

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Thèse en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences de la mer

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Spécialité : Environnement marin et littoral

Option : Environnement Marin

Sujet de recherche

Évaluation des impacts anthropiques à partir d'un MNA (modèle numérique d'Altimétrie) d'une zone littorale comprise entre Bab El Oued – Ain Benian (Alger)

Présenté par :

- **SILHADI Mohamed Adlane**

Soutenu le 31/03/2021, devant le jury composé de :

M. BOULAHDID Mostefa	Professeur	ENSSMAL	Président
Mme. LOUANCHI Ferial	Professeur	ENSSMAL	Examinatrice
M. GUERFI Mokhtar	Professeur	USTHB	Examinateur
M. REFES Wahid	Professeur	ENSSMAL	Directeur de thèse

Année universitaire : 2020- 2021

Remerciements

Ce travail de thèse est une aventure humaine à laquelle beaucoup de personnes ont participé et contribué d'une façon ou d'une autre. Il est avant tout le fruit de cette collaboration et de ce travail d'équipe.

Je remercie le directeur de thèse **M. Wahid REFES**, de m'avoir guidé, encadré et formé à la recherche & de m'avoir offert l'opportunité de me lancer dans ce travail de thèse. Et aussi pour sa patience, disponibilité, exigence et son professionnalisme tout au long de ce travail. Travailler avec vous a été humainement très enrichissant et représente sans doute pour moi les meilleurs moments de cette thèse.

Je remercie les honorables membres de ce jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger ce travail.

Je remercie toutes celles et ceux qui ont contribué à ma formation qu'ils trouvent dans ce modeste travail, le résultat de leurs efforts.

Je remercie également l'ensemble des personnes qui ont contribué à ce travail, soit par leur simple présence, soit par leurs échanges, souvent par les deux. En premier lieu ma famille, qui représente pour moi le plus bel exemple d'harmonie et de respect ; mes amis, qui m'ont accompagné et soutenu, et dont les discussions sont à la fois à l'origine de ce travail et l'une de ses principales sources d'inspiration.

Je vous remercie tous, il y a de vous dans cette thèse, j'espère que vous prendrez autant de plaisir à la lire que j'en ai eu à l'écrire en pensant aux moments échangés avec chacun d'entre vous et aux échanges qu'elle suscitera de nouveau avec vous, et avec d'autres.

Toutes mes excuses enfin aux nombreuses personnes qui ont participé à ce travail, m'ont rendu services, et que j'ai dû oublier de citer sur le papier uniquement !!

Résumé

Les zones côtières et marines sont impactées d'une manière chronique par les activités humaines soit directement par des rejets côtiers visibles par le biais des émissaires domestiques, industriels ou des embouchures des oueds, qui charrient et lessivent les bassins versants ou soit indirectement par des rejets atmosphériques non visibles, tous ces vecteurs peuvent provoquer des dommages irréversibles sur les écosystèmes côtiers et marins.

Ces perturbations, sur les zones côtières et marines, peuvent agir d'une manière hétérogène et à des intensités différentes, qui sont liées à l'hétérogénéité des faciès sédimentaires et des peuplements benthiques, à l'orientation du linéaire côtier par rapport aux houles dominantes et aux caractéristiques hydrologiques.

La problématique de cette thèse est de rechercher, d'identifier et de localiser les impacts anthropiques sur une zone littorale (Bab El Oued — Ain Benian) par rapport à des sources de pollution locales en utilisant les techniques cartographiques d'un système d'information géographique permettant de produire des cartes de vulnérabilité.

Mots clés : Impacts anthropiques - MNT – Bab El Oued – Ain Benian – Alger

Abstract

Coastal and marine areas are chronically impacted by human activities either directly by coastal discharges visible through domestic or industrial outfalls or wadi outlets, which carry and leach into watersheds, or indirectly by non-visible atmospheric discharges. All these vectors can cause irreversible damage to coastal and marine ecosystems.

These disturbances in coastal and marine areas can act in a heterogeneous way and at different intensities, which are linked to the heterogeneity of sedimentary facies and benthic populations, the orientation of the coastal line in relation to the dominant swells and the hydrological characteristics.

The problem of this thesis is to research, identify and locate anthropogenic impacts on a coastal zone (Bab El Oued - Ain Benian) in relation to local pollution sources using the cartographic techniques of a geographic information system to produce vulnerability maps.

Keywords : Anthropogenic impacts - DEM - Bab El Oued - Ain Benian - Algiers

ملخص

كثيراً ما تتأثر المناطق الساحلية بضغوط بشرية متعددة مباشرة و / أو غير مباشرة، مما يؤثر على الحياة البحرية قد تعمل هذه الاضطرابات بطريقة غير متجانسة وبشدة متفاوتة وترتبط بتعقيد النظم البيئية الساحلية. لتصور كل هذه التفاعلات على المستوى المحلي، تم تنفيذ منهجية مستوحاة من العديد من الأبحاث من أجل البحث عن النظم البيئية الساحلية وتحديدها وتصنيفها وفقاً لحساسيتها للضغط البشري الذي تمارسه المدن الساحلية. وبالتالي، فإن إنتاج خرائط الضعف سيكون أداة أساسية لمديري السواحل المحليين. لقد طبقنا هذه المنهجية على خمس بلديات ساحلية في الجزائر العاصمة أولاً، تم تقييم الحساسية البيئية للنظم البيئية الساحلية من خلال تحليل هذه المؤشرات الفرعية الأربعة: الحساسية البيولوجية، والحساسية الجيومورفولوجية، والخصائص الهيدروديناميكية، وشدة التلوث. ثانياً تم إجراء تقييم للضغوط البشرية التي تنتجها كل بلدية

تم أخذ خمسة مؤشرات فرعية في الاعتبار عند إجراء هذا التقييم: الأنشطة البشرية، والبنى التحتية، وناقلات التلوث، والكثافة العمرانية، والحماية القانونية. بعد ذلك، تم إنتاج خرائط نقاط الضعف من خلال دمج خرائط الحساسية والضغط البشري. أشارت النتائج التي تم تقييمها بشأن الضعف البيئي إلى أن معظم المناطق معرضة للخطر بدرجة متوسطة إلى عالية، خاصة في بلديات باب الواد، والريس حميدو، وعين بنيان. يُظهر تحليل النتائج التي تم الحصول عليها قابلية التطبيق المحتملة لهذه المنهجية لأنها تعكس الواقع بدقة. لذلك، يمكن أن تكون هذه النتائج مفيدة لصناع القرار من خلال تزويدهم بأداة عقلانية نسبياً لصنع القرار لتحديد أولويات جهود الإدارة والتخطيط المستقبلية

الكلمات المفتاحية الحساسية البيئية. ضعف النظام البيئي. ضغوط بشرية. التلوث. الإجراءات التصحيحية. الجزائر

العاصمة

TABLE DES MATIERES

-	INTRODUCTION GENERALE.....	13
Chapitre 1:	CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA ZONE D'ETUDE	16
1.1	Situation géographique.....	16
1.1.1	Localisation géographique.....	16
1.1.2	Bassins versants et réseaux hydrographiques.....	19
1.2	Cadre climatique.....	21
1.2.1	Précipitations.....	21
1.2.2	Températures de l'air.....	21
1.2.3	Vents.....	22
1.3	Caractéristiques hydrodynamiques.....	23
1.3.1	Marée barométrique.....	23
1.3.2	Courant de la dérive littorale.....	24
1.3.3	Houle et vague.....	24
1.4	Géomorphologie.....	28
1.4.1	Géologie.....	28
1.4.2	Géomorphologie côtière.....	30
1.4.3	Nature des fonds et bathymétrie.....	34
1.5	Biodiversité.....	36
1.6	Pressions anthropiques.....	38
1.6.1	Activités industrielles.....	38
1.6.2	Agriculture.....	38
1.6.3	Pêche.....	40
1.6.3.1	Les abris de pêche.....	40
1.6.3.2	Les plages d'échouage.....	40
1.6.4	Population.....	41
1.6.5	Infrastructures de base.....	41
1.6.5.1	Réseaux routiers.....	41
1.6.5.2	Ports.....	43
1.7	Etat de pollution des plages.....	43
Chapitre 2:	MATERIELS ET METHODES.....	45
2.1	Cadre conceptuel.....	45
2.1.1	Indice de la sensibilité environnementale des écosystèmes littoraux (ISEEL).....	46
2.1.1.1	Sensibilité biologique (Sb).....	47
2.1.1.2	Sensibilité géomorphologique (Sg).....	47

2.1.1.3 Caractéristiques hydrodynamiques (Ch).....	48
2.1.1.4 Intensité de pollution (Ip)	48
2.1.2 Indice d'intensité des pressions anthropiques (IPA)	49
2.1.2.1 Activités humaines (Ah)	49
2.1.2.2 Infrastructures (In).....	49
2.1.2.3 Vecteurs de pollution (Vp)	50
2.1.2.4 Urbanisation (Ur).....	50
2.1.2.5 Protection règlementaire (Pr)	50
2.2 Normalisation, pondération et fonction valorisée.....	50
2.3 Découpage du littoral en unités géomorphologiques.....	55
2.4 Acquisition des données.....	56
2.4.1 Données relatives à la sensibilité biologique et géomorphologique	57
2.4.2 Données relatives aux caractéristiques hydrodynamiques	58
2.4.3 Données relatives à l'intensité de pollution	58
2.4.3.1 Paramètres physico-chimiques et sels nutritifs.	58
2.4.3.2 Métaux lourds	60
2.4.3.3 Les paramètres bactériologiques	62
2.4.4 Les données de base, relatives aux activités humaines, infrastructures, vecteurs de pollution, et urbanisation.....	65
2.4.4.1 Evaluation de l'effort de pêche dans la zone.	65
2.4.5 Données relatives à la protection règlementaire.....	66
2.4.6 Illustration de la vulnérabilité	66
Chapitre 3: RESULTATS ET DISCUSSIONS	68
3.1 Evaluation de la sensibilité des écosystèmes littoraux (ISEEL)	68
3.1.1 Sensibilité biologique (Sb).....	68
3.1.2 Sensibilité géomorphologique (Sg).....	73
3.1.3 Caractéristiques hydrodynamiques (Ch).....	76
3.1.4 Intensité de pollution (Ip)	77
3.1.5 Illustration de la sensibilité environnementale.....	81
3.2 Evaluation de l'intensité des pressions anthropiques (IPA).	84
3.2.1 First-point.....	84
3.2.2 Mid-point	94
3.2.2.1 Activités humaines (Ah)	96
3.2.2.2 Infrastructures (In).....	96
3.2.2.3 Vecteurs de pollution (Vp)	97
3.2.2.4 Urbanisation (Ur).....	98

3.2.2.5 Protection réglementaire (Pr)	98
3.2.3 Endpoint : illustration de l'indice de pressions anthropiques (IPA)	99
3.3 Evaluation de la vulnérabilité environnementale des écosystèmes littoraux.	101
- CONCLUSION GENERALE	105
- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	107
- ANNEXES.....	112

LISTE D'ABREVIATIONS

ISEEL	Indice de la sensibilité environnementale des écosystèmes littoraux
Sb	Sensibilité biologique
Sg	Sensibilité géomorphologique
Ch	Caractéristiques hydrodynamiques
Ip	Intensité de pollution
IPA	Indice d'intensité des pressions anthropiques
Ah	Activités humaines
In	Infrastructures
Vp	Vecteurs de pollution
Ur	Urbanisation
Pr	Protection règlementaire
ESRI	Environmental Systems Research Institute

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	18
FIGURE 2: DELIMITATION DE BASSINS VERSANTS DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI).....	20
FIGURE 3: EVOLUTION DES PRECIPITATIONS ANNUELLES A ALGER, DE 1994 A 2005 (OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE (ONM), 2017).....	21
FIGURE 4: EVOLUTION DE LA TEMPERATURE ANNUELLE A ALGER, DE 1994 A 2005 (OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE ONM 2017).	22
FIGURE 5: EVOLUTION DE LA VITESSE DU VENT ANNUELLE A ALGER, DE 1994 A 2005 (OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE ONM 2017).....	22
FIGURE 6: REPARTITION ANNUELLE DES VENTS EN % (ONM, DAR EL BEIDA, 1995-2015).....	23
FIGURE 7: LOCALISATION DES POINTS DE DONNEES EN MEDITERRANEE CENTRALE ET OCCIDENTALE ISSUES DE L'ATLAS.....	25
FIGURE 8: ROSE DES HOULES ANNUELLES AU LARGE D'ALGER (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT 2012).....	26
FIGURE 9: ROSES DES HOULES ANNUELLES AU LARGE ET A LA COTE.....	27
FIGURE 10: ROSES DES HOULES ANNUELLES AU NIVEAU DE LA ZONE D'ETUDE.....	28
FIGURE 11: CARTE LITHOLOGIQUE DU MASSIF DE BOUZAREAH (ISL-BRGM, 2006).....	29
FIGURE 12: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES ILOTS DE RAIS HAMIDOU (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI).....	32
FIGURE 13: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES ILOTS DE MIRAMAR (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI).....	33
FIGURE 14: CARTE BATHYMETRIQUE DE LA COTE ALGEROISE.....	35
FIGURE 15: STRUCTURE ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE(MINISTRY OF HABITAT-URBAN PLANNING AND CITIES, 2016).....	37
FIGURE 16: CARTE REPRESENTATIVE DES RESERVES AGRICOLES DE LA ZONE D'ETUDE (MINISTRY OF HABITAT-URBAN PLANNING AND CITIES 2016).....	39
FIGURE 17: CARTE REPRESENTATIVE DE SYSTEME DE TRANSPORT ET MOBILITE (MINISTRY OF HABITAT-URBAN PLANNING AND CITIES, 2016).	42
FIGURE 18: SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PORT DE PECHE DE RAIS HAMIDOU (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI).....	43
FIGURE 19: EVOLUTION DU NOMBRE DE PLAGES AUTORISEES ET INTERDITES A LA BAINNADE ENTRE 1999-2013 (APPL 2013b).....	44
FIGURE 20: DEMARCHE METHODOLOGIQUE PERMETTANT DE DEFINIR LES ZONES VULNERABLES (DUTRIEUX ET AL. 2000).....	45
FIGURE 21: MODELE CONCEPTUEL DE LA METHODE D'ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE UTILISE.....	46
FIGURE 22: SCHEMA DEMONSTRATIF DE LA METHODOLOGIE DE DECOUPAGE.....	56
FIGURE 23: UNE FIGURE REPRESENTATIVE DE LA METHODOLOGIE DE L'ÉCHANTILLONNAGE.....	57
FIGURE 24: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE L'EAU POUR LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE ET SELS NUTRITIFS.....	59
FIGURE 25: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE SEDIMENTS POUR LES ANALYSES DES METAUX LOURDS.....	61
FIGURE 26: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE L'EAU POUR LES ANALYSES BACTERIOLOGIQUE.....	63
FIGURE 27: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE L'EAU POUR LES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES REALISES PAR L'HURBAL	64
FIGURE 28: ETAT DES FONDS MARINS SUR UNE BANDE COTIERE DE 200 M DE LA COTE AU LARGE.....	70
FIGURE 29: VARIABILITE TEMPORELLE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE DANS LA ZONE D'ETUDE.....	71
FIGURE 30: VARIABILITE TEMPORELLE DE L'INDICES DE SHANNON DANS LA ZONE D'ETUDE.....	72
FIGURE 31: VARIABILITE TEMPORELLE DE L'INDICES D'EQUITABILITE DANS LA ZONE D'ETUDE.....	72
FIGURE 32: DISTRIBUTION DE LA SENSIBILITE BIOLOGIQUE (SB) DANS LA ZONE D'ETUDE.....	73

FIGURE 33: TYPOLOGIE DES FONDS MARINS SUR UNE BANDE COTIERE DE 200 M DE LA COTE AU LARGE.	74
FIGURE 34: LA BATHYMETRIE DES FONDS MARINS SUR UNE BANDE COTIERE DE 200 M AU LARGE.	75
FIGURE 35: DISTRIBUTION DE LA SENSIBILITE GEOMORPHOLOGIQUE (Sg) DANS LA ZONE D'ETUDE.	76
FIGURE 36: DISTRIBUTION DES CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES (Ch) DANS LA ZONE D'ETUDE.	77
FIGURE 37: VARIABILITE SPATIALE DE NO3 TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	77
FIGURE 38: VARIABILITE SPATIALE DE Po4 TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	78
FIGURE 39: VARIABILITE SPATIALE DE MES TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	78
FIGURE 40: VARIABILITE SPATIALE DE O2 TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	79
FIGURE 41: VARIABILITE SPATIALE DE O2 (%) TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	79
FIGURE 42: VARIABILITE SPATIALE DES METAUX LOURDS (Zn, Cd, Pb) TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	80
FIGURE 43: VARIABILITE SPATIALE DES COLIFORMES TOTAUX ET FECAUX TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.	80
FIGURE 44: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DE POLLUTION (IP) DANS LA ZONE D'ETUDE.	81
FIGURE 45: DISTRIBUTION DE LA SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE DANS LA ZONE D'ETUDE.	82
FIGURE 46: POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE OCCUPEE PAR DIFFERENTS NIVEAUX DE SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE.	83
FIGURE 47: POINTS DE REJETS RECENSES.	92
FIGURE 48: GRAPHIQUE RADAR A L'ECHELLE FIRST-POINT POUR LES CINQ COMMUNES.	94
FIGURE 49: GRAPHIQUE RADAR A L'ECHELLE MID-POINT POUR LES CINQ COMMUNES.	95
FIGURE 50: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES ACTIVITES HUMAINES (Ah) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.	96
FIGURE 51: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES INFRASTRUCTURES (In) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.	97
FIGURE 52: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES VECTEURS DE POLLUTION (Vp) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.	97
FIGURE 53: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DE L'URBANISATION (Ur) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.	98
FIGURE 54: DISTRIBUTION DU NIVEAU DE PROTECTION REGLEMENTAIRE (Pr) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.	99
FIGURE 55: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES (IPA) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.	100
FIGURE 56: POURCENTAGE DE SURFACE OCCUPEE PAR LES DIFFERENTS NIVEAUX D'INTENSITE DE PRESSION.	101
FIGURE 57: DISTRIBUTION DE LA VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE (ISEEL) DANS LA ZONE D'ETUDE.	102
FIGURE 58: POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE OCCUPEE PAR DIFFERENTS NIVEAUX DE VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE.	103

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: DONNEES RELATIVES AUX DELIMITATIONS DES CINQ COMMUNES.....	16
TABLEAU 2: CARACTERISTIQUES DES AMPLITUDES HS DES HOULES DU LARGE EN FONCTION DE LA PERIODE DE RETOUR	26
TABLEAU 3: GEOMORPHOLOGIE COTIERE (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, 2004, 2012; APPL 2013A).	30
TABLEAU 4: RESUME DES ACTIVITES INDUSTRIELLES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, 2004).	38
TABLEAU 5: RESUME DES ACTIVITES AGRICOLES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT 2004).	38
TABLEAU 6: RECENSEMENT DES PLAGES D'ECHOUAGES DANS LA ZONE D'ETUDE.	40
TABLEAU 7: STATISTIQUES SUR L'EVOLUTION DE LA DENSITE DEMOGRAPHIQUE DANS LES COMMUNES CIBLEES (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT 2004; NATIONAL STATISTICS OFFICE 2011).	41
TABLEAU 8: DOMAINES FONCTIONNELS DU SERVICE D'ASSAINISSEMENT WASHCOST (POTTER ET AL., 2012).	50
TABLEAU 9: RANGS STANDARDS DES FACTEURS D'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX*.	52
TABLEAU 10: RANGS STANDARDS DES FACTEURS D'ÉVALUATION DES PRESSIONS ANTHROPIQUES.*	53
TABLEAU 11: REGLES FLOUES POUR L'ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX.....	55
TABLEAU 12: INVENTAIRE DES ESPECES RECENSEES PAR PLONGEE DANS LA ZONE D'ÉTUDE.	68
TABLEAU 13: VARIABILITE TEMPORELLE DES INDICES DE SHANNON, DE L'EQUITABILITE ET DE LA RICHESSE SPECIFIQUE.	71
TABLEAU 14: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE BAB EL OUED.	84
TABLEAU 15: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE BOLOGHINE.	85
TABLEAU 16 : TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE RAIS HAMIDOU.....	86
TABLEAU 17: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE EL HAMMAMET.....	87
TABLEAU 18: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE D'AIN BENIAN.....	89
TABLEAU 19: DONNEES RELATIVES AU DOMAINE LITTORAL DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	90
TABLEAU 20: TABLEAU DE BORD POUR GESTIONNAIRE.	106

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1: DONNEES RECOLTEES RELATIVES A LA BATHYMETRIE, L'ETAT ET LE TYPE DU FOND.	112
ANNEXE 2 : RESULTATS DES PARAMETRES DE POLLUTION (PART 1).	122
ANNEXE 3: RESULTATS DES PARAMETRES DE POLLUTION (PART 2).	122
ANNEXE 4: RESULTATS DES PARAMETRES DE POLLUTION (PART 3).	123
ANNEXE 5: MATRICE DE SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX DES 49 RADIALES.	124
ANNEXE 6: QUESTIONNAIRE UTILISE POUR LA MISE EN ŒUVRE DU SOUS-INDICE PROTECTION REGLEMENTAIRE.	141
ANNEXE 7: CANEVAS DES DONNEES RELATIVES AUX PRESSION ANTHROPIQUE SOUS FORME D'UNE CARTE D'IDENTITE COMMUNALE + MATRICE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES DANS LES 5 COMMUNES.	145
ANNEXE 8: MATRICE DE LA VULNERABILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX DES 49 RADIALES.	150

- INTRODUCTION GENERALE

La zone côtière est un espace complexe, dynamique et fluctuant (Daeden, 2015), peut-être plus que tout autre environnement. Elle est soumise à des demandes croissantes de la part d'une population humaine qui préfère s'installer, vivre, travailler et distraire dans cette bande étroite (Tortell, 1992; Small and Nicholls, 2003). Les estimations montrent qu'environ 60 % de la population mondiale vit près des côtes (Doukakis, 2005). La zone côtière est le lieu de multiples activités, qui interagissent plus ou moins fortement avec l'environnement et peuvent avoir des impacts significatifs sur le fonctionnement et la qualité du système côtier (Tixerant, 2004).

Au cours du siècle dernier, les zones côtières méditerranéennes ont subi une pression humaine considérable (Cuttelod *et al.*, 2008; Plan Bleu, 2015). En effet, plus d'un tiers de la population vit dans les régions côtières, soit moins de 12 % de leur territoire, ce qui représente une réelle menace pour les écosystèmes côtiers (Plan Bleu, 2015). Le littoral algérien de 1622 km, comme la plupart des zones côtières méditerranéennes, est confronté à de graves problèmes environnementaux ; puisque, 37% de la population vit dans une bande côtière qui représente 1,9% du territoire national (MREE *et al.*, 2015; Khelil *et al.*, 2019).

Le développement durable de plusieurs activités humaines est lié au bon état de l'environnement naturel (Puente-Rodríguez *et al.*, 2015) et c'est pourquoi toute dégradation de l'environnement aura inévitablement des conséquences sur le bien-être humain à plus ou moins long terme (Thébault *et al.*, 2011). Les efforts de conservation et de gestion doivent établir des priorités quant à l'affectation des ressources à l'atténuation des impacts des activités humaines sur l'environnement (J. *et al.*, 2010). En effet, une meilleure gestion nécessite une connaissance de base importante de la structure, du fonctionnement et des usages de la zone côtière, afin d'établir un équilibre entre la conservation écologique et le développement économique, mais aussi d'identifier des solutions aux problèmes rencontrés (Tortell, 1992; Dutrieux *et al.*, 2000; Puente-Rodríguez *et al.*, 2015; Yuan *et al.*, 2016). Par conséquent, toute politique visant à restaurer et à maintenir la qualité de l'environnement côtier ne peut être envisagée sans tenir compte de ces activités (Mauvais and Goarnisson, 1999).

Dans ce contexte, il est nécessaire de modéliser l'évaluation de la vulnérabilité environnementale des écosystèmes côtiers au niveau local, en incluant des considérations allant au-delà du simple risque de dangers ou de dommages causés par une catastrophe (Yoo *et al.*, 2014). L'une de ces considérations consiste à développer une approche qui contribue au développement durable des

villes côtières en intégrant les résultats de cette approche dans la planification et la prise de décision pour la gestion intégrée des zones côtières (Doukakis, 2005; Sahoo *et al.*, 2016).

La vulnérabilité environnementale a pris une importance cruciale pour les chercheurs qui s'intéressent au changement global et à la durabilité (Adger, 2006). Afin de mieux comprendre et gérer un système complexe, tel que notre environnement, il est nécessaire de simplifier les choses en construisant une image simple avec un ensemble limité de facteurs pertinents : les indicateurs (Turnhout *et al.*, 2007). La vulnérabilité aide à prendre des décisions sur des problèmes complexes en les structurant dans une structure hiérarchique simple et compréhensible (Li *et al.*, 2009).

Le terme "vulnérabilité environnementale" est lié au risque de dommages à l'environnement naturel ou à un type d'écosystème particulier ; la vulnérabilité est le degré de sensibilité d'un système aux effets néfastes causés par un danger ou un facteur de stress spécifique (Zou and Yoshino, 2017). La vulnérabilité d'une zone côtière signifie le risque potentiel pour ses écosystèmes d'être affectés par divers types de dommages s'ils sont exposés à certaines pressions (Henri *et al.*, 2002). Par conséquent, une zone vulnérable peut être définie comme une zone à la fois sensible et exposée aux pressions anthropiques. Leur degré de vulnérabilité dépend des degrés respectifs de sensibilité et de pression (Dutrieux *et al.*, 2000). Dans notre cadre, la sensibilité fait référence aux caractéristiques intrinsèques de l'environnement et varie en fonction de sa spécificité (Yoo *et al.*, 2014). Nous avons défini la pression anthropique comme une force d'origine humaine exercée sur une surface donnée de l'environnement qui peut causer des dommages et des perturbations aux écosystèmes côtiers (Daeden, 2015).

Cependant, le mécanisme d'évaluation de la vulnérabilité varie d'une région à l'autre en raison des différences environnementales régionales. Il est donc nécessaire d'élaborer un ensemble d'indicateurs basés sur la localisation qui soient adaptés à la situation réelle de chaque étude de cas (Zou and Yoshino, 2017). A partir de là, nous allons créer une matrice des facteurs de pression anthropiques et de la sensibilité environnementale des écosystèmes côtiers pour décrire le profil de vulnérabilité d'un système donné sur une période donnée (Wamsley *et al.*, 2015) tout en tenant compte de la particularité du littoral algérien.

L'approche suivie et la majorité des indices utilisés s'inspirent des travaux de Dutrieux *et al.* (2000) ; Fattal *et al.* (2007) ; Li *et al.* (2009) ; Fattal *et al.* (2010) Yoo *et al.* (2014) ; Caniani *et al.* (2016) ; Zou and Yoshino (2017) et He *et al.* (2018). Dans un premier temps, ces indices ont été ajustés pour prendre en compte les particularités du littoral algérien. Ensuite, un ajustement de la méthodologie d'exploitation et de cartographie des résultats a été effectué.

Cette recherche actuelle fournit un cadre conceptuel pour améliorer notre compréhension de la vulnérabilité environnementale des écosystèmes côtiers à la pollution, à l'échelle du littoral algérien, par une approche qui vise à identifier la vulnérabilité environnementale des écosystèmes côtiers au danger existant "pressions anthropiques", et à un danger potentiel, alors que la plupart des études précédentes se sont concentrées sur ce dernier.

Les résultats de ces modèles peuvent être utilisés comme outils de prévision, permettant de trouver en premier lieu la zone la plus vulnérable à protéger (Caniani *et al.*, 2016). Cela peut être utile aux décideurs en fournissant un outil d'aide à la décision relativement rationnel pour la planification et la mise en œuvre d'une gestion côtière durable (Zou and Yoshino, 2017).

Les objectifs de cette thèse sont de :

- Développer, sur la base d'une approche multicritères, un outil d'aide à la décision pour aider les décideurs locaux à élaborer une politique environnementale appropriée.
- Utiliser les SIG pour refléter les conditions locales en termes de sensibilité, de pression anthropique et de vulnérabilité.

Pour répondre à ces objectifs, cette thèse est structurée en 3 parties :

- En première partie, sont exposées les caractéristiques générales de la zone d'étude, en se concentrant principalement sur : la situation géographique, le cadre climatique, les caractéristiques hydrodynamiques, la géomorphologie, la biodiversité, les pressions anthropiques, l'état de la pollution.
- En deuxième partie, est présenté le cadre conceptuel de la méthodologie développée, en commençant par l'indice de sensibilité environnementale des écosystèmes côtiers (ISEEL), puis l'indice d'intensité des pressions anthropiques (IPA), ensuite la description de la normalisation, de la pondération et de la fonction de valeur utilisées, et enfin le choix de l'échelle de découpage du littoral en unités géomorphologiques et la méthodologie d'acquisition des données.
- La troisième partie est consacrée à l'application dans la zone d'étude, tout en évaluant la sensibilité des écosystèmes côtiers, l'intensité des pressions anthropiques et la vulnérabilité environnementale des écosystèmes côtiers, ainsi qu'en discutant les résultats.

Enfin, la conclusion introduit diverses perspectives de recherche tant conceptuelles que thématiques, envisagées dans un cadre pluridisciplinaire.

CHAPITRE 1: CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA ZONE D'ETUDE

1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE.

1.1.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.

La zone côtière, qui s'étend de Bab El Oued à Ain Benian (Tableau 1) (Figure 1), est l'une des parties de la côte algéroise la moins étudiée. Cette zone regroupe 5 communes « Bab El Oued – Bologhine - El Hammamet – Rais Hamidou – Ain Benian ». Cette zone côtière offre une superficie du 31,2 Km² soit 17,6 % de la surface de la wilaya d'Alger, et habitées par 230 416 habitants soit 7,8 % de la population de toute la wilaya et avec une densité de 7381 Hab/Km², outre une surface du domaine littoral de 31,2 Km² soit 20,24 % du domaine littoral d'Alger (Ministry of the environment 2004, 2007; National Statistics Office, 2011; Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016).

Le site d'étude est localisé entre la baie d'Alger et la baie de Bou Ismail, il est limité :

- Au Nord et l'Ouest : la mer Méditerranée,
- Au Sud : les communes de Chéraga, Béni Messous, Bouzaréah, Oued-Koriche,
- A l'Est : la commune de la Casbah.

TABLEAU 1: DONNEES RELATIVES AUX DELIMITATIONS DES CINQ COMMUNES.

COMMUNE	Délimitation de la commune	Délimitation de domaine littoral
BAB EL OUED	La commune de BAB-EL-OUED est située à 1,5 km au Nord-Ouest de l'agglomération Algéroise elle est limitée : <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord par la Mer et la commune de BOLOGHINE. • Au Sud par la commune d'OUED-KORICHE. • A l'Est par la commune de la CASBAH. • A l'Ouest par les communes de BOLOGHINE et OUED-KORICHE. 	Le domaine littoral de la commune de Bab-El-Oued est limité comme suit : <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord : le Boulevard Lounas Omar et les escaliers. • A l'Est : la limite de la mer territoriale • A l'Ouest : la rue Hamadi Nacer, le Boulevard Saïd Touati, la rue Bessas Rabah, le chemin Sidi Ben Nour et le chemin Ouail Med. • Au sud : l'avenue Askri Ahcène et Sidi Bennour.
Bologhine	La commune de Bologhine baptisée saint Eugène en 1948 est située à 4 km à l'Ouest d'Alger. Elle est limitée : <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord par la mer Méditerranée. • A l'Est par la commune de Bab El Oued. • A l'Ouest par la commune de Rais Hamidou. 	Le domaine littoral de la commune de Bologhine est limité comme suit : <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord : la limite de la mer territoriale. • A l'Est : la limite administrative communale. • A l'Ouest : la limite administrative communale. • Au sud : le piémont du massif Sidi Benour.

	<ul style="list-style-type: none"> • Au Sud par la commune de Bouzaréah. 	
RAIS HAMIDOU	<p>La commune de RAIS HAMIDOU est située à 6.8 km à l'Ouest d'Alger. Elle est limitée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord par la mer Méditerranée. • A l'Est par la commune de Bologhine. • A l'Ouest par la commune de Hammamet. • Au Sud par la commune de Bouzaréah. 	<p>Le domaine littoral de la commune de Raïs Hamidou est limité comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au nord : la limite de la mer territoriale. • A l'Est : la limite administrative communale Est. • A l'Ouest : la limite administrative communale Ouest. • Au sud : les coordonnées des points : <ul style="list-style-type: none"> · Le point 3° Nord 36,8 ° Est pour rejoindre · Le point 3° Nord 36,7° Est
Hammamet	<p>Erigée en commune en 1985, Hammamet se situe à l'Ouest de l'agglomération Algéroise à des dizaines de kilomètres. Elle est limitée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord par la mer Méditerranée. • Au Sud par la commune de Beni Messous. • A l'Est par la commune de Rais Hamidou. • A l'Ouest par la commune de Ain Benian. 	<p>Le domaine littoral de la commune de Hammamet est limité comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au nord : la limite de la mer territoriale. • Au sud : la limite Sud épouse le massif forestier de Baïnem.
Ain Benian	<p>Aïn Benian est située sur la bande côtière algérienne, à 16 km environ à l'ouest d'Alger. Elle est limitée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au Nord par la Mer Méditerranée. • Au Sud par la commune de Chéraga. • A l'Est par la commune d'El Hammamet. • A l'Ouest par la Mer Méditerranée. 	<p>Le domaine littoral de la commune de Aïn-Benian est limité comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au nord : plateau continental. • A l'est : longe la limite administrative communale. • A l'Ouest : plateau continental. • Au sud : la limite Sud traverse les domaines : colonel Amirouche et Colonel Si Houès – Djenain Nouar – El Louz pour rejoindre oued Beni-Messous.

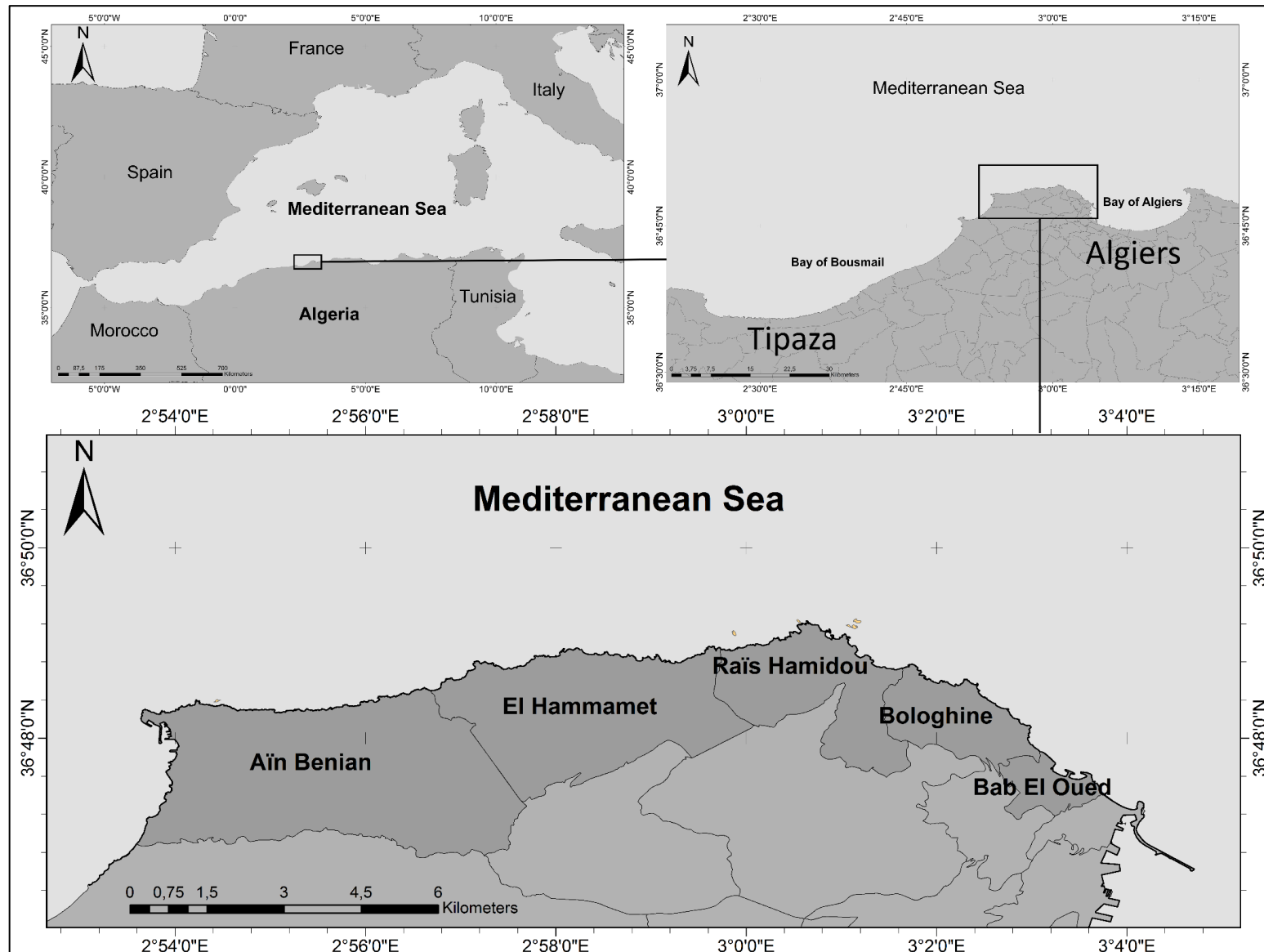


FIGURE 1: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.

1.1.2 BASSINS VERSANTS ET RESEAUX HYDROGRAPHIQUES.

Le massif du Bouzaréah comporte deux bassins versants significatifs (Figure 2) : l'oued Béni Messous (33km²), et l'oued Koriche (9km²), et un ensemble de petits bassins versants côtiers dont la surface totale est de 20 km² (Ministry of the environment, 2012).

Le bassin versant de l'oued Koriche est urbanisé dans sa partie aval et sur les crêtes amont. Les versants, malgré leurs fortes pentes, ont également été peu à peu urbanisés de façon incontrôlée. L'urbanisation occupe environ les deux tiers du bassin versant, le reste étant constitué de zones forestières et terres battues. Les pentes des différents affluents vont de 6 à 19%. La pente moyenne de l'oued Koriche est de 4,5% (Ministry of the environment, 2012).

Les petits oueds côtiers ont généralement une partie amont rurale (forêts, zones à végétation basse, zones agricoles sur les oueds de la commune de Ain Benian), la partie aval étant urbanisée. L'urbanisation occupe généralement un tiers des bassins versants, et jusqu'à 40% de la surface pour les oueds de la commune d'Ain Benian. Ils sont caractérisés par des pentes fortes de 10 à 30% (Ministry of the environment, 2012; Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016).

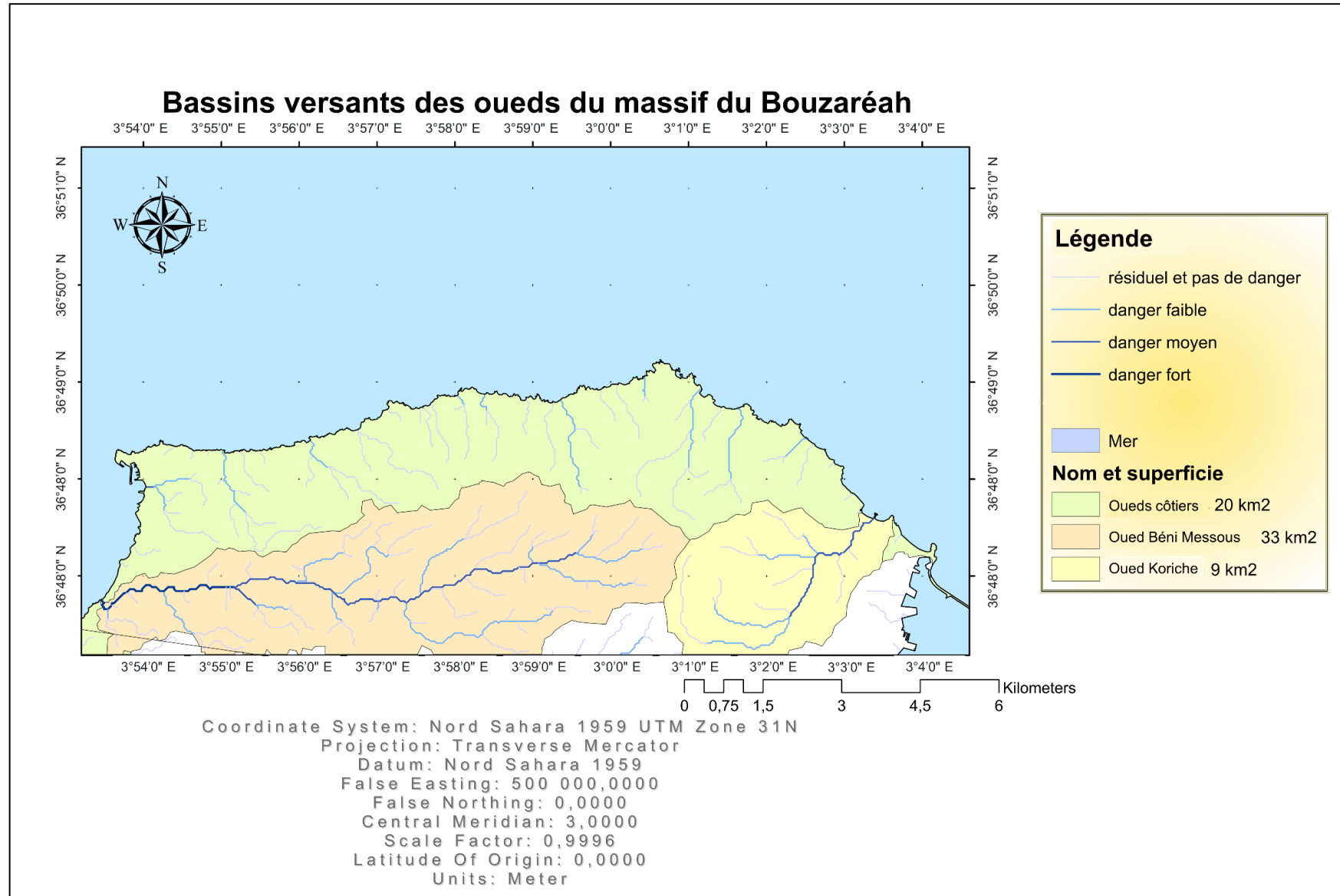


FIGURE 2: DELIMITATION DE BASSINS VERSANTS DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI).

1.2 CADRE CLIMATIQUE.

Alger bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par des étés secs et chauds et des hivers doux et relativement humides. L'analyse climatique de la zone de Bab El Oued à Ain Benian s'est basée sur les données de la station de Dar-El-Beida :

- Coordonnées de la station :

INDICATIF : 390

Longitude : 3° 12' 57.6"E

Latitude : 36° 40' 58.8"N

Altitude (en m) : 25

1.2.1 PRECIPITATIONS.

D'après la figure ci-dessous (Figure 3) les pluies sont très irrégulières durant les saisons. Elles sont abondantes en automne et en hiver et se caractérisent souvent par des orages et des tempêtes de vent. Elles sont variables et incertaines au printemps, nulles et irrégulières en été (Office National de la météorologie ONM 2017).

La valeur moyenne des précipitations est de l'ordre de 563 mm/an sur une période de 12 ans.

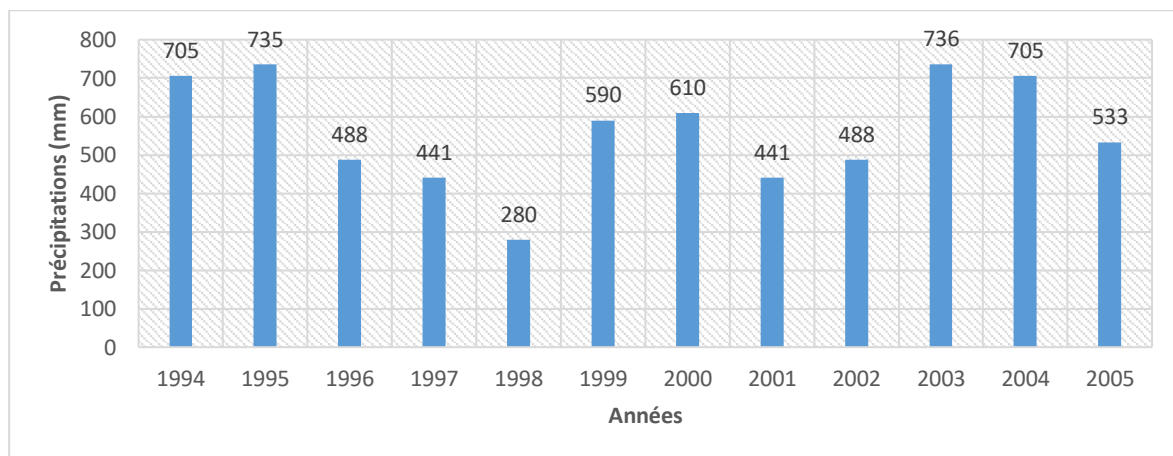


FIGURE 3: EVOLUTION DES PRECIPITATIONS ANNUELLES A ALGER, DE 1994 A 2005 (Office National de la météorologie (ONM), 2017).

