie du littoral qui est fortement exposée aux houles dominantes des secteurs Nord et Nord-Est, est celle qui fut la plus aménagée et urbanisée durant les dernières décennies. Les aménagements en épis en T réalisés à partir de 2001 n'ont pas abouti à grand-chose car la tendance érosive a continué à marquer les plages de la zone.

Les manifestations du retrait du rivage sont moins importantes dans la partie orientale du golfe, avec une érosion localisée au niveau de Melbou, de vitesse variant de -0,20m/an à 1,4m/an. Il en va différemment pour le secteur centre entre la plage des Vaccaro et la grotte féerique d'Aokas, où les rivages sont en accrétion, car ils sont bien alimentés en sédiments par les dérives

littorales Nord-Ouest et Est-Ouest, en provenance des secteurs adjacents avec un taux d'avancée palpable qui varie entre 0.4 m/an et 3.1 m/an. La partie Ouest de la plage de Tichy a connu une alternance de recul et d'accrétion avec une valeur maximale de recul de -1,53 m/an et un pic d'engraissement atteignant +1,25 m/an.

○ **Baie de Jijel**

Durant ces dernières décennies et à l'image du reste des côtes sableuses algériennes ouvertes aux agitations marines, la côte Jijelienne connaît pour sa part d'importantes variations de la position de la ligne de rivage, sur un nombre de plages l'érosion s'est fait beaucoup renforcée durant ces dernières années sans pour autant être liée à des changements climatiques. Ces variations sont dues principalement aux effets cumulés des tempêtes surtout quand ils se combinent à des actions humaines. L'analyse des cartes de l'évolution de la ligne de rivage le long de la cote montre d'une manière générale que le trait de côte Jijelien est en érosion. Approximativement, les évolutions suivies dans cette région sont très contrastées depuis la ville de Jijel à l'ouest jusqu' à Ras Oum Chiche à l'Est (figure 8).

Au niveau de la partie Est de la ville de Jijel, les évolutions sont très disparates, la tendance à l'érosion se continue le long de la cote sableuse avec un recul du trait de côte varie entre 0.58 m/an et 1.81 m/an. Ce déséquilibre est dû généralement à la construction portuaire (DjinDjen). Au niveau de la partie Est de la jetée secondaire du port, une importante accumulation de sable sur une longueur de 1200 mètres. Cette progradation atteint la distance de 300 mètres au droit de la digue secondaire et 40 mètres dans sa partie terminale. Le littoral de Oued Z'Hor entre l'éperon de Mouadene et Ras Oum-Chiche enregistre un recul important du rivage, avec des valeurs ayant atteint localement -2m/an.

○ **Golfe de Skikda**

Les plages de la wilaya de Skikda sont disséminées sur un littoral qui s'étire sur 140 km. Les résultats d'analyse des changements de la position de la ligne du rivage au cours de ces 13 dernières années (2008-2021) ont révélé que la côte du golfe de Skikda est soumise soit à l'érosion ou à l'accumulation en fonction des secteurs (figure 9). Les taux net moyens de recul calculés à partir de la méthode EPR, varient entre -0.29 m/an et -1.74 m/an au niveau de la partie Est.

La bande littorale de la partie Ouest du golfe de Skikda a connu une évolution se manifestant tantôt par une érosion tantôt par une accrétion des plages avec un taux d'évolution varie entre -0.89 m/an et +0.61 m/an, témoignant ainsi de la présence de cellules hydrosédimentaires littorales. Le rivage de la plage Larbi Ben Mhidi a subi une évolution positive uniquement au niveau de certains points avec un taux annuel de l'ordre de 1.7 m/an. Les aménagements en brise-lames réalisés à partir n'ont pas abouti à grand-chose car la tendance érosive a continué à marquer les plages de la zone Est au voisinage du port.

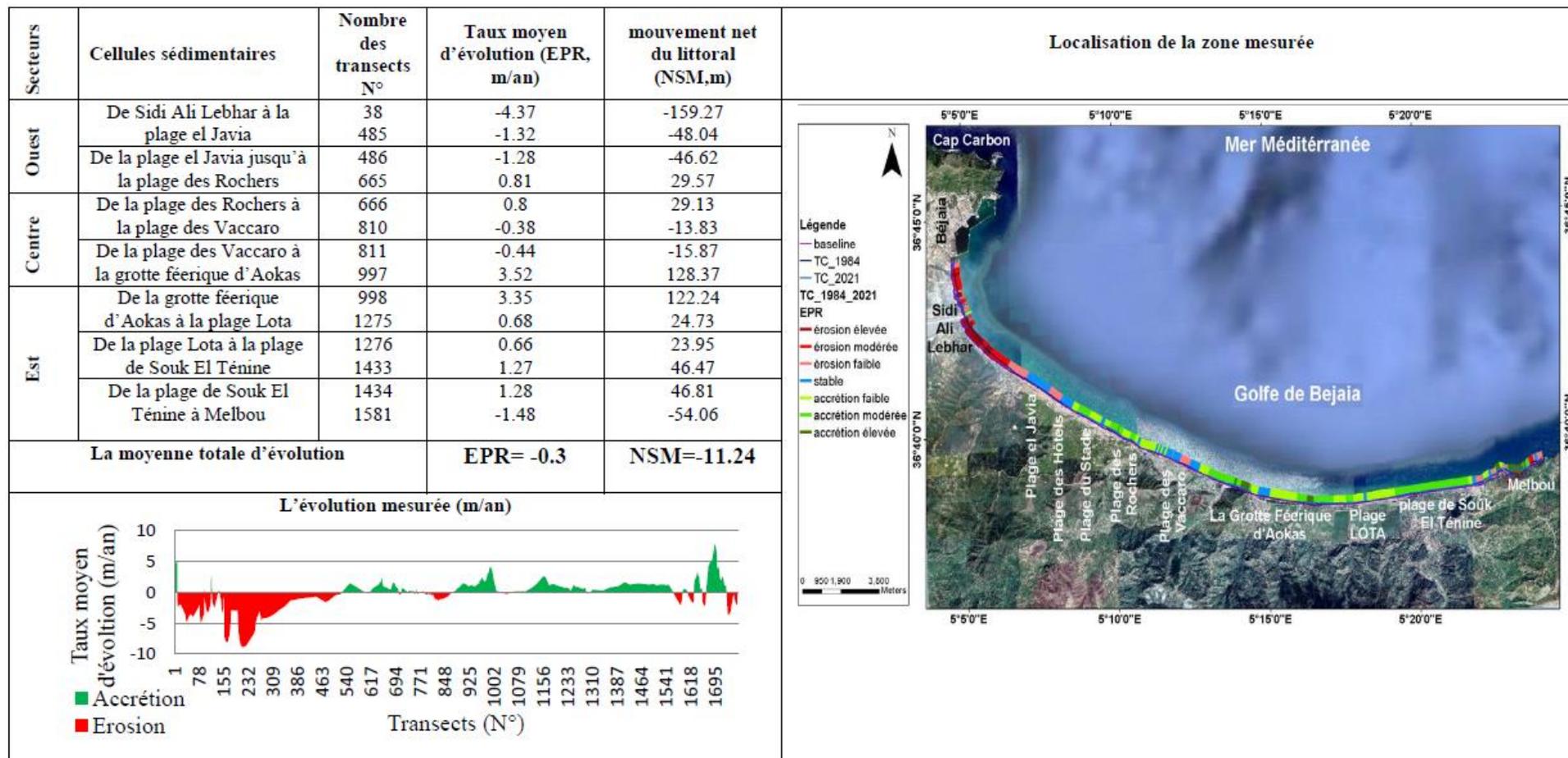


Figure 7: Évolution du trait de côte du golfe de Bejaia entre 1980 et 2021

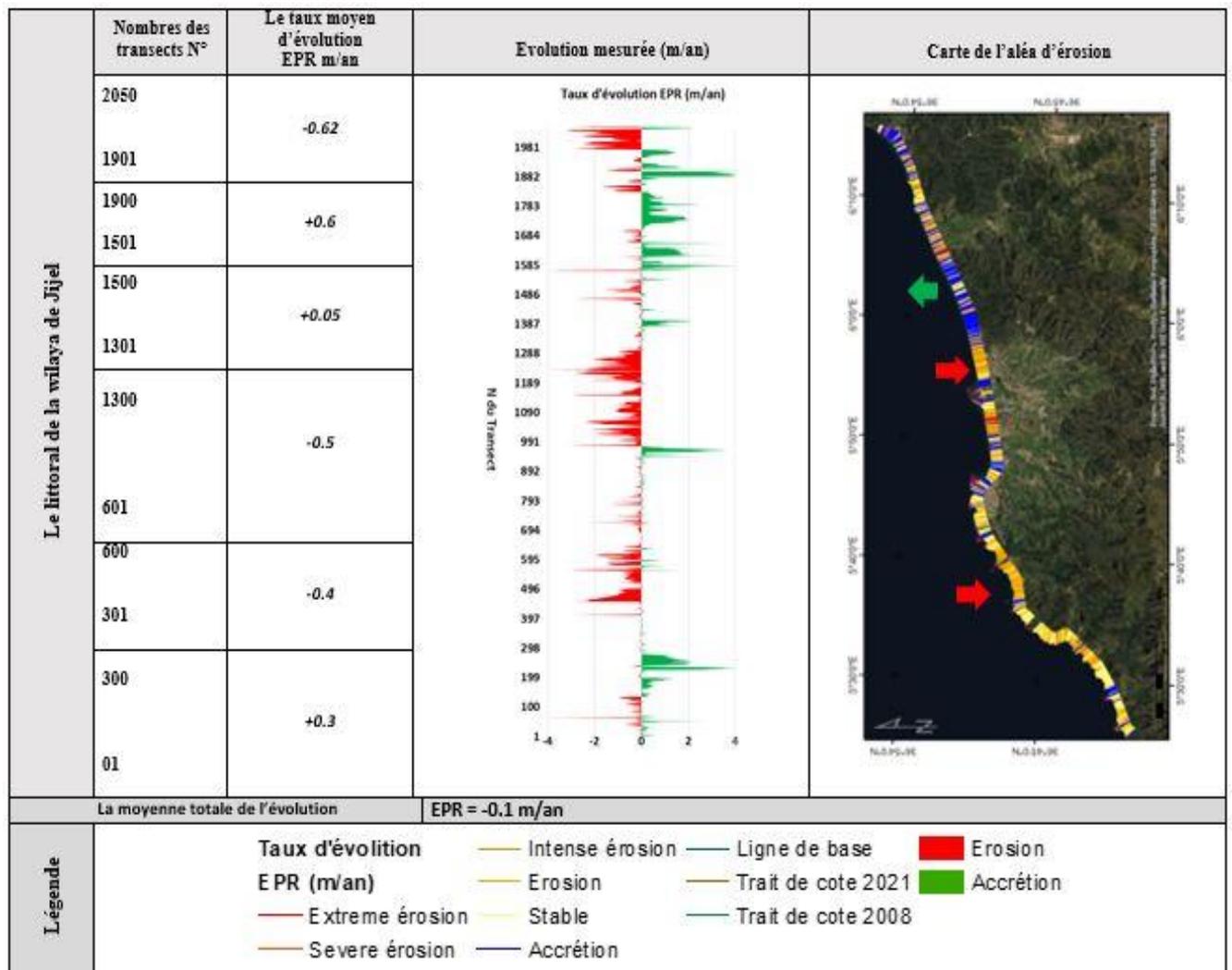


Figure 8: Évolution du trait de côte du littoral de Jijel entre 2008 et 2021

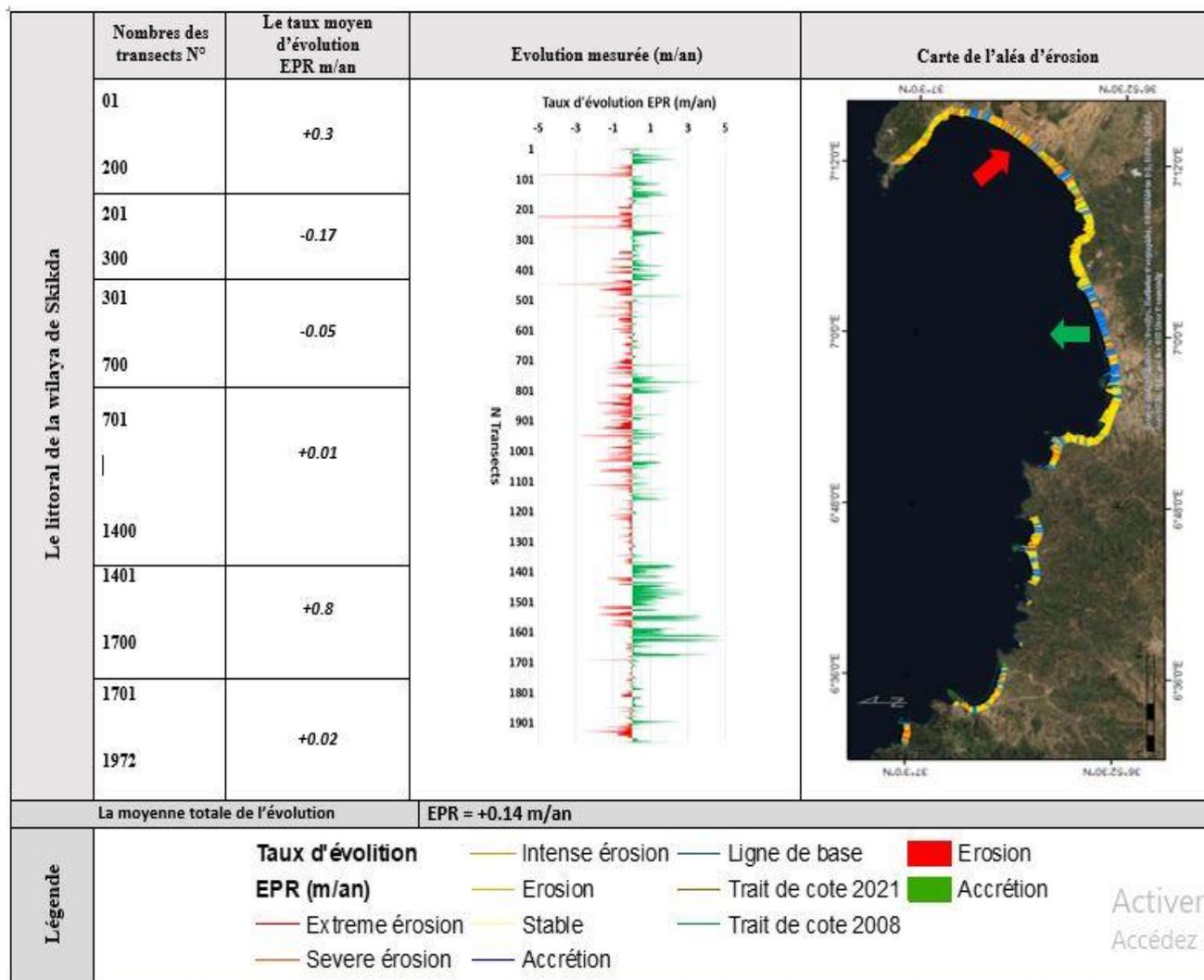


Figure 9: Évolution du trait de côte du golfe de Skikda entre 2008 et 2021

➤ **Secteur occidental**

○ **Littoral de Tlemcen :**

Les résultats d'analyse des changements de la position de la ligne du rivage au cours de ces 15 dernières années (2006-2021) ont révélé que la côte de Tlemcen est soumise soit à l'érosion ou à l'accumulation en fonction des secteurs (figure 10). Les taux net moyens de l'évolution calculés à partir de la méthode EPR, varient entre -0.29 m/an et +1.7 m/an le long de la côte.

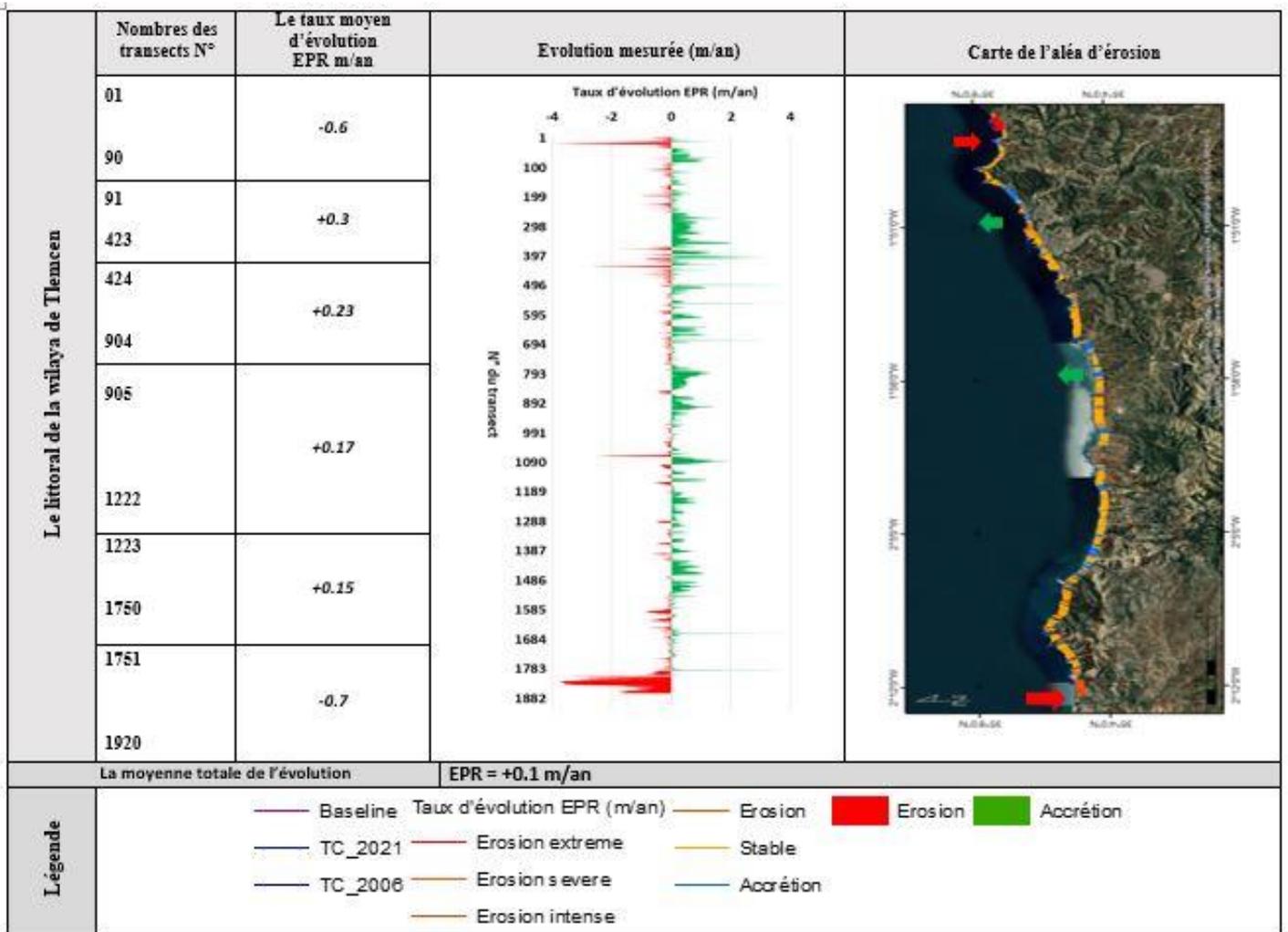


Figure 10: Évolution du trait de côte du littoral de Tlemcen entre 2006 et 2021

○ **Golfe d'Oran :**

L'évaluation des variations spatio-temporelles de la position du trait de côte entre 2008 à 2021, met en évidence un découpage spatial de la plage, en surface d'érosion et d'accrétion, et permet de visualiser l'évolution morphologique dans le temps. La côte étudiée a connu une accumulation généralisée, la valeur moyenne est de l'ordre de 11,52 m soit un taux de progradation de 0,95 m/an. Cependant nous relevons une érosion remarquable au niveau des extrémités est et ouest dont la vitesse de recul de l'ordre de -0,38 m/an (Figure 11).