1.2.2 TEMPERATURES DE L'AIR.

La température moyenne annuelle pour les 12 ans est de 17.5 °C, l'année peut se diviser en deux semestres : l'un est froid et l'autre est chaud. Les températures de la région varient avec un maximum de 25.6 °C et un minimum de 10.0 °C (Figure 4).

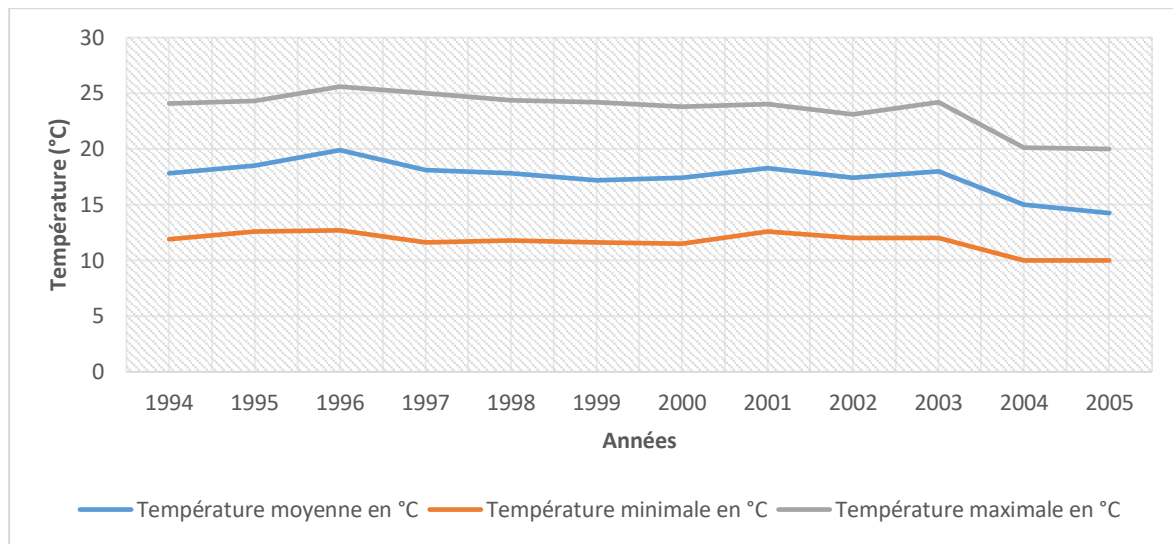


FIGURE 4: EVOLUTION DE LA TEMPERATURE ANNUELLE A ALGER, DE 1994 A 2005 (Office National de la météorologie ONM 2017).

La proximité de la mer a une influence directe sur le climat, ainsi la forte chaleur est rafraîchie et humidifiée par la brise d'été et la mer réchauffe la terre pendant les hivers rigoureux (Office National de la météorologie (ONM), 2017).

1.2.3 VENTS.

Un vent faible à modéré, frais et humide d'Est souffle de mai en octobre, tandis que le vent d'Ouest souffle de Novembre à Mai et apportent les pluies (Figure 5).

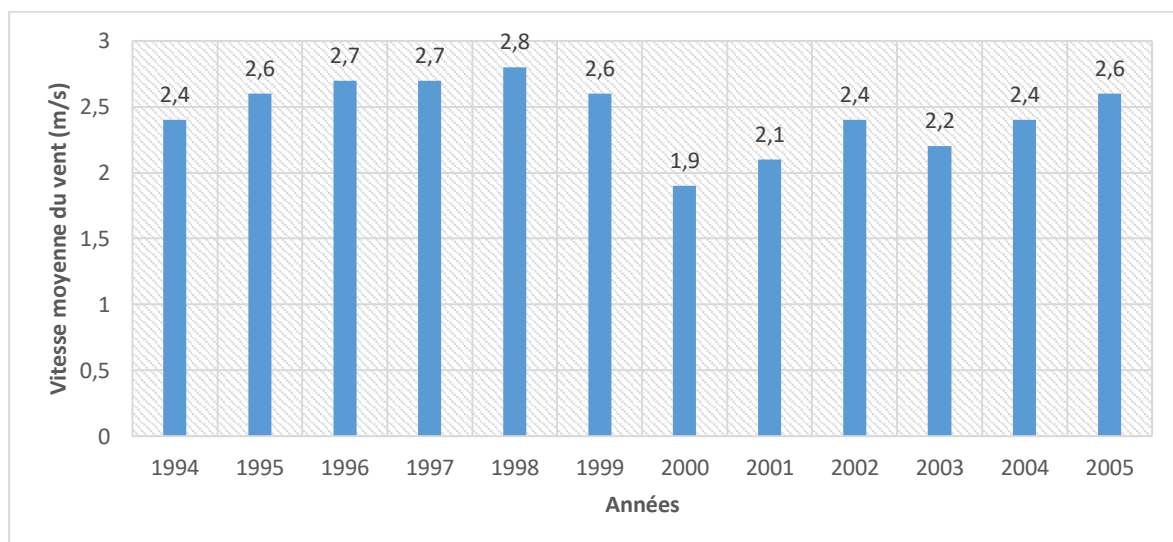


FIGURE 5: EVOLUTION DE LA VITESSE DU VENT ANNUELLE A ALGER, DE 1994 A 2005 (Office National de la météorologie ONM 2017).

Le Sirocco se manifeste 14 jours/an en moyenne pendant la période estivale juillet et Août.

On note l'existence de deux périodes distinctes :

- une période hivernale : vents dominants de direction Ouest et Nord-Ouest.

- une période estivale : Vents fréquents de secteur Est et Nord Est (Office National de la météorologie (ONM), 2017).

Une autre source consiste en des relevés effectués à Alger sur la période 1995- 2015. On trouvera sur la figure ci-après (Figure 6) une rose des vents annuelle des vents en % (Office National de la météorologie (ONM), 2017).

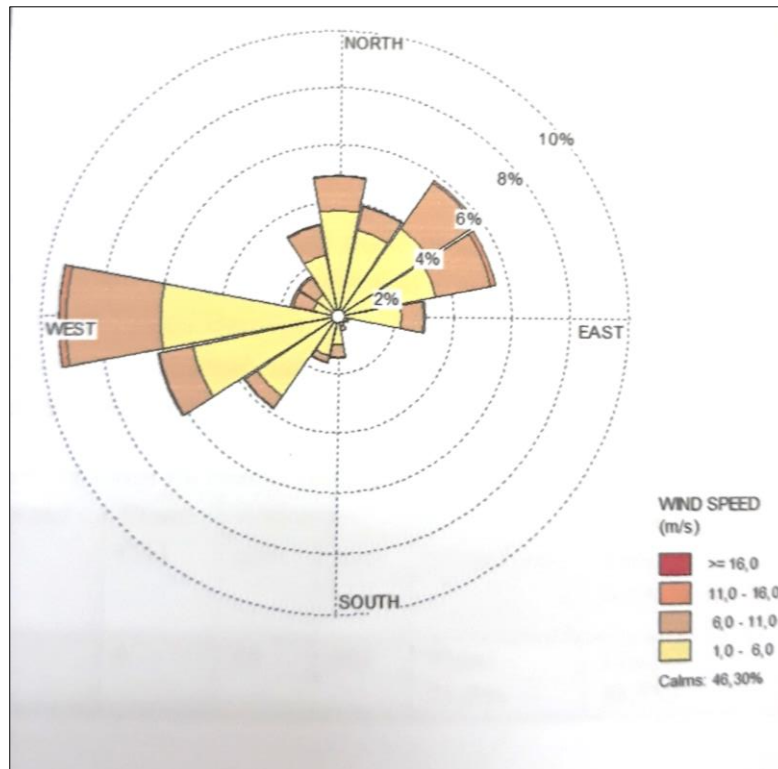


FIGURE 6: REPARTITION ANNUELLE DES VENTS EN % (ONM, DAR EL BEIDA, 1995-2015).

1.3 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES.

1.3.1 MAREE BAROMETRIQUE.

Pour la marée en Algérie, le port de référence est Alger, où La marée est relativement faible de type micro tidale, elle est la conséquence de deux phénomènes distincts :

- L'effet barométrique (pression et vent) conduit à une variation de l'ordre de 13.2mm
- Marée astronomique liée à l'action de la lune et du soleil sur la mer : à Alger est de type semi-diurne.

Le zéro terrestre (NGA) à Alger est situé à 0.34 m au-dessus du zéro hydrographique (Ministry of the environment, 2012).

La variation annuelle moyenne de pression (de l'ordre de 4 mm) conduit à une variation moyenne de plan d'eau de 5,3 cm. L'effet du vent est plus important puisque la variation du niveau d'eau

peut atteindre 10 à 12 cm et plus rarement 20 cm (Ministry of the environment 2012; Office National de la météorologie (ONM), 2017).

1.3.2 COURANT DE LA DERIVE LITTORALE.

Les courants le long d'une côte sont en général de quatre types : les courants généraux, les courants de marée, les courants de dérive dus au vent et les courants générés par la houle.

Les trois premiers types peuvent être considérés comme négligeables le long du littoral de la wilaya d'Alger :

- Ils sont liés à la circulation de grandes masses d'eau océaniques et ne se font sentir qu'au large,
- Les courants de marée sont faibles,
- Les courants dûs au vent ne dépassent pas 15 à 20 cm/s et ne concernent que la partie superficielle de la masse d'eau (Ministry of the environment, 2012).

Seuls les courants dus à la houle sont susceptibles d'agir sur le transit littoral dont :

- Les courants de translation et de compensation,
- Les courants de retour,
- La dérive littorale,
- Les courants d'expansion latérale.(Ministry of the environment, 2012)

1.3.3 HOULE ET VAGUE.

Les données de houle du large ont été extraites de l'atlas « wind and waves Atlas of the Mediterranean Sea » d'avril 2004. Ces données sont issues d'une analyse statistique réalisée sur 10 ans de série de vents et de houles. Un point de données existe au large d'Alger (Figure 7. Le point correspondant à Alger apparait grossit sur la figure) dans les fonds de -2500m aux coordonnées 37°N et 3°E (Ministry of the environment, 2012).



FIGURE 7: LOCALISATION DES POINTS DE DONNEES EN MEDITERRANEE CENTRALE ET OCCIDENTALE ISSUES DE L'ATLAS.

La rose des houles annuelles (Figure 8) montre au large d'Alger deux secteurs principaux de houle:

- le secteur ouest qui représente 27.41% des observations,
- le secteur nord-est qui représente 34.42% des observations.

Les houles significatives les plus fortes (5.00-6.00m) proviennent de l'ouest et représentent 0.1% des observations alors que les houles de 4.00-5.00 m représentent 0.4% des observations du secteur ouest.

Les houles significatives les plus élevées du secteur nord-est représentent 0.2% des observations et se situent entre 3.00-3.50m (Ministry of the environment, 2012).

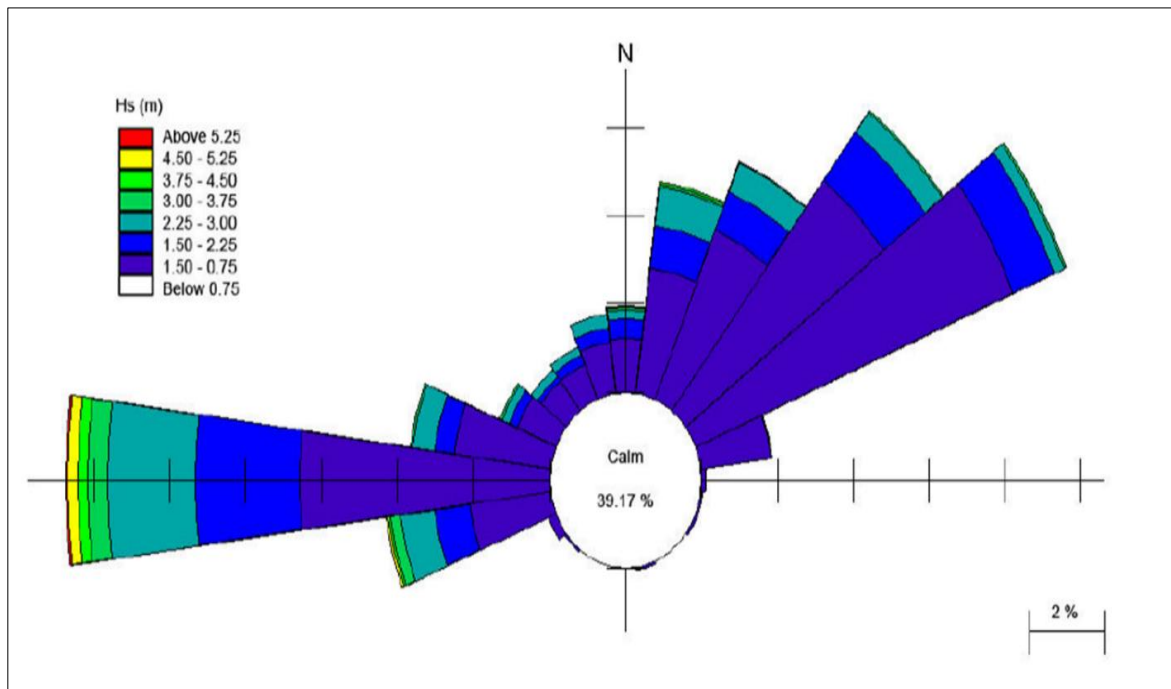


FIGURE 8: ROSE DES HOULES ANNUELLES AU LARGE D'ALGER (Ministry of the environment 2012).

A partir des valeurs de houle annuelles, le groupe AMIS a déterminé la profondeur de fermeture à partir de laquelle la houle ne remet plus en suspension les sédiments. Selon la méthode utilisée, cette profondeur de fermeture se situe entre 8,6m (à partir du spectre de fréquence de Jonswap) et 10,3m (Delft Hydraulics).

Par ailleurs dans le cadre du projet d'aménagement de la baie d'alger, le groupement ARTE CHARPENTIER – PHYTORESTORE (octobre 2008) a étudié les actions à mener pour protéger le quartier de Bab el Oued de la mer. L'analyse des houles du large menée dans le cadre de cette étude a conduit aux données reportées dans le tableau ci-après :

TABLEAU 2: CARACTERISTIQUES DES AMPLITUDES HS DES HOULES DU LARGE EN FONCTION DE LA PERIODE DE RETOUR

Période de retour	Houle significative Hs en mètre
2 ans	5.80
5 ans	6.90
10 ans	7.60
20 ans	8.25
50 ans	9.00

A la côte, cela les a conduits à déterminer la valeur de la plus grande lame déferlante possible utilisée pour dimensionner les ouvrages de protection envisagés. Cette valeur est $H_b=4,80m$.

Propagation et transformation de la houle du large à la côte :

Lors de sa propagation du large à la côte les caractéristiques de la houle (amplitude, direction) se modifient du fait de la variation de la profondeur. Le groupe AMIS a étudié au moyen du modèle

Mike 21-NSW les modifications à attendre compte tenu de la morphologie des fonds entre le large et la côte. Les données d'entrée de houle sont issues de l'Atlas des vents et houles de la mer Méditerranée.

Pour mettre en évidence l'évolution des houles entre le large et la côte, cinq points, dans les fonds de -30m, ont été choisis pour l'extraction des résultats. Les figures ci-après (9 & 10) illustrent les résultats obtenus en termes de direction et d'amplitude des houles. Il apparaît, en général, en direction, deux secteurs principaux de houle :

- le long de la côte ouest, les deux composantes proviennent de l'ouest et du nord est,
- le long de la côte est, les houles venant de l'ouest tourne vers l'est à cause de l'orientation de la côte et de la bathymétrie. A l'approche de la côte cette rotation se poursuit, les houles prenant alors une direction plus perpendiculaire à la bathymétrie. Mais on retrouve les deux secteurs principaux de direction,
- dans la baie d'Alger, les secteurs de direction sont plus étroits. La composante ouest est presque absente, la composante principale provenant du nord est.

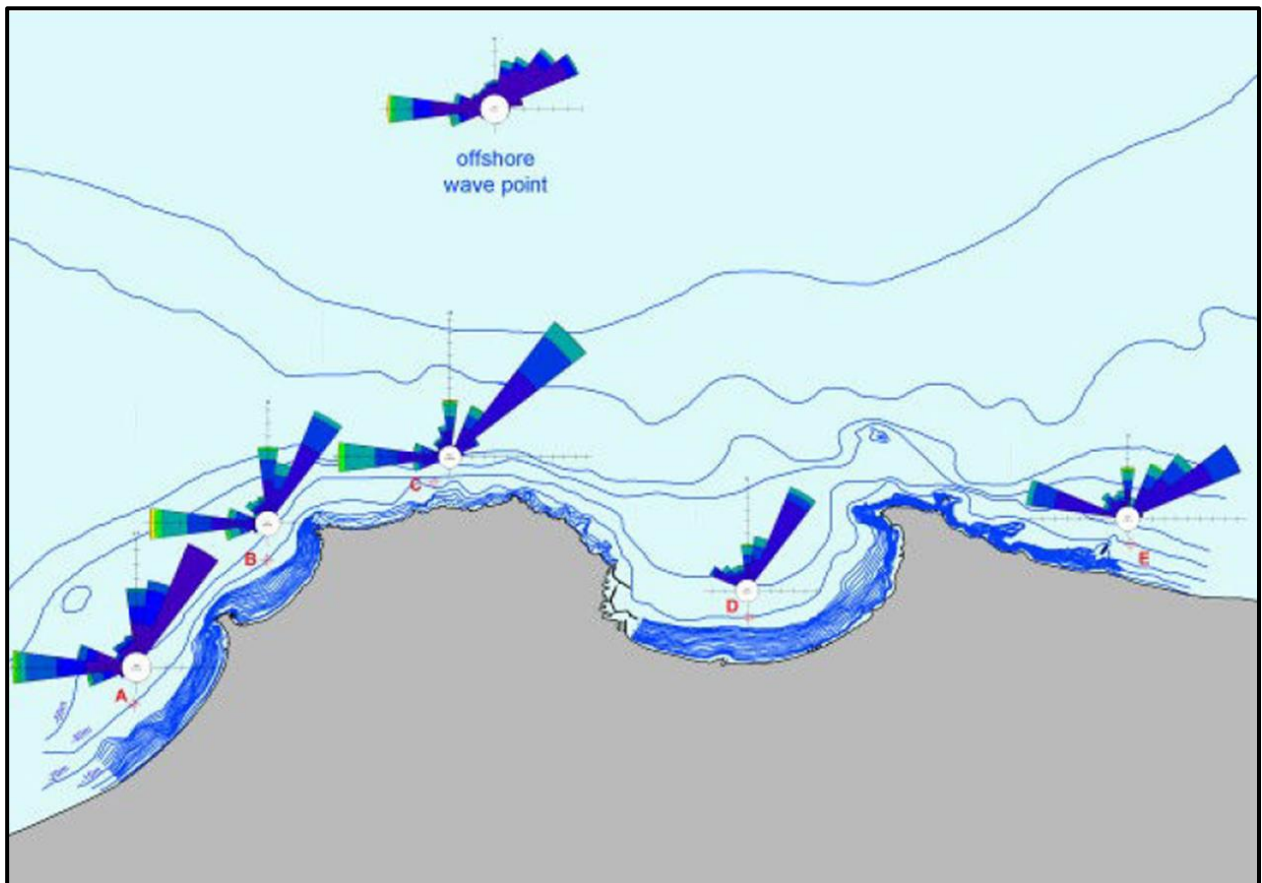


FIGURE 9: ROSES DES HOULES ANNUELLES AU LARGE ET A LA COTE

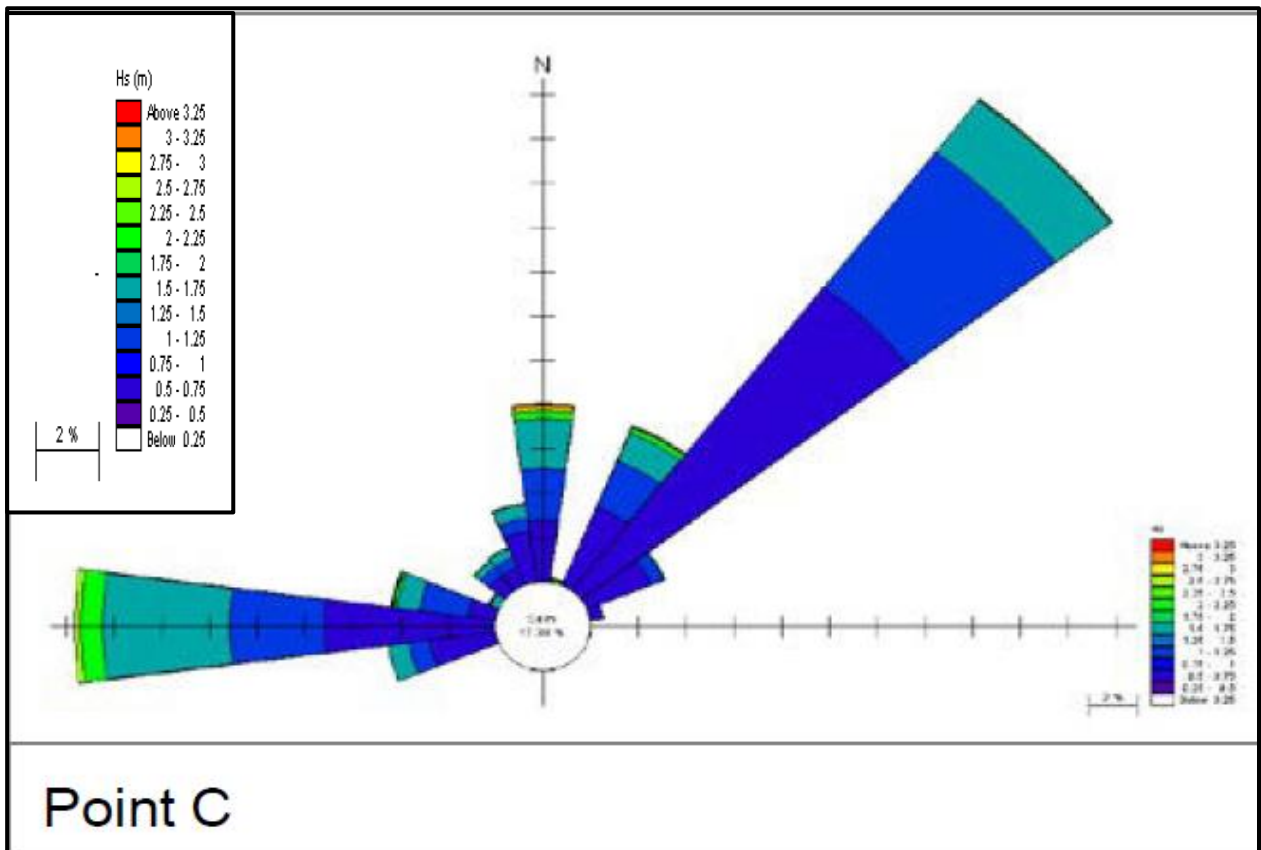


FIGURE 10: ROSES DES HOULES ANNUELLES AU NIVEAU DE LA ZONE D'ETUDE.

1.4 GEOMORPHOLOGIE.

1.4.1 GEOLOGIE.

Le massif cristallin de Bouzaréah (Figure 11) constitue le principal relief de la zone d'étude. Ce massif de formations cristallines primaires, domine le chaînon du Sahel, la partie Est de ce dernier est composée essentiellement de Colluvions de pente au niveau de la côte de Schistes altérés. Vers l'ouest de ce massif se trouve la commune de Ain Benian, la zone est formée majoritairement de dunes grésifiées (ISL-BRGM, 2006; Menad, 2013).

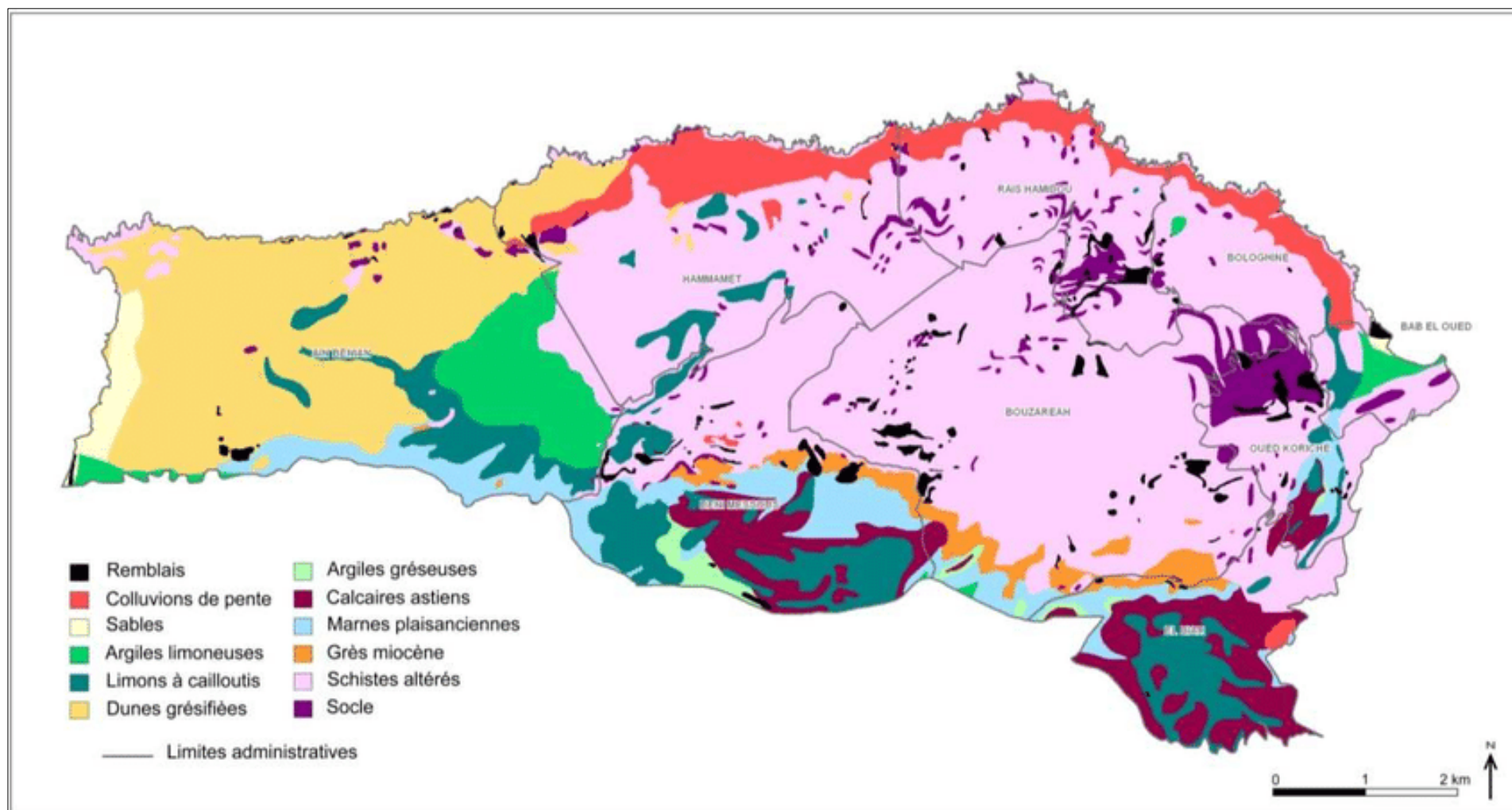


FIGURE 11: CARTE LITHOLOGIQUE DU MASSIF DE BOUZAREAH (ISL-BRGM, 2006).

1.4.2 GEOMORPHOLOGIE COTIERE.

La zone est généralement une zone rocheuse, elle est formée par des falaises qui sont entrecoupées de temps à autre par des criques à fond sableux (Tableau 3).

TABLEAU 3: GEOMORPHOLOGIE COTIERE (Ministry of the environment, 2004, 2012; APPL 2013a).

Commune	Falaise	Plage
Falaises de Ain Benian	Ses falaises sont localisées à l'est du port d'El Djamilia et s'étalent sur 6,7 Km, la côte de Ain Benian est constituée principalement de nature rocheuse, qui sont formées sur des roches gréseuses. Leur hauteur est moins développée que vers l'est.	A l'est du port d'El djamilia vers la commune d'El Hammamet on trouve 4 plages avec une longueur qui varie de 15 à 220 m, le sable généralement de nature moyen à grossier,
Falaises de Hammamet	Ce sont des falaises à lithologie gréseuse altérée, avec des dénivelés qui peuvent atteindre 25m de hauteur. La longueur de ces falaises variées de 120 m à 2100 m.	Les plages constituent l'essentiel du linéaire côtier de la commune de Hammamet qui ont une longueur qui varie de 59 à 200 m. la nature du sable généralement grossier.
Les Falaises de Rais Hamidou	Ses falaises sont localisées à l'est de la plage Réserve et s'étalent sur 1.2 Km avec une hauteur moyenne de 20m, les falaises sont formées dans des roches altérées qui présente un risque d'effondrement.	11 plages qui ont une longueur qui varie de 50 à 140 m, la majorité de ces plages ont un sable de nature grossier.
Falaises de Bologhine	La côte de la commune de Bologhine est formée essentiellement par des roches dures métamorphiques du primaire, avec une hauteur variable d'un endroit à un autre.	Dans cette commune on recense 5 plages de longueur qui varie de 74 à 144 m, avec des sables grossiers à fins.
Falaise de Bab el Oued	Les falaises de Bab El Oued sont bornées entre El Kettani et Qaâ Essour, avec une hauteur de 25 m et une longueur de 120m. taillées dans des roches schisteuses du substratum primaire qu'on retrouve dans tout l'algérois.	El Kittani et R'mila se sont les seules plages dans la commune de Bab El Oued, ce sont des plages à sables fins avec une longueur de quelques dizaines de mètres à d 360 m.

Les îlots de Rais Hamidou :

Ce sont deux îlots jumeaux, (Figure 12) pour le plus grand, la longueur est de 172 m avec une largeur de 71m ; et pour le petit la longueur est 110m avec une largeur de 59m. Situé à 500m au large de la pointe de Hamidou. Leur richesse faunistique et floristique est menacée de jour en jour, plusieurs espèces ont disparu suite aux effets nocifs de la pollution (Ministry of the environment, 2004).

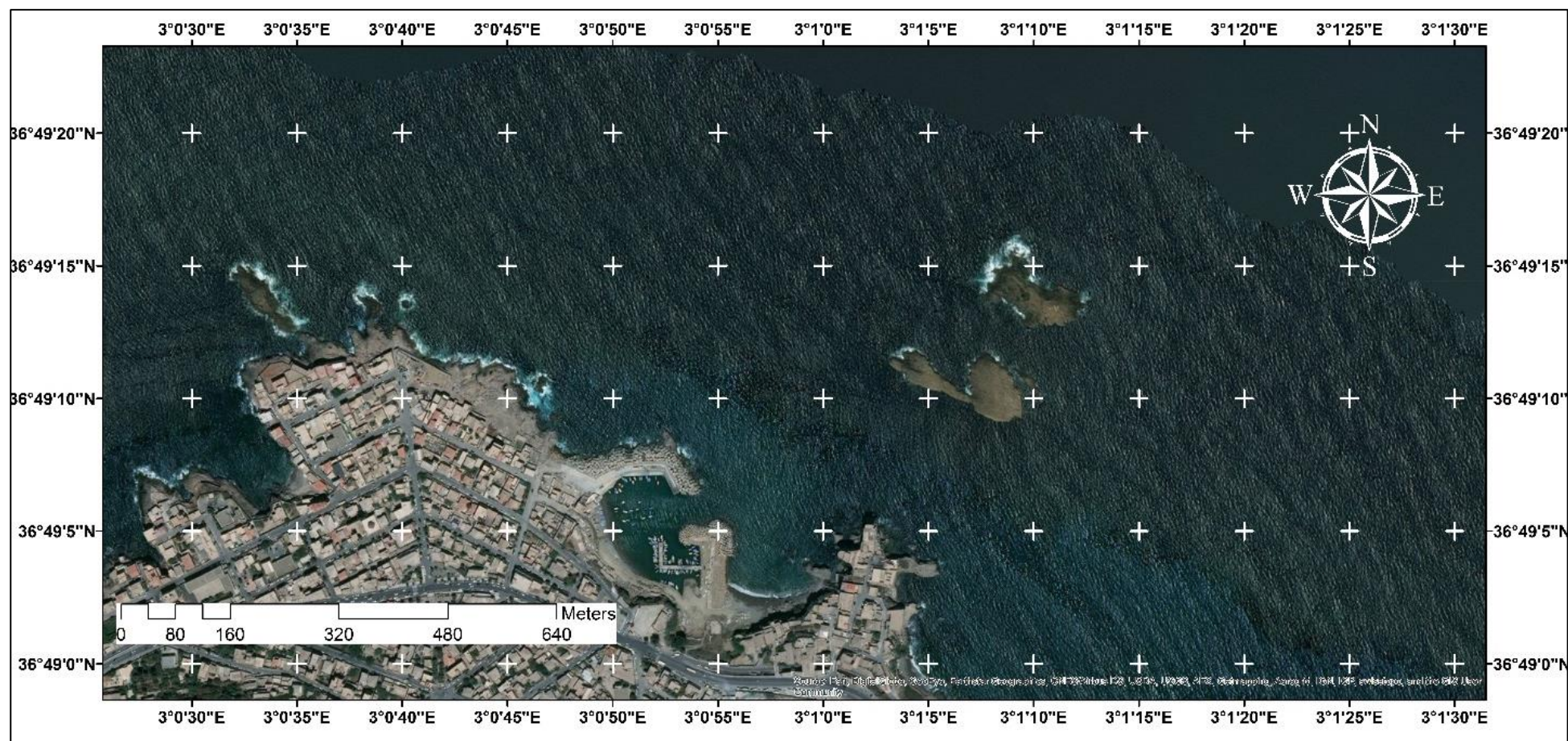


FIGURE 12: LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES ILOTS DE RAIS HAMIDOU (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI)

Un autre îlot dans la zone (Figure 13) est celui de Miramar avec une longueur de 110m et une largeur de 51m.



Figure 13: Localisation géographique des îlots de Miramar (source de fond de carte : ESRI)

1.4.3 NATURE DES FONDS ET BATHYMETRIE.

La carte bathymétrique de TIPAZA A RAS MATIFOU (Figure 14) au 1/120 000 publié par le Service Hydrographique des Forces Navales SHFN (Alger) en 1979 (édition 1998) permet de visualiser la morphologie générale des fonds de la zone d'étude.

Il apparait qu'il y a un manque de données en termes de lignes de sonde et de la nature des fonds de notre zone d'étude, qu'il faut compléter.

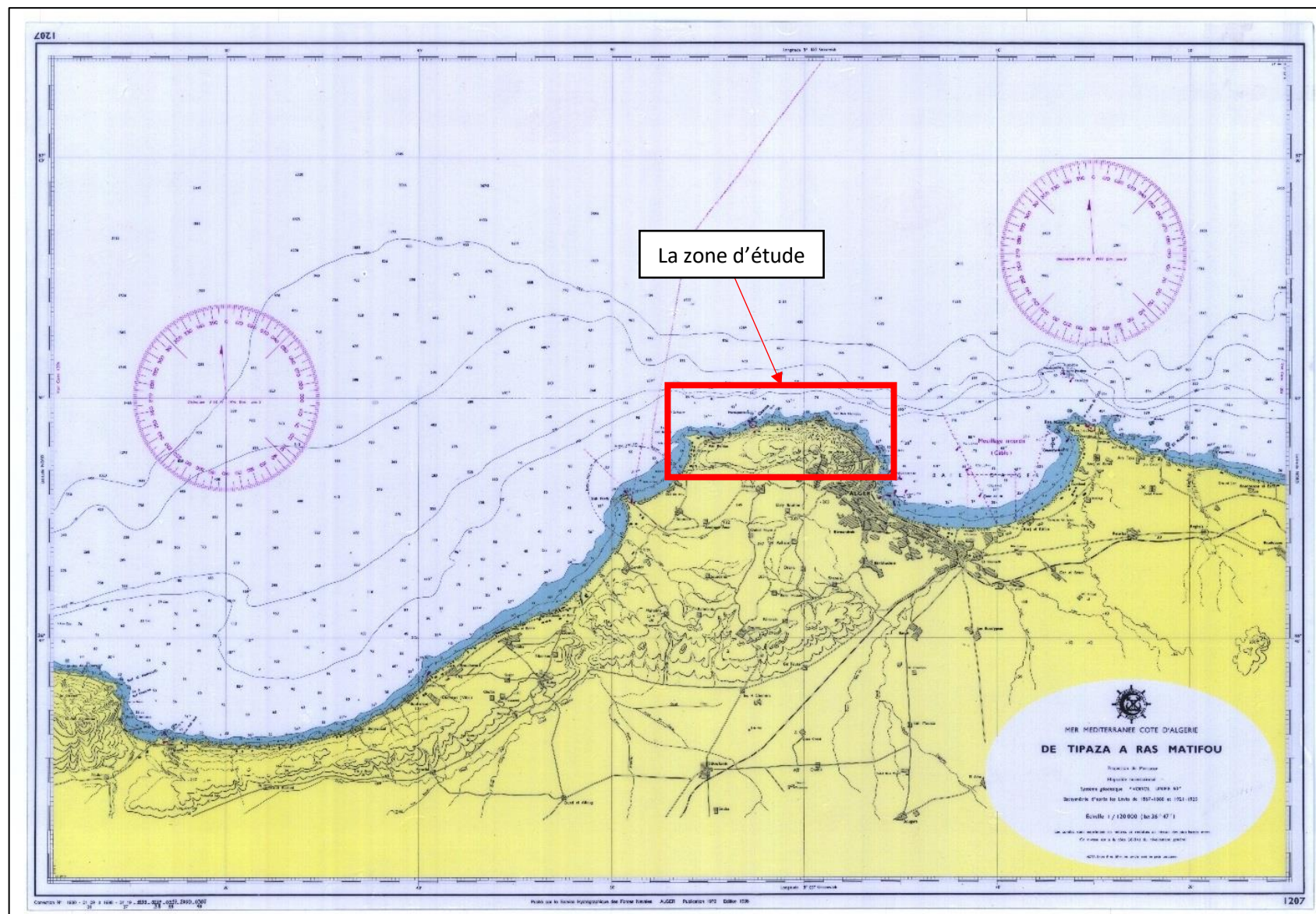


Figure 14: Carte bathymétrique de la côte algéroise.

1.5 BIODIVERSITE.

La Forêt de Bainem (Figure 15) est l'un des patrimoines naturels les plus précieux dans cette zone, classée comme un site naturel en 1954. Elle est située au nord-ouest de la wilaya d'Alger, C'est un ensemble de collines entre 80 et 500 m d'altitude représentant les contreforts ouest du massif de la Bouzaréah couvre une superficie de 504 ha, elle est limitée :

- Au nord par la ville des Bains Romains qui la sépare de la mer,
- Au Sud par la commune de Béni Messous,
- À l'Est par Bouzaréah,
- À l'Ouest par Ain Benian.

La végétation de cette forêt est caractérisée principalement par les arbres d'Eucalyptus, Pin d'Alep, Chêne-liège, Oléastre...etc (Ministry of the environment, 2004; Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016).

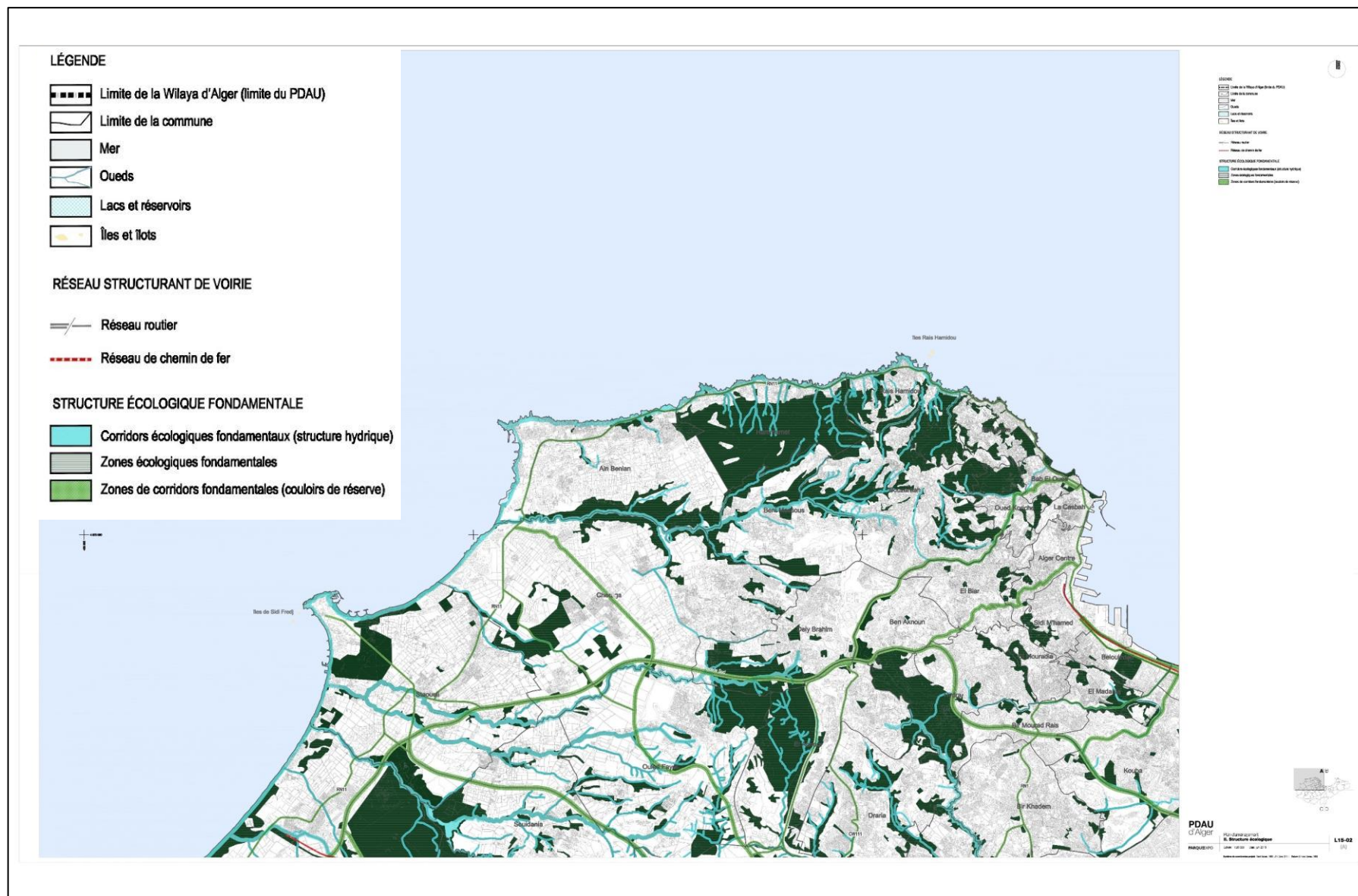


FIGURE 15: STRUCTURE ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE(Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016).

1.6 PRESSIONS ANTHROPIQUES.

1.6.1 ACTIVITES INDUSTRIELLES.

Le secteur industriel, est représenté par un ensemble d'entreprises publiques et privées installées dans ces communes. Ainsi on note l'absence de zones industrielles. Le tableau 4 représente les entreprises recensées au niveau de la zone d'étude :

TABEAU 4: RESUME DES ACTIVITES INDUSTRIELLES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE (Ministry of the environment, 2004).

Commune	LES ACTIVITES INDUSTRIELLES	
Ain Benian	Nom : Zone d'activités, Localisation : A proximité de la limite communale Est, Activité dominante : Production de cosmétiques et de produits pharmaceutiques	8,4 ha
El Hammamet	-	0 ha
Rais Hamidou	Nom : Activité isolée Localisation : Limite Sud de la RN 11 Activité dominante : Cimenterie	10,2 ha
Bologhine	-	0 ha
Bab El Oued	Nom : Activité isolée (2 unités), Localisation : Au Sud, Activité dominante : SNTA	1 ha

1.6.2 AGRICULTURE.

Selon Ministry of the environment (2004) et Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities (2016), l'absence de l'agriculture dans 3 communes qui sont Bab El Oued, Bologhine et Rais Hamidou. Seules les communes d'Ain Benian et El Hammamet développent cette activité économique, comme il montre le Tableau 5 :

TABEAU 5: RESUME DES ACTIVITES AGRICOLES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE (Ministry of the environment 2004).

Commune	LES ACTIVITES AGRICOLES	
Ain Benian	Sahel littoral	457.25 Ha
El Hammamet	Sahel littoral	28.63 Ha

La Figure 16 tiré de Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities (2016), montre la distribution spatiale des réserves agricoles (en jaune) dans la zone d'étude.

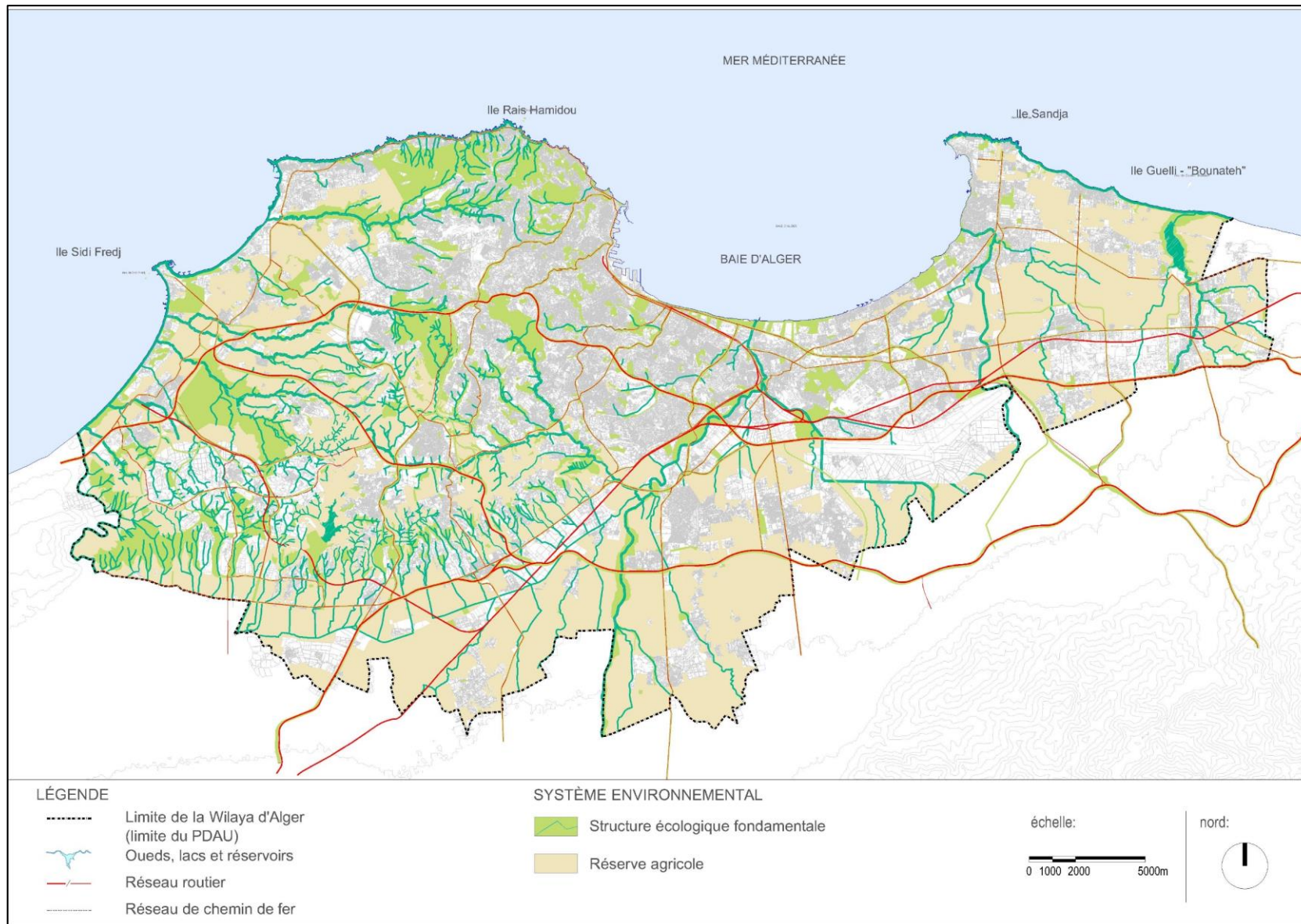


FIGURE 16: CARTE REPRESENTATIVE DES RESERVES AGRICOLES DE LA ZONE D'ETUDE (Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities 2016).

1.6.3 PECHE.

La zone est connue par la pêche artisanale, soit par des plaisanciers ou par les petits métiers, ou même avec des mouliné, on trouve dans la zone plusieurs abris de pêches et les plages d'échouage.

Sur un total de **22** sites, un abri de pêche a été recensé et **14** plages d'échouages naturels, qui comportent un ensemble de **288** embarcations dont **26** utilisées pour la pêche artisanale ce qu'il représente un pourcentage de **6.9%** et **262** destinées à la pêche plaisancière estimés par **69.5%** de la flottille totale, de plus d'une présence d'un grand nombre d'amateurs de pêche à la canne jugée supérieure à **89** et donc **23.61%** selon notre étude (Refes *et al.*, 2018).

1.6.3.1 LES ABRIS DE PECHE

Un seul abri de pêche existe dans la zone au niveau de la commune de Rais Hamidou à côté de la plage Franco (Ali La Pointe). Cet abri est en cours de transformation en un petit port de pêche (Refes *et al.* 2018).

1.6.3.2 LES PLAGES D'ECHOUAGE

Notre zone d'études recense 14 plages d'échouages identifiés (Tableau 6) par la DPRH de la wilaya d'Alger dans ces différentes communes (Refes *et al.*, 2018) :

TABLEAU 6: RECENSEMENT DES PLAGES D'ECHOUAGES DANS LA ZONE D'ETUDE.

Commune	Plage d'échouage
Bab El Oued	Quaâ Essour.
Bologhine	Eden.
	Les Egouts.
Rais Hamidou	Aouinat Hasni.
	Miramar.
El Hammamt	Campino.
	Martin.
	Belvédère
	La Fayet
	Bekouche.
	Bainem.
	Les Jumelles.
	Le Phare.
Ain Benian	Le Grand Rocher.

1.6.4 POPULATION.

Au dernier recensement de 2007, la population de ces 5 communes a été estimée à 230 416 habitants soit 7,8 % de la population totale de la wilaya Alger.

Le Tableau 7 montre l'évolution et la répartition de la population dans les 5 communes :

TABLEAU 7: STATISTIQUES SUR L'EVOLUTION DE LA DENSITE DEMOGRAPHIQUE DANS LES COMMUNES CIBLEES (Ministry of the environment 2004; National Statistics Office 2011).

Commune	RGPH 1987	RGPH 1998	RGPH 2007
Ain Bénian	35752	52344	67470
El Hammamet	11632	19651	22445
Rais Hamidou	20732	21518	29726
Bologhine	37691	43283	47279
Bab El Oued	103771	87557	63496
Total	209578	224353	230416

1.6.5 INFRASTRUCTURES DE BASE.

1.6.5.1 RESEAUX ROUTIERS

La zone d'étude est traversée d'Est en Ouest par la route nationale 11 (comme indiqué dans la Figure 17) qui est une voie de desserte touristique de toute la wilaya, jouant aussi un rôle primordial à l'échelle régionale en assurant l'essentiel de l'écoulement de la circulation (Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016).

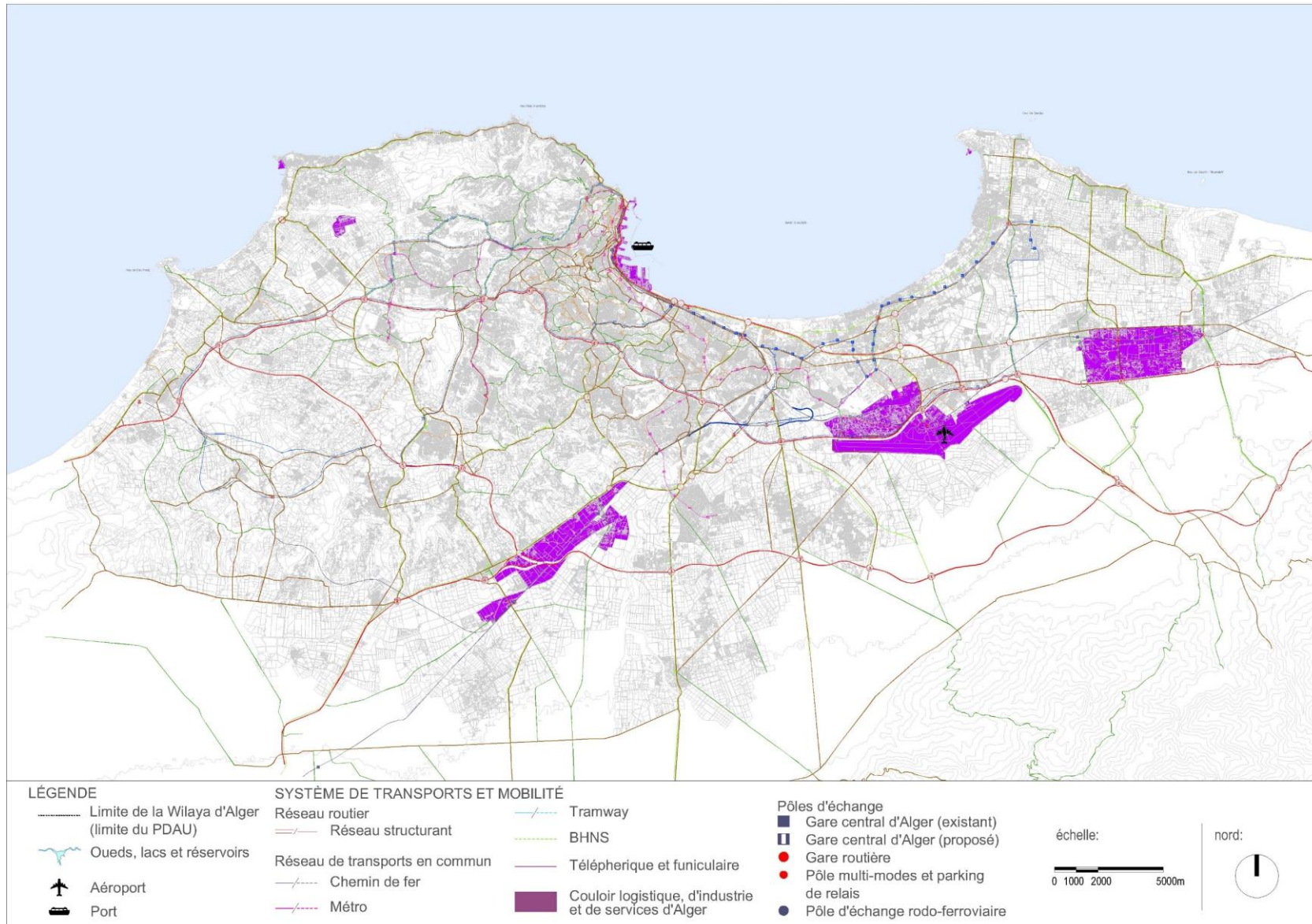


FIGURE 17: CARTE REPRESENTATIVE DE SYSTEME DE TRANSPORT ET MOBILITE (Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016).

1.6.5.2 PORTS.

Le port de pêche Rais Hamidou (Figure 18) qui a connu des travaux de réaménagement pour l'amélioration des conditions d'accueil des professionnels de la pêche (pêcheurs et plaisanciers).

Ce port apporte plusieurs avantages telle que l'organisation du métier de la pêche dans la zone, et aussi offre un abri de pêche pour les pêcheurs.



FIGURE 18: SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PORT DE PECHE DE RAIS HAMIDOU (SOURCE DE FOND DE CARTE : ESRI)

1.7 ETAT DE POLLUTION DES PLAGES.

Le traitement des données relatives aux plages autorisées et interdites dans la période de 1999 à 2013, qui sont fournis par Hygiène Urbaine d'Alger HURBAL (Ex : l'Agence de Promotion et Protection du Littoral (APPL)) de la wilaya d'Alger ; montre clairement l'accroissement des nombres plages autorisées à la baignade depuis 2004, après la mise en service du réseau collecteur des eaux usées dans la zone (Figure 19).

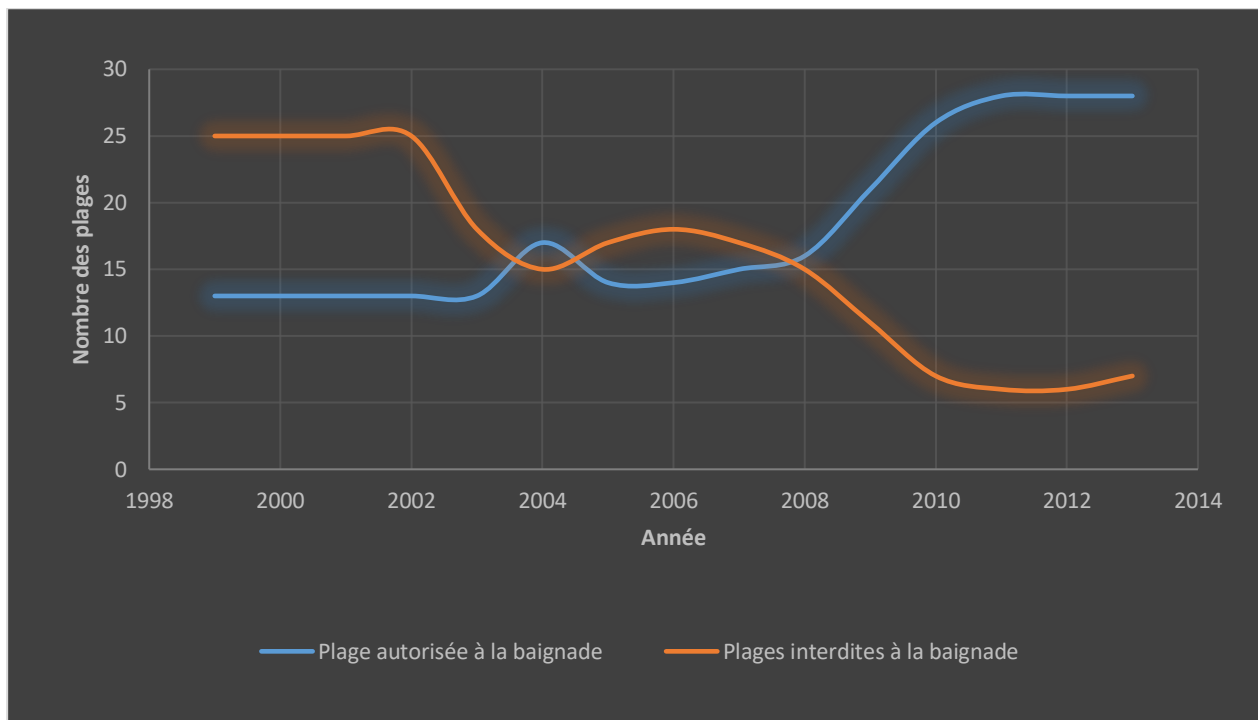


FIGURE 19: EVOLUTION DU NOMBRE DE PLAGES AUTORISEES ET INTERDITES A LA BAIGNADE ENTRE 1999-2013 (APPL 2013b)

Le contrôle analytique (Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux, Streptocoques Fécaux, Vibrions Cholériques, Salmonelles, Ph) est effectué comme suit :

- Avant la saison estivale, période Avril- Mai : Cette campagne s'inscrit dans le cadre de la préparation de la saison estivale elle donne les informations nécessaires quant à l'autorisation ou l'interdiction de chaque plage de la wilaya à la baignade. La liste de ces plages est arrêtée par Monsieur le Wali en début de chaque saison estivale.
- Pendant la saison estivale, période Juin - Septembre : Le contrôle de la qualité permet d'intervenir immédiatement en cours de saison pour interdire la baignade en cas de pollution si plusieurs résultats d'analyse attestent que l'eau est de mauvaise qualité.

CHAPITRE 2: MATERIELS ET METHODES

2.1 CADRE CONCEPTUEL

La vulnérabilité d'une zone côtière signifie le risque potentiel, pour les écosystèmes qui la composent, de subir divers dommages si ces derniers sont exposés à certaines pressions (Henri *et al.*, 2002). De ce fait, on peut définir une zone vulnérable comme étant une zone à la fois sensible et soumise à des pressions anthropiques avérées ou susceptible de les dégrader (Figure 20). Son degré de vulnérabilité est en fonction des degrés respectifs de sensibilité et de pression (Dutrieux *et al.*, 2000). Dans le cadre de notre étude, la sensibilité fait référence aux caractéristiques intrinsèques du milieu et varie selon ses spécificités (Yoo *et al.*, 2014). Elle est définie par la capacité du milieu à subir des altérations et à résister à un stress (Dutrieux *et al.*, 2000). Nous avons défini la pression anthropique comme étant une force générée par l'homme, exercée sur une surface donnée de l'environnement, pouvant provoquer des dommages et des bouleversements dans les écosystèmes littoraux (Daeden, 2015).

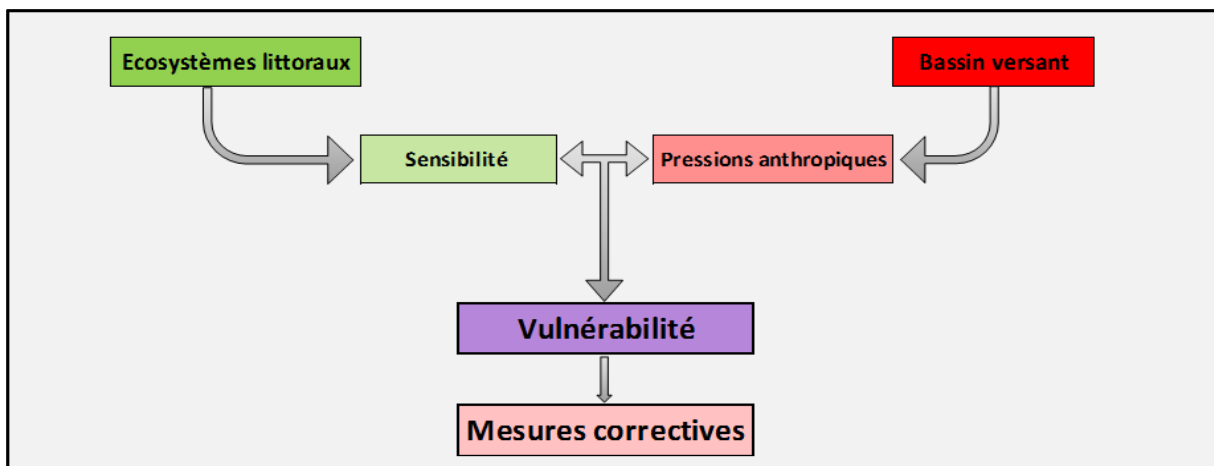


FIGURE 20: DEMARCHE METHODOLOGIQUE PERMETTANT DE DEFINIR LES ZONES VULNERABLES (Dutrieux et al. 2000).

Cette partie vise à articuler les éléments les plus pertinents d'un cadre général de l'interface connaissance-pratique pour améliorer la gestion des connaissances (Puente-Rodríguez *et al.*, 2015).

De cela, nous avons créé une matrice de facteurs pressions anthropiques et sensibilité environnementale des écosystèmes littoraux afin de décrire le profil de vulnérabilité d'un système donné à une période donnée (Wamsley *et al.*, 2015). La démarche suivie et la majorité des indices exploités dans cette approche ont été inspirés des travaux de Dutrieux *et al.* (2000) ; Fattal *et al.* (2007) ; Li *et al.* (2009) ; Fattal *et al.* (2010) ; Yoo *et al.* (2014) ; Caniani *et al.* (2016) ; Zou and Yoshino (2017) et He *et al.* (2018).

En premier lieu, un ajustement de ces indices en fonction des particularités du littoral algérien a été fait et en second lieu, un ajustement de la méthodologie d'exploitation et d'illustration cartographique des résultats en utilisant les outils des modèles numériques de terrain (MNT). En résumé, la (Figure 21) représente le modèle conceptuel suivi pour l'évaluation de la vulnérabilité.

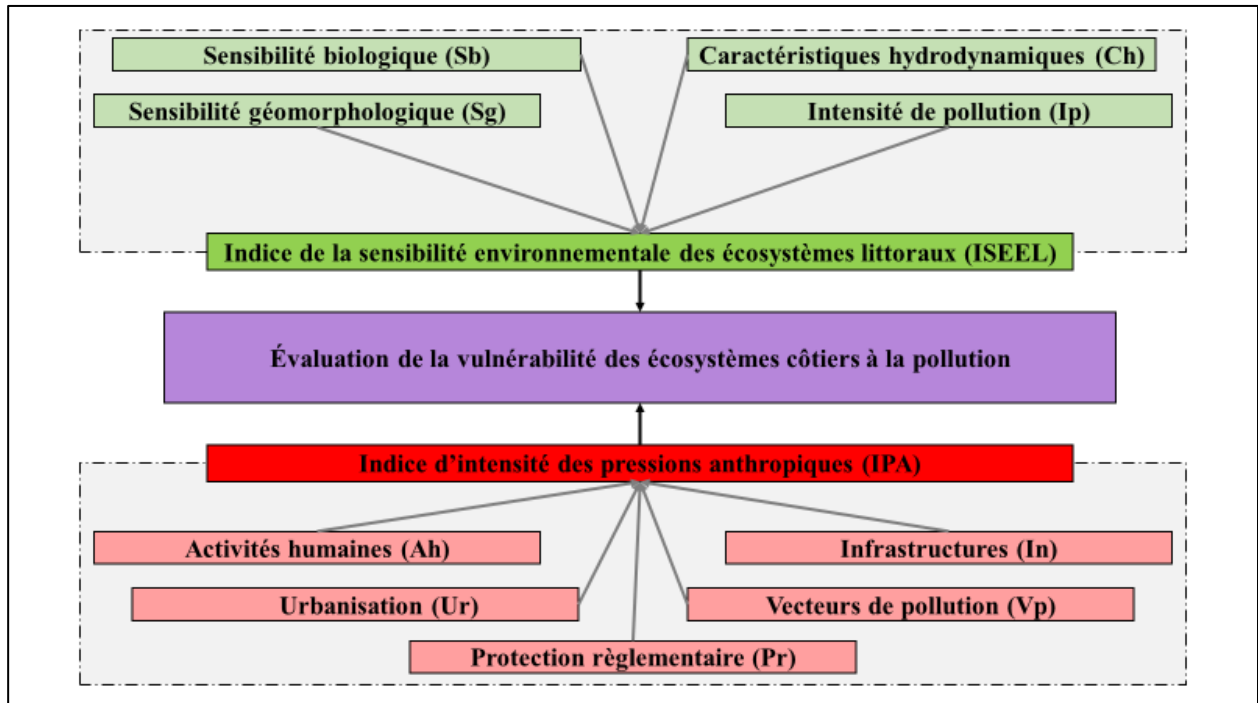


FIGURE 21: MODELE CONCEPTUEL DE LA METHODE D'ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE UTILISEE.

2.1.1 INDICE DE LA SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX (ISEEL)

Les écosystèmes présents dans l'espace littoral constituent l'habitat, le cadre et la base physique de toute action décidée. Par conséquent, une solide connaissance de cette nature est essentielle. Malgré cela, il est déconseillé d'utiliser une logique qui fait de l'écosystème côtier marin le centre absolu du raisonnement technique scientifique. Au contraire un autre type de raisonnement est possible sur les plans social et politique, qui devrait être ajusté, autant que possible, aux processus naturels observés dans ces mêmes écosystèmes (Barragán, 2014).

L'approche générale considère que le développement durable de nombreuses activités humaines est lié à la qualité de l'environnement et au bon état du milieu naturel et que la dégradation de celui-ci aura inmanquablement des conséquences à plus ou moins long terme sur le bien-être humain (Thébault *et al.*, 2011).

Parmi les problèmes qui se manifestent sur les écosystèmes côtiers et marins, on observe : l'altération des processus biophysiques, la pollution des eaux côtières, l'appauvrissement des

ressources biologiques, la dégradation des habitats naturels, la perte de biodiversité, la vulnérabilité et le risque, y compris le changement climatique ; l'homogénéisation du paysage côtier, la perte des conditions d'un développement équilibré, la perte du capital naturel et du patrimoine culturel (Barragán, 2014).

Cet indice est conçu pour représenter la situation de la biodiversité dans un environnement qui peut être menacé par la pollution d'une façon chronique ou accidentelle. L'effet de cette dernière sur la biodiversité, peut agir d'une manière hétérogène et à des intensités différentes, qui sont liées à l'hétérogénéité géomorphologique du site et aux caractéristiques hydrologiques.

2.1.1.1 SENSIBILITE BIOLOGIQUE (Sb).

L'objectif de cet indice est de mettre en évidence l'existence de besoins émergents d'indicateurs de biodiversité, entrant dans la catégorie des indicateurs de développement durable, au titre de leur intégration aux projets d'aménagement durable. Il s'agit également d'apporter une contribution, afin de remédier à ce déficit, en proposant un indicateur opérationnel global permettant d'évaluer la vulnérabilité écologique des milieux le long des grandes infrastructures linéaires (Lorant-Plantier, 2014). Les variables qui sont prises en considération pour la réalisation de cet indice sont : Peuplements benthiques, Peuplements ichtyologiques.

2.1.1.2 SENSIBILITE GEOMORPHOLOGIQUE (Sg)

L'indice de sensibilité géomorphologique représente un facteur de résilience, car la dispersion des polluants dans le milieu marin est hétérogène d'une zone à une autre ; cette hétérogénéité de dispersion est liée au confinement de la zone littorale et à l'hétérogénéité des faciès sédimentaires qui la composent.

La capacité de piégeage des polluants est liée à la configuration de la côte, et dépend aussi de la nature du substrat (Le Berre *et al.*, 2010). Les variables que l'on prend en compte pour la construction de cet indice, sont la typologie du fond et de la côte.

Typologie du fond : Ce critère recense la nature de la côte dominante par zone (sable, roche, galet, artificiel, mixte sable/roche). Une zone majoritairement sableuse est plus sensible qu'une zone rocheuse où l'auto-nettoyage par les vagues est possible (Thébault *et al.*, 2011).

Typologie de la côte : Ce critère est déduit pour chaque zone par le rapport entre le linéaire de côte et l'arc entre les deux extrémités de la zone. Plus la zone est fermée/confinée (le cas des baies), plus elle est sensible si la pollution l'atteint (Thébault *et al.*, 2011).

2.1.1.3 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES (Ch)

L'indice d'exposition représente le deuxième facteur de résilience qui détermine la capacité du milieu à résister à un stress. La dispersion des polluants est en relation directe avec l'exposition de la côte, à la houle et au vent (Dutrieux *et al.*, 2000). C'est principalement le mode d'exposition de la côte (battu ou abrité) qui détermine la capacité d'auto nettoyage des milieux, donc la persistance de la pollution (Le Berre *et al.*, 2010).

Selon les caractéristiques hydrodynamiques du milieu récepteur, les apports sont peu ou bien dispersés. Donc les côtes qui sont plus ou moins confinées géographiquement, ou qui présentent un faible hydrodynamisme, sont des zones sensibles et menacées dont l'inventaire est à établir en priorité (Mauvais and Goarnisson, 1999).

Les variables prises en compte pour la construction de cet indice, sont l'exposition à la houle et au vent.

2.1.1.4 INTENSITE DE POLLUTION (Ip)

La pollution de l'environnement aquatique est l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie qui entraînent des effets délétères tels que, nuire aux ressources biologiques, les dangers pour la santé humaine, obstacle aux activités aquatiques, y compris la pêche, altération de la qualité de l'eau (Chapman, 1996).

La qualité des eaux littorales est très directement liée aux apports en provenance du domaine continental. Il est donc nécessaire de toujours associer une zone marine littorale aux bassins versants drainés par les émissaires dont elle reçoit les apports et aux activités implantées sur le littoral ou à proximité immédiate (Mauvais and Goarnisson, 1999). Cette qualité des eaux est devenue une préoccupation régionale (Chapman, 1996); une approche nouvelle pourrait combiner les trois aspects de la pollution physique, chimique et biologique (Abbasov and Smakhtin, 2012).

La notation de vulnérabilité est en relation directe avec la qualité de l'eau. Cette dernière est définie par les concentrations de 10 variables dans les matrices eau et sédiment, dont les concentrations varient en fonction de la pollution (CHAPMAN, 1992); Il s'agit de l'Oxygène Dissous (OD), du Taux de Saturation En Oxygène (%), de la Matière En Suspension (MES), du Nitrate (NO_3^-), du Phosphate (PO_4^{-3}) (Tebbutt, 1998). Le Zinc (Zn), le Cadmium (Cd), le Plomb (Pb), les Coliformes totaux et les Coliformes fécaux, sont proposés par la présente étude pour caractériser l'intensité de pollution (IP).

Les faibles concentrations de l'Oxygène Dissous et le Taux de Saturation en Oxygène sont la conséquence d'une perturbation du milieu. Tandis que, l'excès des autres paramètres peut être considéré comme polluant.

2.1.2 INDICE D'INTENSITE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES (IPA)

Il est bien connu que les zones terrestres adjacentes aux rivages du monde sont associées à des concentrations importantes de population humaine et d'activités socio-économiques (Small and Nicholls, 2003). Cette croissance démographique a des répercussions sur les écosystèmes côtiers et marins dynamiques et fragiles, entraînant souvent des problèmes majeurs et des conflits sociaux en raison de la perte des services écosystémiques importants, ex : pêche, tourisme...etc (De Andrés *et al.*, 2018).

La représentation cartographique de l'intensité de ces pressions anthropiques trouve toutes ces justifications et apparait comme une solution adaptée, à la fois pour classer les zones côtières en fonction de l'intensité des pressions anthropiques, et aussi pour mettre en place des mesures correctives dans le but d'atténuer l'impact de ces pressions sur l'environnement.

2.1.2.1 ACTIVITES HUMAINES (Ah)

L'activité humaine contribue à modifier considérablement l'environnement littoral (Henri *et al.*, 2002), en effet ces activités apportent de façon générale une consommation des ressources naturelles et un changement dans le fonctionnement des écosystèmes qui les entourent (Scheffer *et al.*, 2001; Adger *et al.*, 2005; Carpenter *et al.*, 2006). Il est donc important d'identifier les pressions qui s'exercent sur ces zones.

Une activité comporte des dimensions organisationnelles et économiques induites par la valorisation des ressources de la zone côtière. On peut définir une activité comme un acte volontaire qui, à partir d'intrants, cherche à générer de la zone côtière des richesses ou des services visés (Pennanguer, 2005).

Cinq activités ont été employées dans cette partie : activités de pêches, touristiques, industrielles, agricoles et aquaculture (Dutrieux *et al.*, 2000). Elles vont subir une évaluation qualitative de leur intensité sur la base de l'importance de chaque type d'activité.

2.1.2.2 INFRASTRUCTURES (In)

Cet indicateur donne une information sur l'importance des infrastructures dans la zone côtière pour déterminer le sens de l'impact, positif ou négatif des infrastructures. Les variables qui sont retenues pour l'évaluation de cet indice sont les suivantes : infrastructures portuaires, densité routière. Elles sont classées en fonction de leur nature et de l'importance des risques pour l'environnement.

2.1.2.3 VECTEURS DE POLLUTION (Vp)

Cet indicateur donne une information sur tout milieu ou organisme ou support, susceptible de transmettre un élément polluant ou infectieux vers une cible à partir d'une source de pollution, par des processus de transport identifiés. Les émissaires, réseaux d'assainissements et décharge sont les variables prises pour l'évaluation de cet indice.

L'évaluation de la qualité de service de l'assainissement a été inspirée des travaux réalisés par (Potter *et al.*, 2012), comme indique le Tableau 8 suivant :

TABLEAU 8: DOMAINES FONCTIONNELS DU SERVICE D'ASSAINISSEMENT WASHCOST (POTTER ET AL., 2012).

	Confinement	Collecte	Traitement	Évacuation	Réutilisation
Service très amélioré	X	X	X	X	X
Service amélioré	X	X	X	X	
Service de base	X	X			
Service limité	X				
Service inexistant ou inacceptable					

2.1.2.4 URBANISATION (Ur)

La terre est une ressource clé pour les activités humaines et les changements environnementaux sont profondément ancrés à l'intérieur des terres. Son artificialisation aura certainement un déséquilibre environnemental (Li *et al.*, 2009). Pour mieux visualiser 4 variables ont été choisies : densité de population, surface urbanisée/zone de servitude, linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier et taux d'urbanisation.

2.1.2.5 PROTECTION REGLEMENTAIRE (Pr)

Une information complémentaire à caractère réglementaire permettant d'apporter des renseignements sur les mesures protectrices de la qualité du milieu (qualité de l'eau, ressources vivantes, ressources non vivantes, état du paysage) (Mauvais, 1997; Dutrieux *et al.*, 2000). Les variables retenues pour l'évaluation de la protection réglementaire de la qualité du milieu sont les suivantes : textes législatifs sur les problématiques environnementales et les dispositifs d'application sur le terrain.

2.2 NORMALISATION, PONDERATION ET FONCTION VALORISEE

Dans la littérature, le terme « normalisation » se rapporte à la transformation des valeurs d'indicateurs mesurés sur des échelles différentes et à l'aide d'unités de mesures différentes, en valeurs sans unité sur une échelle commune (Fritzsche *et al.*, 2017).

Les données nécessaires à l'élaboration d'un indice de vulnérabilité sont exprimées sous forme qualitative et quantitative, fréquemment disponibles à différentes échelles et exprimées en

différentes unités de mesure. Il est donc courant d'attribuer un rang à chaque variable pour indiquer sa contribution à la vulnérabilité (McLaughlin *et al.*, 2010).

Le classement des variables est un exercice quelque peu subjectif, et les critères selon lesquels elles sont classées doivent être clairement définis. Nous n'avons pas pondéré les différentes variables les unes par rapport aux autres parce que la pondération est difficile en raison du nombre varié de jugements de valeur qui se cachent derrière les poids combinés (McLaughlin *et al.*, 2010).

Dans cette étude, la sensibilité des écosystèmes littoraux de chaque variable est classée en utilisant des scores d'évaluation semi-quantitative de 1 à 5, 1 étant la plus grande contribution à la sensibilité et 5 la plus faible contribution à la sensibilité (Maanan *et al.*, 2018).

Pour apprécier l'intensité des pressions anthropiques, Une évaluation semi-quantitative a été faite en utilisant des scores basés sur l'importance des types d'activité. Puis, on attribue des rangs entre de 1 à 4, 1 étant la plus faible contribution à la pression et 4 la plus grande contribution à la pression

Le Tableau 9 et le Tableau 10 illustrent les règles utilisées pour classer les facteurs constituant les deux sous-indices de vulnérabilité pour une application à une échelle locale (Bab El Oued – Ain Benian).

TABLEAU 9: RANGS STANDARDS DES FACTEURS D'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX*.

Sous-indice	Facteur	Rang				
		1	2	3	4	5
Sensibilité biologique (Sb)	Etat du fonds	Bon	-	Moyen	-	Médiocre
	Peuplements ichtyologiques	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Sensibilité géomorphologique (Sg)	Typologie du fond	Vaseux	Sablo-vaseux	Sableux	Galets et graviers	Rocheux
	Typologie de la côte	Baie fermée	-	Baie semi fermée	-	Côte linéaire
Caractéristique hydrodynamique (Ch)	Houle (hauteur) (m)	<0,1	[0,1-0.5[	[0.5-2.5[	[2.5-6[	>6
	Vents (vitesse) (km/h)	<6	[6-20[	[20-39[	[39-62[	>=62
Intensité de pollution (Ip)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	<0.1	[0.1-0.5[	[0.5-1[	[1-2[	>=2
	NO ₃ ⁻ (mg/l)	<2	[2-10[	[10-25[	[25-50[	>=50
	O ₂ (mg/l)	>=8	[6-8[	[4-6[	[3-4[	<3
	O ₂ (%)	>=90	[70-90[	[50-70[	[30-50[	<30
	MES (mg/l)	<2	[2-25[	[25-38[	[38-50[	>=50
	Zn (µg/g)	<120	-	[120-460[	-	>=460
	Cd (µg/g)	<1	-	[1-5[	-	>=5
	Pb (µg/g)	<35	-	[35-460[	-	>=460
	Coliformes totaux (/100ml)	<50	[50-500[	[500-5000[	[5000-10.000[	>=10.000
	Coliformes Fécaux (/100ml)	<50	[50-200[	[200-1000[	[1000-2000[	>=2000

* (Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade, 1993, Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau; Tebbutt, 1998; Dutrieux *et al.*, 2000; Grilles d'évaluation SEQ-EAU (version 2), 2003; Grall and Coïc, 2006; Anras and Guesdon, 2007; Rodier *et al.*, 2009; Le Berre *et al.*, 2010; Abbasov and Smakhtin, 2012; Thomasset, 2013).

TABLEAU 10: RANGS STANDARDS DES FACTEURS D'ÉVALUATION DES PRESSIONS ANTHROPIQUES.*

Sous- indice	Facteur	Rang			
		1	2	3	4
Activités humaines (Ah)	Activités de la pêche (Ah1)	Absence	Pêche récréative	Artisanale : engins passifs	Artisanale : engins actifs
	Activités touristiques (Ah2)	Absence	Tourisme culturel, naturel et écotourisme	Micro-entreprises et PME / Tourisme fondé sur/par la communauté locale	Grandes stations de villégiature, grands hôtels ou entreprises similaires
	Activités industrielles (Ah3)	Absence	Etablissement classé de 1ère catégorie	Etablissement classé de 2ème et 3ème catégorie	Etablissement classé de 4ème catégorie
	Activités d'agricoles (Ah4)	Absence	Biologique	Vivrières / Raisonnée	Intensive
	Activités de l'aquaculture (Ah5)	Absence	Aquaculture extensive	Aquaculture semi-intensive	Aquaculture intensive
Infrastructure (In)	Infrastructures portuaires (In1)	Absence	Petits ports ou mouillages	Ports de pêche / Ports de plaisance	Ports de commerce
	Densité routière (km/km2) (In2)	<0.4	0.4–0.5	0.5–0.6	>=0.6
Vecteurs de pollution (Vp)	Emissaires (Vp1)	Absence	Eaux pluviales	Eaux usées Urbaines	Eaux usées industrielles
	Réseaux d'assainissements (Vp2)	Absence dans une zone vierge	Service amélioré ou très amélioré	Service limité ou de base	Service inexistant ou inacceptable
	Décharge (Vp3)	Absence	Décharges communales	Décharges avec contrôle (CET)	Décharges sauvages
Urbanisation (Ur)	Densité de population (Hab/Km²) (Ur1)	<50	50–100	100–250	>=250
	Surface urbanisé / zone de servitude (%) (Ur2)	0	0-33	33-66	66-100
	Linéaire côtier urbanisé / linéaire côtier (%) (Ur3)	0	0-33	33-66	66-100
	Taux d'urbanisation (%) (Ur4)	0	0-33	33-66	66-100
Protection réglementaire (Pr)	Prise en charge des textes législatifs des problématiques (Pr1)	Totale	Partielle	Faible	Très faible
	Application sur le terrain des dispositifs (Pr2)	Totale	Partielle	Faible	Très faible

* (Dutrieux *et al.*, 2000; Fattal *et al.*, 2007; McFadden *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2009; McLaughlin *et al.*, 2010; Potter *et al.*, 2012; Caniani *et al.*, 2016; Fosse and Tellier, 2016; Rabehi *et al.*, 2018).

Afin de rendre les cartes des indicateurs comparables, Les valeurs des sous-indices sont normalisées selon la formule suivante :

$$\text{Indice de Dimension (DI)} = \frac{\text{Somme de scores variables} - \text{Minimum possible de scores}}{\text{Somme Max des scores} - \text{Minimum possible des scores}}$$

Cette équation permet de convertir les valeurs d'indicateur d'origine (chacune exprimée dans sa propre unité de mesure) en scores sans dimension basés sur une plage de 0–1 (McLaughlin *et al.*, 2010; Aretano *et al.*, 2014; Yoo *et al.*, 2014).

Pour déterminer les valeurs de ISEEL et IPA, l'ajustement des valeurs des sous-indices sur une échelle de 0 à 5 à la base de la formule de $DI*5$ est proposé, ce qui donnera les formules de sous-indices et indice suivantes :

Pour les sous-indices de l'ISEEL : **Sous indice** = (**Moyenne (Facteurs)** – 1) * 1.25

L'ISEEL final est calculé par la moyenne des quatre valeurs des sous-indices, comme le montre la formule suivante : **ISEEL** = (**Sb** + **Sg** + **Ch** + **Ip**)/4

Pour les sous-indices de l'IPA : **Sous indice** = (**Moyenne (Facteurs)** – 1) * 5/3

Les indices IPA et ISEEL sont calculé par la moyenne des valeurs des sous-indices, comme le montre la formule suivante : **Indice** = $\frac{\text{Moyenne(Sous-indices)}}{\text{Nombre des sous-indices}}$

En utilisant des cinquièmes (0-20 %, 20-40 %, 40-60 %, 60-80 % et 80-100 %) et des caractérisations de : très faible - faible - moyenne - forte - très forte. Chaque valeur calculée tombe dans le cinquième pertinent. Ensuite, la région côtière est caractérisée en conséquence (Doukakis 2005). Le résultat de ce travail sera cartographié comme suit :

- [0-1[Très forte (sensibilité/pression), représentée par la couleur rouge;
- [1-2[Forte (sensibilité/pression), représentée par la couleur orange;
- [2-3[Moyenne (sensibilité/pression), représentée par la couleur jaune;
- [3-4[Faible (sensibilité/pression), représentée par la couleur verte;
- [4-5[Très faible (sensibilité/pression), représentée par la couleur bleu.

Enfin, la vulnérabilité (Tableau 11) a été déterminée par une méthode inspirée du travail de Caniani *et al.*, (2016) qui ont utilisé des règles floues pour l'évaluation de la vulnérabilité. Ce qui correspond parfaitement au sens d'« Une zone vulnérable est une zone à la fois sensible et soumise à des pressions anthropiques. Son degré de vulnérabilité est en fonction des degrés respectifs de sensibilité et de pression » (Dutrieux *et al.*, 2000).

TABLEAU 11: REGLES FLOUES POUR L'ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX.

Si	Et	Alors
Sensibilité écologique	Intensité des Pressions anthropique	Vulnérabilité des écosystèmes littoraux
Très faible	Très faible	Très faible
Très faible	Faible	Très faible
Très faible	Moyenne	Très faible
Très faible	Forte	Faible
Très faible	Très forte	Moyenne
Faible	Très faible	Très faible
Faible	Faible	Très Faible
Faible	Moyenne	Faible
Faible	Forte	Moyenne
Faible	Très forte	Moyenne
Moyenne	Très faible	Faible
Moyenne	Faible	Faible
Moyenne	Moyenne	Moyenne
Moyenne	Forte	Forte
Moyenne	Très forte	Forte
Forte	Très faible	Moyenne
Forte	Faible	Moyenne
Forte	Moyenne	Forte
Forte	Forte	Très Forte
Forte	Très forte	Très forte
Très forte	Très faible	Moyenne
Très forte	Faible	Fort
Très forte	Moyenne	Très Forte
Très forte	Forte	Très forte
Très forte	Très forte	Très forte

2.3 DECOUPAGE DU LITTORAL EN UNITES GEOMORPHOLOGIQUES

La délimitation de l'espace est une étape clé du processus de gestion intégrée de la zone côtière. Le découpage qui en découle est, en particulier, une tâche obligatoire qui permet de guider et d'organiser la gestion proprement dite des données, depuis leur recueil jusqu'à leur représentation cartographique. Ainsi, ce découpage offrira, pour chaque unité spatiale constituée, un cadre homogène pour y décliner ses principaux paramètres descripteurs. Le choix de l'échelle de découpage influe sur la qualité des cartes produites. Donc, il faut prendre en considération la taille de territoire, les moyennes d'investigations et la complexité de littoral au préalable de fixer ce choix (Dutrieux *et al.*, 2000).

Pour la représentation cartographique de l'indice d'intensité des pressions anthropiques un découpage (Figure 22) terrestre a été effectué selon un critère administratif, dont chaque commune représente une unité spatiale d'agrégation de l'information collectée. Le choix de cette échelle communale a aussi été retenue par Fattal *et al.*, (2007), et a été établie parce que, d'une part, elle facilite la lecture et l'interprétation des pressions exercées par chaque commune sur leurs côtes et, d'autre part, en raison de l'absence de l'information par strate, « Strate = chacun des sous-ensembles en lesquels on divise une population à échantillonner ».

La partie marine de la zone côtière est découpée par des quadras de 300*300m le long de la côte afin de couvrir toute la zone d'une façon systématique.

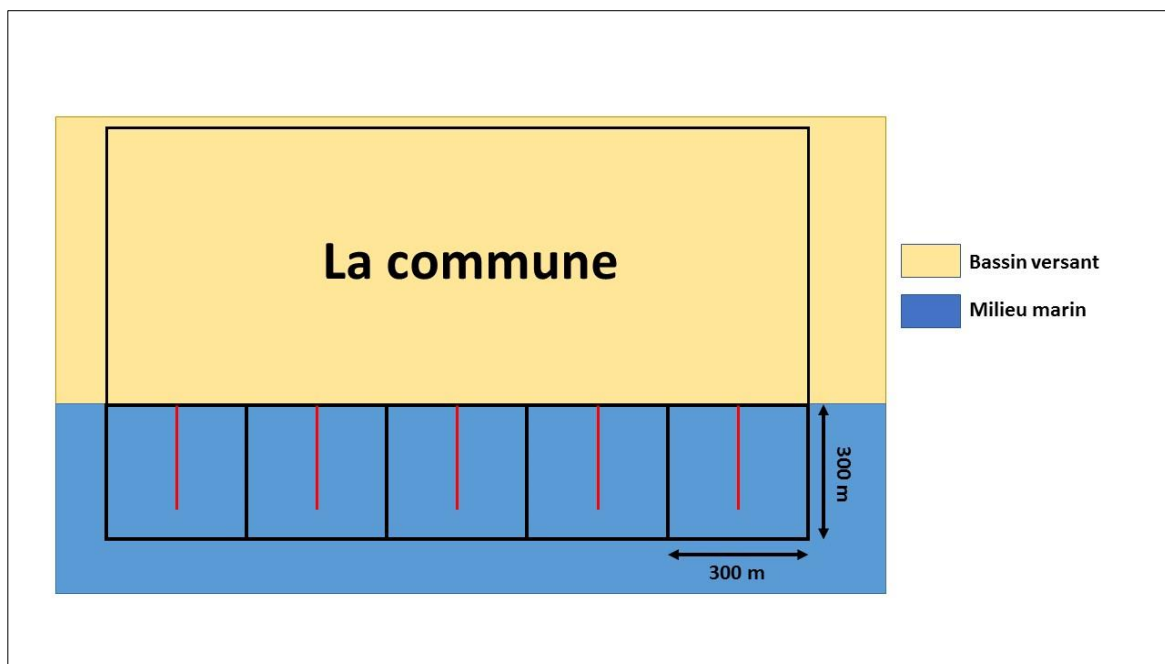


FIGURE 22: SCHEMA DEMONSTRATIF DE LA METHODOLOGIE DE DECOUPAGE.