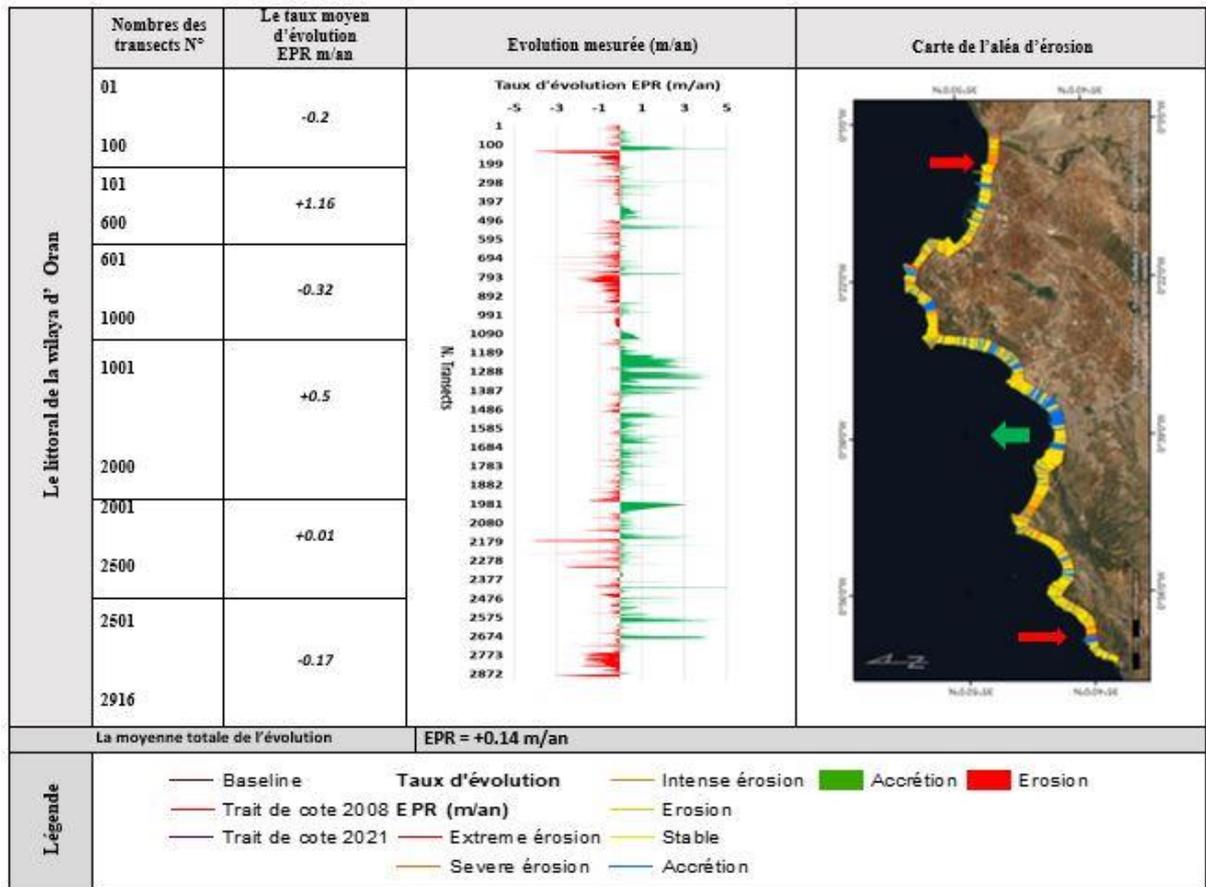


Figure 12: Évolution du trait de côte du golfe d'Oran entre 2008 et 2021

○ **Littoral de Mostaganem:**

Les changements de la ligne de cote du littoral de Mostaganem (Ras Sidi Mansour – Kef El Asfer) sur une période mi-séculaire (2001-2021). Les résultats montrent une position du rivage qui varie entre phase de recul et d'autre d'avancé selon les secteurs. Les secteurs stables sont observés majoritairement au niveau des falaises rocheuses (Falaise du Cap IVI, falaise de Kharouba et falaise de Stidia) (figure 12). Le recul est enregistré dans la partie Est dans la plage de la Baie Teddert avant Kef l'Asfer avec un taux d'érosion moyen de -0,49 m/an. Dans la partie Est du rivage entre Kef Bouguetar jusqu'au Cap IVI, le recul du rivage a atteint une moyenne de -0,61 m/an. Le recul le plus marqué dans cette période est enregistrer aux niveaux du rivage près du port de la Salamandre avec un taux d'érosion de -5,49 m/an avec une distance d'érosion de -109m. L'avancée la plus marquée du rivage est observée sur la partie des deux ports de Mostaganem notamment la plage de Matarba et au niveau de la zone protégée par l'ouvrage de protection (épi en T) et dans la zone de Stidia plage, le taux d'accrétion maximum atteint 8,84 m/an au voisinage de cet ouvrage.

La tendance générale de l'ensemble du littoral de la baie, révèle que durant les 20 ans (2001 à 2021), 66,72% du rivage a connu une érosion soit 56,70 km de linière côtier, 32,34% du rivage a connu une accrétion équivalente à une distance 27,48 km. Les secteurs stables représentent 0,94% soit une distance de 0,8 km de linéaire côtier

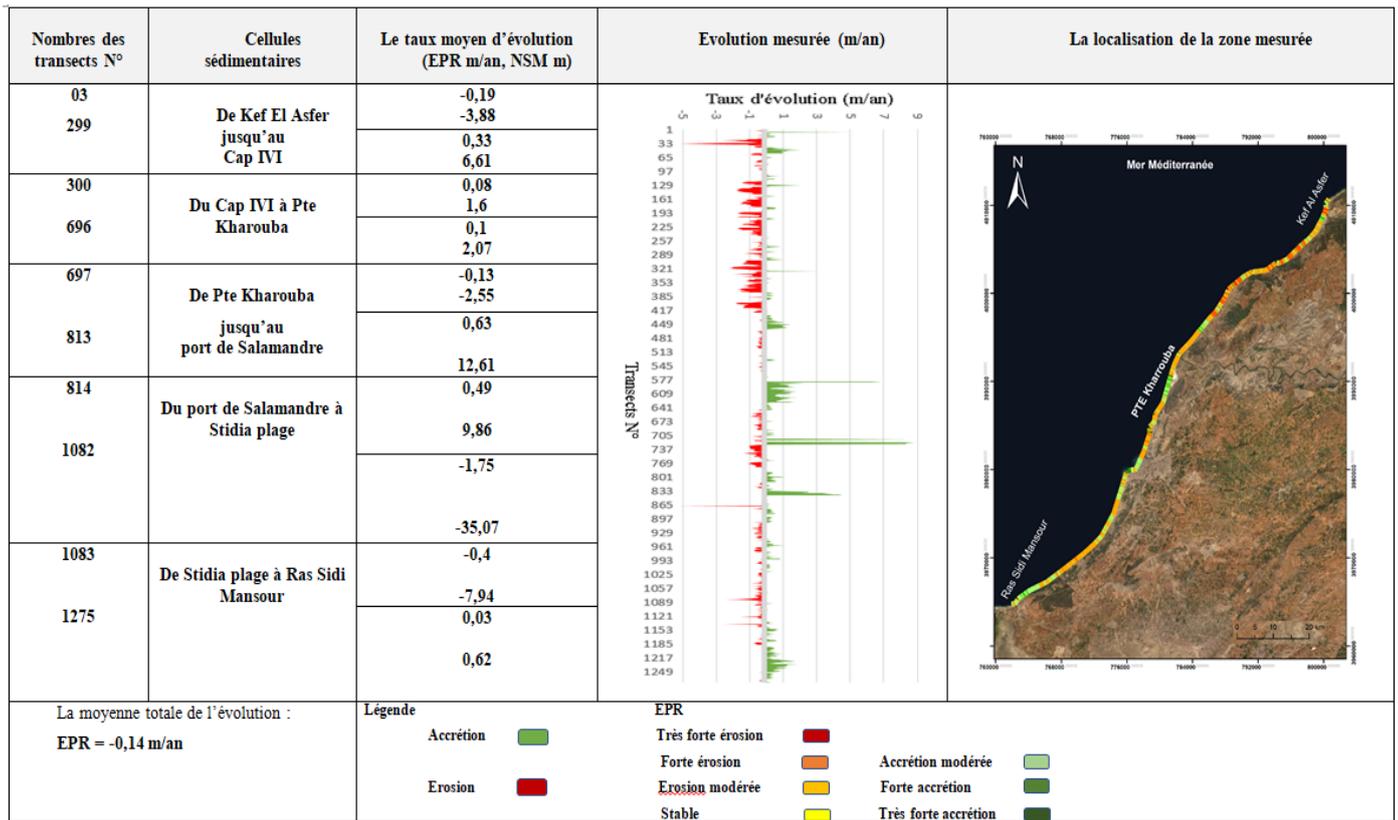


Figure 12: Évolution du trait de côte du littoral de Mostaganem entre 2001 et 2021

2.4. Données et études sur la côte, sa longueur, sa position spatiale et son évolution/changement

Il existe une multitude d'études sur les caractéristiques de la côte, sa longueur, sa position spatiale et son évolution/changement. La majorité des études ont été réalisées sur la partie centrale et occidentale, par contre une étude complète sur toute la côte du littoral Algérien est inexistante. Une liste complète de ces études est résumée dans le tableau 2.

La plupart des études listées dans le tableau 2 ont produit des cartes de l'occupation et urbanisation des sols de la frange littorale, évolution spatio-temporelle du trait de côte dans le cadre de leurs recherches. Des shapefiles ont été obtenus grâce à la numérisation et à la digitalisation des photos aériennes, carte anciens et des images satellites. Cependant, ces shapefiles ne sont pas disponibles en ligne et peuvent être demandés directement aux auteurs. Différentes études ont été effectuées sur le littoral centre de l'Algérie (la métropole algéroise), dans le cadre du Programme d'Appui à la Politique Sectorielle de l'Environnement (PAPSE. 2017), Programme d'Aménagement Côtier (PAC) de la zone côtière algéroise en 2006, Egis Eau / IAU-IDF BRGM en 2013, AMIS en 2008. Des cartes (urbanisation, activités humaines, occupation des sols, érosion et accrétion des côtes, socioéconomiques, ressources naturelles ...) ont été élaborées pour la métropole algéroise (Zemmouri, Alger et BouIsmaïl).

L'Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT) est l'organisme officiel de la cartographie en Algérie. Les principales missions de l'institut sont :

- La réalisation et l'entretien sur le territoire national d'un canevas de base en géodésie, nivellement et gravimétrie ;
- La couverture du territoire en photographie aérienne ;
- L'établissement et la mise à jour de la carte topographique de base 1/50 000 et 1/200 000 et celles qui en sont dérivées ;
- Le recueillement et la conservation de la donnée satellitaire ;
- La réalisation des bases de données géographiques ;
- La réalisation des travaux de recherche dans les domaines de l'information géographique ;
- La conservation des archives.

L'Agence Spatiale Algérienne (ASAL) est un établissement public national à caractère spécifique, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. L'Asal est l'instrument de conception et de mise en œuvre de la politique nationale de promotion et de développement de l'activité spatiale. Son objectif principal est de faire de l'outil spatial un vecteur performant de développement économique, social et culturel du pays et d'assurer la sécurité et le bien-être de la communauté nationale (<https://asal.dz>) . Ses missions et ses attributions sont :

- Proposer au gouvernement les éléments d'une stratégie nationale dans le domaine de l'activité spatiale et d'en assurer l'exécution ;
- Mettre en place une infrastructure spatiale destinée à renforcer les capacités nationales;
- Mettre en œuvre les programmes annuels et pluriannuels de développement des activités spatiales nationales en relation avec les différents secteurs concernés et d'en assurer le suivi et l'évaluation ;
- Proposer au Gouvernement les systèmes spatiaux les mieux adaptés aux préoccupations nationales et d'assurer, pour le compte de l'état, leur conception, leur réalisation et leur exploitation;
- Proposer au gouvernement une politique de coopération bilatérale et multilatérale adaptée aux besoins nationaux;
- Assurer le suivi et l'évaluation des engagements découlant des obligations de l'Etat en matière d'accords régionaux et internationaux dans les domaines de l'activité spatiale.

Tableau 2 : Résumé des études sur les caractéristiques du littoral algérien, sa longueur, sa position spatiale et son évolution/changement.

Walid Rabehi, et al 2018	Cartographie de la vulnérabilité des communes de la baie d'Alger. Approche socio-économique et physique de la côte
Walid Rabehi 2018	Détermination spatio-temporelle de l'expansion urbaine sur la baie d'Alger et impact environnemental sur la bande côtière
KHELIL Nawel 2021	La gestion intégrée de la zone côtière algéroise : entre doctrine et pratique
KHELIL Nawel et al 2018	Défis et opportunités dans la promotion de la gestion intégrée des zones côtières en Algérie : démonstration depuis la côte d'Alger
Boumaour Amina et al 2018	Processus d'intégration et analyse des interactions des acteurs autour d'un projet de protection : Cas du Parc National de Gouraya, Algérie (Sud-Ouest de la Méditerranée)

Chaib Walid 2021	indice de vulnérabilité et de risque côtier pour l'évaluation du risque d'érosion et de submersion dans le littoral centre Algérien (cas de la baie de Bou Ismail).
Chaib Walid el al 2020	Évaluation de la vulnérabilité côtière et de l'exposition aux risques d'érosion et de submersion dans la baie de Bou Ismail (Algérie) à l'aide de l'indice de risque côtier (IRC)
BengoufaSoumia 2021	Apport des techniques de télédétection à l'étude de la vulnérabilité et risques côtiers (cas de la côte ouest Algérienne)
BengoufaSoumia et al 2021	Étude comparative des méthodes de classification pixel par pixel et orientée objet pour la détection et l'extraction automatique du trait de côte (cas du secteur côtier de Mostaganem à l'Ouest Algérien)
BengoufaSoumia et al 2021	Machine learning et pour la surveillance du littoral à l'aide d'images satellitaires optiques : étude de cas du littoral de Mostaganem, Algérie
Malika Kacemi 2011	Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d'Oran
Nadia Amarniet al 2022	Evaluation de la vulnérabilité côtière du littoral centre ouest algérien (cherchell), sous l'angle de la géomatique
Djouder, Fahem 2018	Evaluation des impacts des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer méditerranée sur le littoral du golfe de Bejaia
Djouder, Fahem et al 2015	Détection et analyse des variations historiques du trait de côte, à l'aide de photos aériennes numériques, d'images satellitaires et de relevés topographiques DGPS : cas de la baie de Béjaïa (Est algérien)
Sallaye Miloud et al 2018	Evolution morphologique du centre de Boumerdes dans la baie de Zemmouri (Algérie) de 1922 à 2017
Sallaye Miloud 2021	Processus mis en jeu dans l'évolution morpho-dynamique de la baie de zemmouri. Modélisation hydro-sédimentaires et cinématique du trait de côte.
Cherif Aoudj, et al 2020	Évolution spatio-temporelle du trait de côte du littoral centre Algérien : cas de la baie de Zemmouri
Ghodbani Tarik et Semmoud Bouziane 2010	Urbanisation côtière en Algérie, Processus et impacts sur l'environnement : Le cas de la baie d'Aïn el Turck
Otmani Housseyn 2019	Dégradation des dunes côtières algéroises entre pression de l'urbanisation et conséquences sur l'évolution de la ligne de rivage
Otmani Housseyn, et al 2020	Évaluation de la dynamique du trait de côte sur la Côte Est d'Alger (Algérie) : une analyse spatio-temporelle à l'aide de mesures in situ et d'outils géospatiaux
Otmani Housseyn 2019	Etude et évaluation de la vulnérabilité des systèmes côtiers dans la région algéroise

SaciKermaniet al 2016	Détection et analyse des modifications du trait de côte à l'aide d'outils géospatiaux et de calcul automatique : cas de la côte sableuse jjielienne (Est algérien)
<u>Katia Ayadi</u> et al 2016	Détection et analyse des variations historiques du trait de côte, à l'aide de photos aériennes numériques, d'images satellitaires et de relevés topographiques DGPS : cas de la baie de Béjaïa (Est algérien)
Salem cherifyoustra et al 2019	Nearshore hydrodynamics and sediment transport processes along the sandy coast of Boumerdes, Algeria
Aoudj Cherif et al 2022	Évolution de la cinématique du littoral de la baie de Béjaïa (Est algérien) de 1989 à 2017
AbdeldjalilBougherira et al 2020	Évolution géomorphologique contemporaine du littoral sablonneux du cap Falcon (Oran, Algérie) : approche basée sur le système d'information géographique (SIG)
Mohamed Bouhamadouche et al 2016	Erosion d'une côte sableuse : suivi continu du littoral épis de protection à Boumerdes (Algérie)
Mohamed Bouhamadouche et al 2018	Analyse des indicateurs hydrosédimentaires pour l'étude de l'érosion côtière : cas de la côte de Béjaïa (Algérie)
Ghodbani Tarik et BougheriraAbdeldjalil, 2019	Le littoral algérien entre protection de l'environnement et impératifs du développement, Enjeux et Perspectives
Ghodbani Tarik, Semmoud Bouziane. 2010	Urbanisation côtière en Algérie, Processus et impacts sur l'environnement : Le cas de la baie d'Aïn el Turck. Études caribéennes
programme des nations unies pour l'environnement plan d'action pour la méditerranée 2006	Programme d'aménagement côtier (pac) de la «zone côtières algéroise»
AMIS 2008	Integrated coastal management plan for the wilaya of Algiers: pilote zone of Reghaia. HeraouaMunicipalities.

2.5. Cartographie de l'urbanisation des wilayas côtières entre 2000 et 2021

Jusqu'aux années 1980, l'urbanisation du littoral algérien se limitait à l'extension des villes côtières existantes et à l'émergence de rares nouveaux organismes urbains. Depuis, des espaces littoraux, occupés initialement par quelques résidences estivales ou secondaires, accueillent de nombreux projets immobiliers et touristiques, réalisés dans la perspective du désengorgement des villes, souvent les plus importantes du pays. Celles-ci dirigent le trop plein urbain et projettent ses extensions dans les espaces littoraux proches (Ghodbanitarik et Semmoud Bouziane 2010). Outre la dégradation de l'environnement, l'urbanisation du littoral donne naissance à des rapports conflictuels entre différents usagers. Les tensions ont pour objet l'appropriation du foncier littoral et suscitent l'adoption, à l'échelle de l'individu ou du groupe, de stratégies diverses et de pratiques souvent à la limite de la légalité. Celles-ci façonnent

l'espace littoral et modifient profondément la perception des habitants et usagers, de leur propre cadre de vie.

Les interactions homme – milieu a montré, à travers plusieurs études, la vulnérabilité de l'espace littoral face à l'action anthropique. Celle-ci peut prendre plusieurs formes, allant de l'urbanisation à la simple exploitation des ressources naturelles. L'anthropisme peut causer plusieurs dégradations à l'environnement dont la pollution, l'épuisement des ressources et l'artificialisation des paysages naturels. Sur le littoral Algérien, la dimension environnementale reste peu intégrée dans les actions d'aménagement, ce qui explique les déséquilibres constatés (Ghodbani Tarik et Bougherira Abdeldjalil, 2019). Les nombreux cas étudiés ont montré une diversité des pressions qui ont engendré, au cours de ces dernières décennies, des atteintes graves aux écosystèmes littoraux.

L'occupation des sols des wilayas côtières se caractérise par une urbanisation littorale qui s'étend sur les reliefs du Sahel et dans les plaines, de vastes espaces agricoles, des espaces forestiers sur des surfaces limitées.

L'analyse de la dynamique de l'occupation du sol des 14 wilayas côtières a été effectuée par l'utilisation de l'imagerie satellitaire du capteur Landsat (*Landsat7 ETM* et *Landsat 8 OLI*). Ces images permettent d'avoir une vision synoptique des modes d'occupation du sol. Leur capacité à détecter différents modes d'occupation dépend principalement sur le comportement spectral des objets (zone urbanisée, terre agricole, zone humide, etc.) (Ndao, 2012). Dans notre cas d'étude, une série multi-temporelle des images Landsat a été utilisée. Landsat 7 ETM+ pour l'année 2000 et Landsat 8 OLI/TIRS pour l'année 2021. Les images utilisées dans cette étude ont été téléchargées dans les archives de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov>).

Pour l'année 2000, La classification non supervisée a permis de dessiner une carte de distribution des unités d'occupation du sol des différentes wilayas côtières, où les six catégories thématiques étaient présentes.

Tableau 3 : Evolution de l'urbanisation des wilayas côtières entre 2000 et 2021

Nom de la Wilaya Côtière	superficie urbanisée en 2000 (ha)	superficie urbanisée en 2021 (ha)
Tlemcen	3077.129	31596.530
Oran	10311.142	26522.143
Ain temouchenet	1432.759	10387.424
Mostaganem	2958.795	34727.069
Chlef	2951.207	42467.178
Tipaza	2137.823	18277.475
Alger	19848.485	42236.416
Boumerdès	2839.298	33264.000
Tizi Ouzou	4386.626	72804.790
Bejaia	4401.500	53855.350
Jijel	4465.684	36169.016
Skikda	4808.141	35672.234
Annaba	6363.112	13966.141
EL Taref	1182.926	18111.490

L'urbanisation dans les 14 wilayas côtières représente que 1,7% de la superficie totale, soit une perte annuelle moyenne de plus de 5 000 hectares.

En 2021, l'urbanisation couvre 7.53 % de la surface totale, soit une perte annuelle moyenne de plus de 30 000 hectares. Les espaces qui ont augmenté sont les espaces urbains ; les espaces non exploités sont également destinés à l'urbanisation.

Les espaces urbains ont connu la plus forte augmentation par rapport aux autres espaces. Les wilayas ayant le plus fort taux d'urbanisation sont TiziOuzou, Chlef, Alger et Bejaia représentant au total plus de 14000 ha soit plus de 4%, étant donné leur situation proche du littoral.