2.4 ACQUISITION DES DONNEES.

La constitution d'une base de données autour d'un modèle conceptuel est un préalable pour toute analyse (Fattal *et al.*, 2007). Pour cela une importante collecte des données a été initiée, afin de faciliter l'application de ce modèle.

Les données sont acquises par des campagnes de mesures, des prélèvements, des enquêtes sur terrain, des enquêtes auprès des services et des organismes concernés, et une recherche bibliographique.

2.4.1 DONNEES RELATIVES A LA SENSIBILITE BIOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Pour extraire les données de la zone, un plan d'échantillonnage systématique stratifié (Guit *et al.* 2015, 2016) a été élaborée, dont les avantages pratiques sont la répartition régulière des unités d'échantillonnage sur toute la surface d'étude et la facilité qui en découle pour le repérage, le déplacement et les gains de précision appréciables (Samalens, 2009).

Afin d'établir cette technique d'échantillonnage, deux critères ont été pris en compte : le premier est la distance par rapport à la côte ou autrement dit, la bathymétrie qui est classiquement reconnue comme un facteur de structuration fort des communautés benthiques. Le second critère est l'ordre spatial « zone géographique ». L'échantillonnage a été ainsi effectué sur 49 transects sélectionnés (Figure 23) pour rendre compte de la diversité le long de la zone (Bigot, 2006).

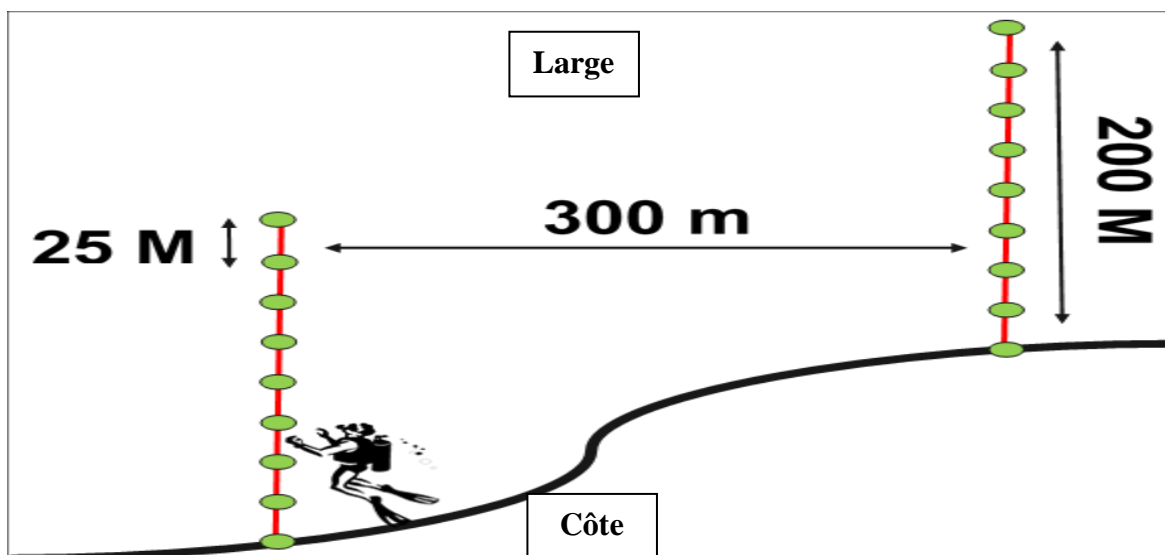


FIGURE 23: UNE FIGURE REPRESENTATIVE DE LA METHODOLOGIE DE L'ECHANTILLONNAGE.

L'application de cette méthode est résumée dans la figure 20, qui montre la procédure de ce type d'échantillonnage.

Les données récoltées par la plongée, principalement la nature du fond, la bathymétrie, et l'identification *in-situ* du mégalobenthos grâce à des photographies sont indexées dans une base des données tabulaires. Les prélèvements ont été effectués à raison de huit campagnes à partir de juillet 2016 jusqu'à octobre 2017. Sachant que plusieurs sorties ont été annulées en raison de la position géographique de la zone d'étude, qui est exposée aux houles dominantes hivernales et estivales. De ce fait, la mer était agitée au moindre vent. Une autre difficulté a été rencontrée surtout sur les points de 0 et 25 m de la côte à cause de la présence des rochers et des faibles profondeurs.

L'échantillonnage réalisé a fourni une vision d'ensemble de la zone, avec un total de 441 points échantillonnés.

Selon Dutrieux *et al.*, (2000), on peut faire une évaluation visuelle de l'état du fond en se basant sur les indicateurs suivants :

- Recouvrement excessif d'algues photophiles : signe d'eutrophisation.
- Prolifération d'espèces spécifiques ou indicatrices de perturbation.

Les données relatives à cette partie sont levées des travaux réalisés par M^{elle} MAZOUZI Sakina affiliée au Laboratoire Écosystèmes Marins et Littoraux (ECOSYSMarL), dans le cadre de sa thèse du doctorat : « Impacts anthropiques sur les peuplements ichthyologiques des herbiers à *Posidonia oceanica* de Raïs Hamidou (Alger). Doctorat en sciences de la mer », l'échantillonnage a été réalisé entre janvier 2016 à janvier 2017 dans la même zone d'étude.

Le niveau de perturbation des peuplements ichthyologiques a été étudié en se basant sur les indices de diversité spécifique (Indice de Shannon-Wiener (H') et d'équitabilité de Pielou (J'))(Grall and Coïc, 2006).

2.4.2 DONNEES RELATIVES AUX CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

Une série d'enregistrement des données, correspondantes au changement lié au vent, sur une durée de 20 ans (1995-2015) de la région d'Alger ont été sollicitées auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM).

Les données relatives à la houle ont été obtenues d'après une étude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels, réalisée en 2012 par l'entreprise d'ingénierie française (Egis Eau), l'institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France (IAU-IDF), et bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) au profit du Ministère de L'Aménagement du Territoire et de l'Environnement algérien (Ministry of the environment, 2012).

2.4.3 DONNEES RELATIVES A L'INTENSITE DE POLLUTION

Les données liées à la pollution ont été prélevées sur un cycle annuel par le biais des sorties en mer et un ensemble d'analyses faites au laboratoire.

2.4.3.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET SELS NUTRITIFS.

Pour représenter toutes les eaux de la zone d'étude et cerner toutes les contraintes environnementales naturelles et/anthropique qu'elles peuvent subir éventuellement, notamment par les activités anthropiques le long du linéaire côtier ainsi que les voies et vecteurs vers la mer

(Cours d'eaux, émissaires...), un plan d'échantillonnage systématique a été élaboré et réparties sur toute la côte (Figure 24). Quatre sorties en bateau ont été réalisées pour analyser les paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs de l'eau de mer.

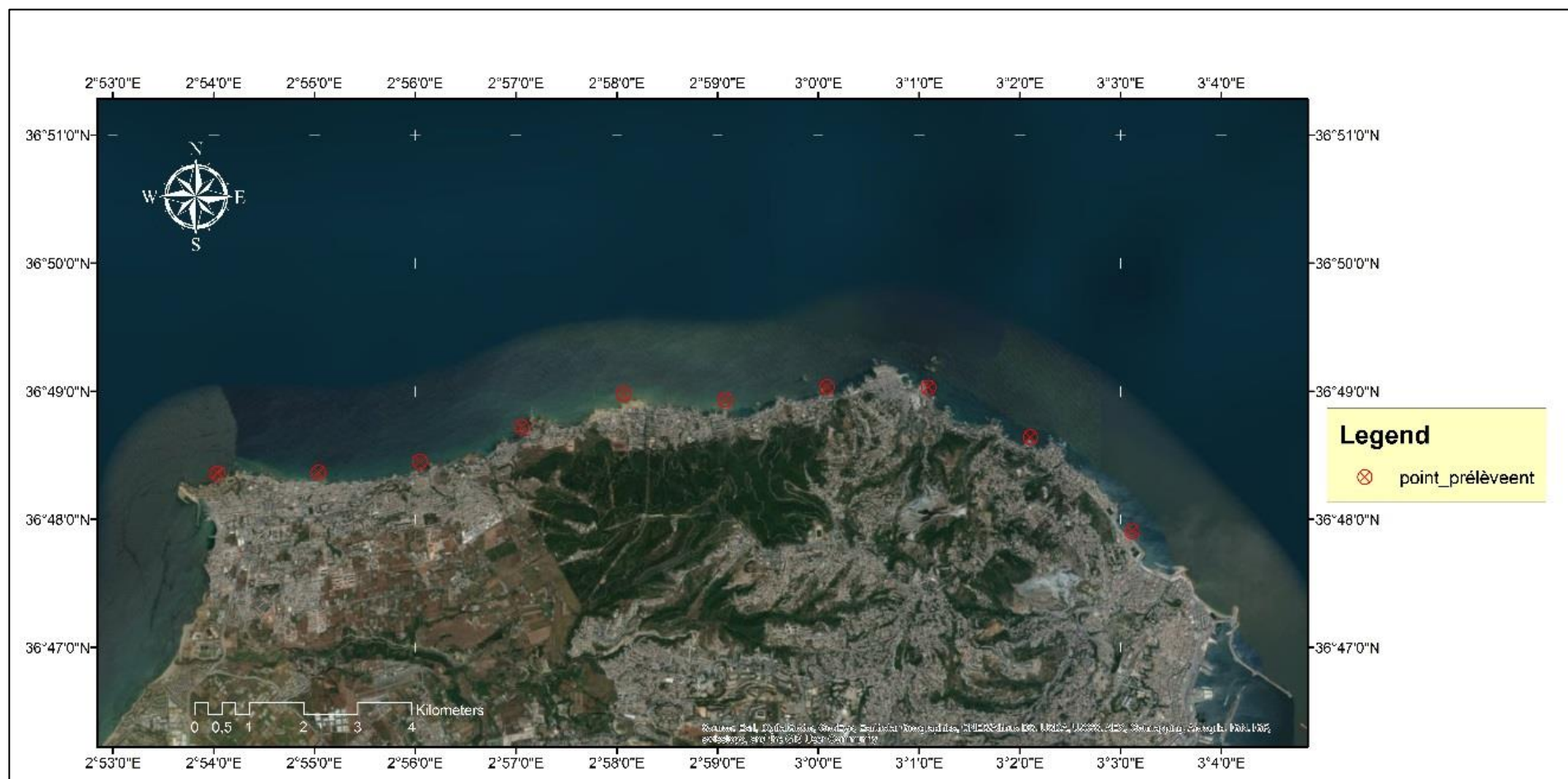


FIGURE 24: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE L'EAU POUR LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE ET SELS NUTRITIFS.

Au cours de ces campagnes en mer, la température, la salinité, le pH, l'oxygène dissous et le pourcentage de saturation en oxygène ont été mesurés *in-situ*. Les échantillons d'eau de mer destinés à la mesure des sels nutritifs et MES ont été prélevés et conservés au congélateur pour une analyse ultérieure au laboratoire. Des précautions particulières de propreté ont été prises lors de la manipulation afin d'éviter toute contamination.

Le positionnement exact de chaque station est assuré par le G.P.S (Global Positioning Systems de type furuno GP32) du navire et la bathymétrie a été déterminée par un échosondeur de type (FCV 581L).

Les paramètres physico- chimiques (Température, Salinité, pH, oxygène dissous...) ont été mesurés *in-situ* à l'aide d'une sonde multi-paramètre préalablement calibrée.

Cet appareil possède un boîtier étanche à affichage simultané et permet un étalonnage rapide pH, conductivité et oxygène par une solution unique.

Les analyses des sels nutritifs (NO_3 , NO_2 , PO_4^{3-} , SiO_2) et de la matière en suspension (MES) ont été faites au niveau de la station de recherche de l'ENSSMAL à Sidi Fredj en suivant les protocoles utilisé en routine par le laboratoire des écosystèmes marins et littoraux (EML) en respectant les précautions décrites dans (AMINOT *et al.*, 1983).

2.4.3.2 METAUX LOURDS

Une sortie a été effectuée dans la zone d'étude au mois de mars 2017, à bord de l'embarcation de l'école « Baba Aroudj » pour le prélèvement de sédiments marins.

En raison de la particularité rocheuse de la zone, la procédure de l'échantillonnage systématique n'a pas été efficace. Un échantillonnage aléatoire simple (EAS) a été effectué, ce qui nous a permis de prélever six échantillons de sédiment le long de la côte (Figure 25). Ces derniers sont conservés dans des piluliers conditionnés à 4°C. Une fois au laboratoire ils ont été congelés jusqu'à la lyophilisation.



FIGURE 25: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE SEDIMENTS POUR LES ANALYSES DES METAUX LOURDS.

Afin d'éviter toute contamination par l'environnement ou le matériel de prélèvement, les modalités de prélèvements ont été effectuées selon les protocôles décrites dans (AMINOT *et al.*, 1983). Les analyses des métaux lourds ont été faites au niveau de l'ENSSMAL à Sidi Fredj en suivant les protocoles utilisés en routine par le laboratoire des écosystèmes marins et littoraux (EML).

2.4.3.3 LES PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES

Les points d'échantillonnages les plus représentatifs sont les zones où la baignade est interdite (Figure 26).

Il est recommandé par le PNUE, la Directive 76/160 de la CEE et d'autres guides régionaux de surveillance que les échantillons soit prélevés à 20-30 cm en dessous du niveau de l'eau, là où la plupart des baigneurs sont exposés tout en écartant toute interférence analytique due aux particules ou aux matériaux en suspension, ainsi que tout autre phénomène localisé dans la zone d'échange air-eau.

L'analyse bactériologique (Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux, Streptocoques Fécaux, Vibrions, Salmonelles) a été effectuée dans le laboratoire de microbiologie de l'ENSSMAL.

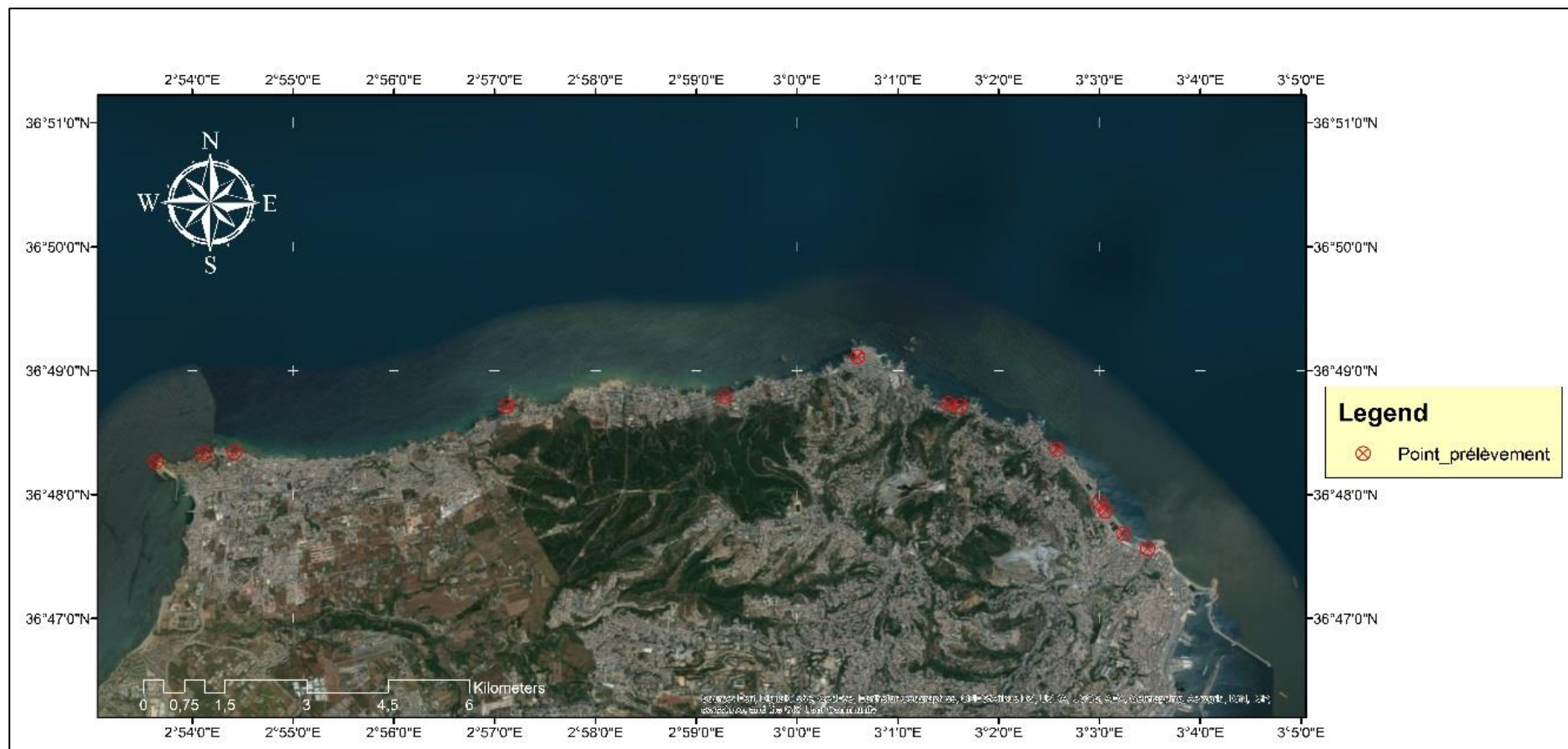


FIGURE 26: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE L'EAU POUR LES ANALYSES BACTERIOLOGIQUE

La suite des résultats a été obtenue par (HURBAL, 2016), Ce dernier a effectué des analyses microbiologiques de toute la zone durant la période avril-mai 2016 (Figure 27).

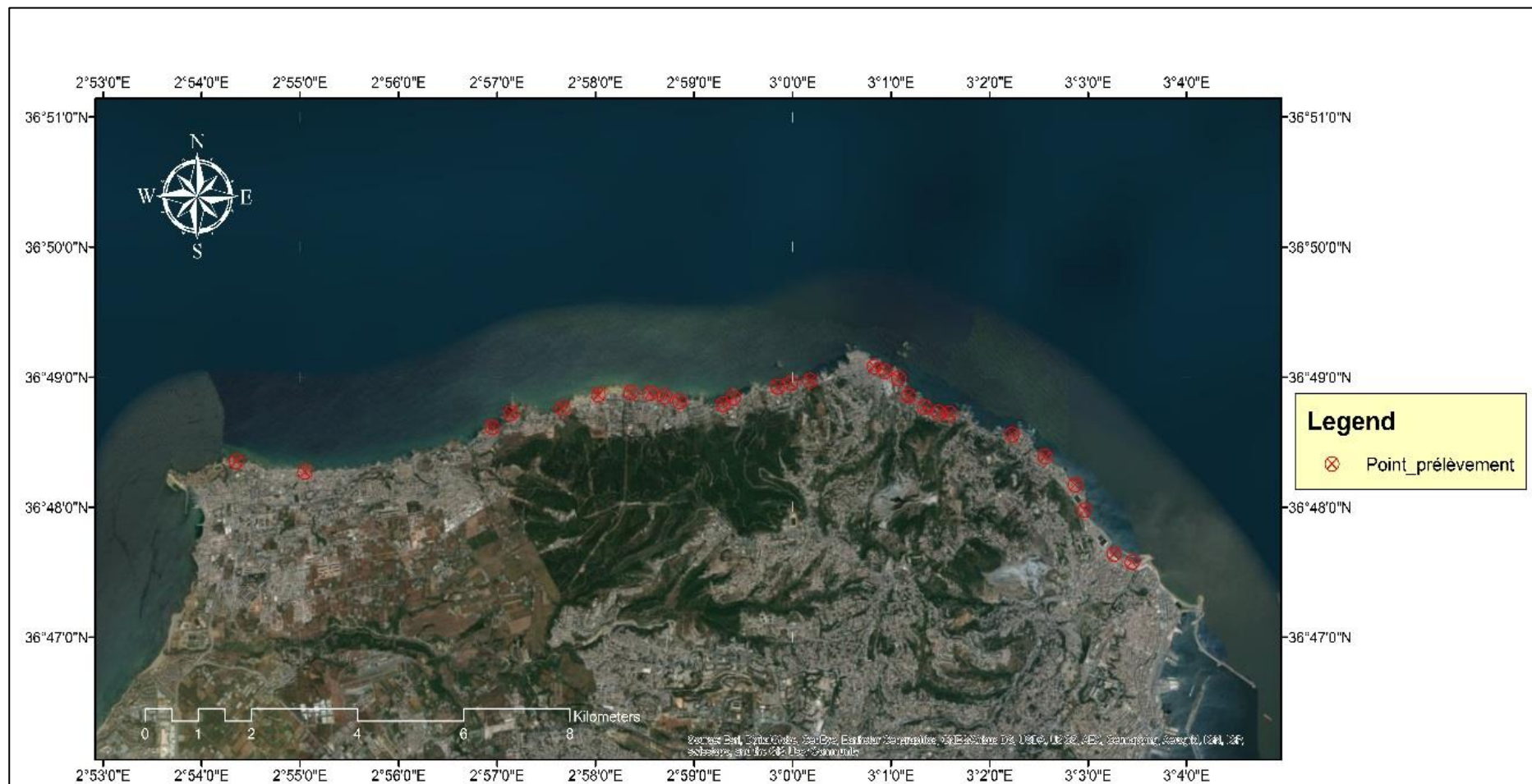


FIGURE 27: POSITIONNEMENT DES STATIONS DE PRELEVEMENT DE L'EAU POUR LES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES REALISEES PAR L'HURBAL.

2.4.4 LES DONNEES DE BASE, RELATIVES AUX ACTIVITES HUMAINES, INFRASTRUCTURES, VECTEURS DE POLLUTION, ET URBANISATION

Les données de base, relatives aux activités humaines, infrastructures, vecteurs de pollution, et urbanisation, ont été tirées des rapports d'études fournis par le Commissariat National du Littoral (CNL), le Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables (MEER), Le Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire (MICLAT). Les principaux documents sont les suivants : Etat de la pêche côtière dans la zone d'étude (Antenne administrative du port de pêche El Djamila, 2018) ; Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Wilaya d'Alger PDAU (Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016); Plan d'Occupation des Sols POS -Alger- (Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities, 2016); étude de Délimitation du Domaine Public Maritime de la wilaya d'Alger DDPM (Laboratoire d'étude maritimes (LEM), 2014); Recensement Général de la Population et de l'Habitat RGPH (National Statistics Office, 2011) ; Bornage du domaine littoral Wilaya d'Alger (Ministry of the environment, 2007) ; Recensement des points de rejets -Alger-(CNL, 2007) ; Programme d'Aménagement Côtier PAC (CAR/ASP, 2005) ; Cadastre littoral wilaya d'Alger (Ministry of the environment, 2004).

2.4.4.1 EVALUATION DE L'EFFORT DE PECHE DANS LA ZONE.

Une enquête sur les débarquements et la typologie de la flottille de pêche opérant dans la zone côtière Bab El Oued – Ain Bénian (partie est de la ville d'Alger) regroupant les communes littorales de Bab El Oued – Bologhine – Raïs Hamidou – Hammamet – Ain Bénian) a été réalisée en 2017. Ce linéaire côtier est de 27,8 km avec un domaine littoral au sens de la loi algérienne n°02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral de 2903 ha soit 29% du linéaire côtier de la wilaya d'Alger, qui est urbanisée à 96%.

L'enquête de terrain, réalisée à partir d'un questionnaire adressé aux pêcheurs et à l'administration des pêches, a permis d'apporter une multitude d'information sur les abris de pêche, les plages d'échouage, la flottille de pêche, les engins de pêche, les pêcheurs, les captures réalisées sur les plans qualitatif et quantitatif.

Les phases de l'enquête :

- Première phase (prospection et localisation des sites) : consiste en la détermination des différents sites à étudier. Nous avons identifié 22 sites pendant trois semaines, ce qui a mené à l'obtention des données d'observation et de recensement.
- Deuxième phase (enquête auprès des pêcheurs) : durant laquelle nous avons questionné 66 personnes dans huit sites les plus accessibles et les plus fréquentés, pendant deux semaines, en compagnie d'un inspecteur de la pêche.

- Troisième phase (enquête administrative) : nous nous sommes présentés à la DPRH de la wilaya d'Alger à l'antenne de pêche du port d'El Djamilia afin d'obtenir des données relatives sur la zone d'étude.

2.4.5 DONNEES RELATIVES A LA PROTECTION REGLEMENTAIRE

Pour évaluer la protection, nous avons mené une enquête auprès des fonctionnaires gouvernementaux. L'enquête a évalué les niveaux relatifs à la protection réglementaire et son application pour veiller sur les critères de qualité du milieu qui sont d'après Mauvais (1997) : Qualité de l'eau, état de la ressource vivante, état de la ressource non vivante et état du paysage) et l'application des dispositifs sur le terrain. Au total, 10 organisations gouvernementales ont participé à l'enquête : cinq fonctionnaires de chaque organisation. Le questionnaire est composé de 10 questions à propos du niveau de lutte contre l'atteinte à l'environnement dans la politique mise en œuvre en Algérie par le biais des textes législatifs et ses applications sur le terrain. Cette méthode est inspiré des travaux de Yoo *et al.* (2014).

2.4.6 ILLUSTRATION DE LA VULNERABILITE

Les gestionnaires ont pour tâche de rechercher un équilibre judicieux entre les nombreuses activités antagonistes faites sur la zone côtière, en veillant à ce que ses limites de tolérance et sa capacité de durabilité ne soient pas dépassées. Pour ce faire, ils ont besoin d'une base de données complète leur donnant une vision de la zone (Tortell, 1992).

Les cartes, les diagrammes et les graphiques constituent des outils précieux pour illustrer une analyse. Ils permettent de regarder des données en prenant du recul, et même s'il existe toujours un risque d'interprétation erronée, ils peuvent faciliter la compréhension des résultats lorsqu'ils vont de pair avec une description suffisante au sein d'un rapport détaillé. N'importe quel type d'illustration ne peut pas être adaptée à n'importe quel contexte, il est donc fondamental de choisir un type d'illustration adapté (Fritzsche *et al.*, 2017).

Une carte peut rassembler, analyser, synthétiser et appliquer de grandes quantités d'informations dans une représentation visuelle simple. C'est l'occasion de juxtaposer les données sur les ressources, les pressions, et les différents facteurs qui influencent une zone précise (Tortell 1992).

Les cartes peuvent être créées à l'aide de programmes informatiques tels que systèmes d'information géographique (SIG) - logiciel spécialisé dans la gestion, l'analyse et la présentation des données géographiques (Fritzsche *et al.*, 2017). Dans la présente étude, la cartographie a été faite grâce au logiciel ArcGIS 10.2.



ArcGIS

La vulnérabilité est présentée à l'aide de diagramme en radar qui sert à représenter les interrelations complexes des variables utilisées sur une échelle multidimensionnelles (Yoo *et al.*, 2014; Fritzsche *et al.*, 2017), à l'aide d'un tableur Excel.



Toutes ces approches permettent de créer des modèles numériques de terrain (MNT) facilitant grandement le travail d'analyse de la vulnérabilité de cette zone côtière.

CHAPITRE 3: RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX (ISEEL).

3.1.1 SENSIBILITE BIOLOGIQUE (Sb)

L'analyse et l'évaluation des données recueillies par la plongée et celles relatives à l'état des peuplements ichthyologiques nous ont permis d'avoir une vision synthétique sur la sensibilité biologique de la zone.

Suite aux sorties sur terrain nous avons inventorié les espèces recensées dans le tableau suivant :

TABLEAU 12: INVENTAIRE DES ESPECES RECENSEES PAR PLONGEE DANS LA ZONE D'ETUDE.

Nom scientifique	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre	
<i>Caulerpa cylindracea</i>	Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa	
<i>Caulerpa prolifera</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa	
<i>Caulerpa vermilifera</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa	
<i>Codium bursa</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	Codium	
<i>Codium coralloides</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	Codium	
<i>Codium fragile</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	Codium	
<i>Codium vermilara</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	Codium	
<i>Halimeda tuna</i>		Ulvophyceae	Bryopsidales	Halimedaceae	Halimeda	
<i>Chaetomorpha aerea</i>		Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Chaetomorpha	
<i>Chaetomorpha capillaris</i>		Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Chaetomorpha	
<i>Cladophora rupestris</i>		Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Cladophora	
<i>Enteromorpha compressa</i>		Ulvophyceae	Ulvaes	Ulvaceae	Enteromorpha	
<i>Enteromorpha prolifera</i>		Ulvophyceae	Ulvaes	Ulvaceae	Enteromorpha	
<i>Ulva rigida</i>		Ulvophyceae	Ulvaes	Ulvaceae	Ulva	
<i>Acetabularia acetabulum</i>		Ulvophyceae	Dasycladales	Polyphysaceae	Acetabularia	
<i>Amphiroa cryptarthrodia</i>		Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinales	Lithophyllaceae	Amphiroa
<i>Lithophyllum incrustans</i>			Florideophyceae	Corallinales	Lithophyllaceae	Lithophyllum
<i>Lithophyllum lichenoides</i>	Florideophyceae		Corallinales	Lithophyllaceae	Lithophyllum	
<i>Pseudolithophyllum expansum</i>	Florideophyceae		Corallinales	Lithophyllaceae	Pseudolithophyllum	
<i>Corallina mediterranea</i>	Florideophyceae		Corallinales	Corallinaceae	Corallina	
<i>Jania rubens</i>	Florideophyceae		Corallinales	Corallinaceae	Jania	
<i>Corallina elongata</i>	Florideophyceae		Corallinales	Corallinaceae	Corallina	
<i>Alsidium corallinum</i>	Florideophyceae		Ceramiales	Rhodomelaceae	Alsidium	

<i>Digenea simplex</i>		Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Digenea	
<i>Alsidium helminthochorton</i>		Florideophyceae	Ceramiales	hodomelaceae	Alsidium	
<i>Ceramium rubrum</i>		Florideophyceae	Ceramiales	Ceramiaceae	Ceramium	
<i>Rytiphlaea tinctoria</i>		Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Rytiphlaea	
<i>Asparagopsis armata</i>		Florideophyceae	Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	Asparagopsis	
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>		Florideophyceae	Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	Falkenbergia	
<i>Rissoella verruculosa</i>		Florideophyceae	Gigartinales	Rissoellaceae	Rissoella	
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>		Florideophyceae	Gigartinales	Sphaerococcaceae	Sphaerococcus	
<i>Cryptonemia lomation</i>		Florideophyceae	Halymeniales	Halymeniaceae	Cryptonemia	
<i>Gelidium crinale</i>		Florideophyceae	Gelidiales	Gelidiaceae	Gelidium	
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>		Florideophyceae	Gracilariales	Gracilariaceae	Gracilaria	
<i>Peyssonnelia squamaria</i>		Florideophyceae	Peyssonneliales	Peyssonneliaceae	Peyssonnelia	
<i>Plocamium cartilagineum</i>		Florideophyceae	Plocamiales	Plocamiaceae	Plocamium	
<i>Cystoseira barbata</i>	Ochrophyta	Phaeophyceae	Fucales	Sargassaceae	Cystoseira	
<i>Cystoseira compressa</i>		Phaeophyceae	Fucales	Sargassaceae	Cystoseira	
<i>Cystoseira crinita</i>		Phaeophyceae	Fucales	Sargassaceae	Cystoseira	
<i>Fucus virsoides</i>		Phaeophyceae	Fucales	Fucaceae	Fucus	
<i>Sargassum acinarium</i>		Phaeophyceae	Fucales	Sargassaceae	Sargassum	
<i>Dictyota dichotoma</i>		Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Dictyota	
<i>Dictyopteris membranacea</i>		Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Dictyopteris	
<i>Padina pavonica</i>		Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Padina	
<i>Cladostephus hirsutus</i>		Phaeophyceae	Sphacelariales	Cladostephaceae	Cladostephus	
<i>Stypocaulon scoparium</i>		Phaeophyceae	Sphacelariales	Stypocaulaceae	Stypocaulon	
<i>Cutleria multifida</i>		Phaeophyceae	Tilopteridales	Cutleriaceae	Cutleria	
<i>Posidonia oceanica</i>		Tracheophyta	Monocots	Alismatales	Posidoniaceae	Posidonia
Nom scientifique		Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre
<i>Arbacia lixula</i>	Echinodermata	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	Arbacia	
<i>Paracentrotus lividus</i>		Echinoidea	Camarodonta	Parechinidae	Paracentrotus	
<i>Echinaster sepositus</i>		Asteroidea	Spinulosida	Echinasteridae	Echinaster	
<i>Patella vulgaris</i>	Mollusca	Gastropoda	Archaeogastropoda	Patellidae	Patella	
<i>Aplysia fasciata</i>		Gastropoda	Anaspidea	Aplysiidae	Aplysia	
<i>Cassidaria echinophora</i>		Gastropoda	Littorinimorpha	Cassidae	Cassidaria	

<i>Sepia officinalis</i>		Cephalopoda	Sepiida	Sepiidae	Sepia
<i>Pinna nobilis</i>		Bivalvia	Pterioida	Pinnidae	Pinna
<i>Anemonia sulcata</i>	Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Actiniidae	Anemonia
<i>Eunicella stricta</i>		Anthozoa	Alcyonacea	Gorgoniidae	Eunicella
<i>Eunicella verrucosa</i>		Anthozoa	Alcyonacea	Gorgoniidae	Eunicella
<i>Pelagia noctiluca</i>		Scyphozoa	Semaeostomeae	Pelagiidae	Pelagia
<i>Bryozoaires</i>	-	-	-	-	-
<i>Pennatularia spp.</i>	-	-	-	-	-

La figure 28 met en évidence l'état du fond. Il ressort de la carte que les fonds en mauvais état se concentrent essentiellement dans la partie située entre les communes de Rais Hamidou et El Hammamet et quelque peu au niveau de la commune de Bologhine, tandis que les fonds en bon état se trouvent au niveau des communes de Bab El Oued, Ain El Benian et la partie Ouest de la commune d'El Hammamet.

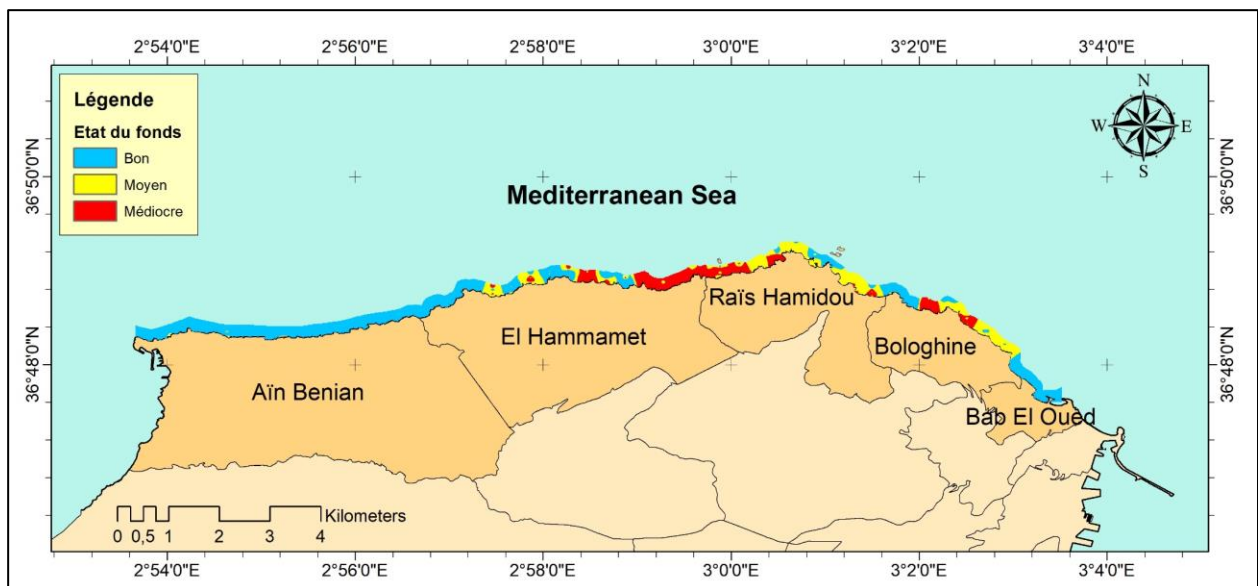


FIGURE 28: ETAT DES FONDS MARINS SUR UNE BANDE COTIERE DE 200 M DE LA COTE AU LARGE.

Le tableau 13 résume les paramètres de diversité (indice de Shannon, indice d'équitabilité et richesse des espèces) qui entrent dans l'évaluation de l'état du peuplement ichthyologique dans la zone d'étude. Ce tableau montre qu'en juillet 2016, la valeur de l'indice de Shannon était très faible, étant donné que le nombre d'espèces capturées de 2. Alors que novembre 2016 présente la valeur la plus élevée de l'indice de Shannon avec un nombre d'espèces capturées de 28 espèces.

TABEAU 13: VARIABILITE TEMPORELLE DES INDICES DE SHANNON, DE L'EQUITABILITE ET DE LA RICHESSE SPECIFIQUE.

Dates	Indices de SHANNON	Indice équitabilité	La richesse spécifique
Juin-16	3,342465667	0,877897053	14
Juil-16	1,978202481	0,571828757	11
Août-16	0,863120569	0,863120569	2
Sept-16	3,419171296	0,819959902	18
Oct-16	3,551135643	0,835968983	19
Nov-16	4,015818922	0,835348957	28
Déc-16	3,884076898	0,816859893	27

Ainsi, la figure 29 montre qu'au troisième trimestre de l'année 2016, la richesse spécifique a connu une diminution du 14 juin au 2 août, puis une augmentation considérable au début du quatrième trimestre jusqu'à atteindre son maximum en novembre 2016.

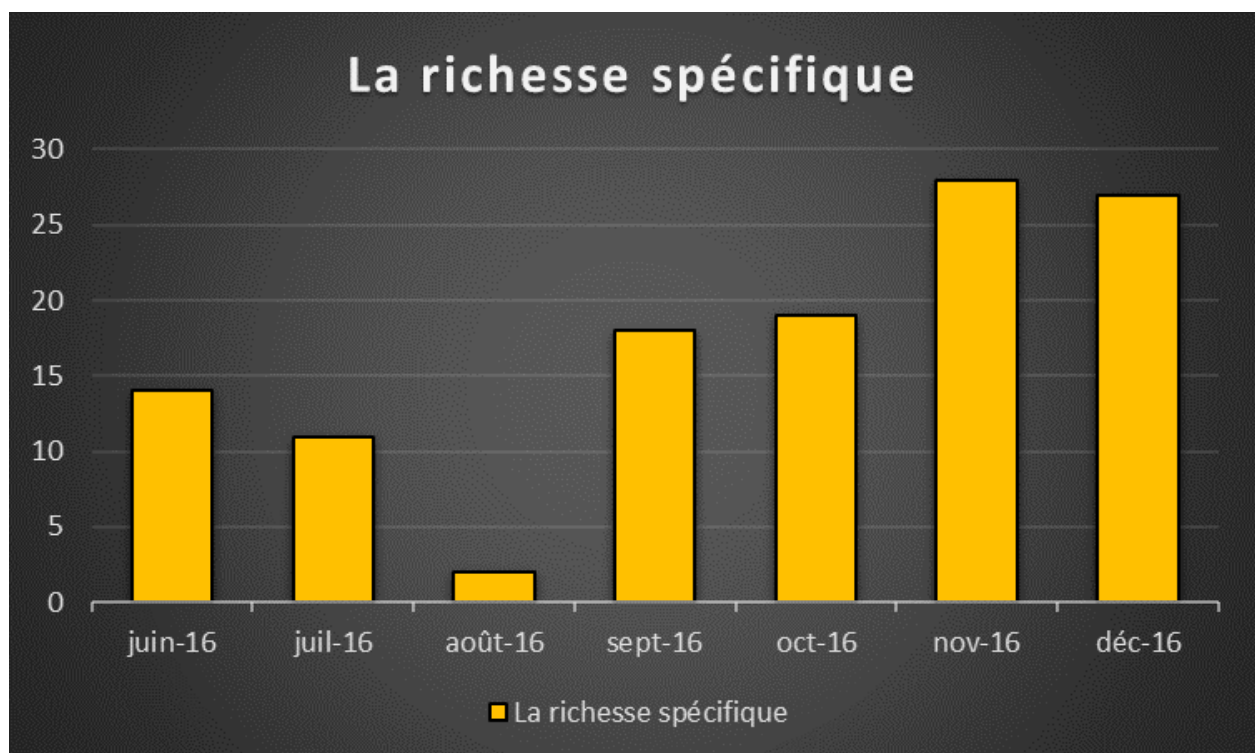


FIGURE 29: VARIABILITE TEMPORELLE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE DANS LA ZONE D'ETUDE.

L'histogramme (Figure 30) représente la variation de l'indice de Shannon de juin à décembre de l'année 2016. Le graphique montre une baisse considérable de la valeur de l'indice au mois d'août, au milieu de la saison estivale. Pour les autres mois de l'année, les valeurs sont globalement du même ordre.

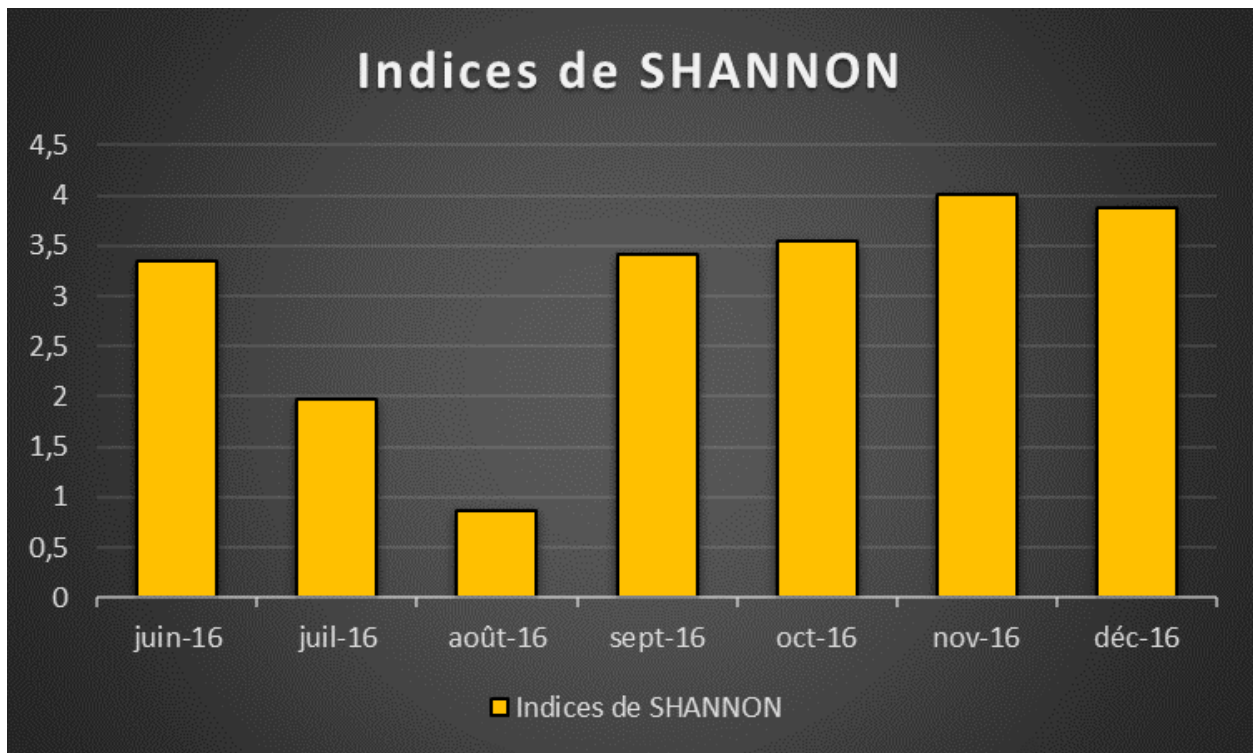


FIGURE 30: VARIABILITE TEMPORELLE DE L'INDICES DE SHANNON DANS LA ZONE D'ETUDE.

Les variations de l'indice d'équitabilité sont représentées par le graphique suivant. Les données sont collectées pour les 7 mois entre juin et décembre de l'année 2016. Le graphique montre une baisse de la valeur de l'indice au mois de juillet, au milieu de la saison estivale. Les autres mois de l'année ont des valeurs presque identiques.