Tableau 4: Evolution de l'urbanisation des trois bandes littorales (100m, 300m et 800m) des wilayas côtières entre 2000 et 2021

Wilaya cotiere	Surface de la wilaya (Km2)	Surface du domaine littoral (ha)	% du domaine littoral/ wilaya	Surface zone de servitude des 100 m	Surface zone de servitude des 300 m	Surface zone de servitude des 800 m	Surface urbanisé e dans la zone des 100m	l'année 2021	l'année 2000	Surface urbanisé e dans la zone des 800m	l'année 2021	l'année 2000	taux d'urbanisation	taux d'urbanisation par an
								Surface urbanisé e dans la zone des 300m	Surface urbanisé e dans la zone des 300m		% surface urbanisé / Zone des 300m	% surface urbanisé / Zone des 300m		
Telmcen	906100	21546,99	2,38	807,71	2332,85	5941,25	101,15	367,37	65,00	1012,61	15,75	2,79	12,96	14,398
Ain Tempouchenet	237900	22801,63	9,58	931,72	2611,77	7018,94	102,29	325,43	78,00	750,52	12,46	2,99	9,47	11,782
Oran	212100	19616,00	9,25	1425,89	4023,05	10283,25	450,07	1309,75	705,76	3374,56	32,56	17,54	15,01	28,761
Alger	80900	21352,33	26,39	698,92	2146,33	5584,59	563,13	1837,33	1066,84	4446,98	85,60	49,71	35,90	36,690
Béjaia	315520	29214,71	9,26	898,10	2872,15	7605,18	394,10	1436,96	873,10	2947,43	50,03	30,40	19,63	26,850
Annaba	143900	21136,77	14,69	953,68	2618,92	6211,46	212,62	630,35	294,34	1427,87	24,07	11,24	12,83	16,000
Tipaza	216600	35049,65	16,18	1301,22	3632,37	9217,61	573,42	2000,56	327,97	4211,72	55,08	9,03	46,05	79,647
Mostaganem	217500	30962,20	14,24	831,95	2891,20	8237,06	178,52	728,84	80,62	2162,40	25,21	2,79	22,42	30,868
Chlef	479100	34664,83	7,24	1151,35	3333,49	8770,80	235,76	913,28	500,25	2098,92	27,40	15,01	12,39	19,668
Tizi Ouzou	356800	17583,30	4,93	599,85	1757,05	4620,37	184,76	778,94	289,08	2002,35	44,33	16,45	27,88	23,326
Jijle	257700	32459,92	12,60	1098,18	3112,16	8136,73	313,40	1329,16	181,46	3381,27	42,71	5,83	36,88	54,652
Boumerdes	159100	21834,70	13,72	749,32	2174,43	5683,74	243,83	1005,18	169,55	2630,86	46,23	7,80	38,43	39,792
Skikda	402600	48327,52	12,00	1974,51	5526,95	13693,39	230,19	854,10	199,65	2268,90	15,45	3,61	11,84	31,164
El taref	333900	26117,69	7,82	966,40	2732,72	7025,66	58,71	402,19	214,36	627,29	14,72	7,84	6,87	8,944

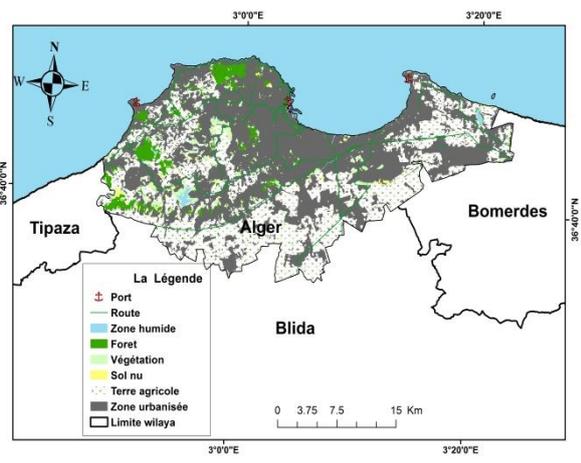
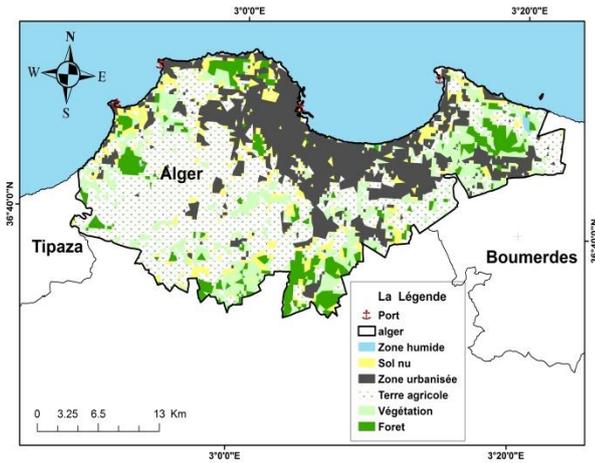


Figure 13 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Algiers entre 2000 (gauche)-2021(droite)

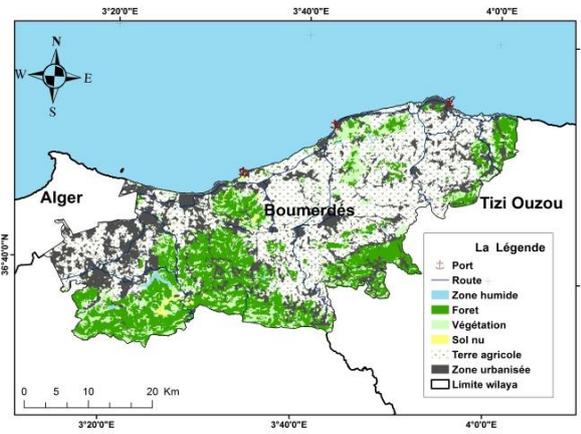
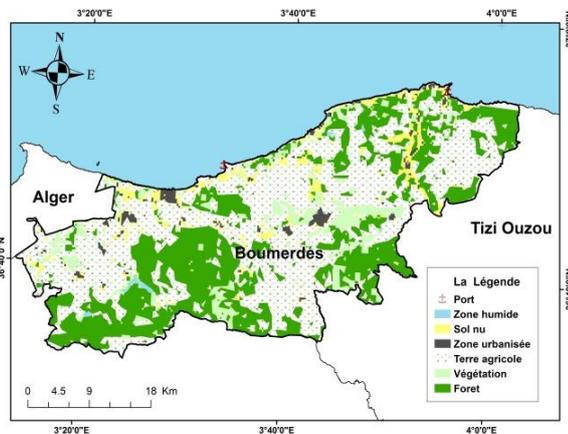


Figure 14 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Boumerdes entre 2000 (gauche) 2021(droite)

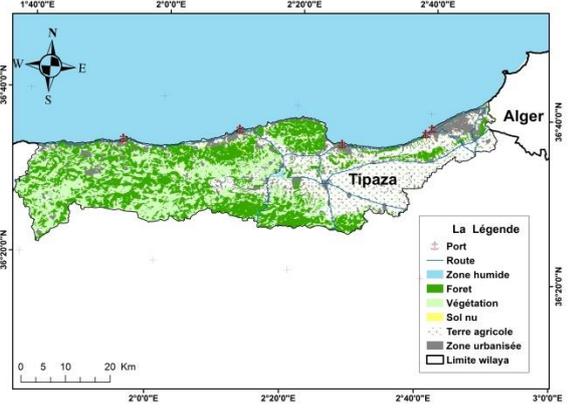
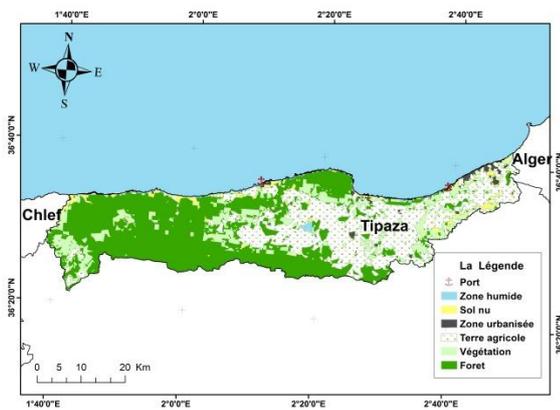


Figure 15 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Tipaza entre 2000 (gauche)-2021(droite)

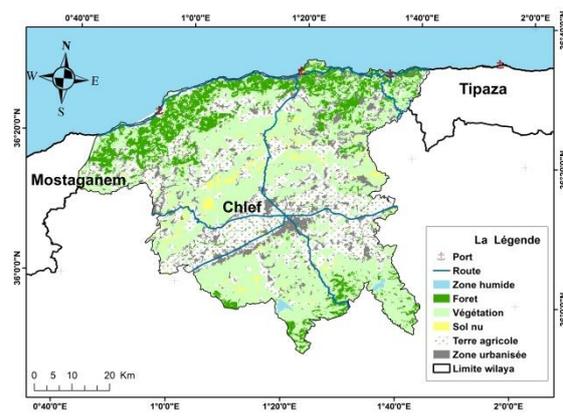
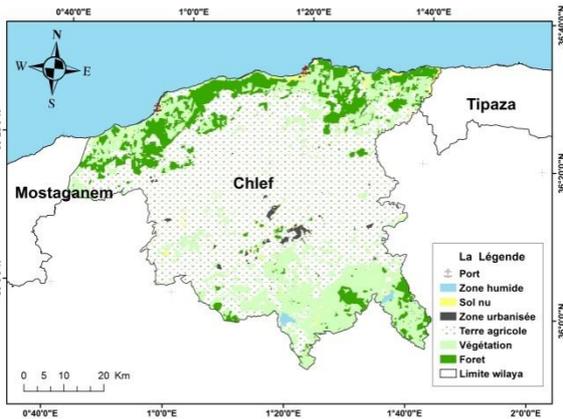


Figure 16 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Chlef : 2000 (gauche)-2021(droite)

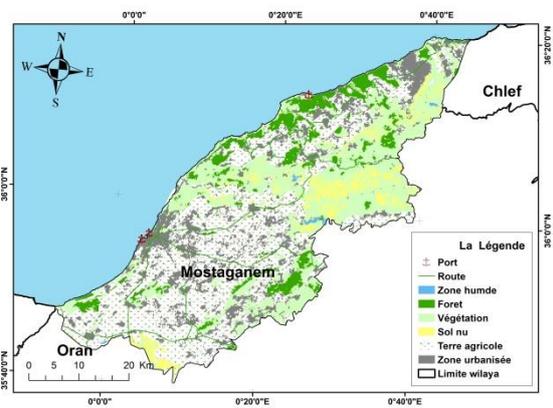
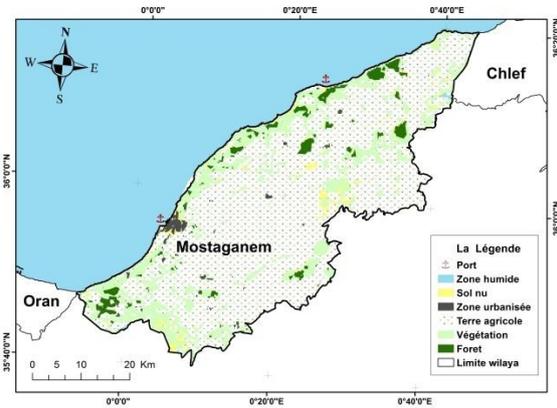


Figure 17 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Mostaganem : 2000 (gauche)-2021(droite)

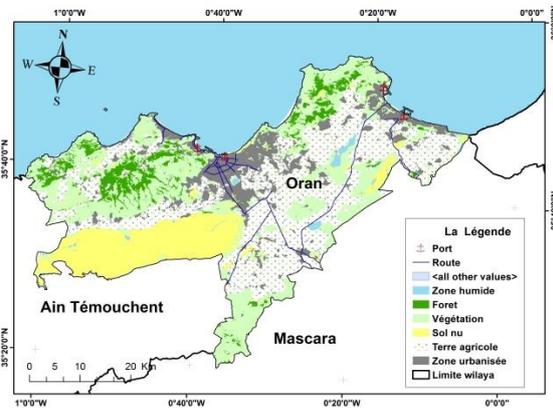
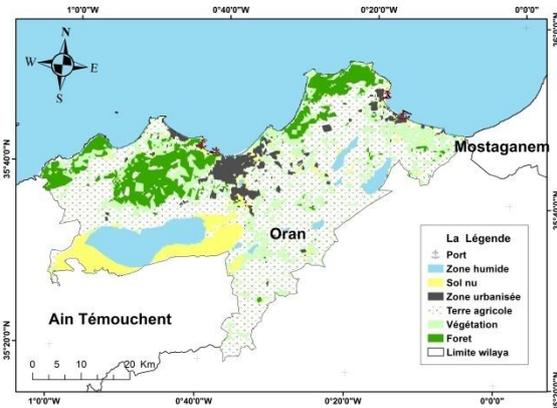


Figure 18 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Oran : 2000 (gauche)-2021(droite)

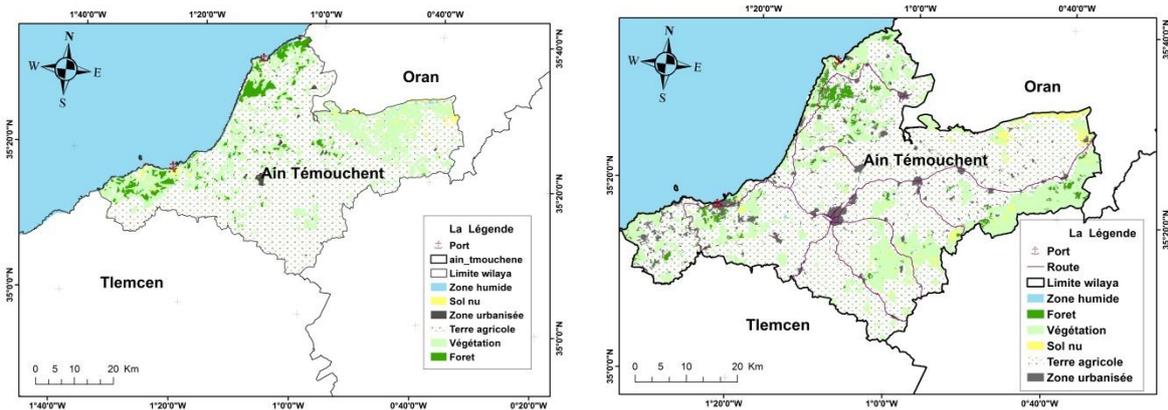


Figure 19 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Ain Témouchent : 2000 (gauche)-2021(droite)

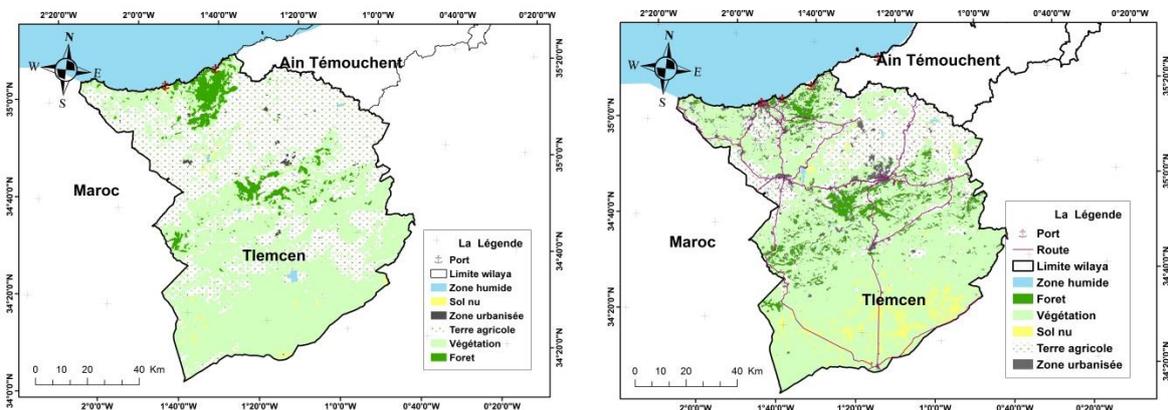


Figure 20 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Tlemcen : 2000 (gauche)-2021(droite)

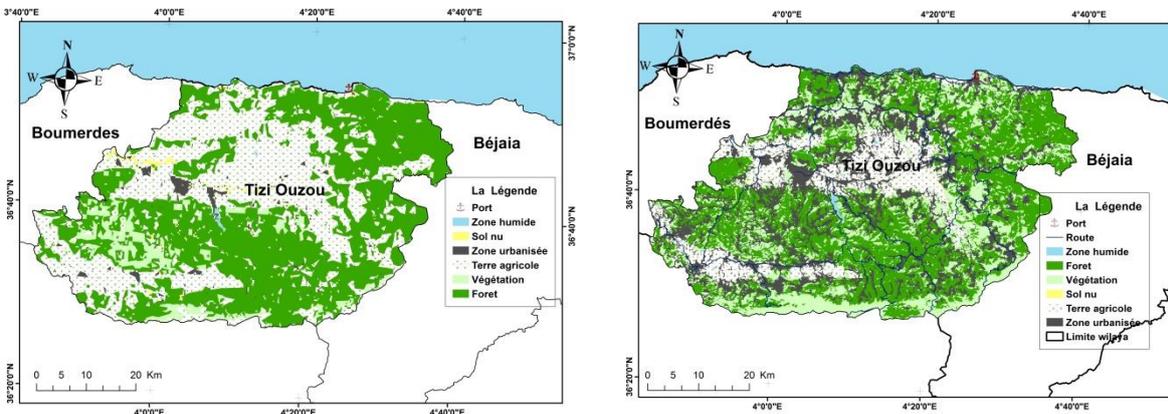


Figure 21 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Tizi Ouzou : 2000 (gauche)-2021(droite)

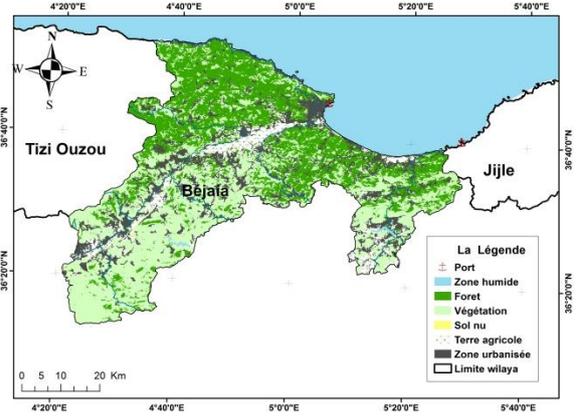
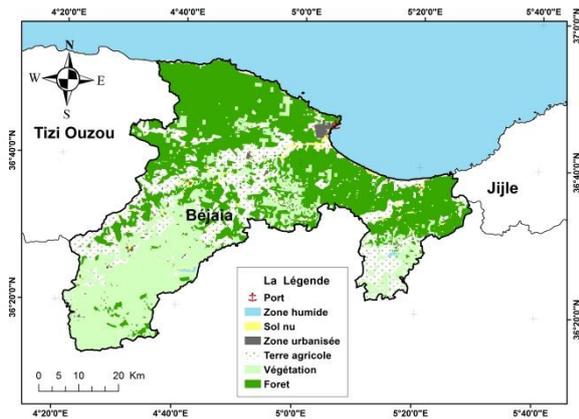


Figure 22 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Bejaia : 2000 (gauche)-2021(droite)

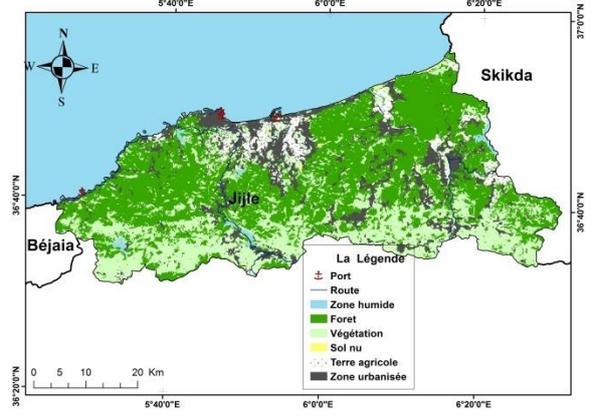
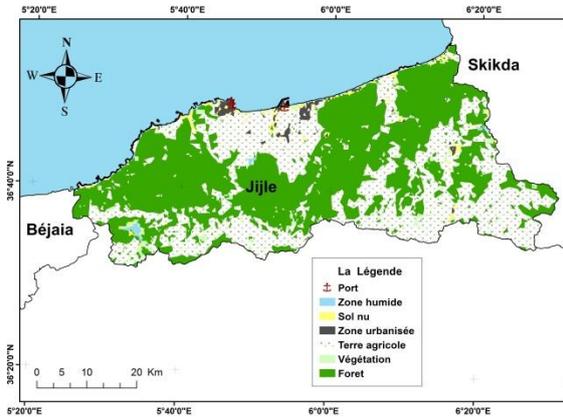


Figure 23 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Jijel : 2000 (gauche)-2021(droite)

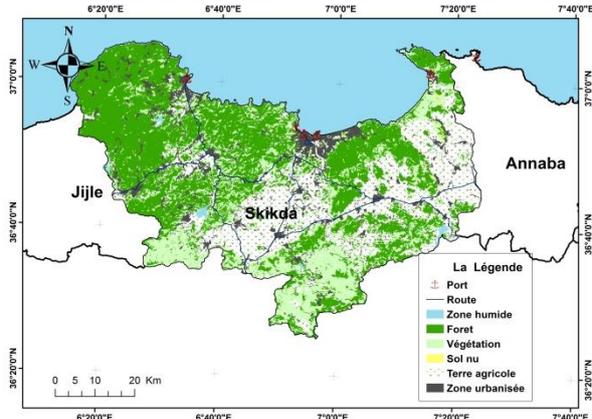
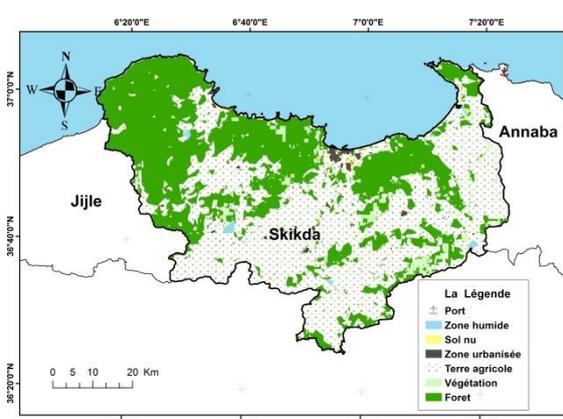


Figure 24 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya de Skikda : 2000 (gauche)-2021(droite)

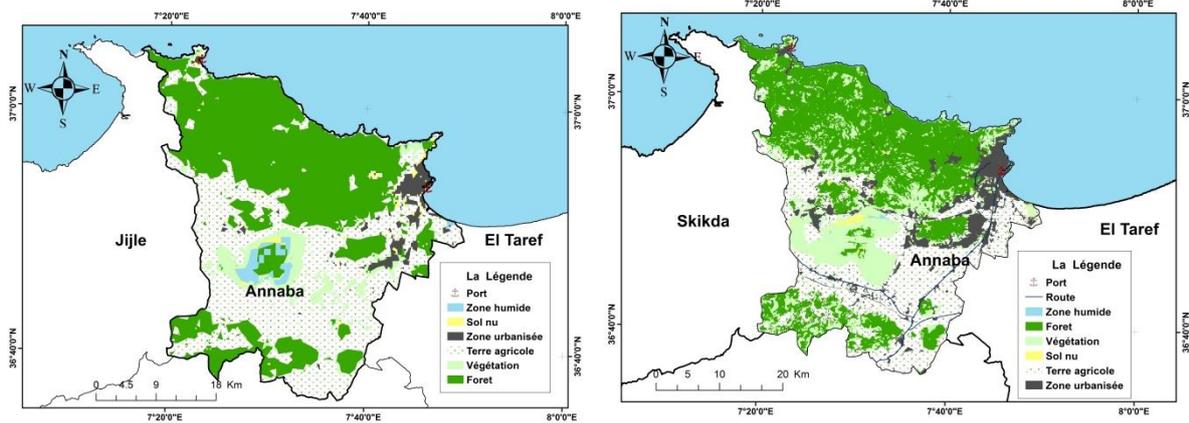


Figure 25 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'Annaba : 2000 (gauche)-2021(droite)

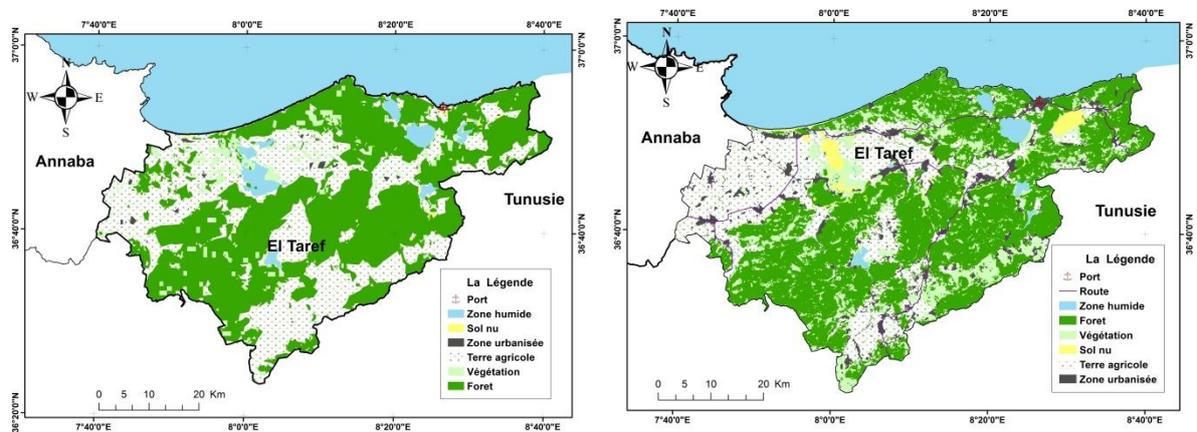


Figure 26 : Evolution de l'urbanisation dans la wilaya d'El Taref : 2000 (gauche)-2021(droite)

3. Activités anthropiques présentes dans le milieu marin

Le littoral algérien s'étend sur un linéaire côtier de près de 1622 Km. Il se distingue par des paysages très diversifiés et très riches (plages, falaise, massifs forestiers, parcs naturels...etc.). Néanmoins, de Marsat-Ben-M'hidi à l'ouest jusqu'au cap roux à l'est, l'environnement côtier de l'Algérie a subi de grandes perturbations telles que l'intensification de la pollution, l'érosion côtière, la dégradation des sites, l'extension du bâti au détriment du foncier agricole et l'étouffement du rivage marin.

3.1. Evolution de la répartition de la population sur le nord du pays

La structure spatiale de la population est polarisée sur le nord du pays en général et plus particulièrement sur "la bande littorale" qui borde la Méditerranée et qui a une largeur de 50 à 100 km d'Est en Ouest. En effet, c'est dans cette étroite bande littorale de 45 000 km² (1,9% du territoire) que se concentre plus de 36% de la population algérienne (274 hab/km²). Les wilayas du littoral sont caractérisées par un très fort indice de concentration de la population. En effet, l'existence des terres agricoles les plus fertiles, des infrastructures de transport et de communication, ainsi que toutes les commodités nécessaires à l'activité industrielle ne font qu'accroître cette concentration de la population sur la bande littorale. Les résultats issus des recensements de population (RGPH 1998 et 2008) ainsi les projections de populations effectuées par l'ONS, montrent la tendance à la hausse aussi bien de la population totale du pays que de la population du littoral (ONS 2015).

Tableau 5: Evolution de la population du littoral Algérien entre 1987 et 2020. ONS 2015

Wilaya	1987	1998	2008	2020
Tlemcen	716 678	842 053	949 135	1 118 482
Ain Témouchent	275 492	327 331	371 239	427 658
Oran	932 832	1 213 839	1 454 078	1 625 863
Mostaganem	502 832	631 057	737 118	851 653
Chlef	687 106	858 695	1 002 088	1 185 580
Tipaza	389 530	506 053	591 010	675 232
Alger	2 122 188	2 562 428	2 988 145	3 299 645
Boumerdes	508 101	647 389	802 083	864 726
Tiziouzou	939 013	1 108 708	1 127 607	1 433 501
Bejaia	698 837	856 840	912 577	1 128 030
Jijel	474 040	573 208	636 948	793 633
Skikda	621 563	786 154	898 680	1 059 808
Annaba	466 839	557 818	609 499	715 370
El Taref	274 762	352 588	408 414	491 938
Total littoral	9 611 800	11 824 161	13 488 621	14 485 539
Total national	23 051 000	29 100 867	34 080 030	40 559 735
Pop Littorale / pop national (%)	41.69	40.63	39.58	35.71

En effet, la population des wilayas du littoral passe de 10,2 Millions en 1987 à 12,6 Millions puis à 14,5 Millions respectivement en 1998 et 2008. En 2020 cette population est estimée à 15,5 Millions de personnes. En termes de structure, nous constatons un léger rééquilibrage en faveur des wilayas de l'intérieur du pays. En effet, en 2008 la population des wilayas du littoral ne représente plus que 42,5% de la population totale, alors qu'elle représentait près de 44,5% en 1987. Les projections de population réalisées par l'ONS montrent qu'en termes de structure cette tendance à la baisse continuera pour atteindre 38,3% en 2020 (ONS 2015).

3.2.Principales activités humaines présentes en milieu côtier et marin

L'Algérie dispose d'une façade de maritime de 1622 km jalonnée de 11 ports de commerce. Trois ports pétroliers (Arzew, Skikda et Bejaïa), trois principaux ports polyfonctionnels (Alger, Oran et Annaba), deux moyens (DjenDjen et Mostaganem) et enfin, trois petits ports (Ghazaouet, Dellys et Ténès).

En Algérie en effet, les capacités des ports, les transports terrestres, la concurrence, ainsi que le poids des chargeurs et des sociétés nationales dans la sélection portuaire font que les avant pays et les arrière pays portuaires sont relativement stables (MOHAMED-CHERIF, 1999 et 2004). Néanmoins, on peut se demander si les réformes en cours et les investissements dans le secteur des transports sont susceptibles de changer la donne.

L'évolution très rapide des échanges a démontré la difficulté de l'outil portuaire à faire face à la nouvelle situation économique du pays et à s'adapter aux nouvelles exigences du commerce maritime international dictées par la mondialisation. Les ports algériens n'offrent que de faibles tirants d'eau, ainsi que des espaces d'entreposage réduits et étroits, ne pouvant convenir aux exigences des navires des générations récentes. De ce fait, ils ne peuvent recevoir que des navires de petites tailles, inférieur à 20 000 tonnes de port en lourd. Seuls les bateaux contenant jusqu'à 400 conteneurs sont en mesure d'y entrer : une telle limite se situe au-dessous de la moyenne exigée par le trafic mondial (SETTI, 2001). Cette situation se pose en termes de contraintes sévères au déroulement des échanges maritimes.

L'État algérien a pris conscience que le passage vers la mondialisation suppose forcément des efforts de mise à niveau et de modernisation de ses ports. De ce fait, il reconnaît la nécessité d'investir pour moderniser les installations existantes et tente d'y remédier en lançant une série d'actions et de projets et de lancer le chantier du méga port du centre d'El Hamdania, à Cherchell. En plus de ces 11 grands ports de commerce, le littoral algérien abrite : 37 ports et abris de pêche, 11 ports mixtes et un port de plaisance.

Tableau 6: Répartition des infrastructures portuaires sur les wilayas côtières.

Wilaya	Nbre	Infrastructure portuaire	Type d'infrastructure	Activité
Tlemcen	4	Marsa Ben M'Hidi	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Ghazaouet	Port Mixte	Mixte (Commerce et pêche)
		Sidna Youchaâ*	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Honaine	Abri de pêche	Pêche et plaisance
AïnTémouchent	3	Madagh	Abri de pêche	Pêche
		Béni Saf	Port de pêche	Pêche
		Bouzedjar	Port de pêche	Pêche
Oran	4	Oran	Port Mixte	Commerce et pêche
		Kristel	Abri de pêche	Pêche
		Arzew	Port Mixte	Commerce, hydrocarb.et Pêche
		Béthioua	Port à hydrocarbures	Hydrocarbures
Mostaganem	3	Salamandre	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Mostaganem	Port Mixte	Commerce et pêche
		Sidi Lakhdar	Port de pêche	Pêche
Chlef	4	La Marsa	Port de pêche	Pêche
		Sidi Abderrahmane	Abri de pêche	Pêche
		Ténès	Port Mixte	Commerce et pêche
		Béni Haoua	Abri de pêche	Pêche
Tipaza	5	Gouraya	Port de pêche	Pêche
		Cherchell	Port de pêche	Pêche
		Tipasa	Abri de pêche	Pêche et plaisance
		Bou Haroun	Port de pêche	Pêche
		Khemisti	Abri de pêche	Pêche
Alger	6	Sidi Fredj	Port de plaisance	Plaisance
		El-Djamila	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Rais Hamidou	Abri de pêche	Pêche
		Alger	Port Mixte	Commerce, hydroc.et pêche
		EL Marsa	Abri de pêche	Pêche et plaisance
		Tamentfoust	Abri de pêche	Pêche et plaisance
Boumerdes	3	Zemmouri El Bahri	Port de pêche	Pêche
		Cap Djinet	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Dellys	Port Mixte	Pêche et commerce
Tizi-Ouzou	2	Tigzirt	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Azeffoun	Port de pêche	pêche
Bejaia	3	Béni K'Sila*	Abri de pêche	Pêche
		Tala Guilef	Port de pêche	Pêche et plaisance
		Bejaïa	Port Mixte	Commerce, hydrocarbures et pêche
Jijel	4	Ziama/Mansouriah	Port de pêche	Pêche et plaisance
		El-Aouana	Port de pêche et de plaisance	Pêche et plaisance
		Boudis	Port de pêche	Pêche
		Djen-Djen	Port Mixte	Commerce
Skikda	6	Oued Z'hor	Abri de pêche	Pêche
		Collo	Port de pêche	Pêche
		Stora	Port de pêche	Pêche et plaisance

		Ancien port de Skikda	Port Mixte	Commerce, hydrocarbures
		Nouveau port de Skikda	Port à hydrocarbures	Hydrocarbures
		La Marsa	Abri de pêche	Pêche
Annaba	2	Chetaibi	Port de pêche	Pêche
		Annaba	Port Mixte	Commerce, pêche et plaisance
El Tarf	2	Ancien port d'El-Kala	Port de pêche	Pêche
		Nouveau port d'El-Kala	Port de pêche	Pêche
Total	51			

3.3. Nouvelles installations côtières au cours des 5 à 10 dernières années

Pourtant les projets portuaires sont des projets avec des enjeux territoriaux forts. Ils couvrent des dizaines voire des centaines d'hectares. Ils demandent des travaux très importants (construction de digues longues de plusieurs kilomètres, creusement de bassins profonds pour des navires à fort tirant d'eau, aménagement de zones de chargement/déchargement, de stockage, installation de grues, portiques, etc) dans un environnement qui peut être urbain et dense. Ils peuvent aussi avoir des impacts importants sur l'environnement terrestre ou maritime, le paysage, les espèces naturelles.

Plusieurs environnements côtiers sont aux prises avec des côtes en érosion et une pression anthropique accrue, dont la pression générée par le développement des infrastructures en bord de mer. L'Algérie ne fait pas exception à ce phénomène; devant l'érosion active des côtes, les instances gouvernementales et les particuliers ont de plus en plus recours à la mise en place d'ouvrages de protection du littoral.

Suite à la forte demande du secteur de pêche afin d'améliorer les conditions de débarquement des produits de la pêche, le ministère des travaux publics a mis en place certaines nouvelles installations majeures de structures dans l'environnement côtier au cours des 10 dernières années. Sur la base des informations du ministère des Travaux publics et des images satellitaires, une liste de ces nouvelles installations peut être trouvée ci-dessous :

Tableau 7 : Récapitulatif des réalisations des différents ports de pêche sur les wilayas côtières.

Année	Désignation	Projet	Nombre de Projets
2011	Réalisation de Ports et d'Abris de Pêche	*Réalisation d'un abri de pêche à Sidi Abderrahmane (Chlef)	1
2012		*Réalisation d'un port de pêche à Salamandre	1
2013		*Réalisation d'un abri de pêche à Kristel	1
2014		*Réalisation d'un port de pêche et de plaisance à El-Aouana	2
		*Réalisation d'un port de pêche et de plaisance à Tala Guilef	
2015		* Construction d'un nouveau port de pêche à El Kala :	1
2016		* Travaux de construction d'un abri de pêche à Oued Z'hor-Skikda	1
2018		* Réalisation d'un Abri de pêche à MADAGH (Ain Témouchent)	1
2020		*Réalisation d'un port de pêche pour la wilaya de Tlemcen à Sidna-Youchaâ	1
2021		* Réalisation d'un Abri de pêche à Béni K'sila (Béjaia)	1
Total			10

Tableau 8: Récapitulatif des réalisations des différents ouvrages de protection sur les wilayas côtières.

Année	Désignation Rubrique 5	Projet	Nombre de Projets
2010	Protection de Sites de Rivage	<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de confortement du mur de soutènement de la RN11 DGSN (Bab El Oued-Deux Moulins) (3100 ml) • Protection du rivage site Ain Tagourait (1ère tranche sur 30 ml) • Travaux d'achèvement de protection du front de mer de la ville de Boumerdes (280 ml) 	3
2011		<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des travaux de protection de rivage Hannaya-Bérrihane (El Tarf) • Travaux de protection frontale de la piscine municipale Larbi Ben M'Hidi (Skikda) 	2
2012		<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de protection du rivage de Khemisti • Protection de la zone urbaine littorale d'Azeffoun (Protection partie Est) • Travaux de protection du front de mer de Boumerdes Ouest ; • Protection du rivage site Ain Taya Est 	4
2013		<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de protection du site Le Lido; • Travaux de confortement du mur de soutènement entre le DGSN et El-Kettani. • Travaux de protection du rivage d'Ain-Taya (Surcouf) • Protection du rivage de Hadjret Ennous 	4
2014		<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des travaux de la protection de la falaise et de la passe d'entrée au port de pêche de ZiamaMansouriah • Réalisation des travaux de parachèvement de la protection de la falaise et de la passe d'entrée au port de pêche de ZiamaMansouriah • Travaux de protection du rivage de Gouraya (Bois Sacré) • Travaux de protection du rivage site d'Ain Tagourait (centre) • Travaux de protection maritime du dédoublement de la RN9 • Protection des zones de rivage de la ville de Mostaganem côté Est du port de Mostaganem • Protection du rivage au niveau de la station de dessalement d'eau de mer (Fouka marine) • Travaux de protection du bout de piste de l'Aérodrome AbaneRamdane • Protection de la zone urbaine littorale d'Azeffoun (Protection partie centrale) 	9
2015		<ul style="list-style-type: none"> • Etude et protection du rivage Ouest de Cherchell (école de pêche) • Protection des zones de rivage de la ville de Mostaganem-confortement et aménagement côté Est Sidi Medjdoub 	3

		<ul style="list-style-type: none"> • Achèvement de l'aménagement du boulevard front de mer du port de Béjaïa 	
2016		<ul style="list-style-type: none"> • Protection des rivages El-KalaBerrihane • Travaux de protection du site le Lido (commune de Mohammadia) 	2
2018		<ul style="list-style-type: none"> • Protection du rivage de Larbi Ben M'Hidi-Skikda contre l'érosion marine. • Aménagement du front de mer de Bou-Ismail, • Réalisation des travaux de protection du front de mer de Jijel 1ère tranche sur 650 ml, • Travaux de protection du rivage d'Ain-Tagourait (Est) • Protection de la côte BoublatèneZiamaMansouriah 	5
2020			
Total			34

Tableau 9 : Récapitulatif des réalisations des différents ports sur les wilayas côtières

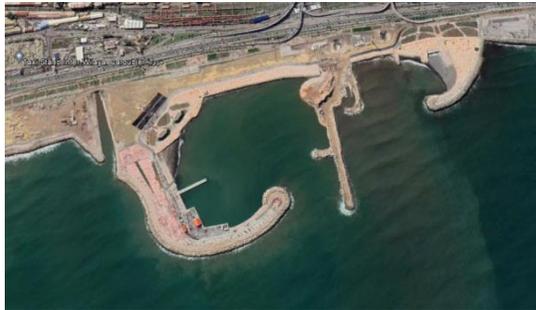
Wilaya Côtère	Nom de port	coordonnées géographiques	L'année de lancement de la construction	Type de port	Image avant ou en cours de la mise en place du port	Image après la mise en place du port
Tlemcen	Marsa Ben M'Hidi	2°12'1.37"W 35° 5'13.15"N	2009	Abri de pêche		
	Dar Yaghmouracene	1°46'20.54"W 35° 7'17.77"N	2016	Port de pêche et de plaisance		
	Honaine	1°39'29.58"W 35°10'39.81"N	2004	Abri de pêche		

Ain temouchenet	Medegh	1° 4'17.24"W 35°37'56.61"N	2016	Port de pêche et de plaisance		
Oran	Kristel	0°29'36.93"W 35°49'18.11"N	2008	Abri de pêche		
	Bousfer	0°52'36.04"W 35°42'36.67"N	2020	Abri de pêche		

Mostaganem	Salamandre	0° 3'24.24"E 35°55'19.66"N	2004	Port de pêche et de plaisance		
	Sidi abderrahman	1° 5'45.49"E 36°29'41.26"N	2011	Abri de pêche		
Chlef	EL MARSA	0°54'41.35"E 36°24'11.88"N	2006	Abri de pêche		

Tipaza	Gouraya	<p>1°54'18.27"E</p> <p>36°34'28.17"N</p>	2009	Port de pêche		
	Fouka	<p>2°44'28.06"E</p> <p>36°40'22.19"N</p>	2016	Port de plaisance		
Alger	Palm-beach	<p>2°50'39.40"E</p> <p>36°44'55.00"N</p>	2009	Port de plaisance		

	EL djamila	<p>2°53'52.50"E 36°48'4.65"N</p>	2007	Port de pêche et plaisance		
	Rais Hamidou	<p>3° 0'53.68"E 36°49'3.78"N</p>	2014	Port de pêche		
	EL kitani	<p>3° 3'40.31"E 36°47'34.06"N</p>	2018	Abri de pêche		

	sablette	3° 5'46.48"E 36°44'55.61"N	2021	port de plaisance		
	Ardis	3° 9'7.20"E 36°44'36.87"N	2020	port de plaisance		
Boumerdes	Cap djinet	3°43'5.44"E 36°52'32.32"N	2009	Port de pêche et de plaisance		

Tizi Ouzou	Tigziret	<p>4° 7'12.72"E</p> <p>36°53'40.10"N</p>	2006	Port de pêche et de plaisance		
Bejaia	Beniksila	<p>4°39'20.14"E</p> <p>36°53'3.33"N</p>	2016	Abri de pêche		
	Tala Ilef	<p>4°57'7.16"E</p> <p>36°49'30.31"N</p>	2009	Port de pêche et de plaisance		

Jijle	El Aouana	5°36'15.98"E 36°46'35.59"N	2011	Port de pêche et de plaisance		
Skikda	Oued Zhour	6°15'7.93"E 36°56'7.60"N	2016	Abri de pêche		
EL Taref	El kala	8°25'14.97"E 36°54'2.12"N	2004	Port de pêche		

3.4. Les activités de dragage et de décharge sont-elles présentes dans le milieu marin

Dans la quasi-totalité des ports de l'Algérie, l'ensablement et l'envasement constituent une menace permanente. Leurs structures se trouvent en effet le plus souvent dans des zones où la profondeur est relativement faible ; il est alors indispensable d'y réaliser des dragages pour permettre aux navires d'accéder aux quais. C'est une nécessité vitale pour leur exploitation.

Pour les 18 principaux ports nationaux, le volume d'ensablement et d'envasement est estimé à 20 millions de m³. En l'absence d'une politique de dragage et d'entretien régulier des ports, ceux-ci vont, à terme, s'envaser et s'ensabler, avec pour principale conséquence la réduction des tirants d'eau au niveau des bassins, ce qui engendrera des surcoûts importants liés à la gêne de la navigation.

Pour maintenir de bonnes conditions d'accessibilité et faciliter le trafic maritime, les gestionnaires portuaires sont donc amenés à procéder à des opérations d'enlèvement de ces sédiments : on parle de dragage portuaire. La fréquence de dragage varie selon la taille des ports, leur localisation et le trafic maritime qu'ils génèrent.

Durant les dix dernières années les autorités algériennes (ministère des travaux publics) ont lancé environ 18 activités de dragage et de décharge dans le milieu marin le long du littoral algérien.

Les dragages concernent en premier lieu les ports commerciaux, pour lesquels ces opérations constituent une nécessité au maintien de leur activité, lorsque leurs eaux sont trop peu profondes et/ou qu'ils sont soumis à des apports sédimentaires. Ils sont justifiés par l'accumulation dans les bassins portuaires et dans les chenaux de navigation, de matériaux provenant du bassin versant et/ou de la mer et visent ainsi à rétablir des tirants d'eau suffisants pour permettre la libre circulation et la sécurité des navires. Ce sont les dragages dits d'entretien. En 2015, plus 1200 000 m³ de sédiments ont été dragués dans le port de Annaba, 32 000 m³ au niveau du port de Skikda, 60 000 m³ dans le port d'Oran. Durant l'année 2016 200 000 m³ de sédiments dragués au niveau du port d'Alger. 70 000 m³ de sédiments ont été prélevés dans le port de Ténès en 2012. Les sédiments dragués au niveau de ces ports sont rejetés en mer.

En plus des activités de dragages des ports de commerce, environ 16 autres activités ont été lancées pour les différents ports de pêche et de plaisances entre 2010 et 2017 (Port de Sidi Frej, Azzefoune, Cap Djinet, Sidi Lakhedar,..). Les sédiments dragués sont rejetés en mer ou bien stockés ou valorisés à terre, par exemple dans le cadre du rechargement des plages.

Les gestionnaires des ports sont responsables des opérations de dragage et de la gestion des sédiments une fois enlevés. Ces actions indispensables de déplacement des sédiments ne sont toutefois pas sans conséquences. Elles ont en effet des impacts physiques, chimiques ou encore microbiologiques sur les milieux d'origine et/ou les milieux récepteurs des matériaux dragués :

- modification physique des lieux (écrasement ou étouffement des organismes marins lors des immersions par exemple),
- modification des conditions hydro-sédimentaires ou remobilisation des polluants chimiques (traces métalliques, hydrocarbures, pesticides, etc.),

- répercussions sanitaires (bioaccumulation de polluants le long de la chaîne alimentaire, déplacement de bactéries ou de virus potentiellement pathogènes vers des zones de baignade ou de cultures marines, etc.).