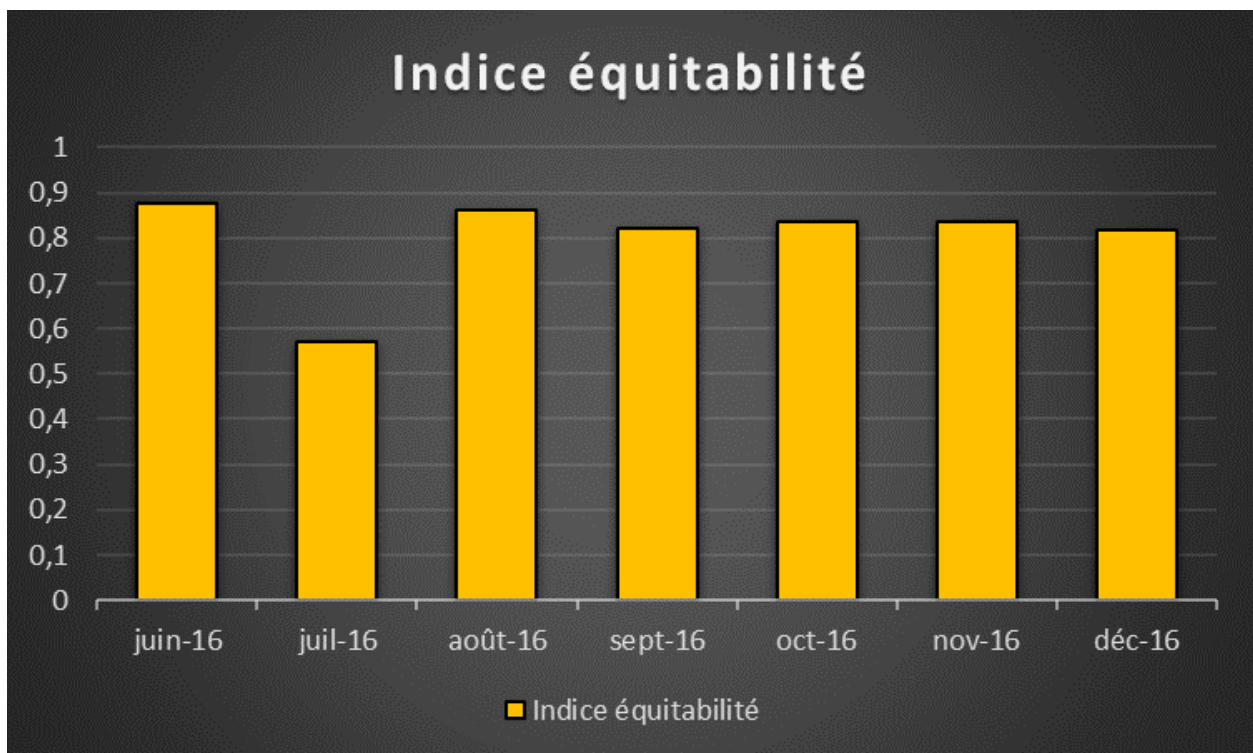


FIGURE 31: VARIABILITE TEMPORELLE DE L'INDICES D'EQUITABILITE DANS LA ZONE D'ETUDE.

La modélisation des données obtenues nous a permis de produire une carte thématique synoptique (Figure 32) qui illustre les variations de la sensibilité biologique (S_b) tout au long de la côte de notre zone d'étude, ces variations variant de moyennes à très élevées. Cela peut s'expliquer par le bon état et l'équilibre des stocks de poissons, ainsi que par la faible présence de signes de perturbation dans la zone.

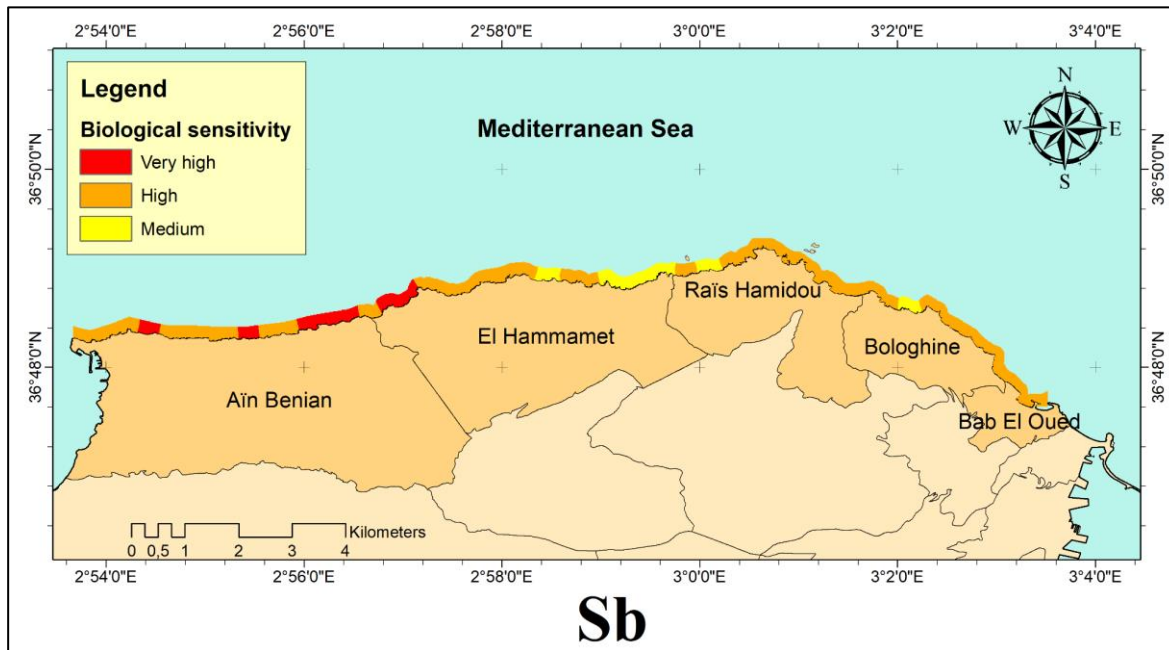


FIGURE 32: DISTRIBUTION DE LA SENSIBILITE BIOLOGIQUE (S_b) DANS LA ZONE D'ETUDE.

3.1.2 SENSIBILITE GEOMORPHOLOGIQUE (S_g)

Les données relatives à la géomorphologie (Annexe 1) de la zone en question ont à leur tour fait l'objet d'une analyse minutieuse et méthodique en vue de faciliter leur exploitation et leur intégration dans le modèle défini par la présente étude.

La carte montrée par la figure 33 met en évidence la typologie des fonds marins sur une bande côtière de 200 m de la côte au large. Nous pouvons remarquer que le fond rocheux est le plus dominant contrairement au fond sableux, galets et graviers qui le sont moins.

La figure 34 montre la variation de la bathymétrie des fonds marins sur une bande côtière de 200 m, tout au long de la zone d'étude qui s'étend de Bab El Oued à Ain Benian. On peut voir que les trois communes, à savoir Ain Benian, Rais Hamidou et Bab El Oued sont principalement caractérisées par des fonds marins profonds. Alors que les deux communes, El Hammamet et Bologhine, sont principalement caractérisées par des fonds marins peu profonds.

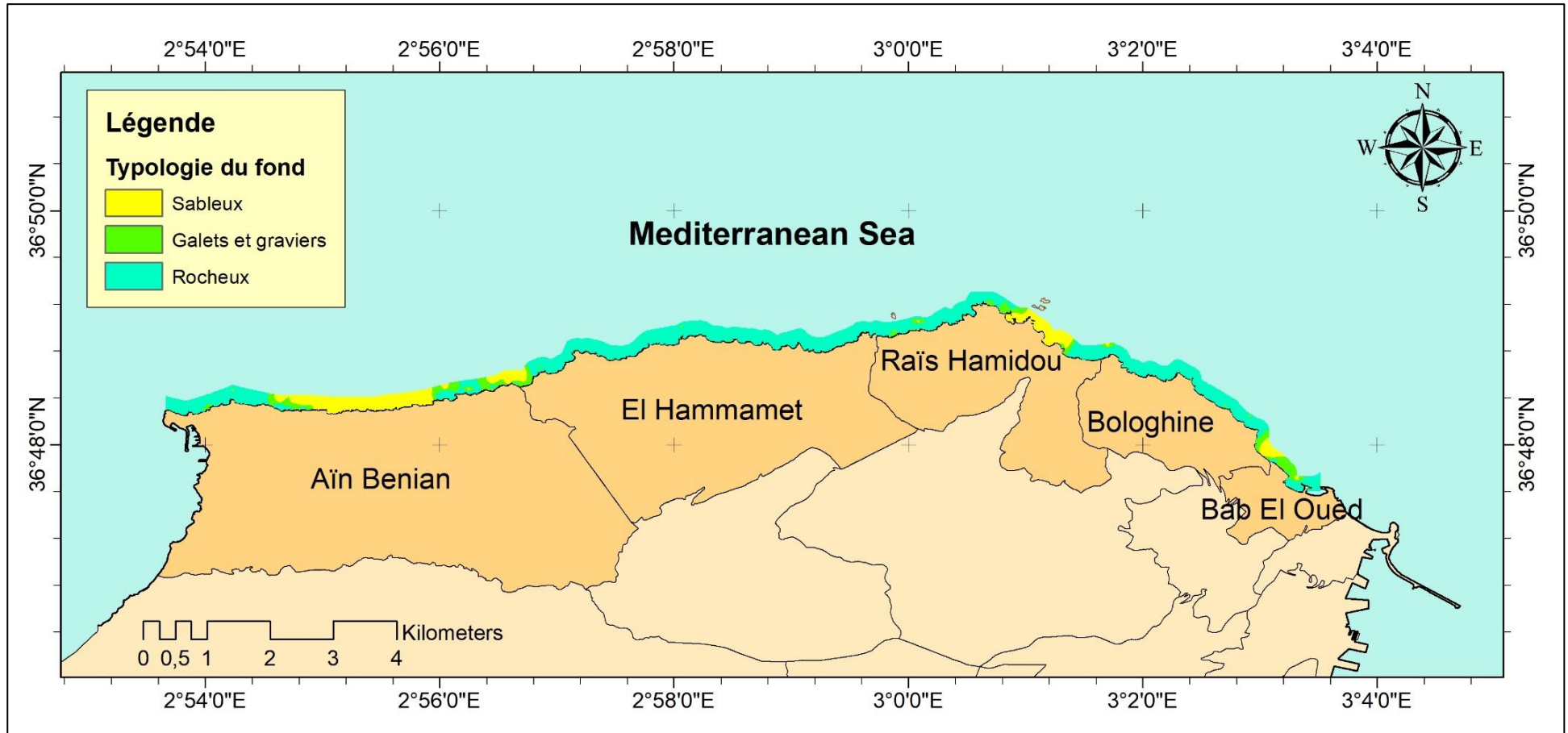


FIGURE 33: TYPOLOGIE DES FONDS MARINS SUR UNE BANDE COTIERE DE 200 M DE LA COTE AU LARGE.

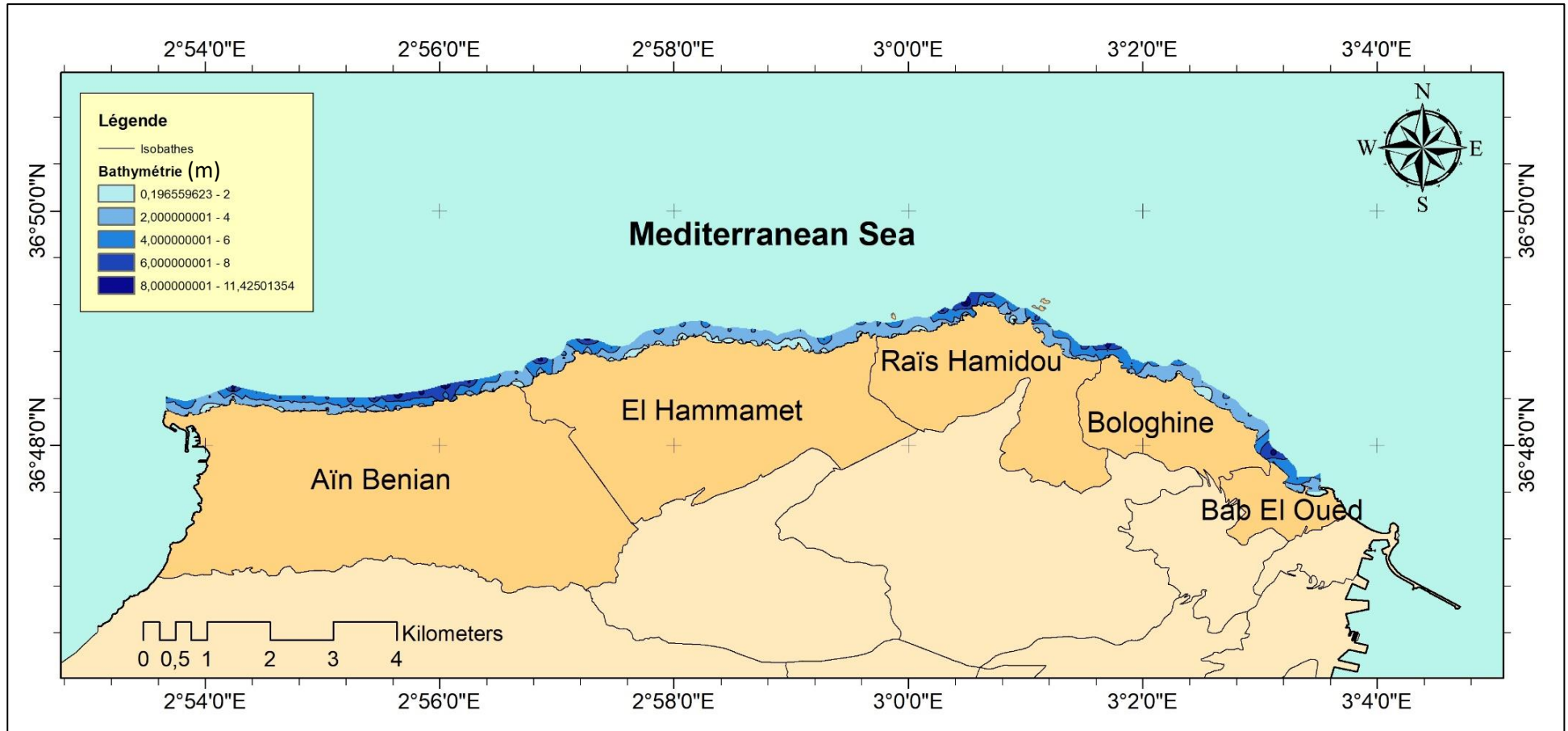


FIGURE 34: LA BATHYMETRIE DES FONDS MARINS SUR UNE BANDE COTIERE DE 200 M AU LARGE.

La modélisation des données géomorphologiques a conduit à l'élaboration de la carte présentée dans la Figure 35. On peut constater que la sensibilité géomorphologique (Sg) de la zone varie de faible à très faible, en raison de la spécificité géologique rocheuse de la zone et de son exposition, du fait que la zone n'est pas géographiquement confinée.

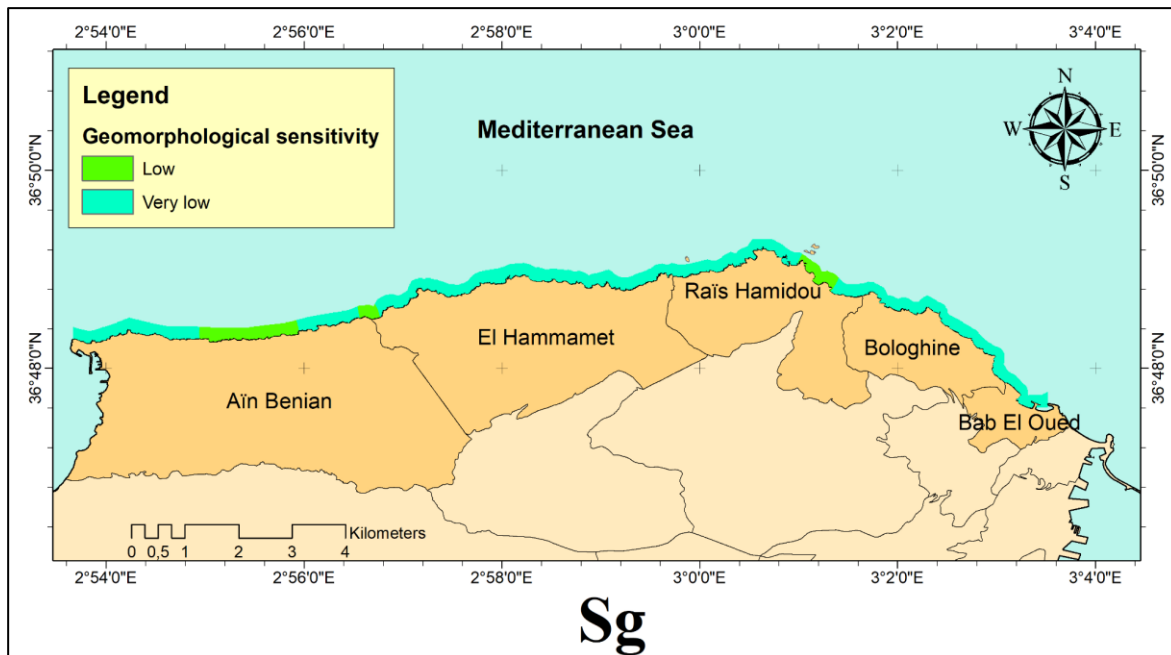


FIGURE 35: DISTRIBUTION DE LA SENSIBILITE GEOMORPHOLOGIQUE (Sg) DANS LA ZONE D'ETUDE.

3.1.3 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES (Ch)

L'intégration des données sur les caractéristiques hydrodynamiques dans le modèle, nous a permis de produire une carte synthétique (Figure 36). La sensibilité hydrodynamique (Ch) de toute la zone en question est faible, ce qui est dû à sa forte exposition au vent et à la houle.

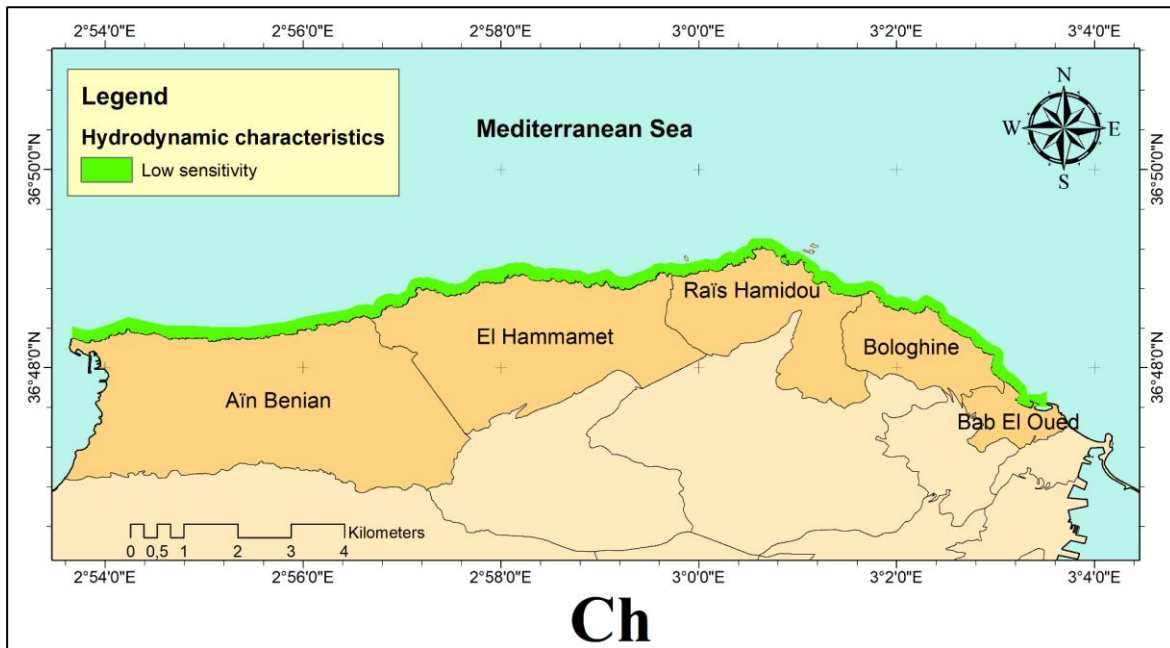


Figure 36: Distribution des Caractéristiques hydrodynamiques (Ch) dans la zone d'étude.

3.1.4 INTENSITE DE POLLUTION (I_p)

La figure 37 donne les résultats des mesurages de la concentration du NO_3^- en mg/l dans 10 stations différentes (Annexe 2). La station 10 connaît la valeur la plus élevée. Tandis que les stations 1 et 8 connaissent les valeurs les plus faibles en concentration en NO_3^- .

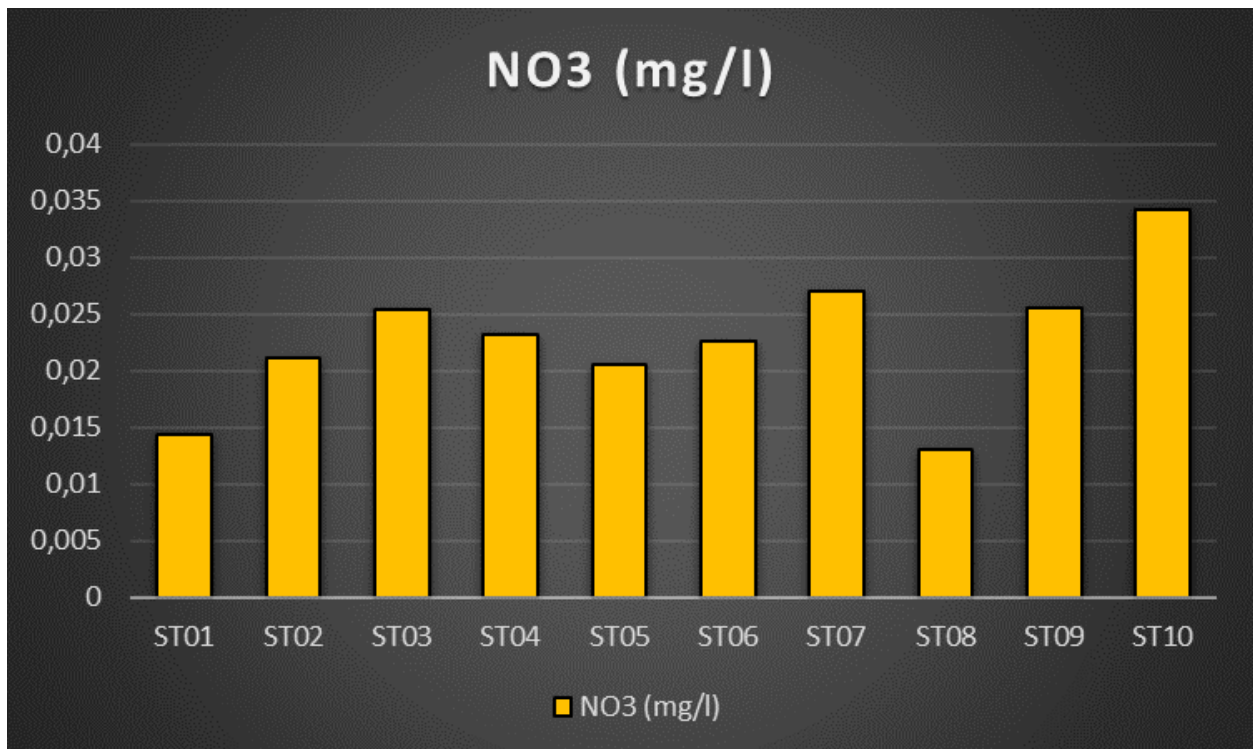


FIGURE 37: VARIABILITE SPATIALE DE NO_3 TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.

La figure 38 donne les résultats des mesures de la concentration du PO_4^{-3} en mg/l dans 10 stations différentes (Annexe 2). Les dix stations sujet de l'étude ont des valeurs qui sont comprise entre 0.03 Et 0.04 mg/l.

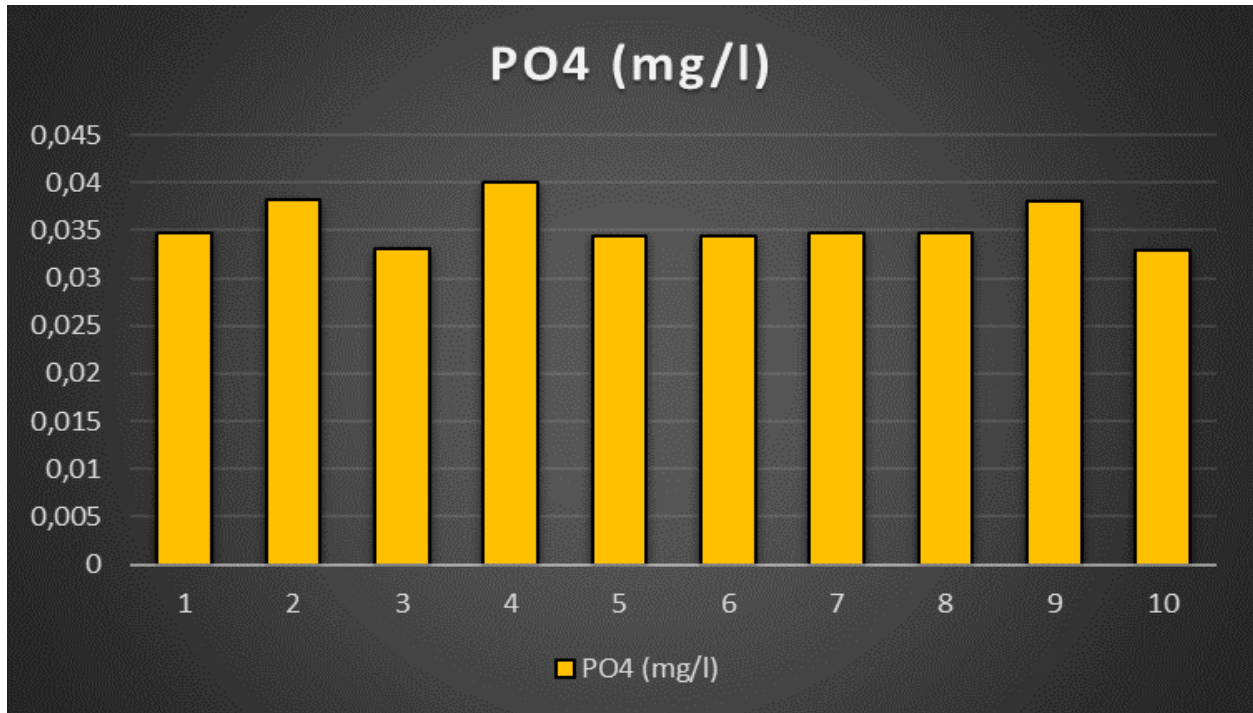


FIGURE 38: VARIABILITE SPATIALE DE PO4 TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.

Le graphique de la figure 39 montre les résultats des mesures de la concentration des matières en suspension (MES) en mg/l dans les dix stations sujets de l'étude (Annexe 2). Nous remarquons une considérable valeur dans la station 10 et de moins importante concentration dans les 9 autres stations.

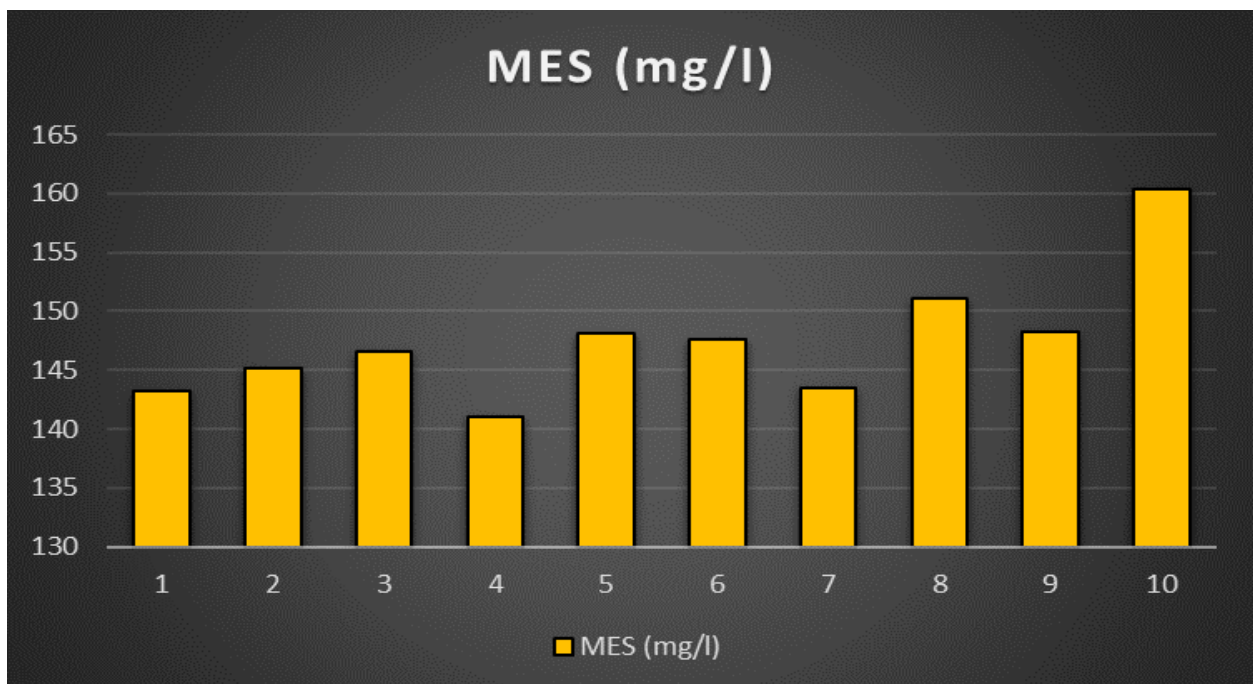


FIGURE 39: VARIABILITE SPATIALE DE MES TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.

Le graphe de la figure 40 illustre les résultats de mesure de la concentration de l'oxygène dans les dix stations sujettes de notre étude (Annexe 2). La première station et la dixième ont enregistré les valeurs les plus élevées, environ 3,5 mg/l. Dans les autres stations la concentration d'oxygène varie entre 2,7 mg/l et 3 mg/l.

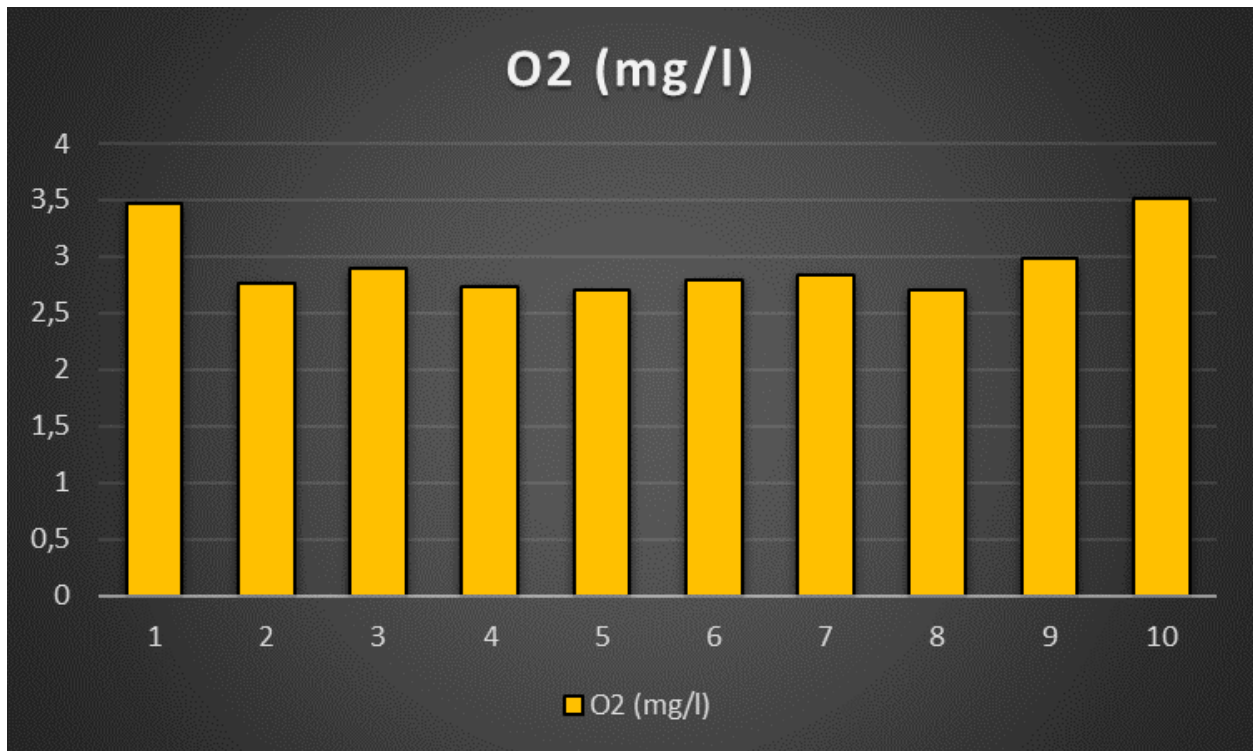


FIGURE 40: VARIABILITE SPATIALE DE O2 TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.

Sur la figure 41 nous pouvons lire les résultats des mesures de taux de saturation en oxygène dans les dix stations sujettes de l'étude (Annexe 2). Nous remarquons que la valeur de 50 % n'est pas dépassée au niveau des dix stations.

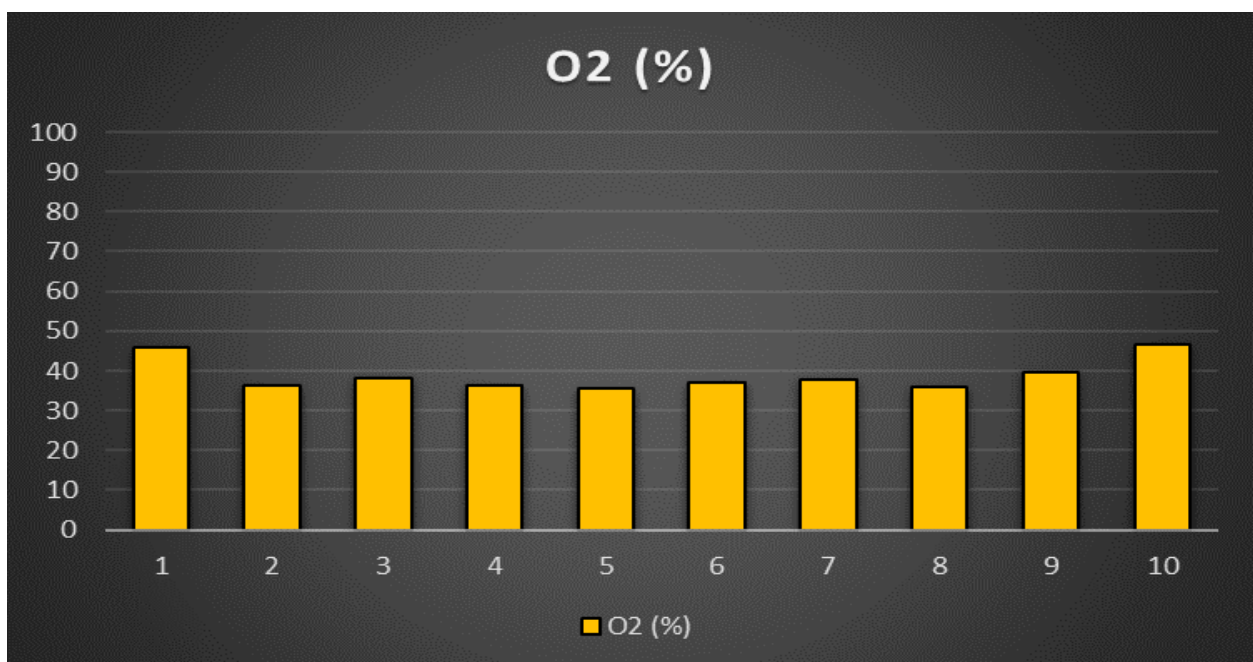


FIGURE 41: VARIABILITE SPATIALE DE O2 (%) TOUT AU LONG DE LA ZONE D'ETUDE.

L’histogramme (Figure 42) synthétise les résultats des mesures des proportions de trois métaux lourds à savoir le zinc, le cadmium et le plomb dans les dix stations sujets de l’étude (Annexe 3). Les valeurs sont données en micro gramme par un gramme. Nous pouvons remarquer que le cadmium est en faible concentration dans les 7 stations. Par contre les deux autres métaux sont présents avec des proportions plus au moins élevées.

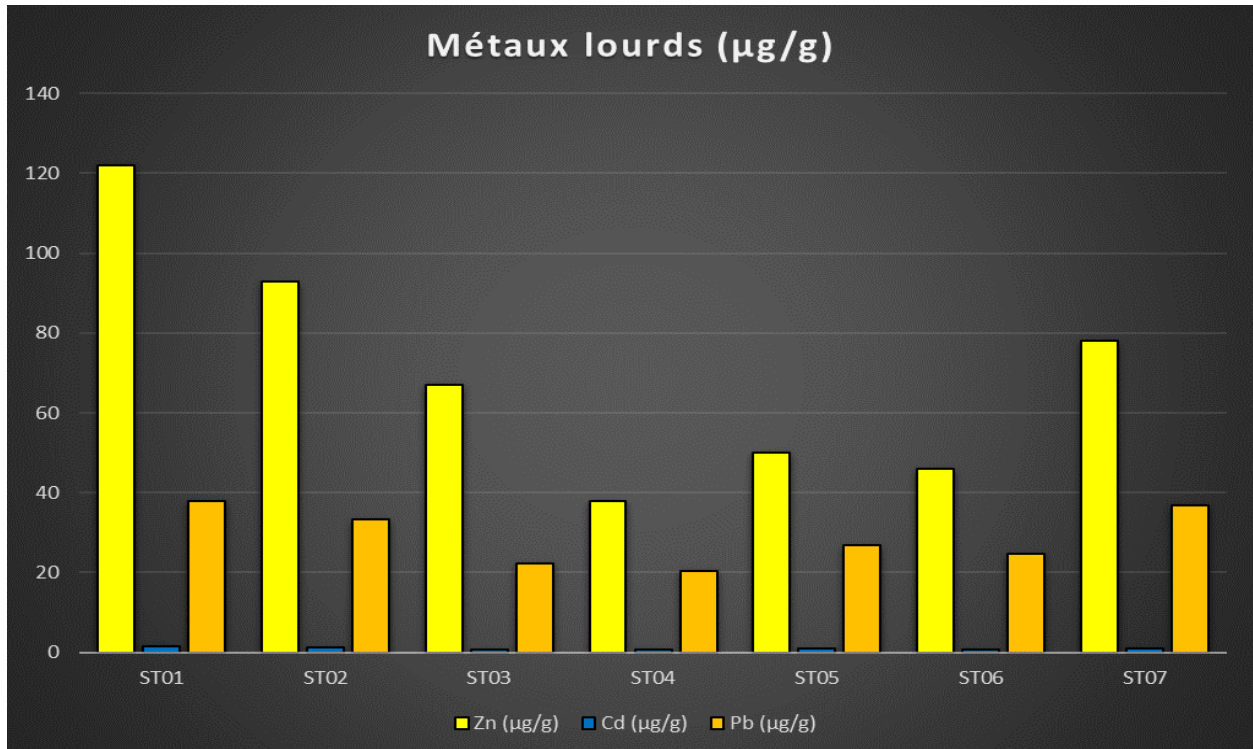


FIGURE 42: VARIABILITE SPATIALE DES METAUX LOURDS (ZN, CD, PB) TOUT AU LONG DE LA ZONE D’ETUDE.

L’histogramme de la figure ci-dessous synthétise les résultats des analyses des coliformes totaux et fécaux dans 28 stations différentes (Annexe 4). Nous pouvons remarquer que des concentrations très élevées sont repérées dans les stations 01, 11 et 26.

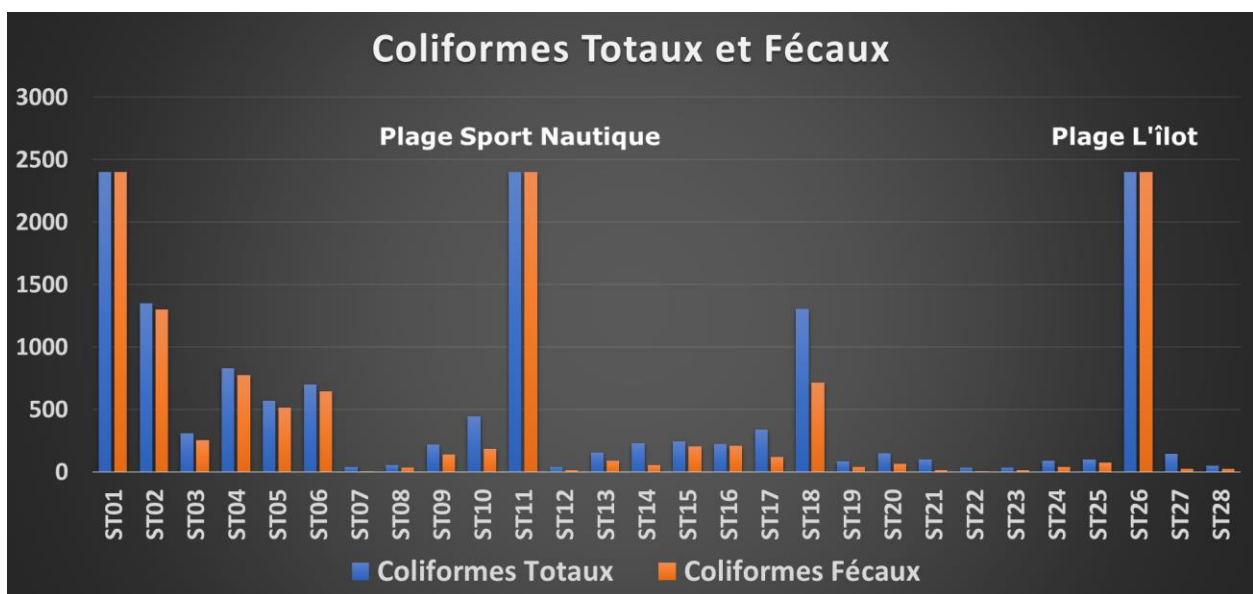


FIGURE 43: VARIABILITE SPATIALE DES COLIFORMES TOTAUX ET FECAUX TOUT AU LONG DE LA ZONE D’ETUDE.

Sur le plan de l'intensité de la pollution, et après le traitement et l'analyse des données précédentes, nous constatons que le niveau de pollution dans la zone est faible, et se traduit par une sensibilité qui varie de moyenne à élevée (Figure 44). Cela peut s'expliquer par le nombre réduit de sources de pollution chronique recensées à proximité des côtes, sachant que les caractéristiques géomorphologiques et hydrodynamiques de la zone peuvent également favoriser la dispersion des polluants. Cependant, la côte de Bab El Oued, la partie orientale de Bologhine et la partie occidentale de Ain Benian sont moyennement polluées et présentent une sensibilité moyenne, qui peut s'expliquer par la présence des travaux d'artificialisation de la côte de Bab El Oued et la présence du port d'El Djamila à l'ouest de la commune de Ain Benian.

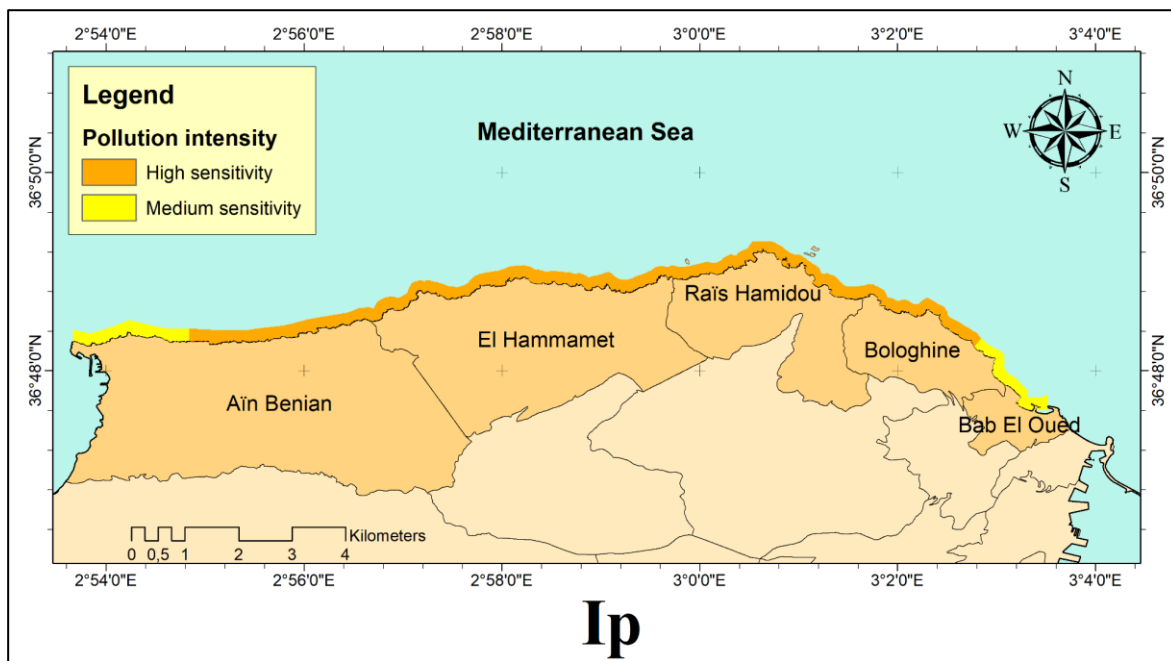


FIGURE 44: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DE POLLUTION (IP) DANS LA ZONE D'ETUDE.

3.1.5 ILLUSTRATION DE LA SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE

La zone est caractérisée à la fois par une sensibilité biologique (S_b) qui varie de moyenne à très élevée et par une sensibilité géomorphologique (S_g) qui varie à son tour de faible à très faible, ainsi que par une faible sensibilité hydrodynamique (Ch) et un niveau de sensibilité généralement élevé en termes d'intensité de pollution (Ip). Toutes ces particularités (Annexe 5) nous ont amenés à concevoir et à produire une carte de synthèse (Figure 45) de la sensibilité des écosystèmes côtiers.