Tableau 10 : Récapitulatif activités de dragage et de décharge sont-elles présentes dans le milieu marin le long du littoral algérien

Année	Désignation	Projet	Nombre de Projets
2011	Protection contre l'Ensablement et Dragage de Ports	<ul style="list-style-type: none"> • Dragage de la passe d'entrée du port de pêche et de plaisance à Cap Djinet • Travaux de dragage de l'abri de pêche de Béni Haoua 	2
2012		<ul style="list-style-type: none"> • Travaux de dragage de la passe d'entrée du port de pêche et de plaisance de Tigzirt 	1
2013		<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation d'un épi de protection du port de Tigzirt • Dragage du port de Sidi Fredj ; • Dragage du port d'El-Djamila • Travaux de dragage de l'abri de pêche de Béni-Haoua • Dragage du nouveau port de Skikda • Réalisation d'un ouvrage de protection contre l'ensablement du port de pêche et de plaisance à Cap-Djinet 	6
2014		<ul style="list-style-type: none"> • Protection du port de pêche et de plaisance à Cap Djinet contre l'ensablement • Protection contre l'ensablement du port de pêche de Sidi Lakhdar avec dragage et déroctage du bassin • Travaux de déroctage de la passe d'entrée du port de Zemmouri El Bahri 	3
2015		<ul style="list-style-type: none"> • Dragage du bassin du port de Ténès-1ère tranche • Travaux de dragage des ports de pêche de Bouzedjar et Béni Saf • Dragage du port d'Annaba • Travaux de dragage du bassin du port de pêche de Khemisti • Dragage de l'abri de pêche de Béni Haoua 	5
2017		<ul style="list-style-type: none"> • Dragage du port de Ténès (2e tranche) : 	1
Total			18

L'importance de l'érosion côtière se traduit par sa valeur naturelle (patrimoine côtier) et son utilité socioéconomique (tourisme balnéaire). L'érosion côtière a tendance de devenir un

problème environnemental majeur, notamment l'exemple des plages sableuses de l'est de la wilaya d'Alger, qui ont connu, une très forte érosion, montrée par le bilan sédimentaire négatif au niveau de Déca plage et la plage de Surcouf, avec -14070m^2 et -14120m^2 , ce qui explique une perte de 15.84% et 38.26% des superficies totales initiales.¹²

Plus de 10 millions de m^3 le volume de sable extrait au cours des dernières décennies, avec pour conséquences l'érosion des plages, la dégradation des sols et des nappes phréatiques (intrusion marine, infiltration de polluants), la diminution de ressources hydriques, etc. Malheureusement l'extraction du sable persiste, prenons un exemple qui a été démontré par le commissariat national du littoral de la wilaya d'Oran, suite à une visite effectuée par le commissariat du littoral de l'antenne d'Oran en 2016, au niveau de cordon dunaire situé au commune de Bousefer, il a été sollicité aux autorités de prendre les mesures nécessaires afin de mettre fin à cet acte qui menace énormément le cordon dunaire de la commune de Bousfer et qui aura des conséquences néfastes sur l'état naturel de littoral oranais.

3.5.Demandes d'autorisation, d'études d'impact, de suivi environnemental

Le littoral en Algérie est, par ailleurs, caractérisé par une concentration des activités industrielles. Ainsi, pas moins de 5 242 unités industrielles y sont implantées, soit 51 % du parc national. L'intérêt accordé à la problématique de l'environnement et du développement durable en Algérie est très récent et assez limité, aussi bien au niveau des autorités et des responsables industriels que de larges couches de la population, même si la première loi relative à l'environnement date de 1983.

Les thèmes : environnement, étude d'impact, aménagement du territoire, gestion intégrée et développement durable sont actuellement au cœur des débats de la part des pouvoirs publics. Une des principales mesures prises dans ce cadre est la promulgation de textes de lois, parmi lesquels la loi 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire, la loi relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable promulguée le 19 juillet 2003, la loi relative à la protection et à la valorisation du littoral promulguée en février 2002, et la loi 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes. L'Algérie participe à l'effort international de protection de l'environnement et du milieu marin, notamment par la ratification de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer en 1996 (Décret présidentiel 96-53 du 22-01-96).

L'Algérie a également ratifié différentes conventions internationales : la convention de Ramsar, la convention de Barcelone pour prévenir et combattre la pollution de la mer Méditerranée et protéger et améliorer le milieu marin de cette zone, la convention de Paris relative à la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, le protocole de Genève pour assurer la protection des aires marines importantes pour la sauvegarde des ressources naturelles et des sites naturels de la mer Méditerranée ainsi que pour la sauvegarde du patrimoine culturel de la région et le protocole de Kyoto qui prévoit une réduction considérable des gaz à effet de serre.

Le désir de maîtriser la gestion des espaces littoraux en Algérie est récent. La loi 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme est le premier texte ayant défini l'espace littoral dans les « dispositions particulières applicables à certaines parties du territoire ». En outre, « toute construction sur une bande de terre de 100 mètres de largeur à partir du rivage est frappée de servitude de *non aedificandi*, toutefois sont autorisées sur cette bande les constructions nécessitant la proximité immédiate de l'eau »

La loi 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral a pour objet l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique nationale spécifique d'aménagement et de protection du littoral. L'article premier stipule que « la présente loi a pour objet de fixer les dispositions particulières relatives à la *protection* et à la *valorisation* du littoral ». Le littoral, au sens de l'article 7, fait l'objet de dispositions générales. Il comprend une zone spécifique qui fait l'objet de mesures particulières de protection et de valorisation, dénommée zone côtière (article 8), constituée par le rivage naturel, les îles et les îlots, les eaux intérieures maritimes, le sol et le sous-sol de la mer territoriale. La zone côtière comprend donc une zone terrestre et une zone maritime (la mer territoriale). (Article 45 de la loi 90-29)

La loi délimite trois bandes dans le littoral tel que défini à l'article 7, dans lesquelles sont édictées des restrictions relatives à l'urbanisation (figure 27) :

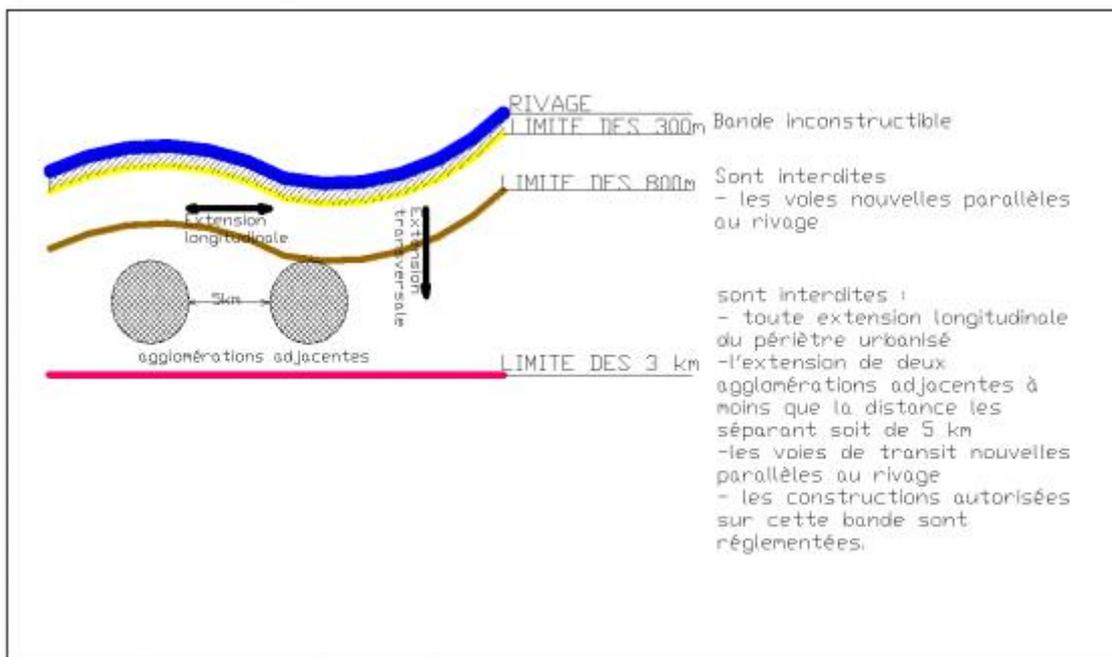


Figure 27 : Délimitation des bandes par la loi 02-02 du 05-02-2002

- la bande 1 est la bande inconstructible des 100 mètres instaurée par la loi 90-29, dont la largeur peut atteindre 300 mètres à partir du rivage pour des motifs liés au caractère sensible du milieu côtier. Cette bande inclut le rivage naturel dans lequel sont interdits la circulation et le stationnement des véhicules (sauf les véhicules de service, de sécurité, de secours, d'entretien ou de nettoyage des plages). Les conditions et les

modalités d'extension de cette zone et d'autorisation des activités permises sont fixées par voie réglementaire ;

- dans la bande 2, d'une largeur de 800 mètres, sont interdites les voies carrossables nouvelles parallèles au rivage (alinéa 1 de l'article 16). Toutefois, en raison de contraintes topographiques de configuration des lieux ou de besoins des activités exigeant la proximité immédiate de la mer, il peut être fait exception à cette disposition ;
- quant à la bande 3, dont la largeur est de 3 kilomètres, y sont interdites : toute extension longitudinale du périmètre urbanisé, c'est-à-dire toute extension parallèle au rivage ; l'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral à moins que la distance les séparant soit de 5 kilomètres au moins ; les voies de transit nouvelles parallèles au rivage. Les constructions et les occupations du sol directement liées aux fonctions des activités économiques autorisées par les instruments d'urbanisme dans cette bande des 3 kilomètres sont réglementées.

La loi 02-02 du 5 février 2002 innove dans la mesure où elle revalorise une dimension naturaliste des espaces côtiers. Elle ne définit pas précisément un aménagement du littoral, elle montre plutôt que la protection et la valorisation contribuent de façon générale à l'aménagement, un aménagement qui rompt avec l'idée répandue jusqu'alors que l'aménagement signifie équiper plus. L'aménagement du littoral n'est plus inscrit dans une logique productiviste, mais plutôt dans la perspective du développement durable.

La promulgation de la loi relative à la protection et à la valorisation du littoral constitue indéniablement un progrès certain dans la mise en place des conditions nécessaires au développement durable de cette zone stratégique du territoire national.

L'implication de tous est parfaitement mise en exergue dans le premier chapitre de la loi qui porte sur les principes fondamentaux. Il est clairement défini que l'ensemble implique la coordination des actions entre l'état, les collectivités territoriales, les organisations et les associations qui doivent œuvrer dans le domaine, dans une perspective de développement durable. Ceci représente certainement un des objectifs de la Gestion intégrée du littoral.

Les Outils

- *Le Plan d'aménagement côtier :*

Dans les communes riveraines de la mer et afin de protéger les espaces côtiers, notamment les plus sensibles, la loi « littoral » institue un plan d'aménagement et de gestion de la zone côtière dénommé Plan d'aménagement côtier (PAC) qui a pour objet de délimiter l'espace littoral et d'identifier les différentes sources et formes de pollution et d'érosion (Malika Kacemi, 2004, tarekghodbani 2011)

- *Le Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS) :*

Les PDAU et les POS ont été instaurés par la loi 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, et ses décrets d'application 91-177 et 91-178 du 28 mai 1991.

Le PDAU fixe les orientations fondamentales de l'aménagement des territoires concernés ; il détermine la destination générale des sols, la nature et le tracé des grands équipements d'infrastructure. Le PDAU doit être compatible avec les orientations de la loi 02-02 du 5 février 2002 et le plan d'aménagement côtier, et fixer les termes de référence des POS.

En Algérie, le POS est un instrument d'urbanisme réglementaire, procédant d'une politique de protection. Dans le respect des dispositions du PDAU, le POS fixe de façon détaillée les droits d'usage du sol et de construction pour le secteur concerné.

Suite à la promulgation de la loi relative au littoral, il est urgent de rendre compatibles les PDAU de toutes les communes littorales ainsi que les POS déjà approuvés avec les dispositions de la loi « littoral » qui stipulent : « Dans le cadre de l'élaboration des instruments d'aménagement et d'urbanisme concernés, l'état et les collectivités territoriales doivent : veiller à orienter l'extension des centres urbains existants vers les zones éloignées du littoral et de la côte maritime ; classer, dans les documents d'aménagement du littoral, comme aires classées et frappées de servitudes de *non aedificandi* les sites présentant un caractère écologique, paysager, culturel ou touristique ; encourager et œuvrer pour le transfert, vers des sites appropriés, des installations industrielles existantes dont l'activité est considérée comme préjudiciable à l'environnement côtier. »(Malika Kacemi, 2004, Tarek ghodbani 2011)

4. Conditions hydrodynamiques

4.1. Données cartographiques sur la bathymétrie

La bathymétrie est un élément très important pour la modélisation en milieux estuariens et marins, car la précision des résultats simulés est liée à la qualité de la bathymétrie. Le but de la génération d'une bathymétrie numérique est de décrire la profondeur de l'eau dans le domaine modélisé, et de visualiser l'état d'évolution de la morphologie des fonds marins.

L'étude bathymétrique de fonds marin focalisée sur la marge nord-algérienne, qui visait tout d'abord à combler les lacunes des connaissances morpho-structurales de la marge sous-marine algérienne, s'appuie principalement sur les résultats de deux campagnes océanographiques: MARADJA 2003 et MARADJA2/SAMRA 2005. Ces projets de campagne s'inscrivent dans le cadre de plusieurs programmes de recherches nationaux et internationaux

Campagne MARADJA 2003 : Cette campagne, la première à acquérir des données de haute résolution sur la marge algérienne, eut lieu du 21 Août au 18 Septembre 2003 à bord du Suroît, navire de l'IFREMER. La zone couverte allait des îles Habibas (ouest d'Oran) à Dellys (est d'Alger), avec une plus forte densité de profils dans la zone touchée juste avant la campagne par le séisme de Boumerdès du 21/5/2003. Les données acquises furent de plusieurs types : bathymétrie multifaisceaux EM300 et EM1000 ainsi que la réflectivité associée, sismique-réflexion 6- et 24-traces, sondeur de sédiments Chirp 3-5 kHz, 8 carottages, ainsi que des données gravimétriques et magnétiques.(Domzig Anne, 2006)

Les systèmes d'acquisition de bathymétrie multifaisceaux furent de 2 types : KongsbergSimrad EM300 ou EM1000, selon que le navire se trouvait en haut/moyen fond (bassin profond et

penne) ou petit fond (plateau continental), respectivement. Ces sondeurs utilisent la technique des faisceaux croisés et leur portée peut aller jusqu'à 5 fois la profondeur d'eau. Pour l'EM300, le sondeur principalement utilisé pendant MARADJA 2003, elle est optimale (5000 m) pour des profondeurs de l'ordre de 1000 à 3000 m. Sa précision verticale peut atteindre 2 mètres pour le faisceau central et sa résolution est au maximum ~25 mètres. (Domzig Anne, 2006)

Campagne MARADJA2/SAMRA : Cette campagne, qui eut lieu du 25 Octobre au 11 Décembre 2005, fut menée avec le même navire (N/O Le Suroît) que MARADJA en 2003. Un certain nombre d'instruments utilisés furent donc les mêmes. Le même dispositif instrumental que pour Maradja 2003 fut utilisé (bathymétrie multifaisceau EM300).

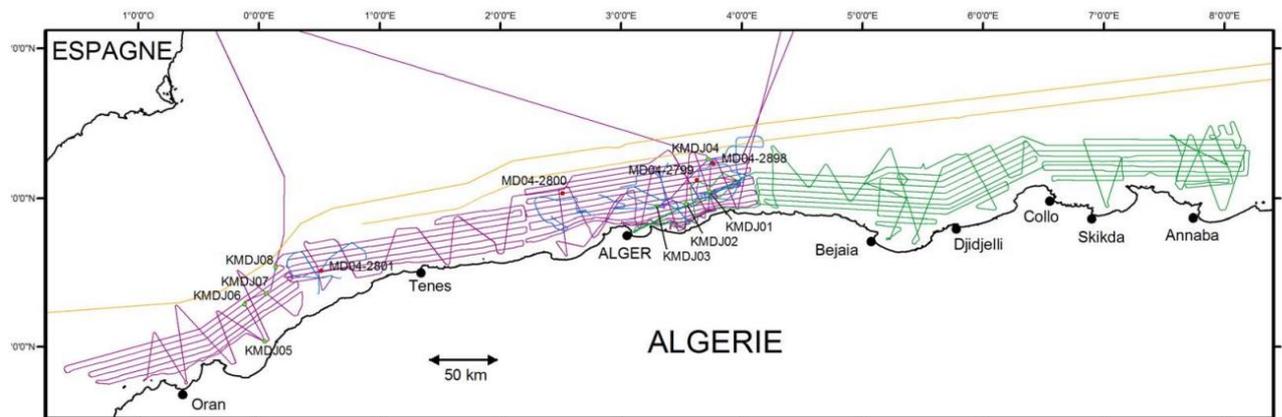


Figure 28 : Plan de position des campagnes MARADJA 2003 (en violet) et MARADJA2/SAMRA (leg 2 (en vert) et plongées SAR du leg 1 (en bleu)).(DomzigAnne, 2006)

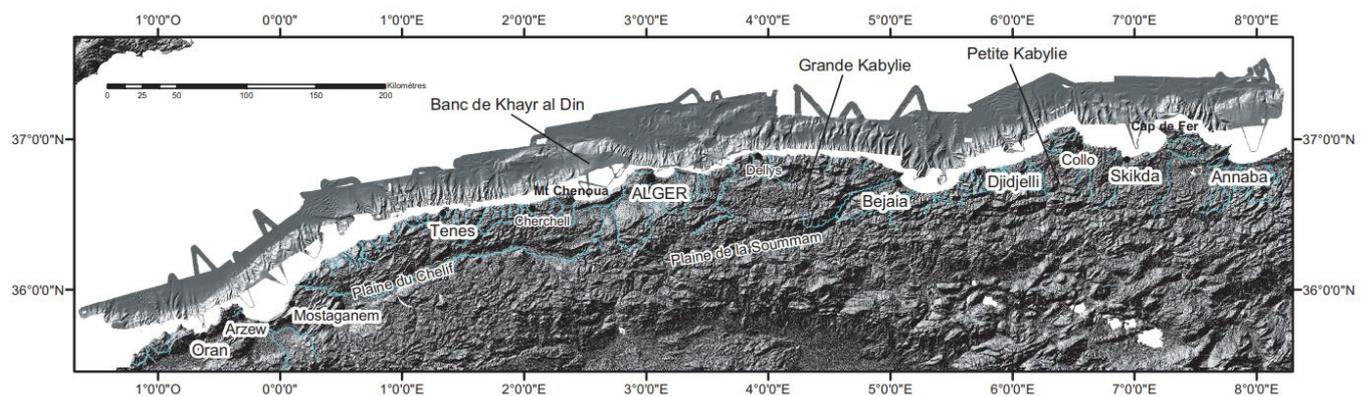


Figure 29 : Bathymétrie ombrée (MNT au pas de 100 m) de la marge algérienne (DomzigAnne, 2006)

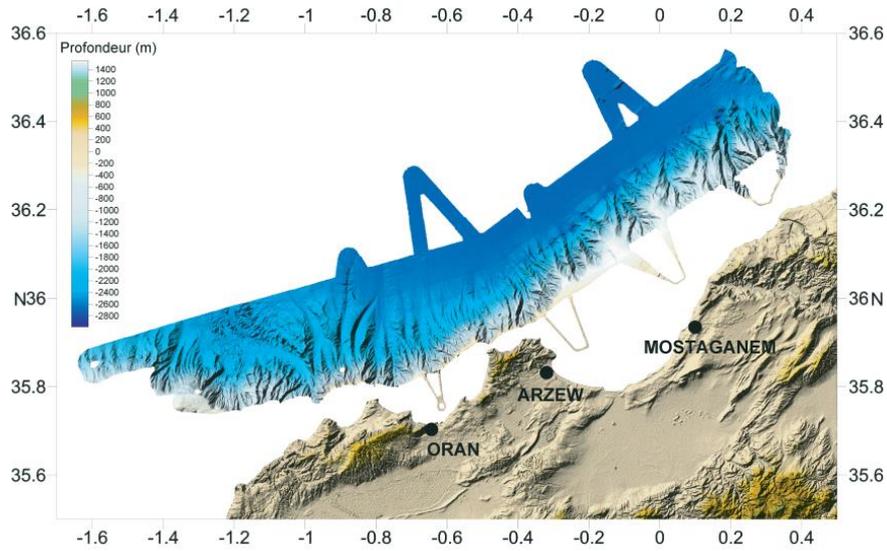


Figure 30 : Bathymétrie et topographie de la zone Ouest (pas de 50 m). (Domzig Anne, 2006)

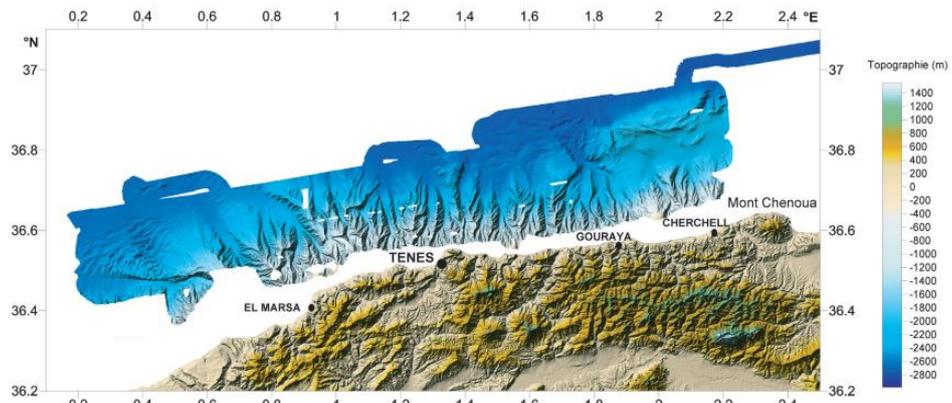


Figure 31: Bathymétrie et topographie de la zone Ténès -Cherchell.(Domzig Anne, 2006)