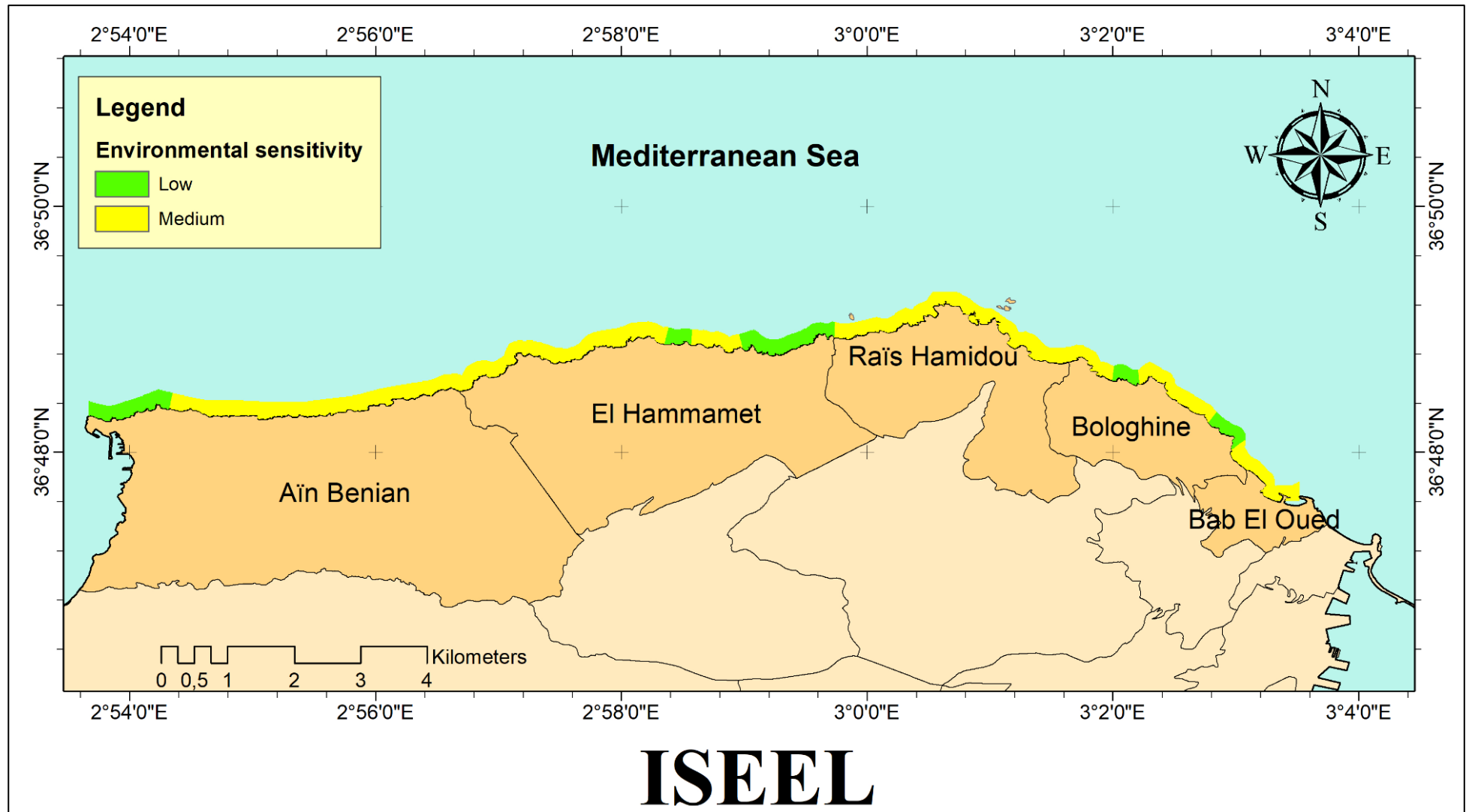


FIGURE 45: DISTRIBUTION DE LA SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE DANS LA ZONE D'ETUDE

La distribution spatiale des sensibilités environnementales des écosystèmes littoraux (ISEEL) (Figure 46) met en avant une sensibilité moyenne de la zone. Néanmoins, l'Ouest de la commune d'Ain Benian, l'Est de la commune d'El Hammamat et la commune de Bologhine présentent une faible sensibilité environnementale. Pour récapituler, 79,59 % de la zone est caractérisée par une sensibilité moyenne, alors que 20,41 % seulement présente une forte sensibilité.

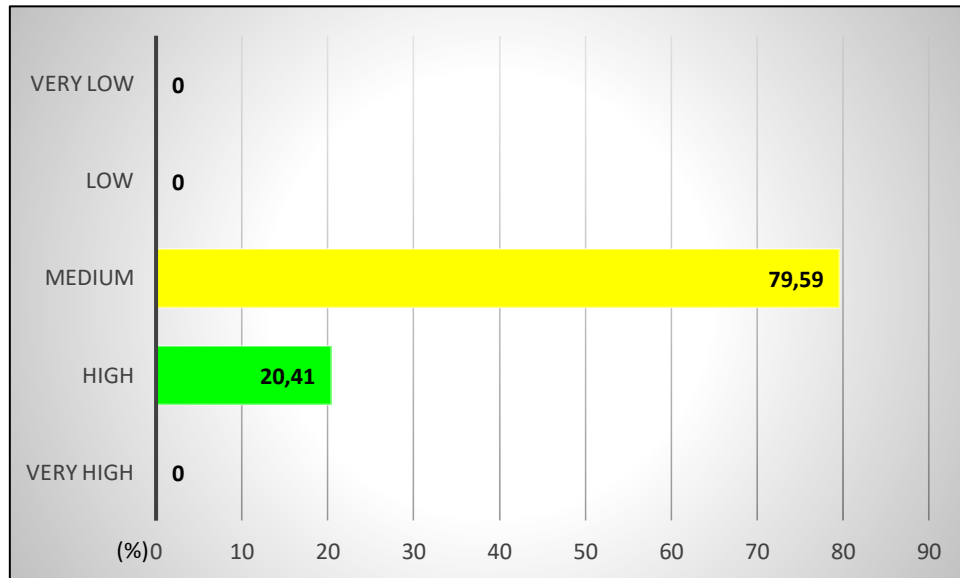


FIGURE 46: POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE OCCUPEE PAR DIFFERENTS NIVEAUX DE SENSIBILITE ENVIRONNEMENTALE.

3.2 EVALUATION DE L'INTENSITE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES (IPA).

L'analyse de l'IPA se fait sur trois niveaux, First-point, c'est l'interprétation des scores des facteurs et la contribution de leurs poids dans la construction des sous indices Ah, In, Ur, Vp, Pr. Mid-point, concerne l'analyse des scores des sous indices afin de définir le rôle joué par chacun de ces derniers dans la construction de l'IPA. Endpoint est la récapitulation et la construction de la carte d'intensité des pressions anthropiques générales, qui représente le but final de cette étude, pour avoir une idée globale sur l'intensité des pressions exercées par chaque commune sur sa côte.

3.2.1 FIRST-POINT

Les tableaux 14, 15, 16, 17 et 18 résument les données socio-économiques concernant la zone d'étude qui seront intégrées dans notre modèle numérique afin de mieux comprendre les facteurs qui contribuent le plus aux pressions anthropiques exercées sur la bande côtière de notre zone en question.

Bab El Oued

TABLEAU 14: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE BAB EL OUED.

Les potentialités touristiques	Le complexe El Kettani -le jardin de marengo
	Le tombeau de lala Zhor
Inventaire Des Hôtels Classés	El Kettani 3* 60 Chambres 155 lits
	Hôtel de famille 1* -- Chambres 33 lits
LES ACTIVITES INDUSTRIELLES	Nom : Activité isolée (2 unités), Localisation : Au sud, Activité dominante : SNTA
LES ACTIVITES AGRICOLES	/
Activités de l'aquaculture	/
Voies carrossables dans la bande des 800m	Route nationale No 11, Boulevard commandant mira, Avenue Mohamed Boubella
LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES D'INTERET GENERAL	Hôpital Maillot
	Stade Ferhani
SITES ET MONUMENTS HISTRIQUES	Jardin de Prague ex Marango « lieu d'une ancienne nécropole romaine", EPOQUE : S.N, CLASSEMENT : 28-02-1928
	Marabout du jardin MARENGO « Tombeau de la reine », EPOQUE : Moderne, CLASSEMENT : 13-05-1905
Discordance ZET Par Rapport A La Loi 02.02 Du 05/02/2002 Relative A La Protection Et La Revalorisation Du Littoral :	Secteurs : La fontaine, surfaces : 57, Situation dans le domaine littoral : 0-300m, Concordance avec la loi : Non- conforme, observation : Périmètre réduit par l'urbanisation illicite

BILAN ECOLOGIQUE	Falaise de Bab el Oued : Ce sont les falaises qui se situent entre El Kettani et Qaâ Essour d'une hauteur de 25m et une longueur de 120m, taillées dans les roches schisteuses du substratum primaire qu'on retrouve dans tout l'algérois.
Les forêts :	/
Les exploitations des carrières	/

Bologhine

TABLEAU 15: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE BOLOGHINE.

Les potentialités touristiques	Plage deux moulins –basilique notre dame d'Afrique - le cimetièrè chrétien - le cercle du baron
	L'ancien fort et ses remparts-le monastère des clarisses – l'ancien bastion- la fontaine turque
Inventaire Des Hôtels Classés	/
LES ACTIVITES INDUSTRIELLES	/
LES ACTIVITES AGRICOLES	/
Activités de l'aquaculture	/
Voies carrossables dans la bande des 800m	Route nationale No 11 - Avenue Ziar Abdelkader
LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES D'INTERET GENERAL	Stade Bologhine
	Ambassade de Madagascar
SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES	Dolmens Bologhine Ibn Ziri, EPOQUE : Préhistorique, CLASSEMENT : Liste 1900
	La Basilique Notre Dame d'Afrique
Discordance ZET Par Rapport A La Loi 02.02 Du 05/02/2002 Relative A La Protection Et La Revalorisation Du Littoral :	/
BILAN ECOLOGIQUE	• Falaises de Bologhine : Des côtes rocheuses à roches dures métamorphiques du primaire sont retrouvées tout le long de la commune de Bologhine entre Rais Ville (près du stade de Bologhine) et le début de Rais Hamidou. Les hauteurs varient d'un endroit à un autre mais n'apparaissent pas puisque c'est une zone à forte densité urbaine. Les falaises qui s'étendent sur près de 3800m sont entrecoupées par des plages (Eden, Petit Bassin, Deux Chameaux, Poudrière). Vers l'extrême ouest de la commune, on retrouve longue de 800m environ. La plage de Deux moulins.
Les forêts :	24.93 Ha, Pin d'Alep, Pins
Les exploitations des carrières	/

Rais Hamidou**TABLEAU 16 : TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE RAIS HAMIDOU.**

Les potentialités touristiques	Les criques et les plages –le petit port Rais Hamidou -la demeure de Barberousse
	L'ex-casino-le château turc : pointe Bouamar-l'église de Rais Hamidou-le marabout Tamzali (dans le cimetière Rais Hamidou)
Inventaire Des Hôtels Classés	/
LES ACTIVITES INDUSTRIELLES	<p>Nom : Activité isolée</p> <p>Localisation : Limite sud de la RN 11</p> <p>Activité dominante : Cimenterie</p> <p>Rejet liquide : Les rejets des eaux résiduelles de la cimenterie contiennent des particules et de la poussière de ciment. Provoquent l'altération des eaux de mer du fait que c'est leur milieu récepteur en formant des boues.</p> <p>Rejet gazeux : rejet de poussières fines de ciment</p>
LES ACTIVITES AGRICOLES	/
Activités de l'aquaculture	/
Voies carrossables dans la bande des 800m	Route nationale No 11
LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES D'INTERET GENERAL	Salle omnisport
SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES	La demeure de Barberousse "palais du début de XVI siècle"
	Le château turc "au niveau de la pointe Bou Amar
Discordance ZET Par Rapport A La Loi 02.02 Du 05/02/2002 Relative A La Protection Et La Revalorisation Du Littoral :	/
BILAN ECOLOGIQUE	<p>Les Falaises de Rais Hamidou :</p> <p>Les falaises sont situées à l'Est de la plage Réserve s'étend sur une longueur de 1000m et une hauteur moyenne de 20 m. Les falaises formées dans des roches très anciennes et altérées présentent un risque d'effondrement très avancé. D'énormes pans des falaises se sont effondrés à l'entrée de Rais Hamidou dont les conséquences auraient pu être plus graves si des mesures n'ont pas été prises à temps (partie inférieure du tribunal).</p>
Les forêts :	4,478 Km ² , Pin d'Alep

Les exploitations des carrières	<p>Au niveau de la wilaya d'Alger, sur le domaine littoral sont localisées trois carrières ; deux dans la commune de Hammamet dont une illicite et la troisième dans la commune de Rais hamidou et ce, en plein agglomérations urbaines. L'exploitation de ces dernières à engendrer des impacts négatifs sur le site, à savoir :</p> <p>§ l'altération de la qualité paysagère. § l'émission de poussières dans l'air provoquant des allergies et des maladies respiratoires.</p> <p>La commune de Hammamet renferme une carrière désaffectée qui longe la route nationale N°11. Celles-ci située à la limite Ouest de la commune et avoisinant les habitations. La deuxième carrière exploitée illicitement existe dans les hauteurs de la commune. La présence de la carrière est une contrainte majeure, l'exploitation de cette dernière s'effectue dans le sens Sud et utilise l'espace en contre pente, ce qui forme des falaises abruptes par rapport au relief naturel.</p>
--	---

El Hammamet

TABEAU 17: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE DE EL HAMMAMET.

Les potentialités touristiques	Criques et petites plages - -La grotte Bains romains Le phare du Cap Caxine parc des loisirs et des sports Bainem -le stand de tir de Bainem
Inventaire Des Hôtels Classés	/
LES ACTIVITES INDUSTRIELLES	/
LES ACTIVITES AGRICOLES	Sahel littoral : 0,2863 Km ²
Activités de l'aquaculture	/
Voies carrossables dans la bande des 800m	Route nationale No 11
LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES D'INTERET GENERAL	Salle omnisport école paramédicale hôpital de bainem tribunal. Centre national de recherches forestières.
SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES	Le Phare de Cap Caxine classé depuis 1997 La grotte de Bains Romains « existence d'une source utilisée pour prendre des bains à l'époque antique »
Discordance ZET Par Rapport A La Loi 02.02 Du 05/02/2002 Relative A La Protection Et La Revalorisation Du Littoral :	/

BILAN ECOLOGIQUE	Falaises de Hammamet : Les plages forment l'essentiel du linéaire côtier de la commune de Hammamet entrecoupés aux extrémités par des falaises à lithologie peu dure formées dans des couches gréseuses altérées. Les dénivelés peuvent atteindre 25m de hauteur, la surface des falaises est occupée par des constructions très denses. A l'est de la plage Lamprine, les falaises s'étendent sur 400m, sur 750m à l'est de la plage Marhir , sur 1330m de part et d'autre de la plage Belvédère , sur 320m de part et d'autre de la plage Jumelles. Les côtes rocheuses sont très développées et se répartissent comme suit : à l'ouest de la plage Belvédère, leur longueur est de 400m, à l'ouest de la plage Tirs aux pigeons de 1000m, à l'est et à l'ouest de la plage Jumelles de 120m, de part et d'autre du phare de 2100m.
Les forêts :	1,12639 Km ² , Eucalyptus, Pin d'Alep, Pins, liège...etc.
Les exploitations des carrières	Au niveau de la wilaya d'Alger, sur le domaine littoral sont localisées trois carrières ; deux dans la commune de Hammamet dont une illicite et la troisième dans la commune de Rais Hamidou et ce, en plein agglomérations urbaines. L'exploitation de ces dernières à engendrer des impacts négatifs sur le site, à savoir : § l'altération de la qualité paysagère. § l'émission de poussières dans l'air provoquant des allergies et des maladies respiratoires. La commune de Hammamet renferme une carrière désaffectée qui longe la route nationale N°11.celles-ci située à la limite Ouest de la commune et avoisinant les habitations. La deuxième carrière exploitée illicitement existe dans les hauteurs de la commune. La présence de la carrière est une contrainte majeure, l'exploitation de cette dernière s'effectue dans le sens Sud et utilise l'espace en contre pente, ce qui forme des falaises abruptes par rapport au relief naturel.

Ain Benian**TABLEAU 18: TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA COMMUNE D'AIN BENIAN.**

Les potentialités touristiques	La grotte du grand Rocher Le port El Djemila
Inventaire Des Hôtels Classés	Hôtel Méditerranée 2*30 Chambres 46 lits
LES ZONES D'EXTENSIONS TOURISTIQUES : ZET	La fontaine : 0,57 Km ² Une zone touristique est prévue dans le cadre du PDAU, elle est définie par décret n°88-232 du 5 novembre 1988. La ZET de Ain Benian « la fontaine » occupent une surface de 57 ha et compte 03 Hôtels ainsi que la plage El Bahdja et le port de plaisance.
LES ACTIVITES INDUSTRIELLES	Nom : Zone d'activités, Localisation : A proximité de la limite communale Est, Activité dominante : Production de cosmétiques et de produits pharmaceutiques
LES ACTIVITES AGRICOLES	Sahel littoral : 4,5725 Km ²
Activités de l'aquaculture	/
Voies carrossables dans la bande des 800m	Route nationale No 11
LES EQUIPEMENTS ET OUVRAGES D'INTERET GENERAL	Salle de sport spécialisé institut de sport. Stade institut médical EMA école de police
SITES ET MONUMENTS HISTRIQUES	Forêt de Bainem, EPOQUE : S.N, CLASSEMENT : 02-10-1954 La grotte du grand rocher « endroit où on a trouvé divers outils en silex datant de la préhistoire
Discordance ZET Par Rapport A La Loi 02.02 Du 05/02/2002 Relative A La Protection Et La Revalorisation Du Littoral :	Secteurs : La fontaine, surfaces : 57, Situation dans Situation dans le domaine littoral : 0-300m, Concordance avec la loi : Non-conforme, observation : Périmètre réduit par l'urbanisation illicite
BILAN ECOLOGIQUE	Falaises de Ain Benian : Elles sont situées à l'est du port d'El Djamila et s'étendent sur 6.7km, Les côtes rocheuses forment l'essentiel de la côte de Ain Benian. Elles sont formées dans des roches gréseuses, leur hauteur est moins développée que vers l'est. Le sommet de toutes ces côtes rocheuses sont occupés par des constructions. Ces falaises sont entrecoupées de temps à autre par des criques à fond sableux.
Les forêts :	0,1425 Km ² , Pin d'Alep
Les exploitations des carrières	/

Le tableau 19 présente les données relatives au domaine littoral de la zone d'étude qui s'étale de Bab El Oued à Ain Benian.

TABLEAU 19: DONNEES RELATIVES AU DOMAINE LITTORAL DE LA ZONE D'ETUDE.

URBANISATION	Bab El Oued	Bologhine	Rais Hamidou	El Hammamet	Ain Benian
Surface communale (Km ²)	1,19	2,65	4,99	8,56	13,88
Recensement de la population 2008	63496	47279	29726	22446	67470
Densité de population (Hab./Km²)	53358	17841	5957	2622	4861
Domaine littoral (Km ²)	1,176	2,31	2,953	1,353	9,065
Domaine littoral/commune (%)	98	87,1	91.5	97.6	65.7
Surface zone de servitude des 300 m (Km ²)	0,567	1,08	1,365	1,94	2,77
Surface urbanisée dans la zone de servitude (Km ²)	0,32	0,59	0,78	0,99	1,86
Surface urbanisé/zone de servitude (%)	56,4	54,5	57.1	51	67.1
Linéaire côtier	1,73	3,82	6.15	6.63	9.47
Linéaire Côtier urbanisé	1,73	3,82	6.15	6.63	7.8
% linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier (%)	100	100	100	100	82.3
Surface communale urbanisée (Km²)	0,95	2,47	3,58	1,56	5,97
Taux d'urbanisation (%)	80	93,06	71,65	18,26	43,01

Etat de la pêche :

À la suite de l'enquête réalisée, on a recensé 927 pêcheurs, soit 52 pêcheurs professionnels et 875 plaisanciers, dont 89 utilisant la canne à pêche.

Un seul abri de pêche a été recensé, celui d'Ali la Pointe, et 21 plages d'échouage ont été répertoriées :

- Bab El Oued (Quaâ essour)
- Bologhine (Edan – Petit bassin – Deux Chameaux – Igou – El Barraka)
- Raïs Hamidou (Deux Moulins – la Vigie – Aouinat Hasni – Miramar)
- Hammamet (Campino – Martin – Belvédère – La Fayette – Bekouche – Bainem – Tir aux pigeons – les Jumelles – le Phare)
- Ain Benian (le Grand Rocher)

On a recensé 288 embarcations, dont 26 embarcations utilisées pour la pêche artisanale et 262 pour la pêche plaisancière. Toute la flottille professionnelle est concentrée au niveau de l'abri de pêche Ali la pointe, pour la flottille de pêche, elle est répartie essentiellement entre l'abri de pêche Ali la pointe, mais aussi aux niveaux des plages d'échouage de Quaâ Essour, Eden et Deux Chameaux.

Les engins de pêche utilisés sont : le voile, le trémail, la palangrotte, la palangre de fond, la palangre dérivante, la ligne à canne avec leurre, la ligne à canne avec appât, la ligne de traîne, le fusil harpon.

En ce qui concerne les principaux groupes d'espèces pêchées et leur fréquence de capture, on observe les Sparidae avec 36,36%, les Scombridae avec 12,12%, les Serranidae avec 6,06%, les Carangidae avec 6,06%, les Gadidae avec 4,55% et les Mugilidae avec 4,55%. Ces groupes représentent à eux seuls 69,7% des prises, dont le *Mullus barbatus*, *Boops boops*, *Sarpa salpa*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*, *Oblada melanura*, *Pagellus acarne*, et *Trachurus mediterraneus* sont les principales espèces capturées.

La production estimée est de 40392 kg pour l'année 2017 dans la zone d'étude soit 15336 kg pour la pêche artisanale et 25056 kg pour la pêche plaisancière sur un total de 3264 sorties, dont 996 sorties pour la flottille artisanale et 2238 sorties pour la flottille plaisancière.

Si on compare ces résultats avec ceux des flottilles artisanales et plaisancière de la wilaya d'Alger, on met en évidence que la production totale pour les quatre ports de situés en dehors de la zone d'étude deux à l'est (ports d'Alger et de Tamentfoust) et les deux autres à l'ouest (ports d'El Djamila et Sidi Fredj) est de 274500 kg soit 14% de la production uniquement pour la zone d'étude pour 32% de la flottille exerçant dans la wilaya d'Alger (Refes et al. 2018).

Recensement des points de rejet sur la côte de la zone d'étude :

La figure 47 met en lumière la localisation des diverses natures des eaux : de sources, pluviales et eaux usées avec ses divers types et ce dans les différentes zones du littoral sujettes de l'étude. Comme le secteur est très urbanisé, il est évident que la carte identifie plusieurs points des eaux usées. Cependant et comme l'activité industrielle n'est pas très présente (très faible activité industrielle), les points des eaux usées provenant de cette dernière sont au nombre de 3.

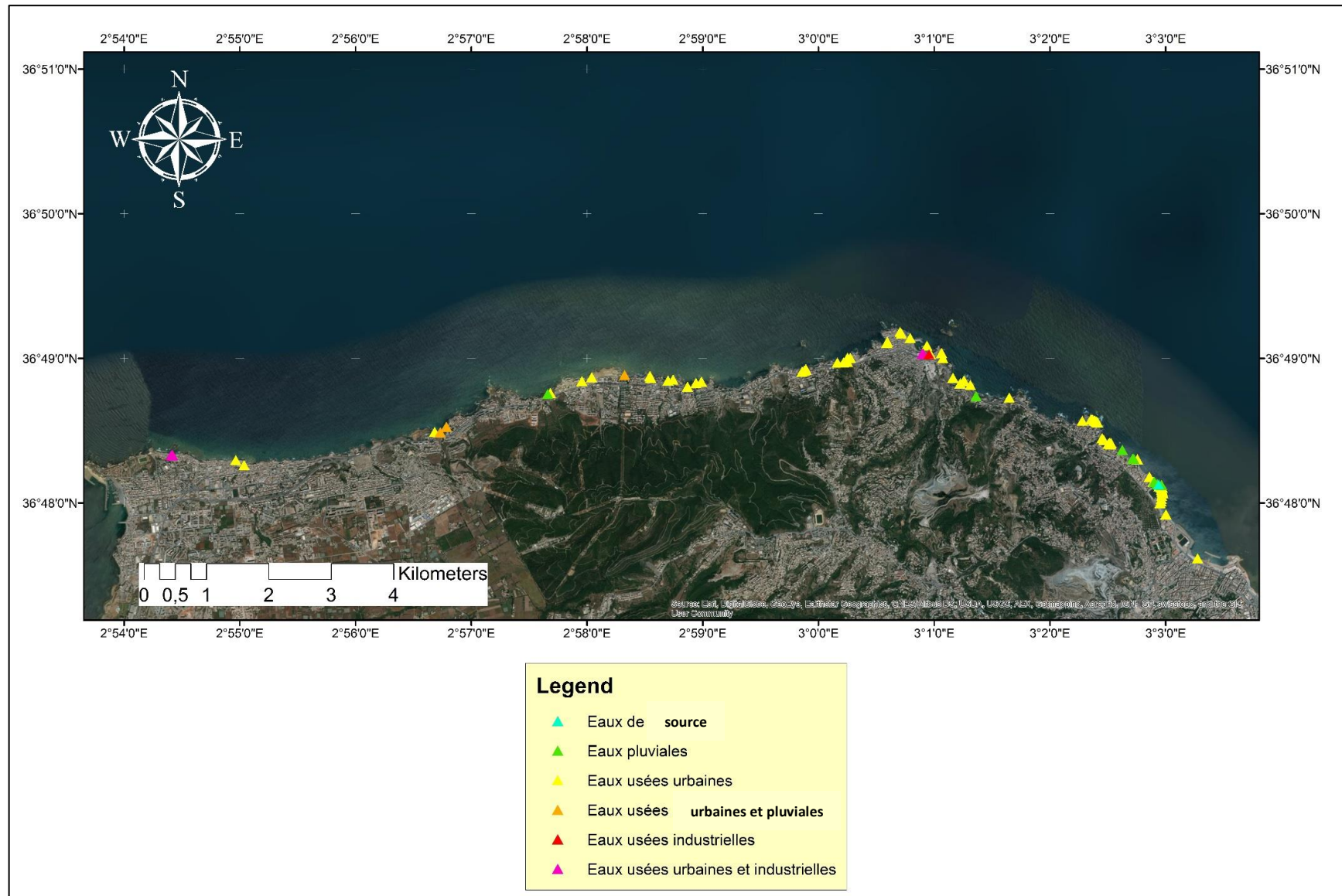


FIGURE 47: POINTS DE REJETS RECENSES.

Comme le montre la figure 48, la surface jaune qui représente l'urbanisation domine la toile d'araignée, plus précisément une forte densité de la population et une forte artificialisation du linéaire côtier et de la zone de servitude de 300m. Ces trois facteurs contribuent le plus dans le score du sous-indice urbanisation. Les activités humaines sont dominées en majorité par les activités de la pêche artisanale (les engins de pêche passifs) et touristiques (fondé par/sur communauté local), avec l'absence de l'activité d'aquaculture.

L'assainissement dans la zone d'étude présente un système incapable et défaillant, qui est dû au pompage passif des rejets domestiques et industriels. Ce système n'assure pas la collecte des rejets au-dessous du réseau collecteur et ça explique le nombre élevé des différents types de rejets dans la zone. De ce fait, les facteurs d'assainissements et de rejets contribuent majoritairement dans le score des vecteurs de pollution. On signale l'absence de décharges sauvages ou réglementées dans la zone.

En terme d'infrastructure, on remarque que les communes de Rais Hamidou et Ain Benian sont desservies par infrastructure routière et portuaire plus importante que les autres communes. Pour la protection réglementaire, et afin d'atténuer les impacts de ces pressions, la zone est partiellement couverte par la loi n° 02-02 relative à la protection et à la valorisation du littoral. Mais on remarque nettement la faible application de ces dispositifs sur le terrain.

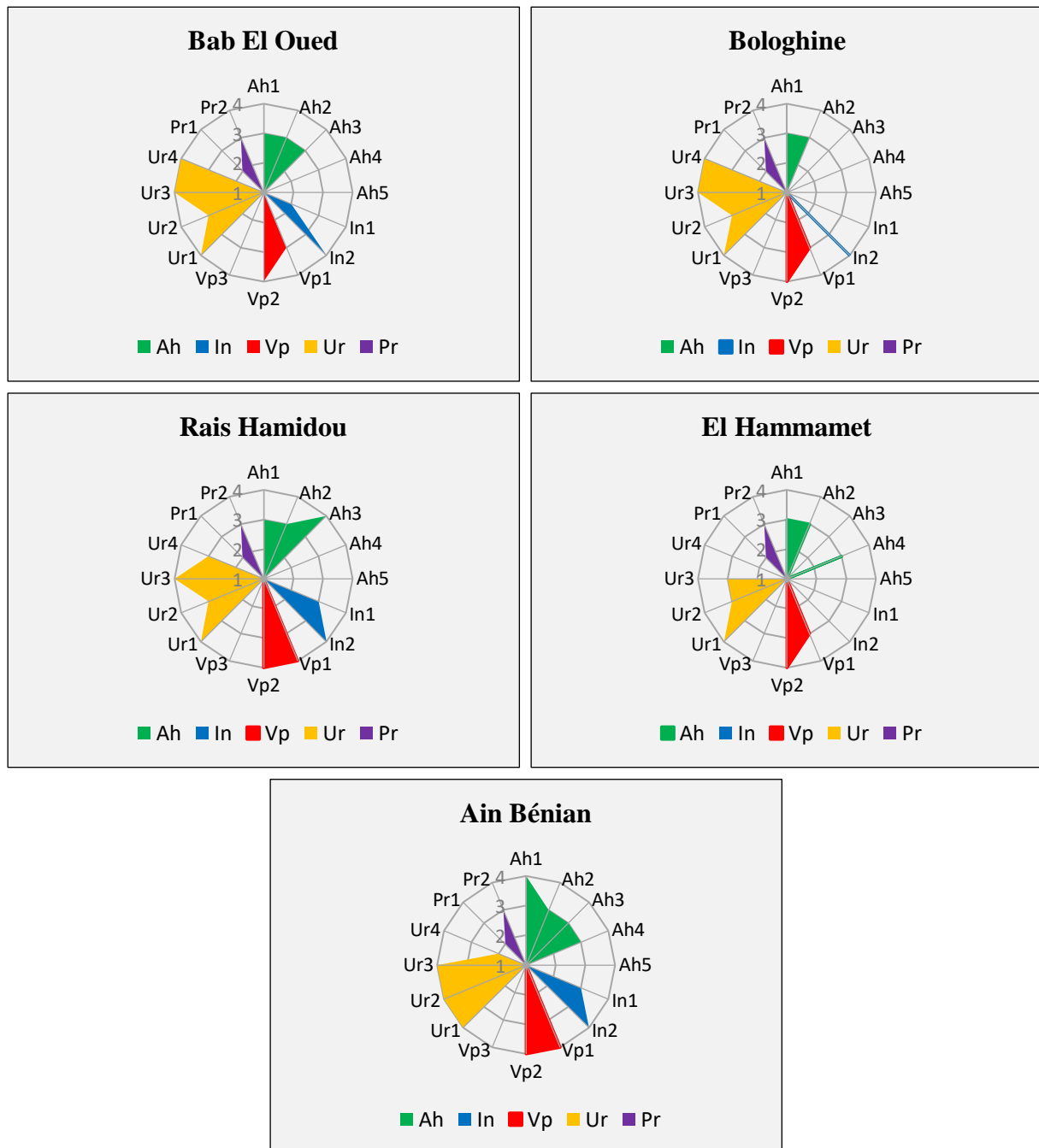


FIGURE 48: GRAPHIQUE RADAR A L'ECHELLE FIRST-POINT POUR LES CINQ COMMUNES.

3.2.2 MID-POINT

Les résultats de distribution des scores des quatre sous-indices relatifs aux pressions anthropiques sont illustrés en figure 49. Les résultats montrent que les scores les plus élevés se rencontrent dans l'urbanisation (Ur) qui contribue majoritairement aux pressions exercées sur la zone côtière de ces communes.

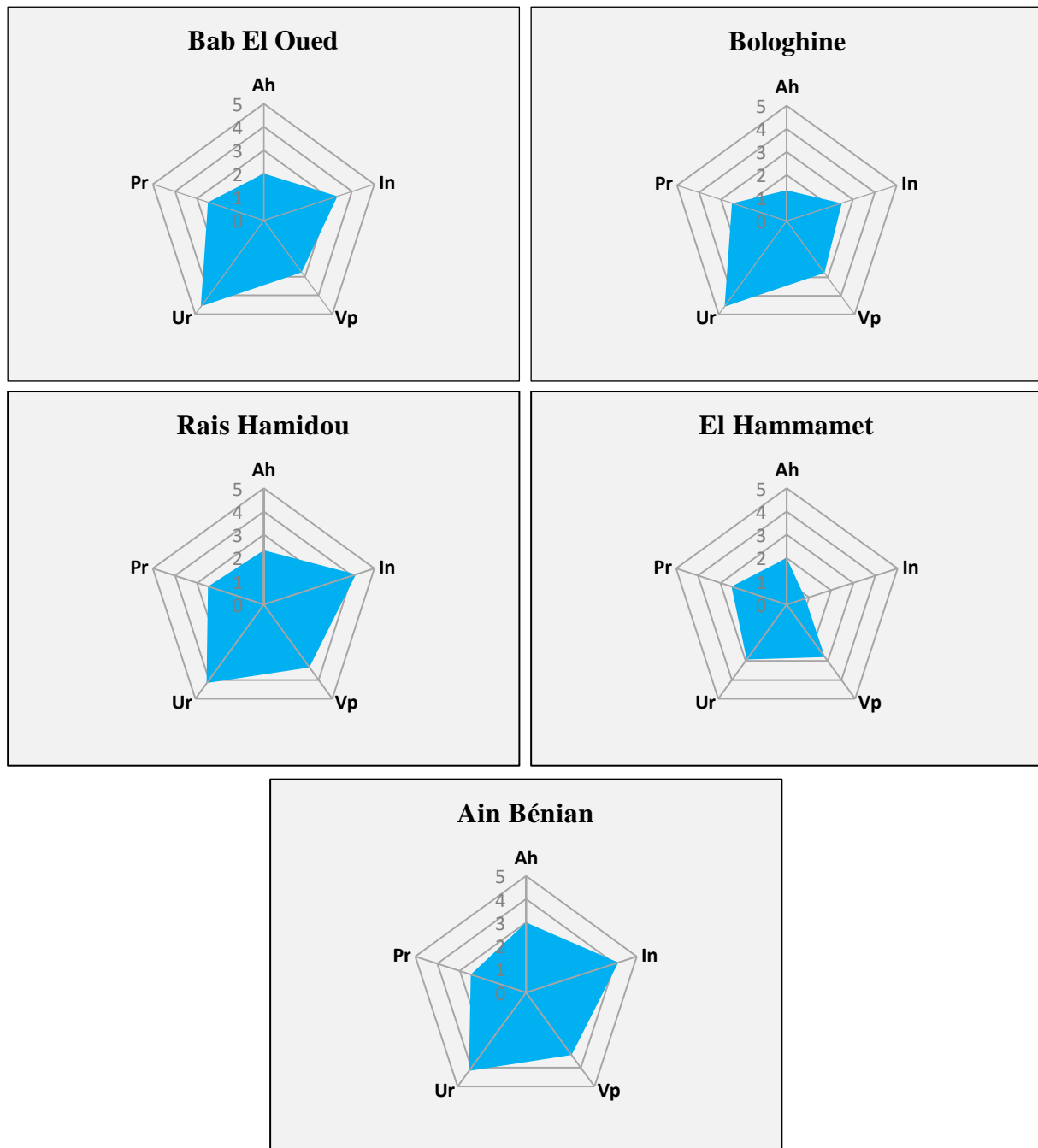


FIGURE 49: GRAPHIQUE RADAR A L'ECHELLE MID-POINT POUR LES CINQ COMMUNES.

D'après le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Wilaya d'Alger PDAU (2016) (Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities 2016), Bab El Oued fait partie de l'hypercentre, tandis que les communes de Bologhine et Rais Hamidou sont considérées comme une couronne urbaine (Aire urbaine centrale), et pour la commune d'El Hammamet, qui est considérée comme une agglomération urbaine complémentaire dans laquelle on trouve la forêt de Bainem qui occupe 75 % de sa surface ce qui explique le faible taux d'urbanisation dans la commune. La contribution des activités humaines a une ampleur qui varie de faible à moyenne sur toutes les communes sauf Ain Bénian, étant donné que celle-ci est une zone d'activité économique et touristique.

En ce qui concerne la pression exercée par les infrastructures, on remarque qu'elle est très élevée dans les communes de Rais Hamidou et Ain Benian et à faible intensité dans les autres communes. Le sous-indice « vecteurs de pollution », présente une forte intensité dans les cinq communes et forme un pilier principal dans la constitution de l'indice d'intensité des pressions anthropiques.

3.2.2.1 ACTIVITES HUMAINES (Ah)

L'illustration du résultat des analyses des activités humaines (Figure 50) montre que la commune d'Ain Bénian est la seule commune de notre zone d'étude qui présente une forte intensité d'activités humaines. Ce constat est tout à fait logique puisqu'il s'agit d'une zone d'activité économique et touristique. Par contre, les communes d'El Hammamet, Rais Hamidou et Bab El Oued présentent une intensité moyenne d'activités humaines. Seule la commune de Bologhine présente une faible intensité d'activités humaines, c'est une commune avec une faible activité socio-économique (ville résiduelle), ce qui explique cette faible intensité.

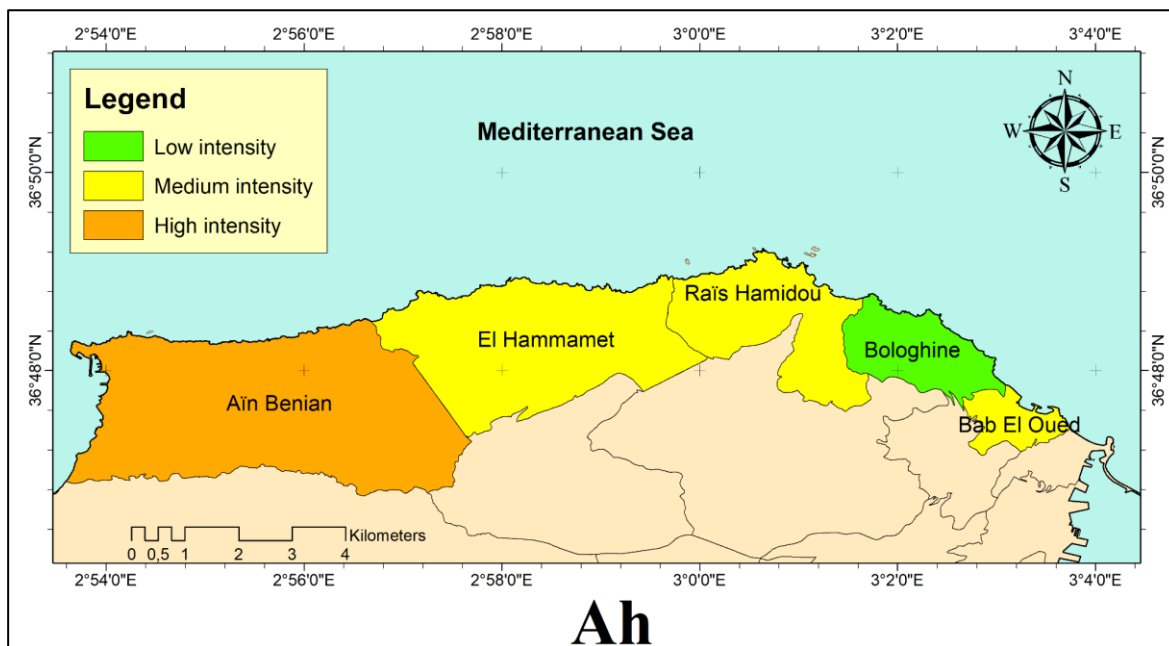


FIGURE 50: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES ACTIVITES HUMAINES (Ah) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.

3.2.2.2 INFRASTRUCTURES (In)

Sur le plan des infrastructures (Figure 51), on observe entre les communes en question des différences de niveaux dans l'importance des infrastructures. Ain Benian et Rais Hamidou sont les communes dont le niveau d'intensité d'infrastructure est très élevé, et qui sont desservies à la fois par des infrastructures routières et portuaires.

La commune de Bab El Oued figure au deuxième rang des communes à forte intensité d'infrastructures, suivie de Bologhine et en dernière position, la commune d'El Hammamet dont la

superficie communale est largement couverte par la forêt de Bainem et ne dispose pas d'infrastructures routières importantes.

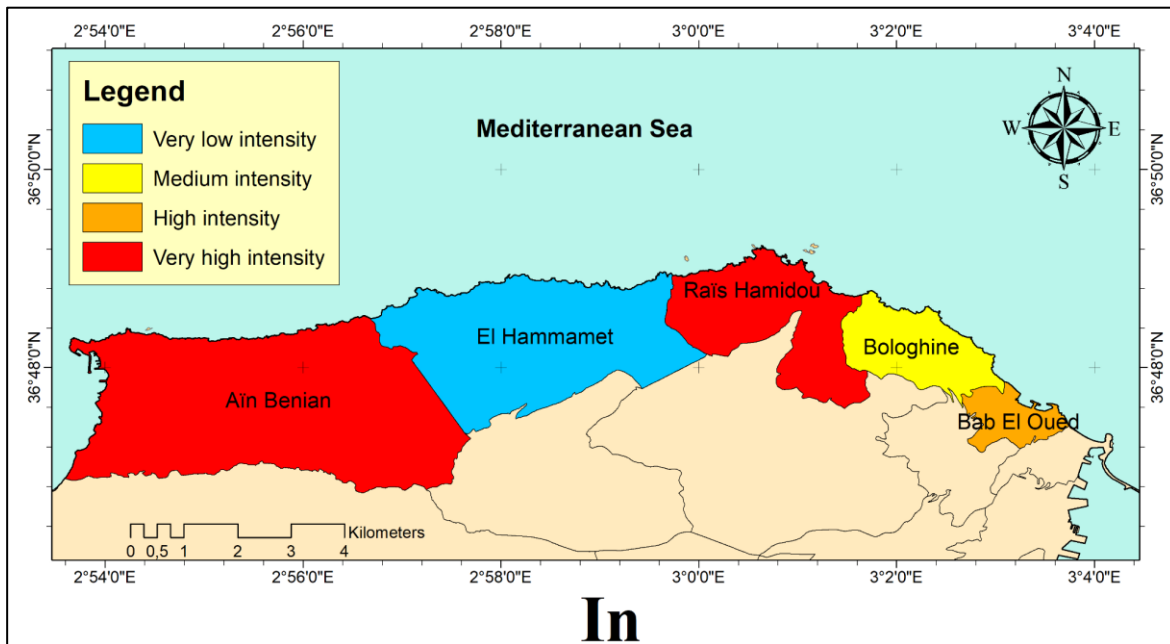


FIGURE 51: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES INFRASTRUCTURES (IN) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.

3.2.2.3 VECTEURS DE POLLUTION (Vp)

L'analyse des données brutes relatives aux vecteurs de pollution nous a conduit à l'élaboration de la carte suivante (Figure 52).

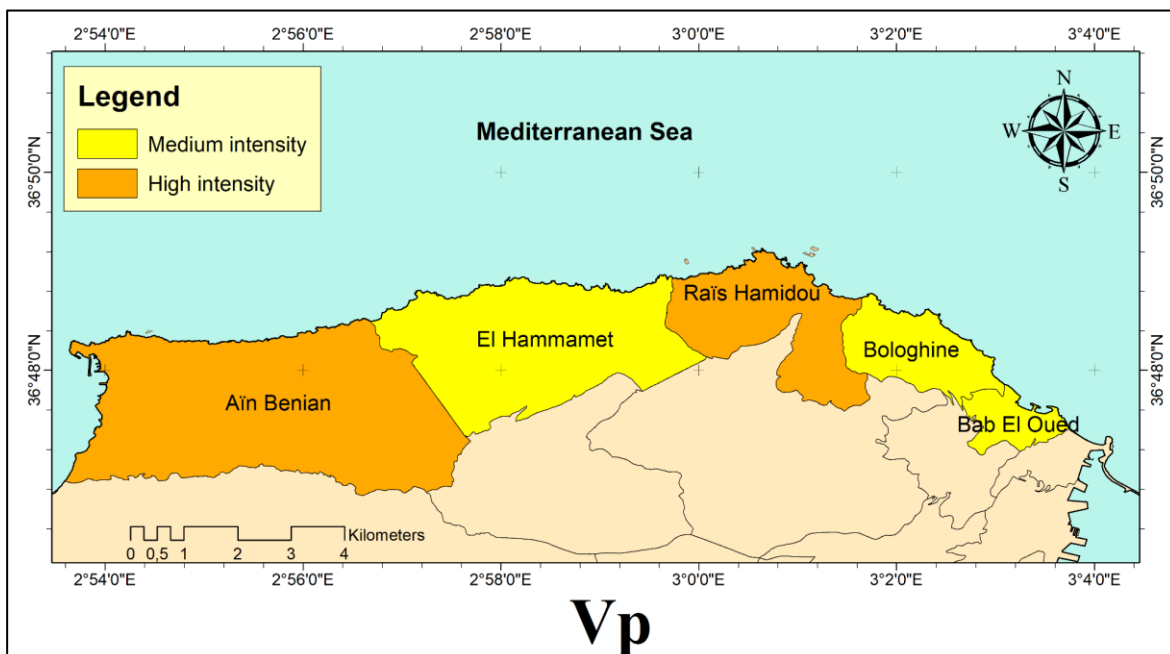


FIGURE 52: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES VECTEURS DE POLLUTION (VP) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.

Les communes d'Ain Benian et de Rais Hamidou sont celles qui présentent une forte intensité en termes de vecteur de pollution en raison du nombre élevé de points de rejet en mer et de la

défaillance du réseau d'égouts. Alors que les autres communes d'El Hammamet, Bologhine et Bab El Oued présentent une intensité moyenne.

3.2.2.4 URBANISATION (Ur)

L'urbanisation (Figure 53), la bête noire de l'environnement des villes côtières et Alger ne fait pas exception. La carte montre clairement que toutes les communes en question présentent une intensité d'urbanisation forte à très forte. C'est devenu une implication dont il faut tenir compte. Il faut donc concevoir les futurs plans de prévention en s'appuyant sur l'ingénierie.

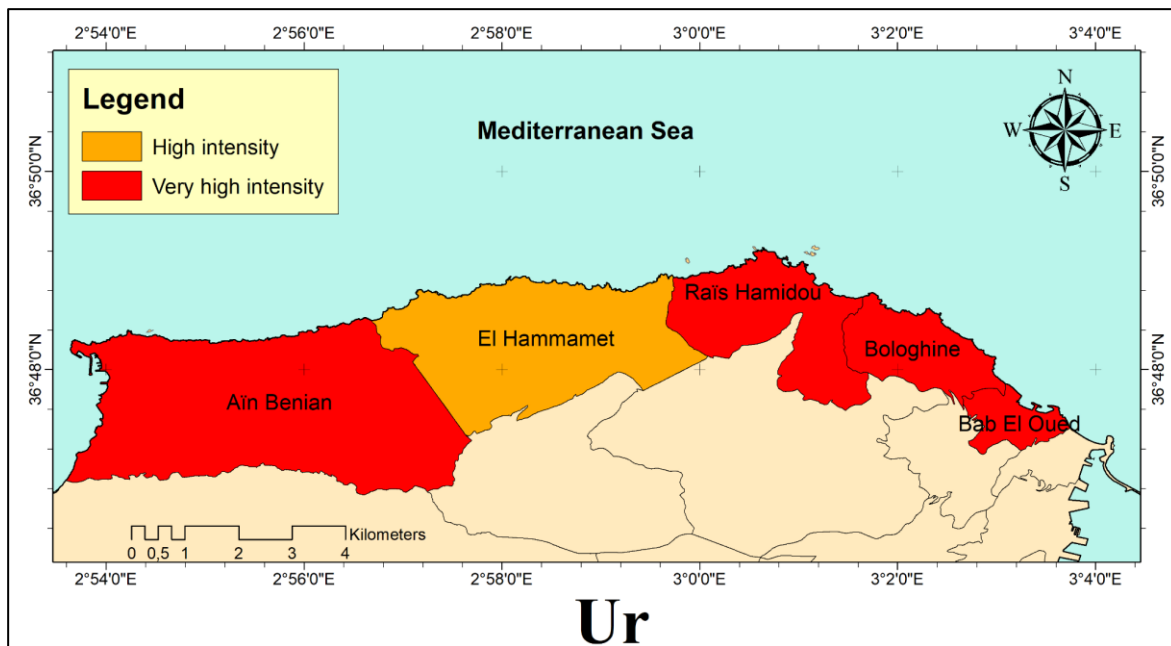


FIGURE 53: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DE L'URBANISATION (Ur) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.

3.2.2.5 PROTECTION REGLEMENTAIRE (Pr)

Bénéficiant d'une batterie de lois et de conventions internationales ratifiées, l'Algérie a pu couvrir par voie réglementaire la plupart des problèmes liés à l'environnement marin et côtier (selon les résultats de l'enquête réalisée par le questionnaire de l'Annexe 6). En revanche, et suite à un audit environnemental, un écart important a été constaté entre la réglementation en vigueur et son application sur le terrain. En conséquence, le résultat final de cet indice (Figure 54) montre une protection réglementaire moyenne dans toutes les communes de la zone d'étude.

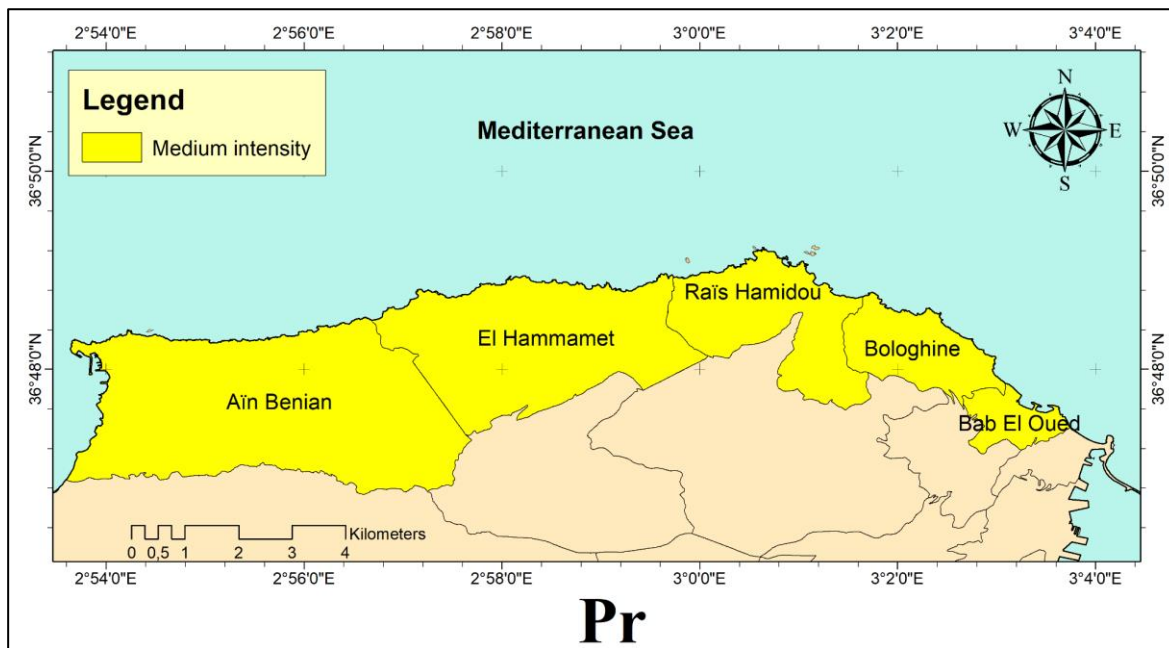


FIGURE 54: DISTRIBUTION DU NIVEAU DE PROTECTION REGLEMENTAIRE (PR) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.

3.2.3 ENDPOINT : ILLUSTRATION DE L'INDICE DE PRESSIONS ANTHROPIQUES (IPA)

Dans cette dernière échelle d'analyse et en modélisant (Annexe 7) les données précédentes, relatives aux pressions anthropiques exercées sur zone d'étude, on remarque à partir de la Figure 55 que les communes de Ain Benian, Rais Hamidou et Bab El Oued présentent une forte intensité des pressions anthropiques, tandis que les autres communes présentent une intensité moyenne, qui correspond aux observations sur terrain.

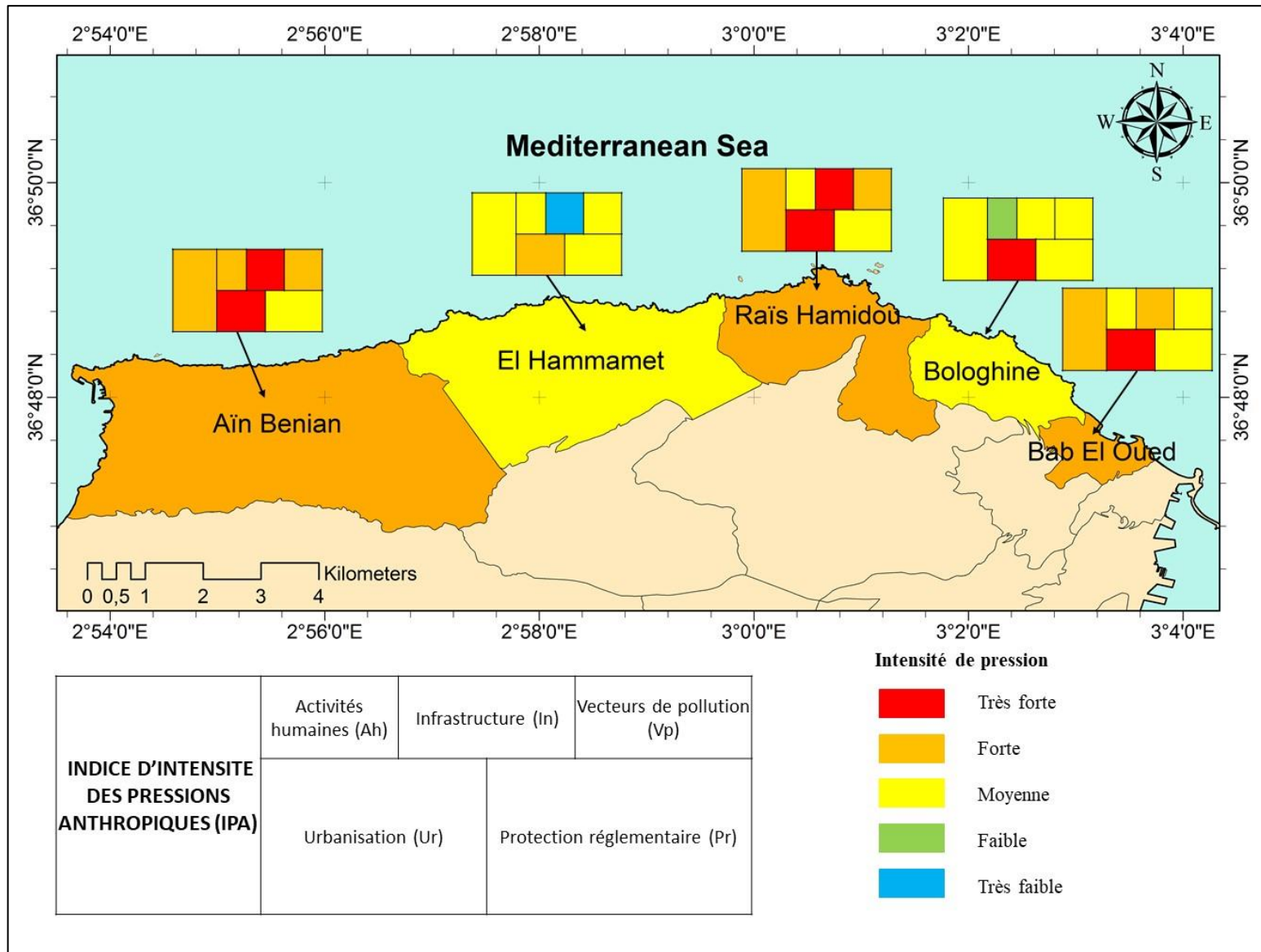


FIGURE 55: DISTRIBUTION DE L'INTENSITE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES (IPA) DANS LES DIFFERENTES COMMUNES DE LA ZONE D'ETUDE.

Il est à noter que 40 % des communes de la zone d'étude exercent une intensité moyenne des pressions anthropiques, tandis que 60 % des communes exercent une forte intensité (Figure 56).

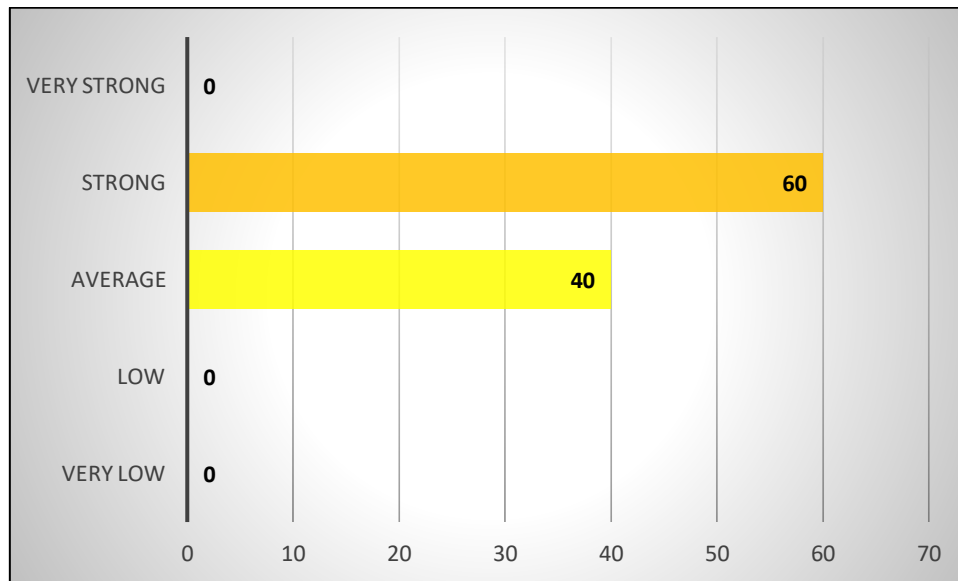


FIGURE 56: POURCENTAGE DE SURFACE OCCUPEE PAR LES DIFFERENTS NIVEAUX D'INTENSITE DE PRESSION.

3.3 EVALUATION DE LA VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX.

Les résultats évalués pour la vulnérabilité (Annexe 8) sont illustrés dans la Figure 57. À partir de cette carte, on voit que la majorité des zones présentent une moyenne à forte vulnérabilité environnementale surtout au niveau des communes de Bab El Oued, Rais Hamidou et Ain Benian. Ce résultat peut être expliqué par les fortes pressions anthropiques exercées par la majorité de ces communes sur leurs linéaires côtiers respectifs. Cependant, les zones présentant une faible vulnérabilité environnementale sont visibles dans les communes d'El Hammamet et Bologhine, en raison de pressions anthropiques moyennes exercées par ces deux communes sur leurs linéaires côtiers respectifs.

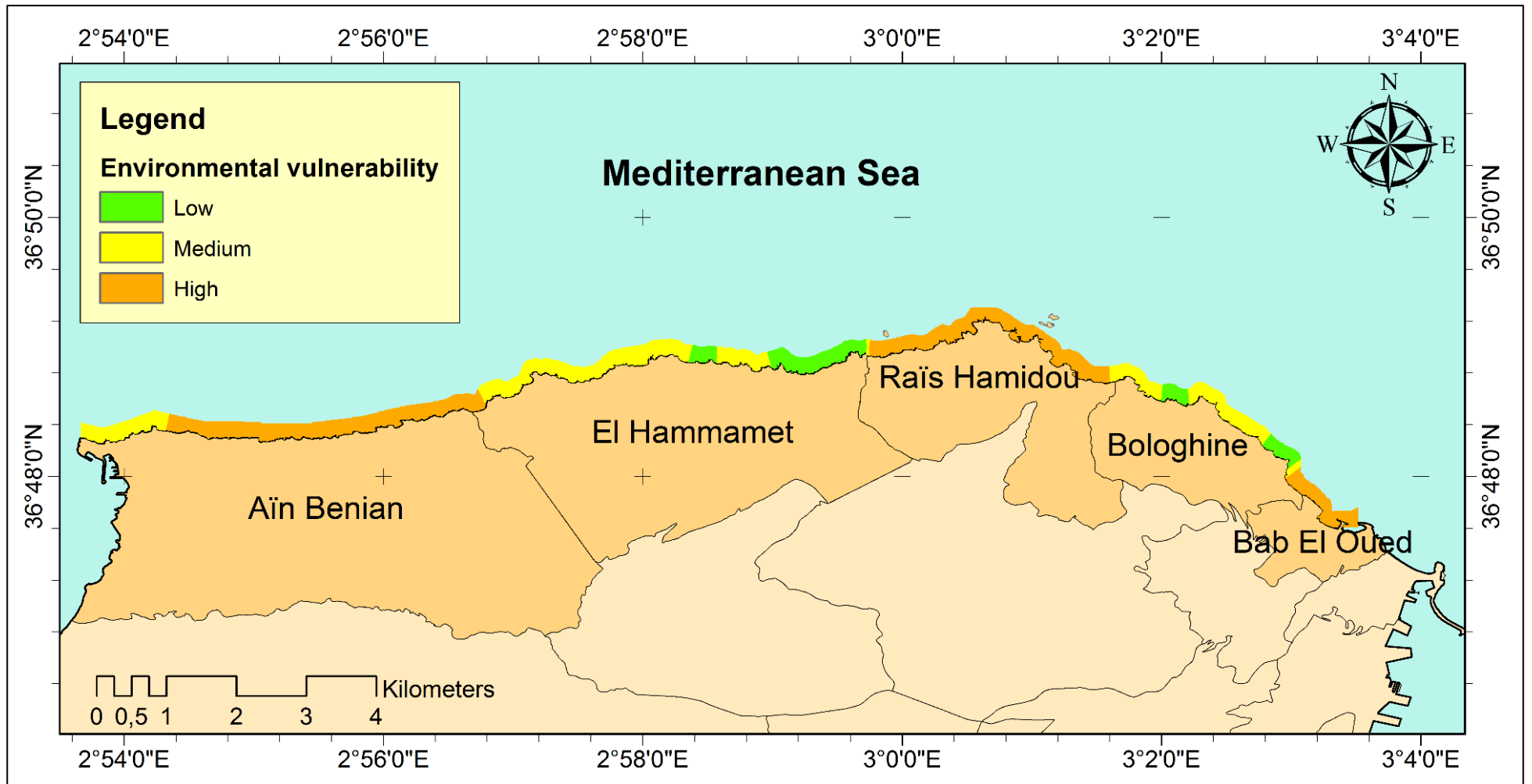


FIGURE 57: DISTRIBUTION DE LA VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE (ISEEL) DANS LA ZONE D'ETUDE.

On note que 48,98 % de la superficie totale de la zone présente une forte vulnérabilité. Ainsi que, La zone moyennement vulnérable représente 38,78 %, tandis que les zones de faible vulnérabilité marquent un pourcentage de 12,24 % (Figure 58).

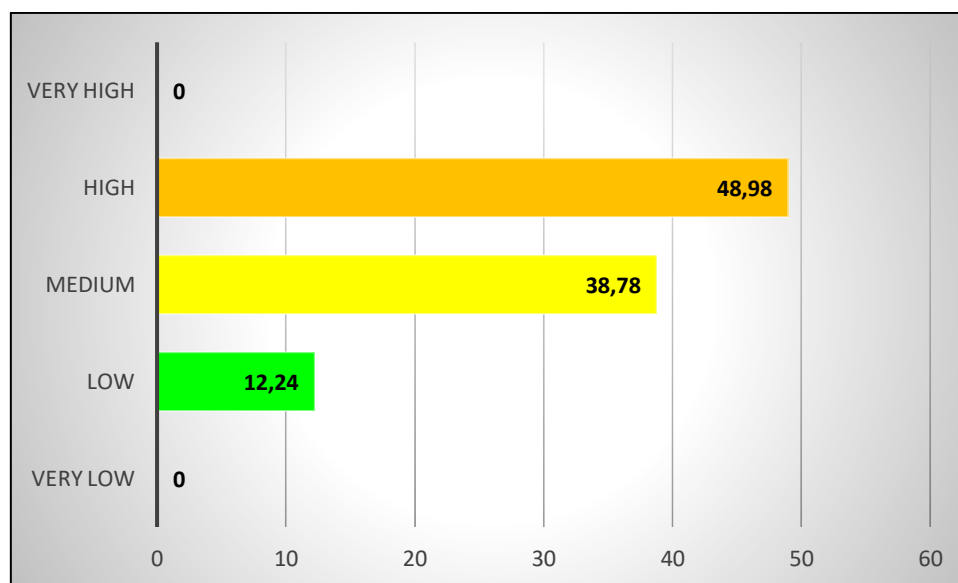


FIGURE 58: POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE OCCUPEE PAR DIFFERENTS NIVEAUX DE VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE.

Afin d'aider les fonctionnaires gouvernementaux à élaborer des politiques environnementales appropriées, nous avons classé les communes de cette zone en deux catégories sur la base de leur vulnérabilité et de ses deux composantes, sensibilité et pression :

- (i) Les communes de faible à moyenne sensibilité avec une pression anthropique modérée concernent, les communes de Bologhine et El Hammamet. Elles ont une vulnérabilité faible à moyenne. Pour une telle situation, la préoccupation la plus importante n'est pas la pression anthropique elle-même mais plutôt le facteur intrinsèque de la sensibilité de ces écosystèmes littoraux. Bien que ces deux communes n'aient pas un besoin immédiat d'élaborer des politiques environnementales mais la qualité de l'environnement doit être surveillée d'une manière constante.
- (ii) Les communes à sensibilité moyenne avec une forte pression anthropique concernent les communes de Bab El Oued, Rais Hamidou et Ain Benian qui ont une forte vulnérabilité, exigent une politique qui donne une priorité à l'amélioration de la qualité de l'environnement. Cela indique que les mesures de protection doivent viser la conservation des écosystèmes littoraux et non pas réglementées les activités socio-économiques susceptibles d'avoir un impact sur celui-ci. De ce fait, il faut élaborer en urgence une politique axée sur la gestion des ressources naturelles. Si des politiques concernant la protection et la restauration de la nature sont mises en œuvre, la sensibilité environnementale à l'exposition peut être réduite à moyen et à long terme.

Le résultat obtenu pour la sensibilité dans la zone d'étude montre que cette dernière variée de moyenne (79.5 %) à forte (20.5 %). Tandis que, Fattal *et al.* (2010) trouvent que la sensibilité environnementale dans l'île de Noirmoutier (France) varié de faible (65 %), moyen (25 %) et forte (15 %). Ceci peut s'expliquer de fait que la localisation géographique des zones d'étude est différente. Dans ce même cas de figure, ces auteurs ont signalé le manque d'information relative à l'abondance, la biomasse et la biodiversité pour évaluer la sensibilité biologique. Pour remédier à ce manque, ils ont procédé par une méthode décrite par Nansingh and Jurawan (1999). Dans la présente étude, nous avons pu recueillir les paramètres biodiversités des poissons et du macrofaune benthique.

Nos résultats sur la pression anthropiques de ces communes d'Alger sont semblable à ceux obtenus par Rabehi et al. (2018) et MIHOUBI M.K., BELKESSA R. (2014) en terme d'urbanisation, de densité de la population et du réseau routier.

- CONCLUSION GENERALE

Cette étude propose une première tentative d'évaluation de la vulnérabilité environnementale des écosystèmes côtiers à l'échelle locale en intégrant des indicateurs spécifiques, qui permettent d'examiner la sensibilité des écosystèmes côtiers et la pression anthropique.

L'effort de recherche a porté d'une part sur le développement de cette approche et d'autre part sur la qualité des données pour établir l'inventaire de la vulnérabilité en fonction des conditions réelles de la zone.

Nous avons constaté que la sensibilité environnementale des écosystèmes côtiers dans notre zone d'étude est généralement moyenne.

Ces écosystèmes sont exposés à des pressions anthropiques qui vont de moyennes à élevées. En conséquence, nous avons constaté que la vulnérabilité environnementale dans la zone d'étude varie dans la majorité des cas de moyenne à forte.

L'indice ISEEL développé par les quatre piliers a montré son efficacité dans cette étude comme un outil approprié, puisque les résultats nous ont permis de classer les côtes selon leur sensibilité environnementale et nous ont donné une vision sur les secteurs qui ont une haute priorité dans une situation de menace, contrairement aux zones de faible sensibilité où la gestion de la restauration peut être utilisée.

En outre, cette étude a également introduit un paramètre innovant qui peut être utilisé pour évaluer en cascade les pressions anthropiques exercées par les municipalités sur leurs côtes.

Cette approche a prouvé son efficacité pour évaluer la vulnérabilité environnementale des écosystèmes côtiers et ses deux composantes (sensibilité et pression). En confrontant les résultats finaux de la vulnérabilité avec :

- Les données brutes non synthétisées, qui sont utilisées pour construire ce travail.
- Les remarques contenues dans les documents officiels de l'Etat tels que "le cadastre, le schéma directeur d'urbanisme et d'aménagement, le plan d'occupation des sols".

Nous en concluons que les résultats obtenus reflètent bien la réalité. En conséquence, ces résultats (Tableau 19) peuvent être utilisés pour guider les décideurs dans leur prise de décision afin de prioriser les efforts de gestion et de planification à l'avenir.

TABLEAU 20: TABLEAU DE BORD POUR GESTIONNAIRE.

	Sb	Sg	Ch	Ip	Sensibilité	Ah	In	Vp	Ur	Pr	Pression	Vulnerabilité
Bab El Oued	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow	Orange	Orange
Bologhine	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow
	Orange	Blue	Green	Orange	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Orange	Green
	Orange	Blue	Green	Orange	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Orange	Green
	Yellow	Blue	Green	Orange	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow
	Orange	Blue	Green	Orange	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Orange	Yellow
Rais Hamidou	Orange	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Yellow	Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
El Hammamet	Yellow	Blue	Green	Orange	Green	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Green
	Yellow	Blue	Green	Orange	Green	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Green
	Orange	Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow
	Orange	Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow
	Red	Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow
Ain Benian	Red	Green	Green	Orange	Yellow	Orange	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Red	Green	Green	Orange	Yellow	Orange	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Orange	Yellow	Orange	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Yellow	Yellow	Orange	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Orange
	Orange	Blue	Green	Yellow	Green	Orange	Red	Orange	Red	Yellow	Orange	Yellow

Légendes :

Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte

- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbasov RK, Smakhtin VU (2012) Indexing the Environmental Vulnerability of Mountain Streams in Azerbaijan. *Mt Res Dev* 32:73–82. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00012.1>
- Adger WN (2006) Vulnerability. *Glob Environ Chang* 16:268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Adger WN, Hughes TP, Folke C, et al (2005) Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. *Science* (80-) 309:1036 LP – 1039
- Aminot A, CHAUSSEPIED M, FRA CN pour l'Exploitation des O (C. NEXO). B (1983) Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest
- Anras L, Guesdon S (2007) Hydrologie des marais littoraux - Mesures physicochimiques de terrain
- Antenne administrative du port de pêche El Djamilia (2018) Etat de la pêche dans la zone de Bab El Oued à Ain Bénian. Alger
- APPL (2013a) Caracteristiques techniques des plages. Alger
- APPL (2013b) Bilan de la qualité des eaux de Baignade du littoral Algérois de 1999 à 2013
- Aretano R, Semeraro T, Petrosillo I, et al (2014) Mapping ecological vulnerability to fire for effective conservation management of natural protected areas. *Ecol Modell.* <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.09.017>
- Barragán JM (2014) Política, gestión y litoral. UNESCO, Madrid: Tebar
- Bigot L (2006) Les Communautés De Macrofaune Benthique Des Sédiments Côtiers En Zone Tropicale Non Récifale: Diversité Et Réponses Aux Modifications De L'Environnement Marin À La Réunion (Océan Indien). Université de la Réunion
- Caniani D, Labella A, Lioi DS, et al (2016) Habitat ecological integrity and environmental impact assessment of anthropic activities: A GIS-based fuzzy logic model for sites of high biodiversity conservation interest. *Ecol Indic* 67:238–249. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.038>
- CAR/ASP (2005) Programme d'Aménagement Côtier (PAC) " Zone côtière algéroise " Protection des sites sensibles naturels Rapport de troisième phase – Éléments de plan de gestion pour la zone littorale –
- Carpenter SR, Bennett EM, Peterson GD (2006) Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecol Soc* 11:29. <https://doi.org/29\rArtn 29>
- Chapman D (1996) Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota , Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition. Chapman & Hall, London
- CHAPMAN D (1992) Water quality assessment: A guide to the use of biota, sediment and water

- in environmental monitoring, First edition
- CNL (2007) recensement des points de rejets. Alger
- Cuttelod A, Garcia N, Abdul Malak D, et al (2008) The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. Switzerland
- Daeden J (2015) Analyse des pressions anthropiques sur l'environnement littoral européen et français. Université de La Rochelle
- De Andrés M, Barragán JM, Scherer M (2018) Urban centres and coastal zone definition: Which area should we manage? *Land use policy* 71:121–128. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.038>
- Doukakis E (2005) Coastal vulnerability and risk parameters. *Eur Water* 11:3–7
- Dutrieux E, Canovas S, Denis J, et al (2000) Methodological Guide for the Elaboration of Vulnerability Maps of the Coastal Zones of the Indian Ocean. Réalisé par Créocéan, Ifremer et Arvam pour le compte de l'UNESCO/IOC et le PRE-COI/UE
- Fattal P, Maanan M, Tillier I, et al (2010) Coastal Vulnerability to Oil Spill Pollution: the Case of Noirmoutier Island (France). *J Coast Res* 26:879–887
- Fattal P, Robin M, Pottier P (2007) Évaluation de la vulnérabilité côtière face aux pollutions par hydrocarbures: Application à l'île de Noirmoutier. *Territ en Mouvement* 54–69. <https://doi.org/10.4000/tem.551>
- Fosse J, Tellier J Le (2016) Promouvoir un tourisme durable et inclusif en Méditerranée lignes directrices pour un tourisme durable en Méditerranée
- Fritzsche K, Schneiderbauer S, Bubeck P, et al (2017) Guide de référence sur la vulnérabilité Concept et directives pour la conduite d'analyses de vulnérabilité standardisées. Berlin
- Grall J, Coïc N (2006) Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier
- Guit B, Nedjimi B, Chakali G, Guibal F (2016) État sanitaire des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de Senalba (Djelfa, Algérie). *71:156–167*
- Guit B, Nedjimi B, Guibal F, Chakali G (2015) Dendroécologie du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en fonction des paramètres stationnels dans le massif forestier de Senalba (Djelfa, Algérie). *70:32–43*
- He L, Shen J, Zhang Y (2018) Ecological vulnerability assessment for ecological conservation and environmental management. *J Environ Manage* 206:1115–1125. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2017.11.059>
- Henri É, Singh B, André P (2002) Vulnérabilité de la zone côtière du Bénin à un rehaussement relatif du niveau marin : état de la question et préconisations / Vulnerability of the Coastal Zone of Benin to a Relative Sea Level Rise : State of the Problem and Recommendations. *Ann*

- HURBAL (2016) Résultats des analyses bactériologiques des eaux de mer. Alger
- ISL-BRGM (2006) Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles. Rapport de tâche R3114
- J. S, Teck BS, Halpern C V, Kappel, Fiorenza Micheli, Kimberly A. Selkoe, Caitlin M. Crain, Rebecca Martone, Christine Shearer, Joe Arvai, Baruch Fischhoff, Grant Murray RN and RC (2010) Using expert judgment to estimate marine ecosystem vulnerability in the California Current. *Ecol Appl* 20:1402–1416
- Khelil N, Larid M, Grimes S, et al (2019) Challenges and opportunities in promoting integrated coastal zone management in Algeria: Demonstration from the Algiers coast. *Ocean Coast Manag* 168:185–196. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.11.001>
- Laboratoire d'étude maritimes (LEM) (2014) Etude de délimitation du domaine public maritime de la Wilaya d'Alger. Alger
- Le Berre I, David L, Nogues L, et al (2010) Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines, annexe technique du Plan ORSEC du département de la Seine-Maritime, Annexe technique du plan Polmar-Terre. Brest
- Li L, Shi Z, Yin W, et al (2009) A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area , China. 220:3439–3447. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.09.005>
- Lorant-Plantier É (2014) Un indicateur global d'évaluation de la vulnérabilité écologique du milieu le long de grandes infrastructures linéaires : Pourquoi ? Comment ? *Cybergeog Eur J Geogr [En ligne]* 1–32. <https://doi.org/DOI : 10.4000/cybergeog.26362>
- Maanan M, Maanan M, Rueff H, et al (2018) Assess the human and environmental vulnerability for coastal hazard by using a multi-criteria decision analysis. *Hum Ecol Risk Assess An Int J* 7039:1–17. <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1421452>
- Mauvais J-L (1997) Gestion du littoral et compatibilité des activités. Les problèmes du littoral breton., Le littoral “entre nature et politique”., L'Harmatta
- Mauvais J-L, Goarnisson R (1999) Etat de l'environnement sur la façade atlantique, Editions Q. France
- McFadden L, Nicholls RJ, Vafeidis A, Tol RSJ (2007) A Methodology for Modeling Coastal Space for Global Assessment. *J Coast Res* 234:911–920. <https://doi.org/10.2112/04-0365.1>
- McLaughlin S, Andrew J, Cooper G (2010) A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers? *Environ Hazards* 9:233–248. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2010.0052>
- Menad W (2013) Risques de crue et de ruissellement superficiel en métropole méditerranéenne : cas de la partie ouest du Grand Alger. Université Paris-Diderot - Paris VII

- MIHOUBI M.K., BELKESSA R. LMA (2014) International Journal of Environmental Science and Development. Study Vulnerability Coast Areas Alger Basin with GIS 5:522–525. <https://doi.org/10.7763/IJESD.2014.V5.538>
- Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities (2016) Master Plan of Development and Urban Planning of Algiers
- Ministry of the environment (2007) Boundary of Algiers coastal domain
- Ministry of the environment (2004) Coastal Cadastre of Algiers
- Ministry of the environment (2012) Study on the vulnerability and adaptation to climate change and natural hazards in Algiers
- MREE, UNEP, PAP/RAC, PAM-MedPartnership (2015) National Strategy for Integrated Coastal Zone Management 2015-2030
- Nansingh P, Jurawan S (1999) Environmental Sensitivity of a Tropical Coastline (Trinidad, West Indies) to Oil Spills. *Spill Sci Technol Bull* 5:161–172. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1353-2561\(98\)00052-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1353-2561(98)00052-8)
- National Statistics Office (2011) General Census of Population and Housing
- Office National de la météorologie ONM (2017) Données météorologiques. Alger
- Pennanguer S (2005) Incertitude et concertation dans la gestion de la zone côtière. L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes
- Plan Bleu (2015) Climate risk management tools: Towards a multi-scale coastal risk index for the Mediterranean
- Potter A, Klutse A, Snehalata M, et al (2012) L'évaluation des niveaux de service d'assainissement. *pays-bas*
- Puente-Rodríguez D, Giebels D, de Jonge VN (2015) Strengthening coastal zone management in the Wadden Sea by applying “knowledge-practice interfaces.” *Ocean Coast Manag* 108:27–38. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.05.017>
- Rabehi W, Guerfi M, Mahi H (2018) Cartographie de la vulnérabilité des communes de la baie d'Alger. *Méditerranée* [Online], Varia
- Refes W, Kribel F, Silhadi MA, Semahi NA (2018) Importance de la pêche artisanale et plaisancière dans une zone côtière urbanisée algéroise : Bab El Oued – Ain Bénian. In: 1er Colloque international bio-ressource, économie bleue et verte. Hammamet, p 1
- Rodier J, Legube B, Merlet N, Brunet R (2009) L'analyse de l'eau - 9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod
- Sahoo S, Dhar A, Kar A (2016) Environmental vulnerability assessment using Grey Analytic Hierarchy Process based model. *Environ Impact Assess Rev* 56:145–154. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.10.002>

- Samalens J-C (2009) Stratégies d'échantillonnage des dommages forestiers à l'échelle du paysage - Application aux forêts cultivées de pin maritime (*Pinus pinaster*, Aït.) -. UNIVERSITÉ BORDEAUX 1
- Scheffer M, Carpenter S, Foley JA, et al (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413:591
- Small C, Nicholls RJ (2003) A global analysis of human settlement in coastal zones. *J Coast Res* 19:584–599. <https://doi.org/10.2307/4299200>
- Tebbutt THY (1998) *Principles of Water Quality Control*, 5th editio. MA: Butterworth-Heinemann
- Thébault H, Duffa C, Scheurle C (2011) Sensibilité de la zone côtière de Méditerranée face à une pollution accidentelle issue d'un navire, Rapport final du projet CLARA2
- Thomasset T (2013) Autres unités utilisées en météorologie. http://www.utc.fr/~tthomass/Themes/Unites/unites/cat/aut/Les_unites_meteorologiques.pdf
- Tixerant M Le (2004) Dynamique des activités humaines en mer côtière. Application à la mer d'Iroise. Université de Bretagne occidentale - Brest
- Tortell P (1992) Coastal zone sensitivity mapping and its role in marine environmental management. *Mar Pollut Bull* 25:88–93. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(92\)90193-A](https://doi.org/10.1016/0025-326X(92)90193-A)
- Turnhout E, Hisschemöller M, Eijsackers H (2007) Ecological indicators: Between the two fires of science and policy. *Ecol Indic* 7:215–228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.12.003>
- Wamsley T V., Collier ZA, Brodie K, et al (2015) Guidance for Developing Coastal Vulnerability Metrics. *J Coast Res* 316:1521–1530. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00015.1>
- Yoo G, Kim AR, Hadi S (2014) A methodology to assess environmental vulnerability in a coastal city: Application to Jakarta, Indonesia. *Ocean Coast Manag* 102:169–177. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.09.018>
- Yuan Y, Song D, Wu W, et al (2016) The impact of anthropogenic activities on marine environment in Jiaozhou Bay, Qingdao, China: A review and a case study. *Reg Stud Mar Sci*. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.01.004>
- Zou T, Yoshino K (2017) Environmental vulnerability evaluation using a spatial principal components approach in the Daxing'anling region, China. *Ecol Indic* 78:405–415. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.03.039>
- (1993) Décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade. Algérie
- (2003) Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau; Grilles d'évaluation SEQ-EAU (version 2)

- ANNEXES

ANNEXE 1: DONNEES RECOLTEES RELATIVES A LA BATHYMETRIE, L'ETAT ET LE TYPE DU FOND.

Radiale	Point	Long. X	Lat. Y	Z	Etat du fond	Type du fond
1	p1	2,8945	36,8049	1,3	Bon	Galets et graviers
	p2	2,8945	36,8051	1,9	Bon	Rocheux
	p3	2,8945	36,8054	2,1	Bon	Rocheux
	p4	2,8945	36,8056	2,5	Bon	Rocheux
	p5	2,8945	36,8058	3,6	Bon	Rocheux
	p6	2,8945	36,8060	3,9	Bon	Rocheux
	p7	2,8945	36,8063	4,7	Bon	Rocheux
	p8	2,8945	36,8065	5,2	Bon	Rocheux
	p9	2,8945	36,8067	6,3	Bon	Rocheux
2	p10	2,8973	36,8042	0,5	Moyen	Galets et graviers
	p11	2,8973	36,8044	2,6	Bon	Rocheux
	p12	2,8973	36,8046	2,9	Bon	Rocheux
	p13	2,8973	36,8049	3,2	Bon	Rocheux
	p14	2,8973	36,8051	3,7	Bon	Rocheux
	p15	2,8973	36,8053	4,4	Bon	Rocheux
	p16	2,8973	36,8055	4,6	Bon	Rocheux
	p17	2,8973	36,8058	5,2	Bon	Rocheux
	p18	2,8973	36,8060	5,7	Bon	Rocheux
3	p19	2,9006	36,8051	0	Moyen	Galets et graviers
	p20	2,9006	36,8053	0,8	Moyen	Galets et graviers
	p21	2,9006	36,8056	1,2	Moyen	Galets et graviers
	p22	2,9006	36,8058	1,9	Bon	Galets et graviers
	p23	2,9006	36,8060	2	Bon	Rocheux
	p24	2,9006	36,8062	2,2	Bon	Rocheux
	p25	2,9006	36,8065	2,4	Bon	Rocheux
	p26	2,9006	36,8067	4	Bon	Rocheux
	p27	2,9006	36,8069	4,3	Bon	Rocheux
4	p28	2,9039	36,8065	0,2	Moyen	Galets et graviers
	p29	2,9039	36,8067	1,4	Bon	Rocheux
	p30	2,9039	36,8071	2,5	Bon	Rocheux
	p31	2,9039	36,8074	3,6	Bon	Rocheux
	p32	2,9039	36,8076	4,2	Bon	Rocheux
	p33	2,9039	36,8069	5,1	Bon	Rocheux
	p34	2,9039	36,8080	7,1	Bon	Rocheux
	p35	2,9039	36,8083	9,4	Bon	Rocheux
	p36	2,9039	36,8078	10,8	Bon	Sableux
5	p37	2,9073	36,8056	1,6	Très bon	Rocheux
	p38	2,9073	36,8059	2,3	Très bon	Rocheux
	p39	2,9073	36,8061	2,8	Très bon	Rocheux
	p40	2,9073	36,8063	3,9	Très bon	Rocheux
	p41	2,9073	36,8065	4,2	Très bon	Rocheux
	p42	2,9073	36,8068	4,3	Très bon	Rocheux

	p43	2,9073	36,8070	5,1	Très bon	Rocheux
	p44	2,9073	36,8072	5,3	Très bon	Rocheux
	p45	2,9073	36,8074	6,1	Très bon	Rocheux
6	p46	2,9106	36,8050	1,1	Médiocre	Rocheux
	p47	2,9106	36,8052	1,2	Bon	Rocheux
	p48	2,9106	36,8054	1,9	Bon	Rocheux
	p49	2,9106	36,8056	2,3	Bon	Rocheux
	p50	2,9106	36,8059	2,4	Médiocre	Rocheux
	p51	2,9106	36,8061	2,9	Bon	Sableux
	p52	2,9106	36,8063	4,1	Bon	Sableux
	p53	2,9106	36,8065	5,4	Bon	Sableux
	p54	2,9106	36,8068	6,6	Bon	Sableux
7	p55	2,9140	36,8050	2	Bon	Rocheux
	p56	2,9140	36,8052	1,9	Bon	Rocheux
	p57	2,9140	36,8054	2,2	Bon	Rocheux
	p58	2,9140	36,8057	3,4	Bon	Sableux
	p59	2,9140	36,8059	3,4	Bon	Sableux
	p60	2,9140	36,8061	3,6	Bon	Sableux
	p61	2,9140	36,8063	4,7	Bon	Sableux
	p62	2,9140	36,8066	5,7	Bon	Sableux
p63	2,9140	36,8068	6,9	Bon	Sableux	
8	p64	2,9173	36,8050	0	Bon	Sableux
	p65	2,9173	36,8054	2,4	Bon	Sableux
	p66	2,9173	36,8057	2,7	Bon	Sableux
	p67	2,9173	36,8059	3,7	Bon	Sableux
	p68	2,9173	36,8061	3,8	Bon	Sableux
	p69	2,9173	36,8063	4,8	Bon	Sableux
	p70	2,9173	36,8066	6,2	Bon	Sableux
	p71	2,9173	36,8068	6,9	Bon	Sableux
	p72	2,9173	36,8052	7,1	Bon	Sableux
9	p73	2,9207	36,8047	0	-	Rocheux
	p74	2,9207	36,8050	3,2	Médiocre	Sableux
	p75	2,9207	36,8052	4,3	Bon	Sableux
	p76	2,9207	36,8054	3,7	Bon	Sableux
	p77	2,9207	36,8056	3,1	Bon	Sableux
	p78	2,9206	36,8059	3,8	Bon	Sableux
	p79	2,9206	36,8061	5,2	Bon	Sableux
	p80	2,9206	36,8063	7,1	Bon	Sableux
	p81	2,9206	36,8065	7,8	Bon	Sableux
10	p82	2,9240	36,8049	1,2	Très bon	Sableux
	p83	2,9240	36,8051	2,9	Très bon	Sableux
	p84	2,9240	36,8053	3,1	Très bon	Sableux
	p85	2,9240	36,8055	3,6	Très bon	Sableux
	p86	2,9240	36,8058	3,8	Très bon	Sableux
	p87	2,9240	36,8060	4,9	Très bon	Sableux
	p88	2,9240	36,8062	6,3	Très bon	Sableux

	p89	2,9240	36,8065	7,6	Très bon	Sableux
	p90	2,9240	36,8067	8,4	Très bon	Sableux
11	p91	2,9274	36,8053	2,1	Bon	Sableux
	p92	2,9274	36,8055	3	Bon	Sableux
	p93	2,9274	36,8057	4,4	Très bon	Sableux
	p94	2,9274	36,8060	4,9	Bon	Sableux
	p95	2,9274	36,8062	5,9	Bon	Sableux
	p96	2,9274	36,8064	5,9	Bon	Sableux
	p97	2,9274	36,8066	7,5	Bon	Sableux
	p98	2,9274	36,8069	9	Bon	Sableux
	p99	2,9274	36,8071	10,7	Bon	Sableux
	12	p100	2,9307	36,8057	1,9	-	Sableux
p101		2,9307	36,8059	4	Bon	Sableux
p102		2,9307	36,8061	4,7	Bon	Sableux
p103		2,9307	36,8064	4,6	Bon	Sableux
p104		2,9307	36,8066	5,3	Bon	Sableux
p105		2,9307	36,8068	6	Bon	Sableux
p106		2,9307	36,8070	7,3	Bon	Sableux
p107		2,9307	36,8073	8,4	Bon	Sableux
p108		2,9307	36,8075	9,7	Bon	Sableux
13	p109	2,9341	36,8066	-	-	Rocheux
	p110	2,9341	36,8069	-	Très bon	Rocheux
	p111	2,9341	36,8071	-	Très bon	Rocheux
	p112	2,9341	36,8073	5	Très bon	Rocheux
	p113	2,9341	36,8075	5,5	Très bon	Rocheux
	p114	2,9341	36,8078	6,7	Très bon	Rocheux
	p115	2,9341	36,8080	8,2	Très bon	Sableux
	p116	2,9341	36,8082	7,9	Très bon	Sableux
	p117	2,9341	36,8084	10,4	Très bon	Sableux
14	p118	2,9375	36,8072	2,3	Très bon	Rocheux
	p119	2,9375	36,8074	2,3	Très bon	Rocheux
	p120	2,9375	36,8076	3,4	Très bon	Rocheux
	p121	2,9375	36,8079	4,5	Très bon	Sableux
	p122	2,9375	36,8081	5,8	Très bon	Sableux
	p123	2,9375	36,8083	6,2	Très bon	Rocheux
	p124	2,9375	36,8086	6	Très bon	Rocheux
	p125	2,9375	36,8088	7,4	Très bon	Rocheux
	p126	2,9375	36,8090	8,8	Très bon	Rocheux
15	p127	2,9409	36,8077	0	Très bon	Rocheux
	p128	2,9409	36,8081	1,8	Très bon	Rocheux
	p129	2,9409	36,8083	2,2	Très bon	Rocheux
	p130	2,9409	36,8086	3	Bon	Rocheux
	p131	2,9409	36,8088	3,7	Bon	Sableux
	p132	2,9409	36,8090	4	Très bon	Sableux
	p133	2,9409	36,8092	5,1	Bon	Sableux
	p134	2,9409	36,8095	5,8	Très bon	Sableux

	p135	2,9409	36,8079	6	Bon	Sableux
16	p136	2,9442	36,8085	0,8	Bon	Sableux
	p137	2,9442	36,8088	1,2	Très bon	Rocheux
	p138	2,9442	36,8090	1,8	Très bon	Rocheux
	p139	2,9442	36,8092	2,1	Très bon	Sableux
	p140	2,9442	36,8094	1,9	Bon	Sableux
	p141	2,9442	36,8097	2,2	Bon	Sableux
	p142	2,9442	36,8099	2,8	Bon	Sableux
	p143	2,9442	36,8101	3,6	Bon	Sableux
	p144	2,9442	36,8103	4,7	Bon	Sableux
17	p145	2,9476	36,8104	2,9	Très bon	Rocheux
	p146	2,9476	36,8106	3,8	Très bon	Rocheux
	p147	2,9476	36,8108	3,5	Très bon	Rocheux
	p148	2,9476	36,8111	3,8	Très bon	Sableux
	p149	2,9476	36,8113	4,8	Très bon	Rocheux
	p150	2,9476	36,8115	5,7	Très bon	Rocheux
	p151	2,9476	36,8117	6,3	Très bon	Rocheux
	p152	2,9476	36,8119	8,1	Très bon	Rocheux
	p153	2,9476	36,8122	9,7	Très bon	Rocheux
18	p154	2,9510	36,8111	2,2	Très bon	Rocheux
	p155	2,9510	36,8113	2,7	Très bon	Rocheux
	p156	2,9510	36,8116	2,9	Très bon	Rocheux
	p157	2,9510	36,8118	3,4	Très bon	Rocheux
	p158	2,9510	36,8120	2	Très bon	Rocheux
	p159	2,9510	36,8122	2,4	Très bon	Rocheux
	p160	2,9510	36,8125	1,4	Très bon	Rocheux
	p161	2,9510	36,8127	2,7	Très bon	Rocheux
	p162	2,9510	36,8129	6,1	Très bon	Rocheux
19	p163	2,9544	36,8133	2,1	Bon	Rocheux
	p164	2,9544	36,8136	4	Bon	Rocheux
	p165	2,9544	36,8138	3	Bon	Rocheux
	p166	2,9544	36,8142	5,5	Bon	Rocheux
	p167	2,9544	36,8144	6,6	Bon	Rocheux
	p168	2,9544	36,8147	7,6	Bon	Rocheux
	p169	2,9544	36,8149	7,5	Très bon	Rocheux
	p170	2,9544	36,8140	4	Très bon	Rocheux
	p171	2,9544	36,8151	10,4	Bon	Rocheux
20	p172	2,9577	36,8121	0,6	Moyen	Sableux
	p173	2,9577	36,8123	1,7	Moyen	Rocheux
	p174	2,9577	36,8125	2	Médiocre	Rocheux
	p175	2,9577	36,8128	2,4	Moyen	Rocheux
	p176	2,9577	36,8130	3,1	Moyen	Rocheux
	p177	2,9577	36,8132	4,4	Bon	Rocheux
	p178	2,9577	36,8134	4,9	Bon	Rocheux
	p179	2,9577	36,8137	5,7	Médiocre	Rocheux
	p180	2,9577	36,8139	6,2	Médiocre	Rocheux