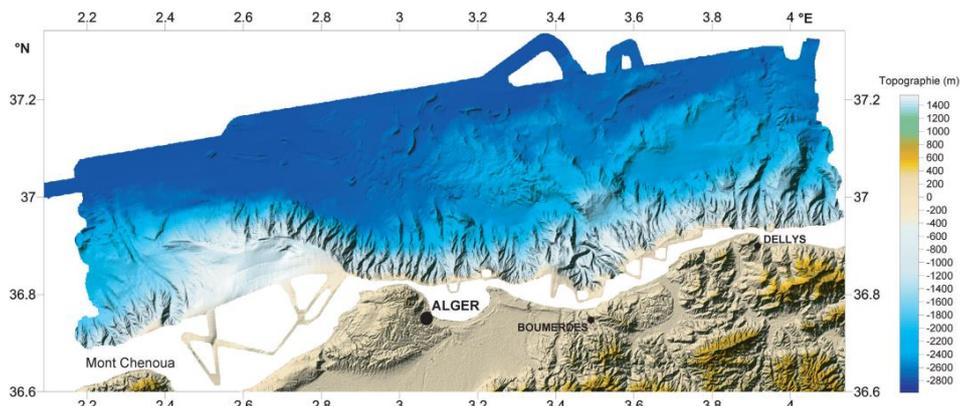


Figure 32 : Bathymétrie et topographie de la zone Centre d'Algérie (pas de 50 m). (Domzig Anne, 2006))

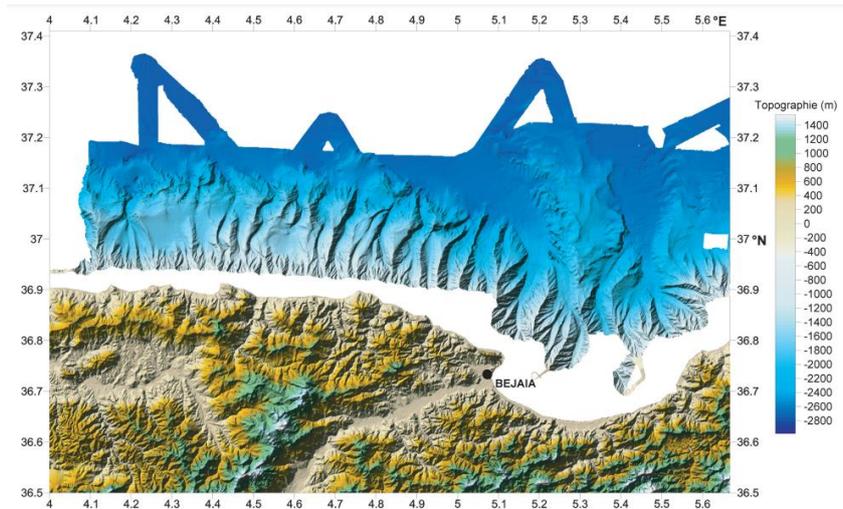


Figure 33 : Bathymétrie et topographie de la zone de Bejaia (pas de 50 m). (Domzig Anne, 2006)

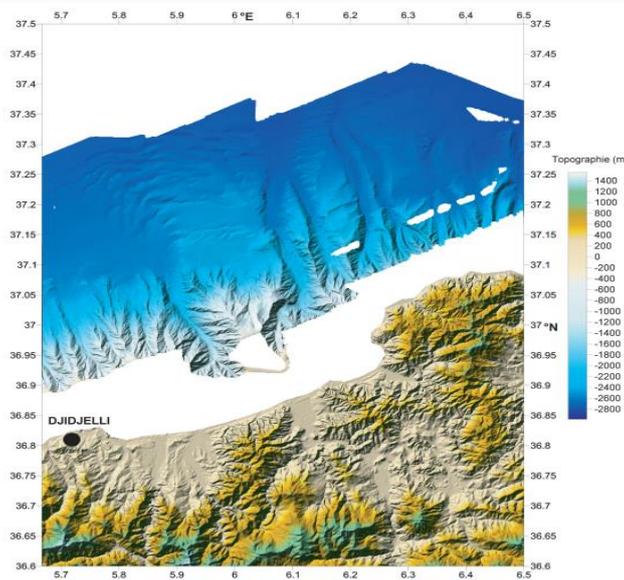


Figure 34: Bathymétrie et topographie de la zone de Jijel (pas de 50 m). (Domzig Anne, 2006)

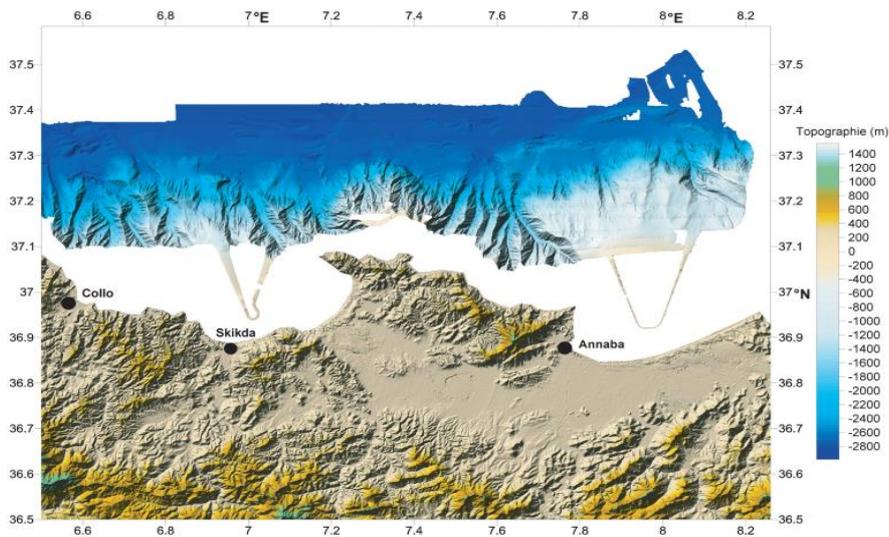


Figure 35 : Bathymétrie et topographie de la zone de Skikda et Annaba (pas de 50 m). (Domzig Anne, 2006)

Un autre type de données fut acquis : il s'agit des données côtières, plus particulièrement des différentes baies et différents golfes de l'Ouest vers l'Est. Ces données n'étaient pas disponibles sous forme numérique, mais seulement sur d'anciennes cartes papier en courbes de niveau (au 1/150000) provenant de Leclair (1972). Des données digitalisées à partir de cartes marines ont également été utilisées afin d'obtenir une bathymétrie globale le long du littoral Algérien.

L'ensemble de ces données obtenues à partir d'anciennes cartes digitalisées sont à utiliser avec grande précaution. Tout d'abord, les cartes d'origine ont été créées avec un nombre inconnu de sondes, et on peut supposer qu'une grande part d'interpolation a été nécessaire afin de dessiner les courbes de niveau, donc que leur précision est faible. De plus, les courbes de niveau étant au minimum tous les 10, les variations de profondeur de moins de 10 m ne sont généralement pas visualisables. Ces données côtières, à cause de leur piètre résolution spatiale, sont essentiellement utiles pour la reconnaissance des traits structuraux généraux de la zone côtière, mais il nous est impossible de distinguer des détails inférieurs à 10 m de haut.

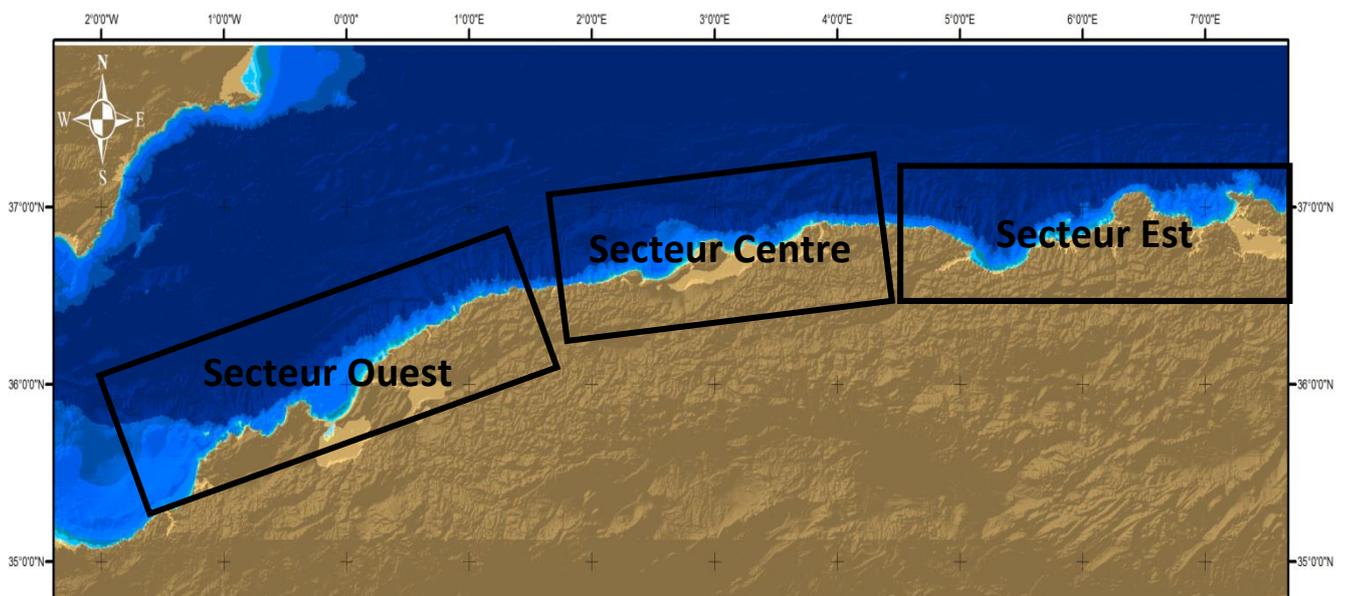


Figure 36 : Bathymétrie de la marge algérienne (Behloul D, Belhout R. 2020)

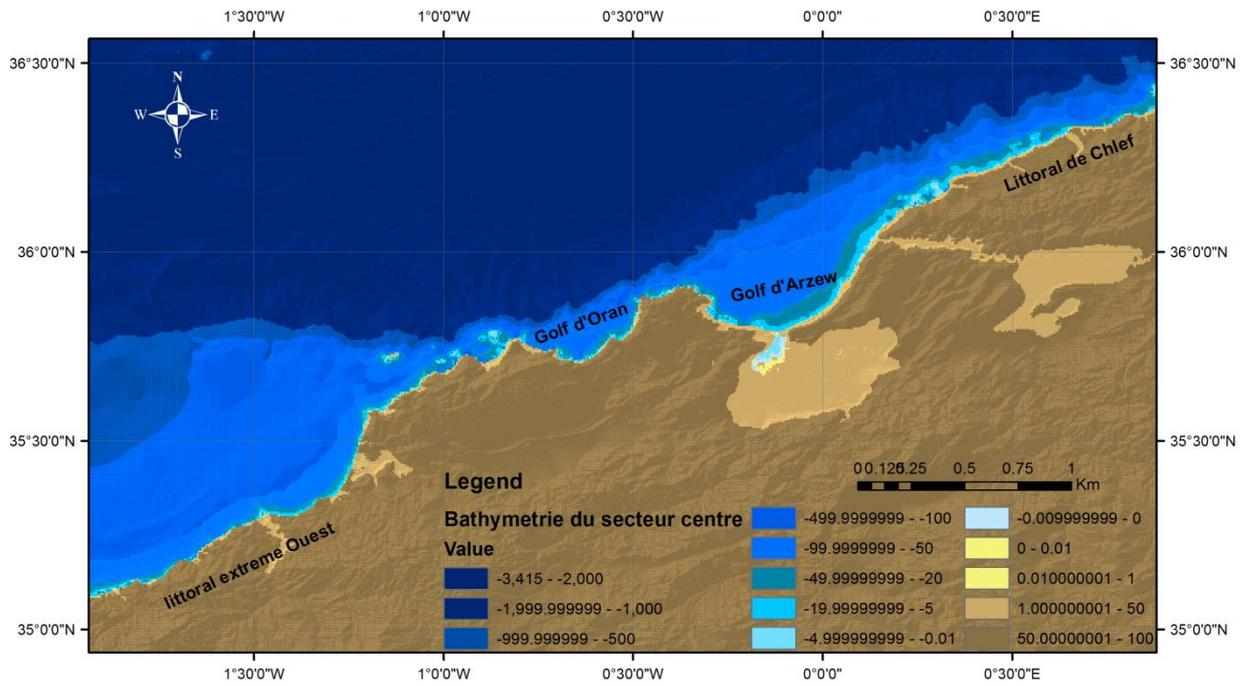


Figure 37 : Bathymétrie de la marge du secteur Ouest (Behloul D, Belhout R. 2020)

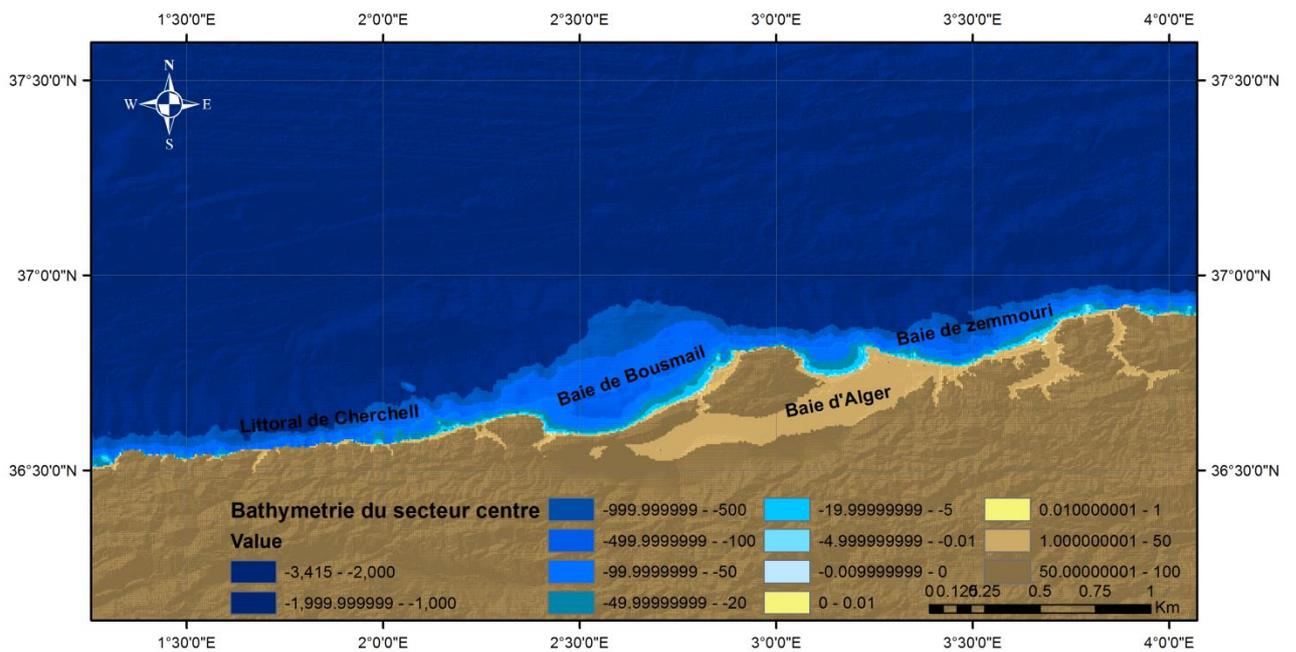


Figure 38 : Bathymétrie de la marge du secteur Centre (Behloul D, Belhout R. 2020)

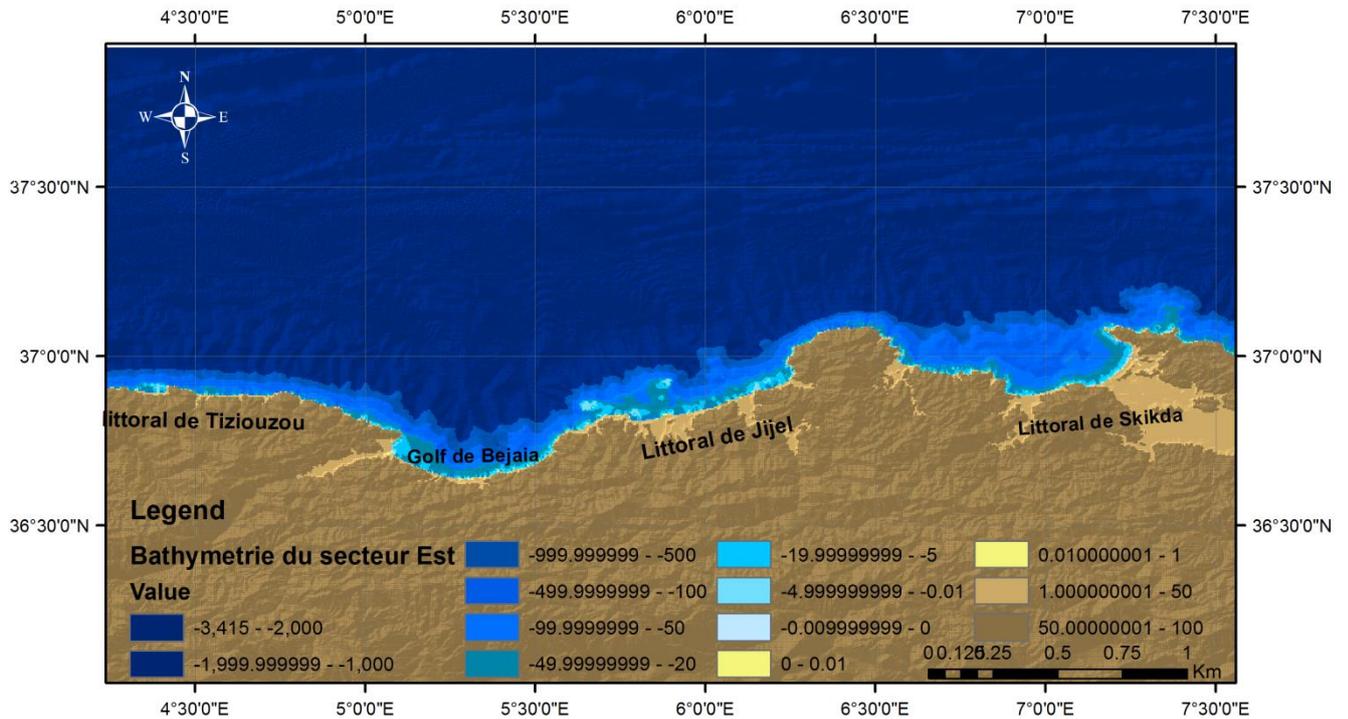


Figure 39 : Bathymétrie de la marge du secteur Est (Behloul D, Belhout R. 2020)

4.2. Données et études concernant les conditions hydrodynamiques

Les zones côtières sont le lieu d'activités nécessitant des eaux de bonne qualité physico-chimique : usages récréatifs, aquaculture et pêche. Ces zones sont sous l'influence directe des eaux d'oueds et des eaux usées, par où transitent les apports des bassins versants, rejets urbains et industriels. Ces rejets entraînent, lorsque le renouvellement des masses d'eau est faible par rapport aux quantités rejetées, des dégradations notables de la qualité des eaux et des écosystèmes marins. Quelques zones du littoral Algérien (Oran, Alger, Bejaia, Skikda, Annaba,..) sont de plus en plus agressées de nos jours par diverses formes de nuisances : activités industrielles, tourisme intensif et urbanisation massive, avec comme corollaire une ampleur sans cesse croissante d'une pollution d'origine domestique. Ces derniers influencent directement sur la variation de la salinité des eaux côtières.

En raison des émissions anthropiques de gaz à effet de serre, la rapidité du changement climatique dans le bassin méditerranéen, historique et projeté par les modèles climatiques, est supérieure aux tendances mondiales.

Entre-temps, il existe un nombre très réduit d'études portant sur la salinité et la température de la côte Algérienne (Aulicino. G et al, 2018; Mehdiya Asma Keraghel et al, 2020 ; Meriem Benaissa et al, 2020 ; Redouane Boufeniza et al, 2020 ; Sadia Remili et Ahmed Kerfouf, 2013 ; Yuri Cotroneo et al, 2016)

Très peu d'études ont abordé l'hydrodynamique côtières au niveau des côtes Algériennes (la houle, les courants, les courants et dérive littorale (Sallaye Miloud, 2021, salemcherifyousra et al, 2019, dahmani abdel alim et al, 2021, Amarouche Khalid et al, 2020, Amarouche Khalid et al, 2021 ; Amarouche Khalid et al, 2019, Papse 2017).

Dans le cadre du Programme d'Appui à la Politique Sectorielle de l'Environnement (PAPSE. 2017), une étude hydrodynamique a été effectuée sur le littoral centre de la métropole algéroise (baie de Zemmouri, baie d'Alger et baie de Bou Ismail). Cette étude est basée beaucoup plus sur les enregistrements et les données des vents et des houles au large. L'étude n'a utilisé aucun instrument de mesure in situ (courantomètre, houlographe, bouée...) ni aucune donnée sur les vagues au niveau de la côte. Afin de comprendre le fonctionnement hydrodynamique du littoral Algérien, une modélisation véritablement bidimensionnelle de la propagation de la houle, de la courantologie a été mise en œuvre.

En absence de mesure, la caractérisation des vagues au droit des sites d'étude n'est pas immédiate. C'est pourquoi, pour connaître les conditions de houle au voisinage des zones côtières, il est nécessaire de calculer au moyen des modèles numériques la propagation et la génération des houles depuis le large.

➤ **Données des vents :**

Dans cette présente études une base des données du site des observations météorologiques « https://rp5.ru/Temps_%C3%A0_Boumerd%C3%A8s » couvrant une période allant de 192 jusqu'à 2016 au niveau de la station de Dar El Beida a été utilisée. Les données sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 11: Distribution des fréquences d'apparition annuelle et saisonnière du vent au niveau de la station de Dar El Beida par direction entre 1992 à 2016.

	ANNUELLE	HIVER	ETE	AUTOMNE	PRINTEMPS
	%	%	%	%	%
N	3.09	2.82	3.35	2.78	3.30
NNE	4.80	3.17	6.12	4.62	5.09
NE	10.23	4.37	17.68	8.59	9.68
ENE	10.40	4.67	17.37	9.37	9.57
E	8.42	4.22	13.15	7.88	7.97
ESE	5.23	3.47	6.76	5.06	5.41
SE	4.22	3.71	3.90	4.69	4.46
SEE	4.61	6.31	2.46	5.66	4.00
S	5.18	7.78	2.33	6.21	4.40
SSW	5.63	7.94	3.00	6.09	5.43
SW	8.81	12.73	3.75	9.50	9.22
SWW	11.22	17.10	4.02	12.32	11.45
W	7.15	9.68	3.70	7.25	7.90
WNW	4.77	5.45	3.73	4.29	5.51

Les résultats de la distribution des fréquences d'apparitions annuelles, et saisonnières des vents au large durant la période (1992-2016), montrent que les vents qui proviennent des secteurs Nord-Est, Est-Nord-Est et Sud-Ouest-Ouest avec des fréquences d'apparition respectives de 10.23 %, 10.40 % et 11.22% sont les plus dominants au large de cote de la métropole.

L'analyse statistique des données des vents au large nous a permis de tracer les roses des vents trimestrielles et annuelles, et de déterminer la fréquence d'apparition du vent par direction et par vitesse à deux échelles ; annuelles et saisonnières (Figure 40).

Durant la période hivernale, les vents de secteur Sud-Ouest-Ouest sont plus violents avec une fréquence d'apparition de 17.10 %.

Durant la période estivale, les vents des secteurs Nord-Est et Est-Nord-Est sont les plus dominants avec des fréquences d'apparition respectives de 17.68 % et 17.37 %.

Les roses des vents annuelles montrent que les directions Sud-Ouest-Ouest, Nord-Est et Est-Nord-Est sont les plus fréquentes.

➤ **Régime général des vents à la côte**

L'analyse du régime des vents à la côte a été effectuée par l'ONM. Nous avons exploité les enregistrements de la station marine de Dellys durant la période (1994-2013). L'analyse statistique de ces données a permis de tracer les roses annuelles et saisonnières des vents (Figure 41). L'analyse de ces données montre que les vents provenant du secteur nord-est sont plus fréquents avec des fréquences d'apparition de 65% annuellement, 75% durant l'hiver et 54% durant l'été. Les vents avec des vitesses ne dépassant pas les 15m/s sont rares et apparaissent surtout pendant les trois autres saisons (Automne, printemps et Été). Les vents forts avec des vitesses maximales > 20m/s sont très rares (< 0.1%). Le pourcentage des vents calme pour toutes les directions cumulées est plus important durant l'été (41.37%) et faible durant l'hiver (21.68%).

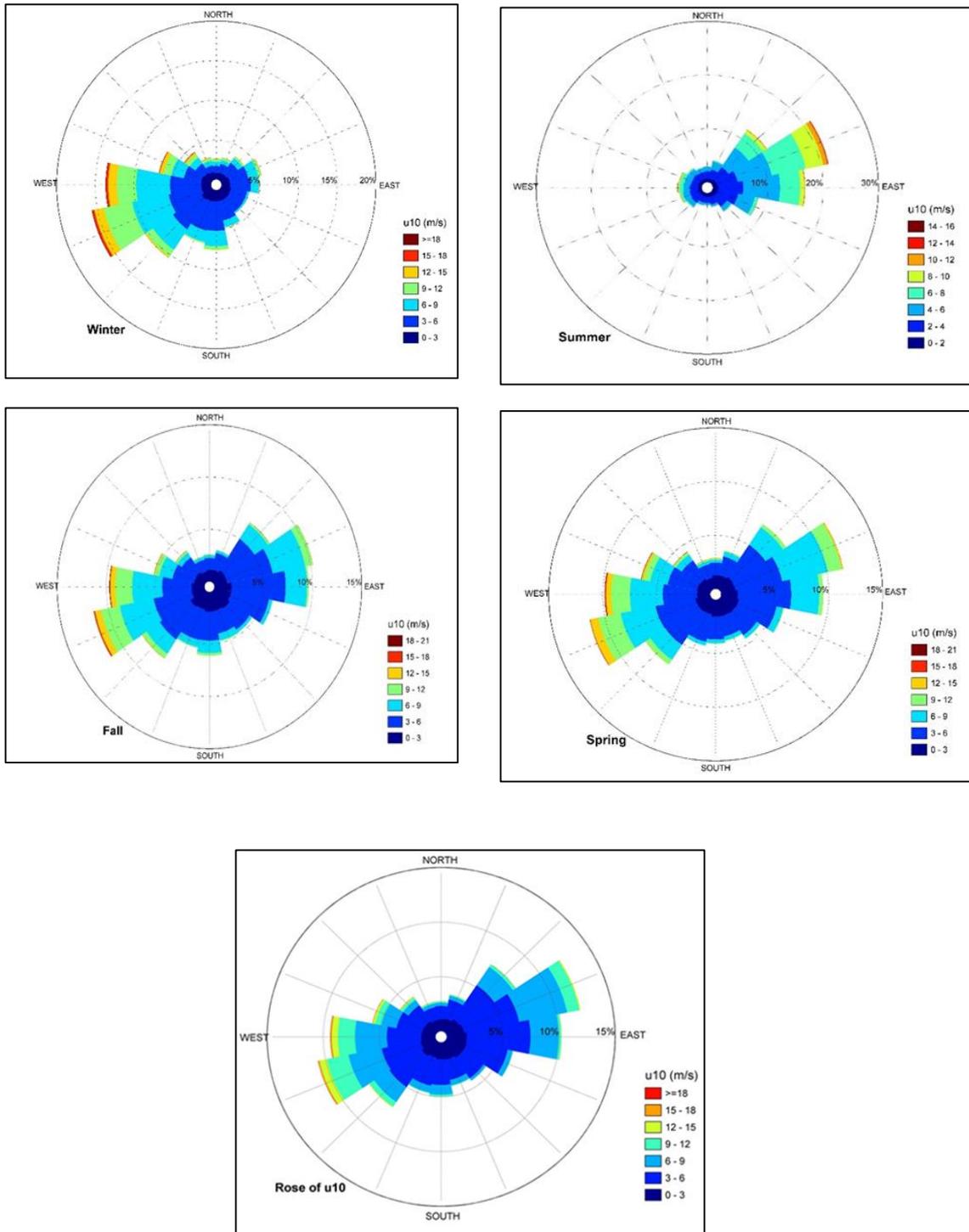


Figure 40: Roses annuelles et saisonnières des vents au large de la métropole algéroise entre 1992 et 2016. (Source <https://rp5.ru>).

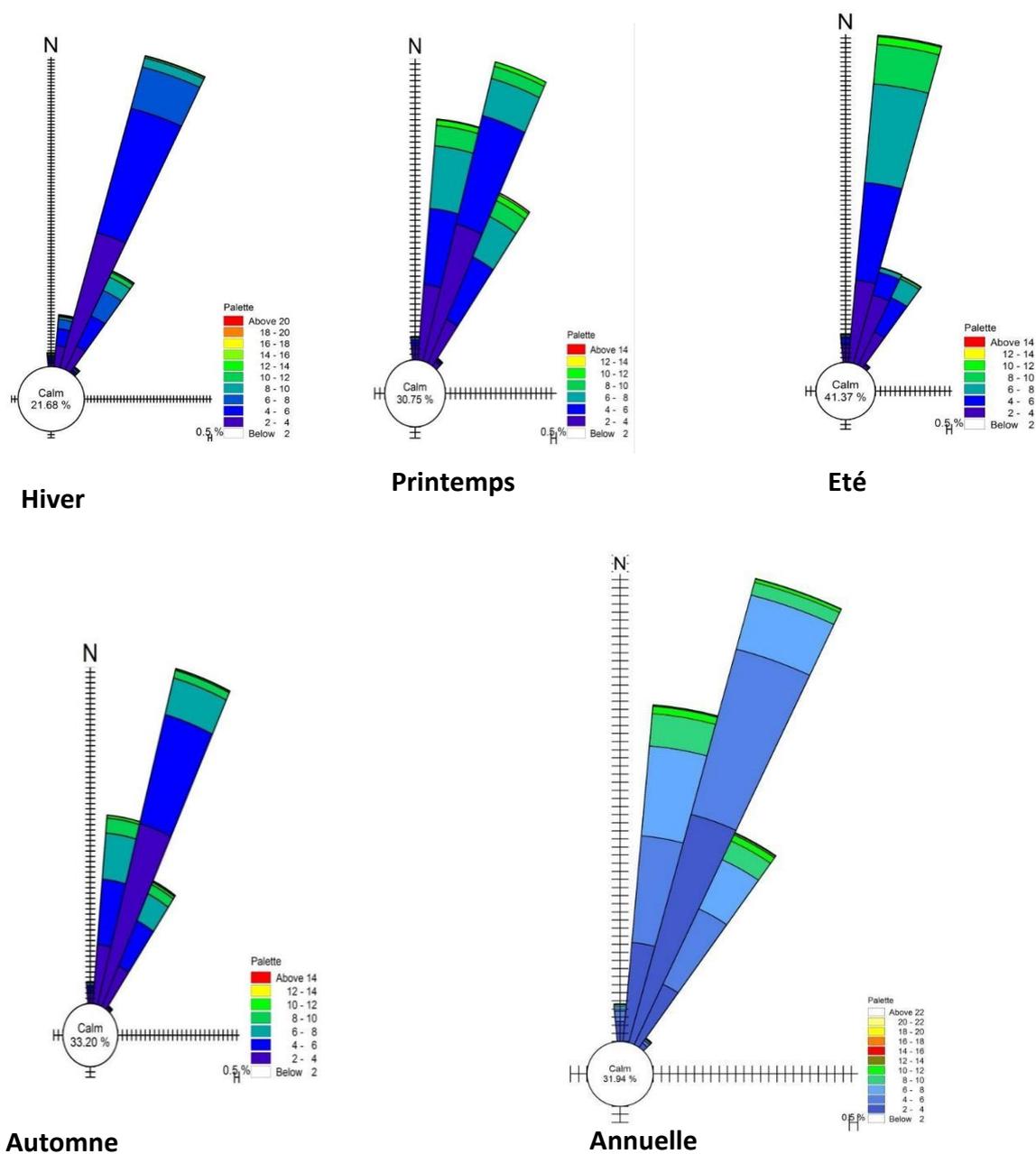


Figure 41 : Rose annuelles et saisonnières des vents à proximité de la côte (Source ONM 1994-2013).

➤ **La houle au large :**

Les données utilisées sont extraites à partir du site des observations météorologiques « https://rp5.ru/Temps_%C3%A0_Boumerd%C3%A8s » couvrant une période de 25 ans allant du 1992 à 2017.

L'analyse statistique des directions de houles au large nous a permis de tracer les roses annuelles et trimestrielles des houles.

Au large des côtes, la rose annuelle des houles (Figure 43), montre que les agitations qui touchent le site proviennent principalement des secteurs Ouest et Nord-Est avec des fréquences d'apparition respectives 23.92% et 39.28%.

Par ailleurs, l'interprétation des roses trimestrielles fait ressortir les constatations suivantes :

Les houles les plus dominantes sont issues des secteurs :

- Nord-Est avec 39.28% de fréquence annuelle qui domine principalement en été (62.96%) avec une hauteur significative ne s'exécède pas 2m.
- Ouest avec 23.92% de fréquence annuelle qui domine en hiver (28.13%), au printemps (26.95%) et aussi en automne (25.56%) avec une hauteur significative oscille entre 3 et 5m pour les trois trimestres.
- Nord avec 21.29% de fréquence annuelle qui domine en hiver (29.87%) avec une amplitude qui peut atteindre 5 m.

Tableau 12: La distribution fréquentielle de Hs selon les directions de la station de Dar El Beida entre 1992 et 2017 (https://rp5.ru/Temps_%C3%A0_Boumerd%C3%A8s).

Direction	N %	NE%	E%	SE%	S%	SW%	W%	NW%
Annuelle	2.53	21.29	39.28	10.13	1.30	0.64	0.91	23.92
Hiver	1.75	29.87	20.63	14.0	2.6	0.99	2.02	28.13
Été	2.55	21.36	37.50	10.28	0.47	0.52	0.37	26.95
Automne	3.69	11.75	62.96	6.01	0.16	0.14	0.16	15.13
Printemps	2.1	22.36	35.66	10.28	2	0.92	1.09	25.56

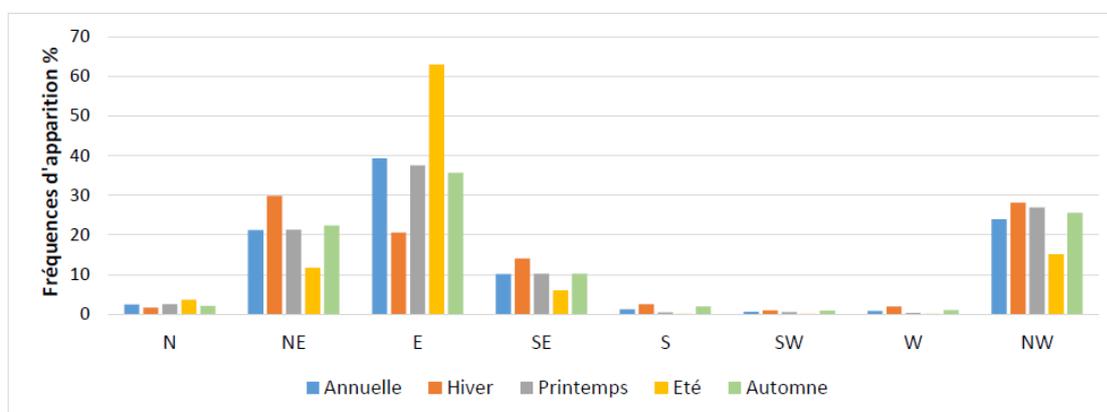


Figure 42 : Histogramme des fréquences d'apparition des houles annuelle et saisonnière au large entre 1992 et 2017

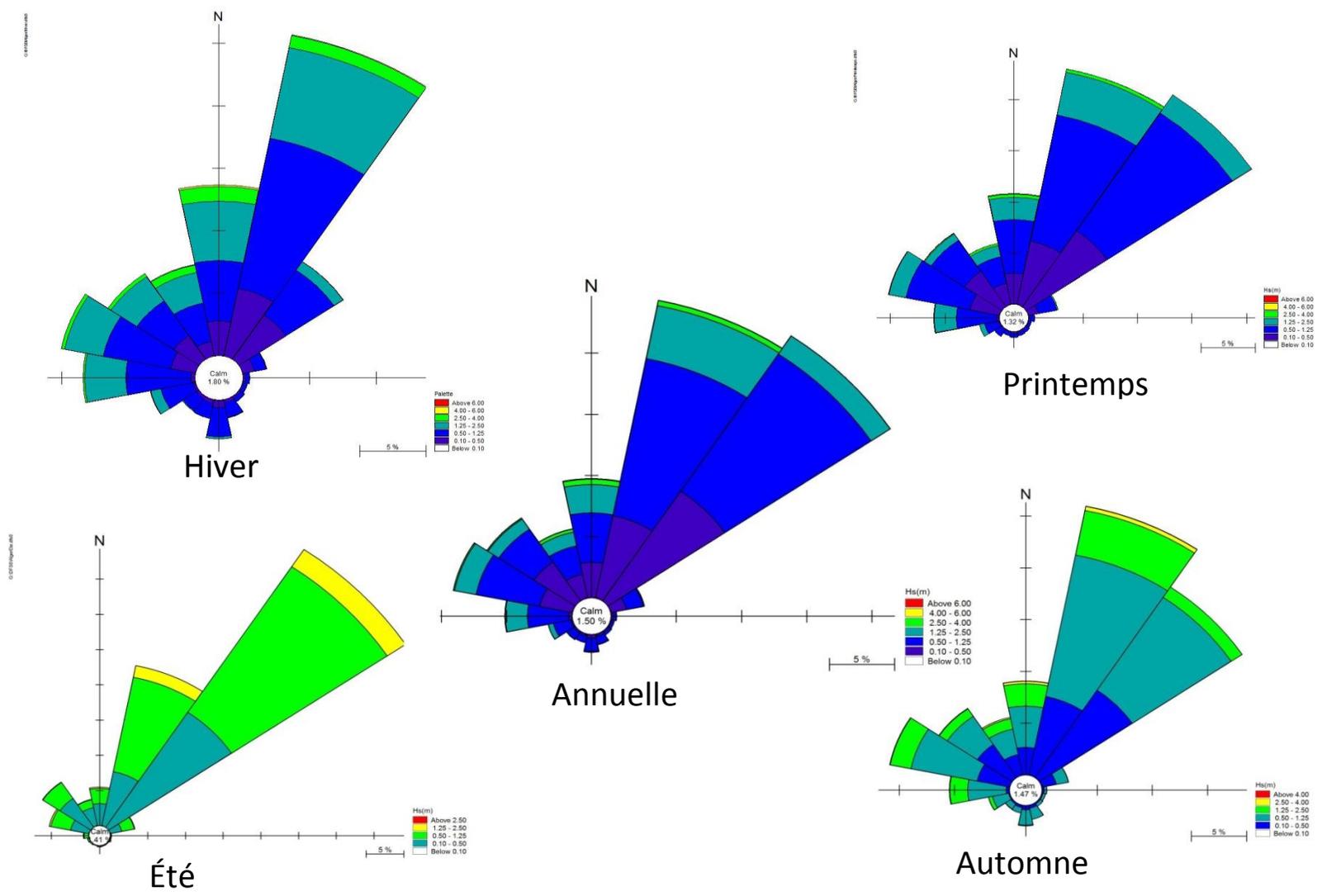


Figure 43: Roses des houles semestrielles et annuelle au large de la baie d'Alger (1992-2017)

➤ Les courants

Une mer méditerranéenne est une étendue d'eau salée où les échanges d'eaux profondes avec les océans sont limités. La circulation d'eau est dominée par les différences de salinité et de température plutôt que par les vents. Le prototype de ce type de mer est la mer Méditerranée. Les courants des eaux atlantiques qui rentrent par le détroit de Gibraltar sous forme de tourbillons sont dirigés de l'ouest vers l'est avec une vitesse avoisinant les 07 nœuds. Ils atteignent les côtes algériennes avec une vitesse de 0.5 à 2.5 nœuds. Ces courants créent un contre-courant littoral orienté vers l'ouest dont la vitesse est inférieure à 0.5 nœud. Les informations compilées au cours des observations enregistrées au large par le K.N.M.I (Institut Météorologique Royal Néerlandais) indiquent que les courants ont une vitesse inférieure à 0.5 Nœuds pendant environ 75% du temps et 1 nœud pour 80% du temps.

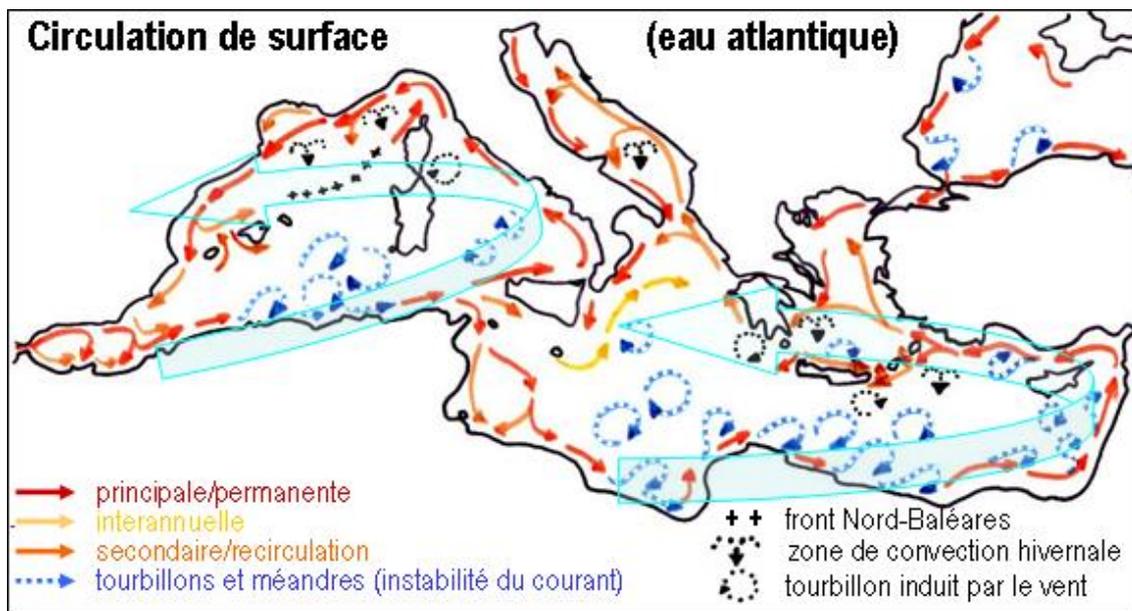


Figure 44 : Circulation générale de surface dans la mer Méditerranée (http://www.ifremer.fr/lobtln/OTHER/schema_circulation-surface_Mediterranee.png)

➤ La marée

La marée est un phénomène périodique, prévisible entraînant des variations du niveau de l'eau. En mer Méditerranée, et en particulier le long de la côte algérienne, la marée est très faible car le rythme fondamental est imposé par la marée astronomique de faible amplitude. Bien que faible en Algérie, elle joue un rôle important dans la détermination des zones côtières sensibles aux risques de submersion. Les mesures effectuées par le Service Hydrographique de la Marine Nationale (SHMN) le long de la côte algérienne indiquent que l'amplitude de la marée est $\pm 0,34$ m NGA. Ainsi, la valeur de la marée, pour la zone d'étude, est plus ou moins 34 cm avec un niveau maximum de +0,5 m NGA et la plus basse mer est à - 0,34 m NGA. La côte algérienne est sous l'influence d'un environnement microtidal qui la rend à risque très élevé face à l'élévation du niveau de la mer.

➤ Le niveau de la mer

Les fluctuations de niveau marin sont d'une importance vitale et doivent faire l'objet de surveillance afin d'agir et de parer au plus pressé en cas de danger. Malheureusement l'Algérie accuse en cette matière un grand retard comparée aux pays de la rive Nord de la méditerranée (France, Espagne, Italie,...). Pour cela, la dotation des ports Algériens en équipements adéquats tels que les marégraphes est plus que nécessaire. Actuellement, l'altimétrie satellitaire est d'une grande aide malgré qu'elle nécessite des relevés effectués sur des périodes assez longues dépassant un siècle.

En méditerranée occidentale, l'altimétrie satellitaire Topex/Poseidon et Jason 1 a enregistré une élévation du niveau de la mer méditerranée de 2.5 mm/an entre 1993 et 2006. L'exactitude de cette valeur peut être mise en doute du fait qu'elle tient compte du forçage anthropique du climat et omet les mouvements tectoniques et les subsidences.

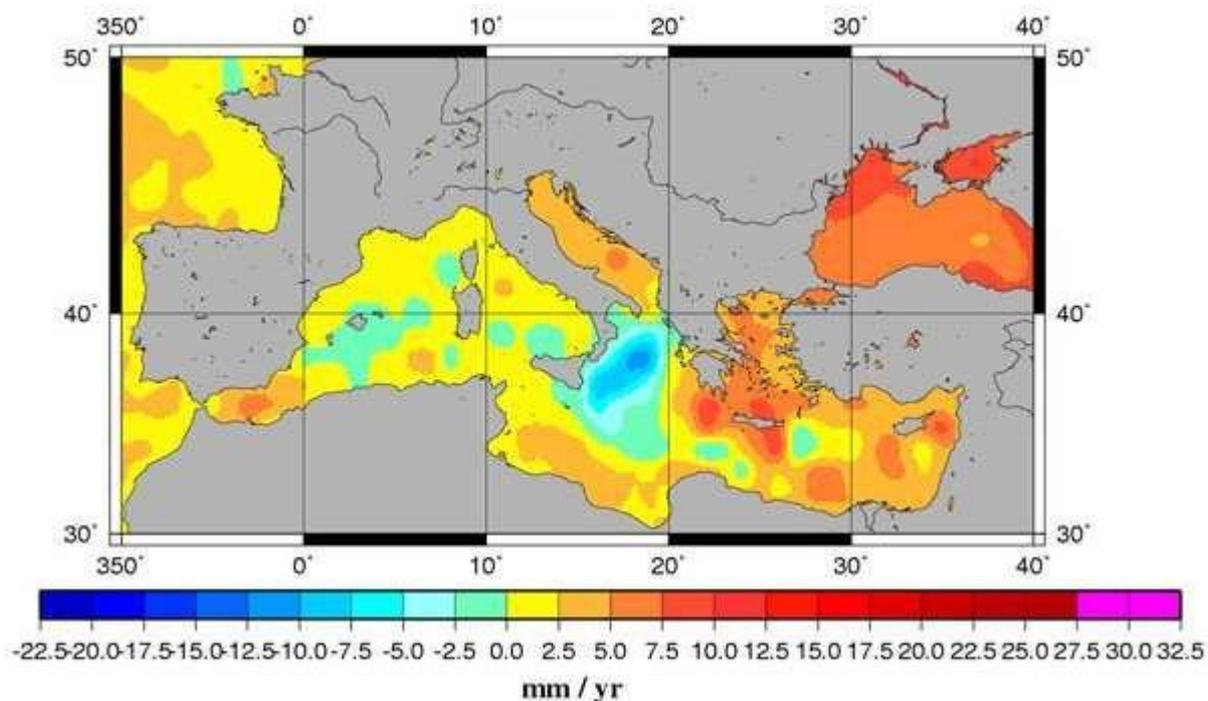


Figure 45: Carte de la distribution géographique des vitesses de variation du niveau de la mer (1993-2006) en Méditerranée d'après Topex/Poseidon et Jason1. (<http://www.legos.obsmp.fr>).

5. Planification de nouvelles installations en milieu côtier ou marin

5.1. Ministère responsable de l'autorisation de la construction en milieu marin et de la surveillance :

En Algérie, il existe un chevauchement de prérogatives entre différents ministères et autorités locales en charge de la planification. Plusieurs ministères peuvent encadrer ou suivre différents types de projets de constructions sur la côte Algérienne lancés par le président de la république et le premier ministre. Pour plus d'opérationnalité et une fois que les ministères ont finalisé leurs missions (basées sur leurs prérogatives et attribution par décret), tous les projets sont gérés au niveau local sous la présidence du Wali. Pour chaque projet, une commission de wilaya est installée avec pour membres, les représentant locaux de tous les ministères. De fait, aucun projet n'est lancé sans l'aval des représentants du ministère de l'environnement (impact sur l'environnement), de la pêche (impact sur l'activité de la pêche), de l'énergie (impact sur les installations de stockage et du transport des hydrocarbures), des transports (impact sur l'exploitation des réseaux de transports), de la défense, etc.

Concernant l'environnement, avant toute réalisation (construction, réparation, renforcement, extension, dragage,) une étude d'impact sur l'environnement est obligatoire confèrent a la réglementation nationale et internationale. Cette étude d'impact doit permettre d'évaluer les répercussions environnementales du projet et ainsi identifier ses impacts, directs et indirects, sur l'environnement naturel et humain de la zone concernée. Elle doit aussi permettre d'identifier les mesures préventives et de compensation afin d'assurer une meilleure intégration du projet dans son environnement, de pouvoir l'inscrire dans une perspective de développement durable, et assurer ainsi sa réussite.

Le ministère de l'Intérieur, des collectivités locales et de l'aménagement du territoire

Le ministère de l'Intérieur, des collectivités locales et de l'aménagement du territoire a pour rôle principal d'autoriser la construction dans l'environnement marin, à travers la délivrance de permis pour toute activité résidentielle, touristique et industrielle sur la côte. Il est en charge de l'application de la loi (y compris celle liée à l'extraction de sable) et de constater les infractions. Il gère, sur le plan de la législation, le domaine public maritime, le domaine communal, les plages publiques et contrôle l'assainissement sur le littoral.

Le ministère des travaux publics

Le ministère des travaux publics a un rôle fondamental et stratégique dans le développement économique. Le suivi de la réalisation et de l'exécution de tout projet de construction, d'entretien et d'exploitation des routes, ports et aéroports sont parmi ses principales attributions. (<http://www.mtp.gov.dz>).

Entre autres tâches du Ministère des travaux publics et à travers ses représentants au niveau local et dans le cadre de leurs attributions, il est question de :

- la préservation du patrimoine existant à travers des actions de maintenance de confortement, de protection contre l'ensablement et de dragage d'entretien au niveau des ports de commerce, des ports pétroliers ainsi que des ports de pêche et abris de pêche ;

- l'extension des ports de commerce et ports mixtes à travers des actions visant à l'augmentation des capacités de stockage et de réception des navires de gros tonnage, afin de répondre à la croissance du trafic, notamment celui des conteneurs ;
- l'aménagement et l'extension des ports de pêche et abris de pêche ;
- la réalisation de nouvelles infrastructures de plaisance ;
- le dragage ;
- la valorisation du littoral par la protection et l'aménagement des sites de rivage ;
- la maintenance et la modernisation des équipements et des infrastructures de la signalisation maritime.

Le ministère des Transports

Le Ministère des Transports est l'administration algérienne chargée du domaine des transports qui comprend l'ensemble des activités destinées à assurer le transport des personnes et des biens par voie terrestre, routière ou ferroviaire, par voie maritime et par voie aérienne. Il exerce également ses attributions dans le domaine de la météorologie et des activités qui lui sont directement liées. Globalement, il est chargé de la gestion de l'exploitation des infrastructures réalisées par le ministère des travaux publics.

Structures nouvelles/prévues ou en cours de réalisation

Actuellement, en matière d'infrastructures maritimes et portuaires, il s'agit d'achever le programme en cours qui consiste essentiellement en

- La réalisation de l'abri de pêche de Béni K'Sila (Béjaia)
- la relance de la réalisation d'un nouveau complexe portuaire à El Hamdania – Cherchell, dans la wilaya de Tipaza.
- le confortement d'ouvrages portuaires existants

Les autres programmes d'investissement engagés par le sous-secteur maritime du ministère des travaux publics et qui s'inscrivent dans le cadre du Schéma Directeur Portuaire 2005- 2025 sont listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13: plan d'action du secteur maritime dans le domaine des infrastructures maritimes et portuaires. (Ministère des transports <http://www.mt.gov.dz>)

Projet	Wilaya	Année
Travaux : réalisation, réparation, renforcement		
Réalisation d'un abri de pêche à Béni K'Sila	Bejaia	En cours
Extension du terminal à conteneurs du port d'Oran	Oran	En cours
Travaux de confortement du brise-lames du port de Bèthioua	Oran	En cours
Extension du nouveau port pétrolier de Skikda	Skikda	En cours
Etude et construction d'un terminal à conteneurs dans le port de Djen-Djen	Jijel	En cours
Travaux de rempiètement et reprise des dégradations du quai de la Casbah et de la passe Casbah (port de Bejaia),	Bejaia	2021

Construction d'un appontement minéralier sur caissons au port de Djen-Djen, sur 400 ml avec un tirant d'eau de -18 m.	Jijel	2021
Lancement des travaux de réalisation du port centre de Cherchell	Tipasa	2021
Renforcement du musoir de la jetée Sud du port de Béjaia,	Bejaia	2022
Réalisation des travaux de confortement de la digue Nord du port de DjenDjen sur 1100 ml -3ème tranche (Jijel)	Jijel	2022
Confortement du musoir de la jetée Nord du port commercial de Mostaganem	Mostaganem	2023
Renforcement de la jetée principale de l'abri de pêche de Beni Haoua	Chlef	2023
Renforcement de la jetée principale du port d'El Marsa	Chlef	2023
Travaux de confortement d'urgence de la jetée secondaire du port de Tipasa sur 100 ml	Tipasa	2023
Travaux de réparation des ouvrages du port de sidi Fredj	Alger	2023
Travaux de réparation du quai 16 et travaux de colmatage des quais 12 et 13 du port d'Alger	Alger	2023
Remise en état de l'ancien quai du port de pêche de Collo sur 210 ml	Skikda	2023
Travaux de réparation des ouvrages d'accostage dégradés du port de Pêche de Chetaibi	Annaba	2023
Travaux d'urgence de rempiètement des quais de l'ancien port de pêche d'El Kala ().	El Tarf	2023
Travaux de confortement des ouvrages de protection et d'accostages du port de Ghazaouet	Tlemcen	2024
Travaux de protection du port de plaisance de palm Beach -Résidence d'Etat	Alger	2024
Rempiètement du quai Dunkerque du port d'Oran	Oran	2024
Travaux de Dragage		
Travaux de Dragage du port de Ghazaouet	Tlemcen	2022
Travaux de dragage du port de Béni Saf	Ain Témouchent	2022
Dragage du port de pêche de Sidi Lakhdar	Mostaganem	2023
Dragage du bassin de l'abri de pêche de Beni Haoua	Chlef	2023
Dragage du bassin du port de pêche de Khemisti	Tipasa	2023
Travaux de dragage du port d'El Djamila	Alger	2023
Travaux de dragage du port de plaisance de Sidi Fredj	Alger	2023
Dragage de port de pêche de Salamandre	Mostaganem	2024
Déroctage au niveau de la passe d'entrée et enlèvement des enrochements du bassin du port d'El Marsa	Chlef	2024

6. 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 du pays et ne reflète pas nécessairement les vues de l'Union européenne.

7. Bibliographie

- Ahfir, Y. and Meziane, i., 2016, Modélisation numérique de la cinématique du trait de côte et la dynamique sédimentaire des plages sableuses (Oran, Bou-Ismaïl, Alger, Bejaïa et Skikda) Cas d'étude : Sidi Fredj, Mémoire d'ingénieur, ENSSMAL
- AMARNI, N., FERNANE, L. and BELKESSA, R., 2022, Évaluation de la vulnérabilité côtière du littoral centre ouest algérien. *Geo-Eco-Marina*, 27: 55-82.
- Amarouche, K., Akpınar, A., Bachari, N.E.I., Çakmak, R.E. and Houma, F., 2019, Evaluation of a high-resolution wave hindcast model SWAN for the West Mediterranean basin. *Applied Ocean Research*, 84: 225-241.
- Amarouche, K., Akpınar, A., Bachari, N.E.I. and Houma, F., 2020, Wave energy resource assessment along the Algerian coast based on 39-year wave hindcast. *Renewable Energy*, 153: 840-860.
- Amarouche, K., Akpınar, A. and Semedo, A., 2022, Wave storm events in the Western Mediterranean Sea over four decades. *Ocean Modelling*, 170: 101933.
- AMIS, 2008, Algerian Coast Management through Integration and sustainability (AMIS/SMAPIII), Report, ME-APPL-CISRSA
- Aulicino, G., Cotroneo, Y., Ruiz, S., Román, A.S., Pascual, A., Fusco, G., Tintoré, J. and Budillon, G., 2018, Monitoring the Algerian Basin through glider observations, satellite altimetry and numerical simulations along a SARAL/AltiKa track. *Journal of Marine Systems*, 179: 55-71.
- Ayadi, K., Boutiba, M., Sabatier, F. and Guettouche, M.S., 2016, Detection and analysis of historical variations in the shoreline, using digital aerial photos, satellite images, and topographic surveys DGPS: case of the Bejaïa bay (East Algeria). *Arabian Journal of Geosciences*, 9: 1-12.
- Benaïssa, M., Rouane-Hacene, O., Boutiba, Z., Habib, D., Guibbolini-Sabatier, M.E. and Risse-De Faverney, C., 2020, Ecotoxicological effects assessment of brine discharge from desalination reverse osmosis plant in Algeria (South Western Mediterranean). *Regional Studies in Marine Science*, 39: 101407.
- Bengoufa, S., 2021, Apport des techniques de télédétection à l'étude de la vulnérabilité et risques côtiers (cas de la côte ouest Algérienne). Thèse de doctorat, ENSSMAL
- Bengoufa, S., Niculescu, S., Mihoubi, M.K., Belkessa, R., Rami, A., Rabehi, W. and Abbad, K., 2021, Machine learning and shoreline monitoring using optical satellite images: case study of the Mostaganem shoreline, Algeria. *Journal of applied remote sensing*, 15: 026509.
- Boak, E.H. and Turner, I.L., 2005, Shoreline definition and detection: a review. *Journal of coastal research*, 21: 688-703.

- Boufeniza, R., Houma, F.B., Alsahli, M. and Islam Bachari, N.e., Year, Quantification of Phytoplanktonic Algae Density in Algiers Bay (Algeria) by Combining In Situ Measurements and Landsat Satellite Images. Conference of the Arabian Journal of Geosciences, 329-332.
- Bougherira, A., Ghodbani, T. and Kouti, A., 2020, Contemporary geomorphic evolution of Falcon Cape sandy coastline (Oran, Algeria): geographical information system (GIS)-based approach. Arabian Journal of Geosciences, 13: 1-16.
- Bouhmadouche, M., 2012, Contribution à l'étude géologique et sédimentologique de la grande baie de Zemouri (Cap-Matifou Cap-Djinet).
- Bouhmadouche, M. and Hemdane, Y., 2016, Erosion of a sandy coast: continuous follow-up of the coastal groynes of protection in Boumerdes (Algeria). Environmental Earth Sciences, 75: 1-9.
- Boumaour, A., Grimes, S., Brigand, L. and Larid, M., 2018, Integration process and stakeholders' interactions analysis around a protection project: Case of the National park of Gouraya, Algeria (South-western Mediterranean). Ocean & Coastal Management, 153: 215-230.
- Boutiba, M., 2006, Géomorphologie dynamique et mouvements des sédiments le long de la côte sableuse Jijelienne (Est Algérie), Alger
- Chaib, W., Guerfi, M. and Hemdane, Y., 2020, Evaluation of coastal vulnerability and exposure to erosion and submersion risks in Bou Ismail Bay (Algeria) using the coastal risk index (CRI). Arabian Journal of Geosciences, 13: 1-18.
- Chaib, W., 2021, L'indice de vulnérabilité côtière (IVC) multi-échelles pour évaluer la vulnérabilité des côtes algériennes, Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du ...
- Cherif, M. and Zohra, F., 1999, L'activité portuaire et maritime de l'Algérie: problèmes et perspectives, Nantes
- Crowell, M., Leatherman, S.P. and Buckley, M.K., 1991, Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy. Journal of coastal research: 839-852.
- Dahmani, A., Mezouar, K., Cherif, Y.S. and Sallaye, M., 2021, Coastal processes and nearshore hydrodynamics under high contrast wave exposure, Bateau-cassé and Stamboul coasts, Algiers Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 250: 107169.
- Djouder, F. and Boutiba, M., 2017, Vulnerability assessment of coastal areas to sea level rise from the physical and socioeconomic parameters: case of the Gulf Coast of Bejaia, Algeria. Arabian Journal of Geosciences, 10: 1-20.
- Dolan, R., Fenster, M.S. and Holme, S.J., 1991, Temporal analysis of shoreline recession and accretion. Journal of coastal research: 723-744.
- Domzig, A., 2006, Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne, Université de Bretagne occidentale-Brest
- El Haouati, H., 2009, Suivi des caractéristiques physico-chimiques et phytoplanctoniques du lac de Réghaia (Wilaya d'Alger)
- Genz, A.S., Fletcher, C.H., Dunn, R.A., Frazer, L.N. and Rooney, J.J., 2007, The predictive accuracy of shoreline change rate methods and alongshore beach variation on Maui, Hawaii. Journal of Coastal Research, 23: 87-105.
- Ghodbani, T. and Bougherira, A., 2019, Le littoral algérien entre protection de l'environnement et impératifs du développement, Enjeux et Perspectives. Geo-Eco-Trop, 43: 559-568.
- Hapke, C.J., Reid, D., Richmond, B.M., Ruggiero, P. and List, J., 2006, National assessment of shoreline change Part 3: Historical shoreline change and associated coastal land loss along sandy shorelines of the California Coast. US Geological Survey Open File Report, 1219: 79.

- Kacemi, M., 2004, Recommandations pour l'élaboration des PDAU et des POS dans les zones littorales. Editions Dar El Gharb.
- Keraghel, M.A., Louanchi, F., Zerrouki, M., Kaci, M.A., Aït-Ameur, N., Labaste, M., Legoff, H., Taillandier, V., Harid, R. and Mortier, L., 2020, Carbonate system properties and anthropogenic carbon inventory in the Algerian Basin during SOMBA cruise (2014): Acidification estimate. *Marine Chemistry*, 221: 103783.
- Kermani, S., Boutiba, M., Guendouz, M., Guettouche, M.S. and Khelfani, D., 2016, Detection and analysis of shoreline changes using geospatial tools and automatic computation: Case of jijelian sandy coast (East Algeria). *Ocean & coastal management*, 132: 46-58.
- Khelil, N., Larid, M., Grimes, S., Le Berre, I. and Peuziat, I., 2019, Challenges and opportunities in promoting integrated coastal zone management in Algeria: Demonstration from the Algiers coast. *Ocean & Coastal Management*, 168: 185-196.
- Khelil, N., 2021, La gestion intégrée de la zone côtière algéroise : entre doctrine et pratique, These de doctorat, ENSSMAL
- Leclaire, L., 1972, sédimentation holocene sur le versant meridional du bassin algero-baleares.(Precontinent algerien).
- Liu, J., Cai, F., Qi, H., Lei, G. and Cao, L., 2011, Coastal erosion along the west coast of the Taiwan Strait and it's influencing factors. *Journal of Ocean University of China*, 10: 23-34.
- Manca, E., Pascucci, V., Deluca, M., Cossu, A. and Andreucci, S., 2013, Shoreline evolution related to coastal development of a managed beach in Alghero, Sardinia, Italy. *Ocean & coastal management*, 85: 65-76.
- Mohamed-Chérif, F.-Z., 2004, L'Activité portuaire et maritime de l'Algérie.
- Moore, L.J., 2000, Shoreline mapping techniques. *Journal of coastal research*: 111-124.
- Morton, R.A., 2008, National assessment of shoreline change: Part 1: Historical shoreline changes and associated coastal land loss along the US Gulf of Mexico. Diane Publishing
- Ndao, M., 2012, Dynamiques et gestion environnementales de 1970 à 2010 des zones humides au Sénégal: étude de l'occupation du sol par télédétection des Niayes avec Djiddah Thiaroye Kao (à Dakar), Mboro (à Thiès et Saint-Louis), Université Toulouse le Mirail-Toulouse II
- Otmani, H., 2019, Etude et évaluation de la vulnérabilité des systèmes côtiers dans la région algéroise, These de doctorat, Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du ...
- Rabehi, W., 2018, Détermination spatio-temporelle de l'expansion urbaine sur la baie d'Alger et impact environnemental sur la bande côtière, Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du ...
- Rabehi, W., Guerfi, M. and Mahi, H., 2018, Cartographie de la vulnérabilité des communes de la baie d'Alger. Approche socio-économique et physique de la côte. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens/Journal of Mediterranean geography*.
- Remili, S. and Kerfouf, A., 2013, Évaluation de la qualité physico-chimique et du niveau de contamination métallique (Cd, Pb, Zn) des rejets d'eaux usées d'Oran et de Mostaganem (littoral Ouest algérien). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*: 165-182.
- Salem Cherif, Y., Mezouar, K., Guerfi, M., Sallaye, M. and Dahmani, A.E.A., 2019, Nearshore hydrodynamics and sediment transport processes along the sandy coast of Boumerdes, Algeria. *Arabian Journal of Geosciences*, 12: 1-17.
- Sallaye, M., Mezouar, K., Salem Cherif, Y. and Dahmani, A.E.A., 2018, Morphological evolution of center Boumerdes in Zemmouri Bay (Algeria) from 1922 to 2017. *Arabian Journal of Geosciences*, 11: 1-8.

- Sallaye, M., 2021, Processus mis en jeu dans l'évolution morpho-dynamique de la baie de Zemmouri : modélisation hydro sédimentaire et cinématique du trait de côte, Thèse de doctorat, ENSSMAL
- Setti, M.h., 2003, Le quartier du port à Alger, de la convoitise aux conflits. *Villes en parallèle*, 36: 244-257.
- Shoshany, M. and Degani, A., 1992, Shoreline detection by digital image processing of aerial photography. *Journal of Coastal Research*: 29-34.
- Tarik, G. and Bouziane, S., 2010, Urbanisation côtière en Algérie, Processus et impacts sur l'environnement: Le cas de la baie d'Aïn el Turck. *Études caribéennes*.