21	p181	2,9611	36,8126	0,7	Moyen	Rocheux
	p182	2,9611	36,8129	1	Moyen	Rocheux
	p183	2,9611	36,8131	1,3	Très bon	Rocheux
	p184	2,9611	36,8133	1,9	Bon	Rocheux
	p185	2,9611	36,8136	1,8	Très bon	Rocheux
	p186	2,9611	36,8138	2,1	Moyen	Rocheux
	p187	2,9611	36,8140	2,3	Très bon	Rocheux
	p188	2,9611	36,8142	2,8	Très bon	Rocheux
	p189	2,9611	36,8144	3,1	Très bon	Rocheux
22	p190	2,9644	36,8145	0	Bon	Galets et graviers
	p191	2,9644	36,8148	1,95	Médiocre	Rocheux
	p192	2,9644	36,8150	2,2	Médiocre	Rocheux
	p193	2,9644	36,8152	2,8	Médiocre	Rocheux
	p194	2,9644	36,8154	3,1	Moyen	Rocheux
	p195	2,9644	36,8157	3,6	Médiocre	Rocheux
	p196	2,9644	36,8159	4,1	Moyen	Rocheux
	p197	2,9644	36,8161	4,7	Bon	Rocheux
	p198	2,9644	36,8163	5,4	Bon	Rocheux
23	p199	2,9678	36,8154	0,6	Moyen	Galets et graviers
	p200	2,9678	36,8157	1,3	Bon	Rocheux
	p201	2,9678	36,8159	1,8	Bon	Rocheux
	p202	2,9678	36,8161	2,5	Moyen	Rocheux
	p203	2,9678	36,8163	2,8	Bon	Rocheux
	p204	2,9678	36,8166	3,6	Moyen	Rocheux
	p205	2,9678	36,8168	3,9	Bon	Sableux
	p206	2,9678	36,8170	4,2	Bon	Rocheux
	p207	2,9678	36,8172	4,8	Bon	Rocheux
24	p208	2,9712	36,8155	0,5	Moyen	Rocheux
	p209	2,9712	36,8157	1,2	Bon	Rocheux
	p210	2,9712	36,8160	1,6	Bon	Rocheux
	p211	2,9712	36,8162	2,1	Bon	Rocheux
	p212	2,9712	36,8164	2,9	Bon	Rocheux
	p213	2,9712	36,8166	3,5	Bon	Rocheux
	p214	2,9712	36,8169	4,6	Moyen	Rocheux
	p215	2,9712	36,8171	4,9	Médiocre	Rocheux
	p216	2,9712	36,8173	5,1	Médiocre	Rocheux
25	p217	2,9745	36,8146	0,5	Médiocre	Galets et graviers
	p218	2,9745	36,8148	1	Médiocre	Galets et graviers
	p219	2,9745	36,8151	1,5	Médiocre	Rocheux
	p220	2,9745	36,8153	2	Médiocre	Rocheux
	p221	2,9745	36,8155	2,3	Médiocre	Rocheux
	p222	2,9745	36,8157	2,9	Médiocre	Rocheux
	p223	2,9745	36,8160	3,4	Médiocre	Rocheux
	p224	2,9745	36,8162	4	Médiocre	Rocheux
	p225	2,9745	36,8164	4,5	Moyen	Rocheux
	p226	2,9779	36,8145	0,8	Médiocre	Rocheux

26	p227	2,9779	36,8147	1,5	Médiocre	Rocheux
	p228	2,9779	36,8149	2	Médiocre	Rocheux
	p229	2,9779	36,8152	2,3	Moyen	Rocheux
	p230	2,9779	36,8154	2,6	Bon	Rocheux
	p231	2,9779	36,8156	3,5	Bon	Rocheux
	p232	2,9779	36,8158	3,9	Bon	Rocheux
	p233	2,9779	36,8161	4	Bon	Rocheux
	p234	2,9779	36,8163	4,6	Bon	Rocheux
27	p235	2,9813	36,8135	0,5	Bon	Rocheux
	p236	2,9813	36,8137	1	Bon	Rocheux
	p237	2,9813	36,8140	1,5	Bon	Rocheux
	p238	2,9813	36,8142	1,8	Bon	Rocheux
	p239	2,9813	36,8144	2	Bon	Rocheux
	p240	2,9813	36,8146	2,2	Bon	Rocheux
	p241	2,9813	36,8149	2,2	Bon	Rocheux
	p242	2,9813	36,8151	2,5	Bon	Rocheux
p243	2,9813	36,8153	2,7	Médiocre	Rocheux	
28	p244	2,9846	36,8145	0,5	Médiocre	Rocheux
	p245	2,9846	36,8147	0,5	Médiocre	Rocheux
	p246	2,9846	36,8149	1	Médiocre	Rocheux
	p247	2,9846	36,8152	1,5	Médiocre	Rocheux
	p248	2,9846	36,8154	2,2	Médiocre	Rocheux
	p249	2,9846	36,8156	2,9	Médiocre	Rocheux
	p250	2,9846	36,8158	3,2	Médiocre	Rocheux
	p251	2,9846	36,8161	3,5	Mauvais	Rocheux
p252	2,9846	36,8163	4,1	Mauvais	Rocheux	
29	p253	2,9880	36,8133	0,5	Médiocre	Rocheux
	p254	2,9880	36,8135	1,2	Médiocre	Rocheux
	p255	2,9880	36,8137	1,6	Médiocre	Rocheux
	p256	2,9880	36,8139	2,1	Médiocre	Rocheux
	p257	2,9880	36,8142	3,5	Médiocre	Rocheux
	p258	2,9880	36,8144	4,1	Moyen	Rocheux
	p259	2,9880	36,8146	4,6	Moyen	Rocheux
	p260	2,9880	36,8148	5,2	Moyen	Rocheux
p261	2,9880	36,8151	6,3	Médiocre	Rocheux	
30	p262	2,9931	36,8158	0,6	Médiocre	Rocheux
	p263	2,9931	36,8160	1,4	Médiocre	Rocheux
	p264	2,9931	36,8163	2,1	Médiocre	Rocheux
	p265	2,9931	36,8165	2,5	Médiocre	Rocheux
	p266	2,9931	36,8167	2,9	Médiocre	Rocheux
	p267	2,9931	36,8169	3,1	Moyen	Rocheux
	p268	2,9931	36,8172	4	Moyen	Rocheux
	p269	2,9931	36,8174	5,1	Moyen	Rocheux
p270	2,9931	36,8176	6,2	Moyen	Rocheux	
p271	2,9981	36,8155	0,6	Moyen	Galets et graviers	
p272	2,9981	36,8158	1,4	Moyen	Galets et graviers	

31	p273	2,9981	36,8160	2,4	Médiocre	Rocheux
	p274	2,9981	36,8162	2,9	Moyen	Sableux
	p275	2,9981	36,8164	3,2	Moyen	Rocheux
	p276	2,9981	36,8167	3,4	Médiocre	Rocheux
	p277	2,9981	36,8169	4,4	Médiocre	Rocheux
	p278	2,9981	36,8171	5,8	Médiocre	Rocheux
	p279	2,9981	36,8173	6	Bon	Rocheux
32	p280	3,0014	36,8163	0,6	Médiocre	Sableux
	p281	3,0014	36,8166	1,5	Médiocre	Rocheux
	p282	3,0014	36,8168	1,8	Médiocre	Rocheux
	p283	3,0014	36,8170	2	Médiocre	Rocheux
	p284	3,0014	36,8172	2,2	Médiocre	Rocheux
	p285	3,0014	36,8175	2,5	Moyen	Sableux
	p286	3,0014	36,8177	2,8	Bon	Sableux
	p287	3,0014	36,8179	3,1	Médiocre	Rocheux
	p288	3,0014	36,8181	3,2	Moyen	Rocheux
33	p289	3,0048	36,8174	1,6	-	Rocheux
	p290	3,0048	36,8176	2,7	Moyen	Rocheux
	p291	3,0048	36,8178	3,9	Moyen	Rocheux
	p292	3,0048	36,8181	4,4	Moyen	Rocheux
	p293	3,0048	36,8183	4,3	Moyen	Rocheux
	p294	3,0048	36,8185	4,5	Moyen	Rocheux
	p295	3,0048	36,8187	5,9	Moyen	Rocheux
	p296	3,0048	36,8190	7,4	Moyen	Rocheux
	p297	3,0048	36,8192	9,2	Moyen	Rocheux
34	p298	3,0082	36,8184	0,6	Médiocre	Rocheux
	p299	3,0082	36,8187	2,7	Médiocre	Rocheux
	p300	3,0082	36,8189	3,6	Médiocre	Rocheux
	p301	3,0082	36,8191	4,7	Médiocre	Rocheux
	p302	3,0082	36,8193	5,6	Médiocre	Rocheux
	p303	3,0082	36,8196	6,7	Médiocre	Rocheux
	p304	3,0082	36,8198	7,9	Bon	Rocheux
	p305	3,0082	36,8200	9,8	Bon	Rocheux
	p306	3,0082	36,8202	11,6	Bon	Rocheux
35	p307	3,0115	36,8199	1	-	N/C
	p308	3,0115	36,8201	2,6	Moyen	Galets et graviers
	p309	3,0115	36,8203	3,5	Moyen	Galets et graviers
	p310	3,0115	36,8206	5,2	Moyen	Galets et graviers
	p311	3,0115	36,8208	5,2	Moyen	Rocheux
	p312	3,0115	36,8210	5,6	Moyen	Rocheux
	p313	3,0115	36,8212	7,7	Moyen	Rocheux
	p314	3,0115	36,8215	6,8	Moyen	Rocheux
	p315	3,0115	36,8217	7,4	Bon	Rocheux
36	p316	3,0149	36,8181	0,6	Moyen	Sableux
	p317	3,0149	36,8183	1,1	Moyen	Sableux
	p318	3,0149	36,8185	2	Moyen	Sableux

	p319	3,0149	36,8187	3,1	Moyen	Sableux
	p320	3,0149	36,8190	3,3	Bon	Rocheux
	p321	3,0149	36,8192	4,6	Bon	Sableux
	p322	3,0149	36,8194	5,2	Moyen	Rocheux
	p323	3,0149	36,8197	4,1	Moyen	Rocheux
	p324	3,0149	36,8199	5,3	Bon	Rocheux
37	p325	3,0182	36,8163	0,6	Moyen	Sableux
	p326	3,0182	36,8165	1,4	Moyen	Sableux
	p327	3,0182	36,8167	1,9	Moyen	Sableux
	p328	3,0182	36,8169	2,4	Moyen	Sableux
	p329	3,0182	36,8172	3,6	Moyen	Sableux
	p330	3,0182	36,8174	4,5	Bon	Sableux
	p331	3,0182	36,8176	5,8	Bon	Sableux
	p332	3,0182	36,8178	6,4	Très bon	Sableux
	p333	3,0182	36,8181	7,3	Bon	Sableux
38	p334	3,0216	36,8143	1,8	Médiocre	Rocheux
	p335	3,0216	36,8145	2,1	Moyen	Sableux
	p336	3,0216	36,8147	2,8	Moyen	Sableux
	p337	3,0216	36,8150	3,3	Moyen	Sableux
	p338	3,0216	36,8152	3,9	Moyen	Sableux
	p339	3,0216	36,8154	4,4	Moyen	Sableux
	p340	3,0216	36,8156	4,9	Moyen	Sableux
	p341	3,0216	36,8159	5,4	Moyen	Sableux
	p342	3,0216	36,8161	5,9	Moyen	Sableux
39	p343	3,0250	36,8122	0,8	Moyen	Rocheux
	p344	3,0250	36,8124	2,1	Médiocre	Rocheux
	p345	3,0250	36,8127	3,2	Médiocre	Rocheux
	p346	3,0250	36,8129	4,2	Moyen	Rocheux
	p347	3,0250	36,8131	4,7	Mauvais	Rocheux
	p348	3,0250	36,8133	5,6	Médiocre	Rocheux
	p349	3,0250	36,8136	5,8	Bon	Rocheux
	p350	3,0250	36,8138	6,5	Bon	Rocheux
	p351	3,0250	36,8140	7,8	Bon	Rocheux
40	p352	3,0283	36,8125	2,3	Moyen	Rocheux
	p353	3,0283	36,8127	3,6	Moyen	Rocheux
	p354	3,0283	36,8130	4,7	Bon	Rocheux
	p355	3,0283	36,8132	5,4	Bon	Rocheux
	p356	3,0283	36,8134	3,6	Bon	Rocheux
	p357	3,0283	36,8136	5,4	Bon	Rocheux
	p358	3,0283	36,8139	8,9	Bon	Rocheux
	p359	3,0283	36,8141	8,2	Bon	Sableux
	p360	3,0283	36,8143	10	Bon	Sableux
41	p361	3,0317	36,8103	-	-	N/C
	p362	3,0317	36,8105	-	-	N/C
	p363	3,0317	36,8107	3,1	Bon	Rocheux
	p364	3,0317	36,8109	4,3	Bon	Rocheux

	p365	3,0317	36,8112	3,7	Bon	Rocheux
	p366	3,0317	36,8114	4,7	Bon	Rocheux
	p367	3,0317	36,8116	6,2	Bon	Rocheux
	p368	3,0317	36,8119	6	Bon	Rocheux
	p369	3,0317	36,8121	5,3	Bon	Rocheux
42	p370	3,0351	36,8098	2,2	Médiocre	Rocheux
	p371	3,0351	36,8100	2,2	Médiocre	Rocheux
	p372	3,0351	36,8103	2,4	Médiocre	Rocheux
	p373	3,0351	36,8105	2,8	Médiocre	Rocheux
	p374	3,0351	36,8107	2,9	Médiocre	Rocheux
	p375	3,0351	36,8109	3,3	Médiocre	Rocheux
	p376	3,0351	36,8112	3,6	Médiocre	Rocheux
	p377	3,0351	36,8114	4,8	Médiocre	Rocheux
	p378	3,0351	36,8116	5,4	Moyen	Rocheux
43	p379	3,0384	36,8103	0,5	Moyen	Rocheux
	p380	3,0384	36,8105	1,5	Moyen	Rocheux
	p381	3,0384	36,8107	2,5	Moyen	Rocheux
	p382	3,0384	36,8109	3,1	Moyen	Rocheux
	p383	3,0384	36,8112	3,6	Moyen	Rocheux
	p384	3,0384	36,8114	4,1	Bon	Rocheux
	p385	3,0384	36,8116	4,9	Bon	Rocheux
	p386	3,0384	36,8118	5,6	Bon	Rocheux
	p387	3,0384	36,8121	6,1	Bon	Rocheux
44	p388	3,0418	36,8072	0,5	Moyen	Galets et graviers
	p389	3,0418	36,8074	0,9	Médiocre	Rocheux
	p390	3,0418	36,8076	1,1	Médiocre	Rocheux
	p391	3,0418	36,8079	1,2	Médiocre	Rocheux
	p392	3,0418	36,8081	1,4	Moyen	Rocheux
	p393	3,0418	36,8083	1,9	Moyen	Rocheux
	p394	3,0418	36,8085	2,3	Médiocre	Rocheux
	p395	3,0418	36,8088	3,9	Moyen	Rocheux
	p396	3,0418	36,8090	4,1	Moyen	Rocheux
45	p397	3,0452	36,8052	2,2	Moyen	Rocheux
	p398	3,0452	36,8054	2,5	Moyen	Rocheux
	p399	3,0452	36,8056	3,8	Moyen	Sableux
	p400	3,0452	36,8059	4,2	Bon	Rocheux
	p401	3,0452	36,8061	3,6	Bon	Rocheux
	p402	3,0452	36,8063	3,9	Moyen	Rocheux
	p403	3,0452	36,8065	3,2	Moyen	Rocheux
	p404	3,0452	36,8068	4,7	Moyen	Rocheux
	p405	3,0452	36,8070	4,4	Moyen	Rocheux
46	p406	3,0485	36,8025	1,8	-	N/C
	p407	3,0485	36,8027	2,9	Moyen	Rocheux
	p408	3,0485	36,8029	2,4	Moyen	Rocheux
	p409	3,0485	36,8032	2,3	Moyen	Rocheux
	p410	3,0485	36,8034	2,5	Moyen	Rocheux

	p411	3,0485	36,8036	3,3	Bon	Rocheux
	p412	3,0485	36,8039	3,6	Moyen	Rocheux
	p413	3,0485	36,8041	3,5	Moyen	Sableux
	p414	3,0485	36,8043	4,8	Moyen	Rocheux
47	p415	3,0519	36,7976	3,2	Bon	Rocheux
	p416	3,0519	36,7978	4,5	Bon	Rocheux
	p417	3,0519	36,7980	4,9	Bon	Rocheux
	p418	3,0519	36,7982	6,1	Bon	Sableux
	p419	3,0519	36,7985	7,5	Bon	Sableux
	p420	3,0519	36,7987	8,3	Bon	Sableux
	p421	3,0519	36,7989	9,6	Bon	Sableux
	p422	3,0519	36,7991	-	-	N/C
	p423	3,0519	36,7994	-	-	N/C
48	p424	3,0553	36,7935	1,5	Bon	Rocheux
	p425	3,0553	36,7937	2,1	Bon	Rocheux
	p426	3,0553	36,7939	2,8	Bon	Rocheux
	p427	3,0553	36,7941	3,5	Bon	Rocheux
	p428	3,0553	36,7944	3,7	Bon	Rocheux
	p429	3,0553	36,7946	4,8	Bon	Rocheux
	p430	3,0553	36,7948	4,5	Bon	Rocheux
	p431	3,0553	36,7950	5	Bon	Sableux
	p432	3,0553	36,7953	6,2	Bon	Sableux
49	p433	3,05861815	36,79403992	1,2	Bon	Rocheux
	p434	3,05861867	36,79425835	1,7	Bon	Rocheux
	p435	3,05861918	36,7944743	2,4	Bon	Rocheux
	p436	3,05861969	36,79469425	3,3	Bon	Sableux
	p437	3,05862023	36,79492015	4,6	Bon	Rocheux
	p438	3,05862075	36,79514308	3,7	Bon	Rocheux
	p439	3,05862129	36,79537094	4,4	Bon	Rocheux
	p440	3,05862182	36,79559388	4,5	Bon	Rocheux
	p441	3,05862238	36,79583432	5,7	Bon	Rocheux

ANNEXE 2 : RESULTATS DES PARAMETRES DE POLLUTION (PART 1).

Stations	X	Y	NO3 (mg/l)	PO4 (mg/l)	MES (mg/l)	O2 (mg/l)	O2 (%)
ST01	2,901	36,806	0,01442101	0,03469011	143,175	3,475	45,96392319
ST02	2,917	36,806	0,02110118	0,03824873	145,175	2,7625	36,4712451
ST03	2,934	36,808	0,02537868	0,03301577	146,6	2,8925	38,26068653
ST04	2,951	36,812	0,02321348	0,04003121	141,025	2,74	36,17346607
ST05	2,968	36,816	0,02061198	0,03445401	148,125	2,6975	35,6411708
ST06	2,985	36,815	0,02255541	0,0344423	147,575	2,79	36,97537923
ST07	3,001	36,817	0,02706096	0,03474342	143,475	2,8425	37,67460096
ST08	3,018	36,817	0,01301491	0,03471731	151,05	2,7025	35,8806425
ST09	3,035	36,811	0,0254808	0,03801618	148,25	2,99	39,70515304
ST10	3,052	36,798	0,03420877	0,03292571	160,325	3,51	46,56617406

ANNEXE 3: RESULTATS DES PARAMETRES DE POLLUTION (PART 2).

Stations	X	Y	Z	Zn (µg/g)	Cd (µg/g)	Pb (µg/g)
ST01	2,904	36,808	10,8	122	1,6	38
ST02	2,914	36,807	6,9	93	1,2	33,4
ST03	2,944	36,810	4,7	67	0,8	22,2
ST04	2,970	36,818	6,4	38	0,7	20,3
ST05	3,018	36,818	6,4	50	0,9	26,9
ST06	2,988	36,815	6,3	46	0,8	24,6
ST07	3,055	36,795	6,2	78	0,9	36,7

ANNEXE 4: RESULTATS DES PARAMETRES DE POLLUTION (PART 3).

Stations	X	Y	Coliformes Totaux (CF /100ml)	Coliformes Fécaux (CF /100ml)
ST01	3,054	36,794	2400	2400
ST02	3,057	36,793	1350	1300
ST03	3,037	36,809	310	255
ST04	3,043	36,806	830	777,5
ST05	3,048	36,803	570	516,25
ST06	3,049	36,800	700	646,875
ST07	3,027	36,812	39,5	6
ST08	3,022	36,813	53,5	36
ST09	3,020	36,814	220	141
ST10	3,018	36,817	445	185
ST11	3,016	36,817	2400	2400
ST12	3,014	36,818	42	15,5
ST13	3,000	36,816	153	89,5
ST14	2,997	36,815	228	55
ST15	3,025	36,812	245	205
ST16	3,003	36,816	225	209
ST17	2,990	36,814	340	120
ST18	2,988	36,813	1305	715
ST19	2,981	36,814	84,5	39
ST20	2,978	36,814	148,5	63,5
ST21	2,976	36,815	98,5	16,5
ST22	2,973	36,815	33,5	4,5
ST23	2,967	36,814	35	13
ST24	2,961	36,813	92,5	38,5
ST25	2,952	36,812	101,5	74,5
ST26	2,906	36,806	2400	2400
ST27	2,918	36,805	145	25
ST28	2,949	36,810	50	25

ANNEXE 5: MATRICE DE SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX DES 49 RADIALES.

1	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	3
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	3
Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						

		End-points	Mid-points	First-point			
2	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	3
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	3
Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						

		End-points		Mid-points		First-point	
3	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						As (µg/g)	3
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						

		End-points		Mid-points		First-point	
4	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						As (µg/g)	3
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						

		End-points		Mid-points		First-point	
5	S E L	2,84	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						

6	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,13	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	4						

		End-points	Mid-points	First-point			
7	S E L	2,69	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,00	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points	Mid-points	First-point			
8	S E L	2,47	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
9	S E L	2,47	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
10	S E L	2,34	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
11	S E L	2,50	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
12	S E L	2,50	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	3
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
13	S E L	2,44	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
14	S E L	2,41	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
15	S E L	2,41	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2

		End-points		Mid-points		First-point	
16	S E L	2,41	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2

		End-points		Mid-points		First-point	
17	S E L	2,53	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1

		End-points		Mid-points		First-point	
18	S E L	2,56	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
19	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
20	S E L	2,84	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						

		End-points		Mid-points		First-point	
21	S E L	2,69	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						

		End-points		Mid-points		First-point	
22	S E L	2,84	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						

		End-points		Mid-points		First-point	
23	S E L	2,69	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						

		End-points		Mid-points		First-point	
24	S E L	2,84	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1

		End-points		Mid-points		First-point	
25	S E L	3,00	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1

		End-points		Mid-points		First-point	
26	S E L	2,88	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2

		End-points		Mid-points		First-point	
27	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
28	S E L	3,09	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
29	S E L	3,09	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
30	S E L	3,03	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
31	S E L	2,88	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
32	S E L	2,88	Moyenne	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
33	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3

		End-points		Mid-points		First-point	
34	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3

		End-points		Mid-points		First-point	
35	S E L	2,75	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3

		End-points		Mid-points		First-point	
36	S E L	2,78	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3

		End-points		Mid-points		First-point	
37	S E L	2,47	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3

		End-points		Mid-points		First-point	
38	S E L	2,59	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	3,75	Typologie du fond	3
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
						Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3

		End-points		Mid-points		First-point	
39	S E L	2,88	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
40	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						

		End-points		Mid-points		First-point	
41	S E L	2,75	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
42	S E L	3,06	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
43	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	4
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	2
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
44	S E L	2,97	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
45	S E L	2,97	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	1
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
46	S E L	3,03	Faible	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,13	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
47	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	4,38	Typologie du fond	4
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,13	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						

		End-points		Mid-points		First-point	
48	S E L	2,94	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,38	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						

		End-points		Mid-points		First-point	
49	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
						Peuplements ichtyologiques	2
				Sg	5,00	Typologie du fond	5
						Typologie de la côte	5
				Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
						Vents (vitesse) (km/h)	4
				Ip	2,25	PO4 (mg/l)	1
						NO3 (mg/l)	1
						O2 (mg/l)	5
						O2 (%)	4
						MES (mg/l)	5
						Zn (µg/g)	1
						Cd (µg/g)	1
						Pb (µg/g)	3
						Coliformes totaux (CF/100ml)	3
Coliformes Fécaux (CF/100ml)	4						

Questionnaire
N° :



Evaluation des mesures législatives visant à protéger les critères de qualité côtière (qualité de l'eau, état des ressources vivantes, état des ressources non vivantes et état du paysage)

Organisme :

.....

Domaine :

Missions principales :

.....
.....
.....
.....

Niveau d'intervention :

- Local Régional National

Genre :

- Homme Femme

Poste

Occupé :

Profil :

Expérience professionnelle :

- Moins de 2 ans 2-9 10-19 20-29 30 et plus

<p>1. Pensez-vous que l'importance des textes législatifs relatifs à la préservation des critères de qualité côtière est ?</p>
<p style="text-align: center;">Totale <input type="checkbox"/> Partielle <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Très faible <input type="checkbox"/></p>
<p>2. Comment est-ce que vous intervenez pour l'application de ces textes ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>3. Avez-vous déjà effectué des formations ciblées dans ce cadre ? en quoi plus exactement ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>4. Si non, pensez-vous qu'il y a un manque d'expertise dans la matière au niveau de votre organisme ?</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<p>5. Est-ce que vous travaillez en collaboration avec d'autres organismes pour l'application des lois relatives à cette problématique ?</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p>
<p>6. Si oui lesquels ?</p>

.....
.....
.....

7. Est-ce qu'il y a un (ou projet de) réseau ?

oui non

8. Si non, pensez-vous que c'est nécessaire de travailler avec d'autres organismes ?

oui non

9. Est-ce que les moyens financiers mis à votre disposition sont suffisants ?

oui non

10. Que pensez-vous de l'application des lois sur le terrain ?

Totale Partielle Faible Très faible

11. Si les lois ne sont pas appliquées, correctement, pourquoi ?

.....
.....
.....

12. A quel acteur revient la responsabilité ?

.....
.....
.....

13. Avez-vous des suggestions à formuler pour améliorer la robustesse de la protection réglementaire dans la zone côtière de la wilaya d'Alger ?

.....
.....
.....

14. Que pensez-vous de niveau d'activité des organisations non gouvernementales tel que les associations dans la zone côtières de la wilaya d'Alger ?

Fort Moyen Faible Très faible

ANNEXE 7: CANEVAS DES DONNEES RELATIVES AUX PRESSION ANTHROPIQUE SOUS FORME D'UNE CARTE D'IDENTITE COMMUNALE + MATRICE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES DANS LES 5 COMMUNES.

Résultats de l'inventaire		
N° de la zone	1	
Nom de la zone	Bab El Oued	
Activités de la pêches	Artisanale : engins passifs	
Activités touristiques	Tourisme fondé sur/par la communauté locale	
Activités industrielles	Industrie de transformation et alimentaire	
Activités d'agricultures	Absence	
Activités L'aquaculture	Absence	
Infrastructures portuaires	Plage d'échouage	
Densité routieres (km/km²)	8	
Décharge	Absence	
Emissaires	Eaux usées urbaines	
Réseaux d'assainissements	Service inacceptable	
Densité de population (Hab/Km²)	>1000	
% surface urbanisé/zone de servitude	33-66%	
% linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	66-100%	
Textes législatifs et réglementaires		

End-points		Mid-points	First-point				
I P A	3,04	Forte	Ah	2,00	Activités de la pêches	3	
					Activités touristiques	3	
					Activités industrielles	3	
					Activités d'agricoles	1	
					Activités de l'aquaculture	1	
			In	3,33		Infrastructures portuaires	2
						Densité routieres	4
						Emissaires	3
			Vp	2,78		Réseaux d'assainissements	4
						Décharge	1
			Ur	4,58		Densité de population	4
						Surface urbanisé/zone de servitude	3
						Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4
						Taux d'urbanisation (%)	4
Pr	2,50		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2			
			Application sur le terrain des dispositifs	3			

Résultats de l'inventaire		
N° de la zone	2	
Nom de la zone	Bologhine	
Activités de la pêches	Artisanale : engins passifs	
Activités L'aquaculture	Absence	
Activités industrielles	Absence	
Activités touristiques	Tourisme fondé sur/par la communauté locale	
Activités d'agricultures	Absence	
Infrastructures portuaires	Plage d'échouage	
Densité routieres (km/km ²)	5	
Décharge	Absence	
Emissaires	Eaux usées urbaines	
Réseaux d'assainissements	Service inacceptable	
Densité de population (Hab/Km ²)	>1000	
% surface urbanisé/zone de servitude	33-66%	
% linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	66-100%	
Textes législatifs et réglementaires		

End-points		Mid-points	First-point					
I P A	2,74	Moyenne	Ah	1,33	Activités de la pêches	3		
						Activités touristiques	3	
						Activités industrielles	1	
						Activités d'agricoles	1	
						Activités de l'aquaculture	1	
			In	2,50			Infrastructures portuaires	1
							Densité routieres	4
			Vp	2,78			Emissaires	3
							Réseaux d'assainissements	4
							Décharge	1
			Ur	4,58			Densité de population	4
							Surface urbanisé/zone de servitude	3
							Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4
							Taux d'urbanisation (%)	4
			Pr	2,50			Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2
		Application sur le terrain des dispositifs			3			

Résultats de l'inventaire		
N° de la zone	3	
Nom de la zone	Rais Hamidou	
Activités de la pêches	Artisanale : engins passifs	
Activités L'aquaculture	Absence	
Activités industrielles	Industrie lourde	
Activités touristiques	Tourisme fondé sur/par la communauté locale	
Activités d'agricultures	Absence	
Infrastructures portuaires	Ports de pêche / Ports de plaisance	
Densité routieres (km/km ²)	4,5	
Décharge	Absence	
Emissaires	Eaux usées industrielles	
Réseaux d'assainissements	Service inacceptable	
Densité de population (Hab/Km ²)	>1000	
% surface urbanisé/zone de servitude	33-66%	
% linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	66-100%	
Textes législatifs et réglementaires		

End-points		Mid-points	First-point			
I P A	3,30	Forte	Ah	2,33	Activités de la pêches	3
					Activités touristiques	3
					Activités industrielles	4
					Activités d'agricoles	1
					Activités de l'aquaculture	1
			In	4,17	Infrastructures portuaires	3
					Densité routieres	4
			Vp	3,33	Emissaires	4
					Réseaux d'assainissements	4
					Décharge	1
			Ur	4,17	Densité de population	4
					Surface urbanisé/zone de servitude	3
					Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4
					Taux d'urbanisation (%)	3
			Pr	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2
					Application sur le terrain des dispositifs	3

Résultats de l'inventaire		
N° de la zone	4	
Nom de la zone	El Hammamet	
Activités de la pêches	Artisanale : engins passifs	
Activités L'aquaculture	Absence	
Activités industrielles	Absence	
Activités touristiques	Tourisme fondé sur/par la communauté locale	
Activités d'agricultures	Agriculture extensive	
Infrastructures portuaires	Plage d'échouage	
Densité routieres (km/km ²)	4	
Décharge	Absence	
Emissaires	Eaux usées urbaines	
Réseaux d'assainissements	Service inacceptable	
Densité de population (Hab/Km ²)	>1000	
% surface urbanisé/zone de servitude	33-66%	
% linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	33-66%	
Textes législatifs et réglementaires		

End-points		Mid-points	First-point					
I P A	2,21	Moyenne	Ah	2,00	Activités de la pêches	3		
						Activités touristiques	3	
						Activités industrielles	1	
						Activités d'agricoles	3	
						Activités de l'aquaculture	1	
			In	0,83			Infrastructures portuaires	1
							Densité routieres	2
			Vp	2,78			Emissaires	3
							Réseaux d'assainissements	4
							Décharge	1
			Ur	2,92			Densité de population	4
							Surface urbanisé/zone de servitude	3
							Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3
							Taux d'urbanisation (%)	1
			Pr	2,50			Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2
							Application sur le terrain des dispositifs	3

Résultats de l'inventaire		
N° de la zone	5	
Nom de la zone	Ain Bénian	
Activités de la pêches	Artisanale : engins actifs	
Activités L'aquaculture	Absence	
Activités industrielles	Industrie de transformation et alimentaire	
Activités touristiques	Tourisme fondé sur/par la communauté locale	
Activités d'agricultures	Agriculture extensive	
Infrastructures portuaires	Ports de pêche / Ports de plaisance	
Densité routieres (km/km ²)	10	
Décharge	Absence	
Emissaires	Eaux usées industrielles	
Réseaux d'assainissements	Service inacceptable	
Densité de population (Hab/Km ²)	>1000	
% surface urbanisé/zone de servitude	66-100%	
% linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	66-100%	
Textes législatifs et réglementaires		

End-points		Mid-points	First-point			
I P A	3,43	Forte	Ah	3,00	Activités de la pêches	4
					Activités touristiques	3
					Activités industrielles	3
					Activités d'agricoles	3
					Activités de l'aquaculture	1
			In	4,17	Infrastructures portuaires	3
					Densité routieres	4
			Vp	3,33	Emissaires	4
					Réseaux d'assainissements	4
					Décharge	1
			Ur	4,17	Densité de population	4
					Surface urbanisé/zone de servitude	4
					Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4
					Taux d'urbanisation (%)	2
			Pr	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2
					Application sur le terrain des dispositifs	3

ANNEXE 8: MATRICE DE LA VULNERABILITE DES ECOSYSTEMES LITTORAUX DES 49 RADIALES.

1	V E Z C	Moyenne	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalo-benthos Peuplements ichtyologiques
						Sg	5,00	Typologie du fond Typologie de la côte
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m) Vents (vitesse) (km/h)
						Ip	2,88	PO4 (mg/l)
								NO3 (mg/l)
								O2 (mg/l)
								O2 (%)
								MES (mg/l)
								Zn (µg/g)
			Cd (µg/g)					
			Pb (µg/g)					
					Coliformes totaux (CF/100ml)			
					Coliformes Fécaux (CF/100ml)			
			I P A	3,43	Forte	AH	3,00	Activités de la pêches
								Activités touristiques
								Activités industrielles
								Activités d'agricoles
		Activités de l'aquaculture						
IN	4,17	Infrastructures portuaires						
		Densité routieres						
VP	3,33	Emissaires						
		Réseaux d'assainissements						
		Décharge						
Ur	4,17	Densité de population						
		Surface urbanisé/zone de servitude						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier						
		Urbanisation						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques						
		Application sur le terrain des dispositifs						
2	V E Z C	Moyenne	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalo-benthos Peuplements ichtyologiques
						Sg	5,00	Typologie du fond Typologie de la côte
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m) Vents (vitesse) (km/h)
						Ip	2,88	PO4 (mg/l)
								NO3 (mg/l)
								O2 (mg/l)
								O2 (%)
								MES (mg/l)
								Zn (µg/g)
			Cd (µg/g)					
			Pb (µg/g)					
					Coliformes totaux (CF/100ml)			
					Coliformes Fécaux (CF/100ml)			
			I P A	3,43	Forte	AH	3,00	Activités de la pêches
								Activités touristiques
								Activités industrielles
								Activités d'agricoles
		Activités de l'aquaculture						
IN	4,17	Infrastructures portuaires						
		Densité routieres						
VP	3,33	Emissaires						
		Réseaux d'assainissements						
		Décharge						
Ur	4,17	Densité de population						
		Surface urbanisé/zone de servitude						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier						
		Urbanisation						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques						
		Application sur le terrain des dispositifs						

3	V E Z C	Moyenne	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								As (µg/g)	3
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	3						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,17	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

4	V E Z C	Moyenne	S E L	3,06	Faible	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								As (µg/g)	3
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	3						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,17	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

5	V E Z C	Forte	S E L	2,84	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	3						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

6	V E Z C	Forte	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,13	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	4						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

7	V E Z C	Forte	S E L	2,69	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,00	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	3
								Pb (µg/g)	1
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,17	Densité de population	4				
				Surface urbanisé/zone de servitude	4				
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	2						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

8	V E Z C	Forte	S E L	2,47	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	3
								Pb (µg/g)	1
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,17	Densité de population	4				
				Surface urbanisé/zone de servitude	4				
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	2						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

9	V E Z C	Forte	S E L	2,47	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

10	V E Z C	Forte	S E L	2,34	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

11	V E Z C	Forte	S E L	2,50	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,17	Décharge	1						
		Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

12	V E Z C	Forte	S E L	2,66	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,75	Houles (hauteur) (m)	4
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	3						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,17	Décharge	1						
		Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

13	V E Z C	Forte	S E L	2,44	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Décharge	1								
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
PR	2,50	Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

14	V E Z C	Forte	S E L	2,41	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Décharge	1								
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
PR	2,50	Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

15	V E Z C	Forte	S E L	2,41	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Décharge	1								
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
PR	2,50	Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

16	V E Z C	Forte	S E L	2,41	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	3,00	Activités de la pêches	4				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Décharge	1								
Ur	4,17	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	4						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
PR	2,50	Urbanisation	2						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

17	V E Z C	Moyenne	S E L	2,53	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	2,92	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

18	V E Z C	Moyenne	S E L	2,56	Moyenne	Sb	0,63	Mégalobenthos	1
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	2,92	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

19	V E Z C	Moyenne	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	2,92	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

20	V E Z C	Moyenne	S E L	2,84	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	2,92	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

21	V E Z C	Moyenne	S E L	2,69	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	2,92	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

22	V E Z C	Moyenne	S E L	2,84	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
		Décharge	1						
Ur	2,92	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

23	V E Z C	Moyenne	S E L	2,69	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
		Zn (µg/g)	1						
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
VP	2,78	Emissaires	3						
		Réseaux d'assainissements	4						
Ur	2,92	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

24	V E Z C	Moyenne	S E L	2,84	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
		Zn (µg/g)	1						
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
VP	2,78	Emissaires	3						
		Réseaux d'assainissements	4						
Ur	2,92	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

25	V E Z C	Faible	S E L	3,00	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	1						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	2,92	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

26	V E Z C	Moyenne	S E L	2,88	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	2,92	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

27	V E Z C	Moyenne	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
				Réseaux d'assainissements	4				
		Ur	2,92	Décharge	1				
				Densité de population	4				
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

28	V E Z C	Faible	S E L	3,09	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
		VP	2,78	Emissaires	3				
				Réseaux d'assainissements	4				
		Ur	2,92	Décharge	1				
				Densité de population	4				
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

29	V E Z C	Faible	S E L	3,09	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
VP	2,78	Emissaires	3						
		Réseaux d'assainissements	4						
		Décharge	1						
Ur	2,92	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

30	V E Z C	Faible	S E L	3,03	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	3				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	0,83	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	2				
VP	2,78	Emissaires	3						
		Réseaux d'assainissements	4						
		Décharge	1						
Ur	2,92	Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	3						
		Urbanisation	1						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

31	V E Z C	Forte	S E L	2,88	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
		Ur	4,17	Décharge	1				
				Densité de population	4				
				Surface urbanisé/zone de servitude	3				
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	3						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

32	V E Z C	Forte	S E L	2,88	Moyenne	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
		Ur	4,17	Décharge	1				
				Densité de population	4				
				Surface urbanisé/zone de servitude	3				
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	3						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

33	V E Z C	Forte	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
								Coliformes totaux (CF/100ml)	2
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,17	Densité de population	4				
Surface urbanisé/zone de servitude	3								
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	3						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

34	V E Z C	Forte	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
								Coliformes totaux (CF/100ml)	2
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,17	Densité de population	4				
Surface urbanisé/zone de servitude	3								
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	3						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

35	V E Z C	Forte	S E L	2,75	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
			Coliformes totaux (CF/100ml)	2					
			Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3					
			AH	2,33	Activités de la pêches	3			
					Activités touristiques	3			
					Activités industrielles	4			
					Activités d'agricoles	1			
					Activités de l'aquaculture	1			
			IN	4,17	Infrastructures portuaires	3			
					Densité routieres	4			
			VP	3,33	Emissaires	4			
					Réseaux d'assainissements	4			
					Décharge	1			
			Ur	4,17	Densité de population	4			
					Surface urbanisé/zone de servitude	3			
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	3						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

36	V E Z C	Forte	S E L	2,78	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
			Coliformes totaux (CF/100ml)	3					
			Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3					
			AH	2,33	Activités de la pêches	3			
					Activités touristiques	3			
					Activités industrielles	4			
					Activités d'agricoles	1			
					Activités de l'aquaculture	1			
			IN	4,17	Infrastructures portuaires	3			
					Densité routieres	4			
			VP	3,33	Emissaires	4			
					Réseaux d'assainissements	4			
					Décharge	1			
			Ur	4,17	Densité de population	4			
					Surface urbanisé/zone de servitude	3			
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	3						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

37	V E Z C	Forte	S E L	2,47	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,75	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,17	Décharge	1						
		Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	3						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

38	V E Z C	Forte	S E L	2,59	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	3,75	Typologie du fond	3
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,17	Décharge	1						
		Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	3						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

39	V E Z C	Forte	S E L	2,88	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
								Coliformes totaux (CF/100ml)	2
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	2,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	4				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	4,17	Infrastructures portuaires	3				
				Densité routieres	4				
		VP	3,33	Emissaires	4				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,17	Densité de population	4				
Surface urbanisé/zone de servitude	3								
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	3						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

40	V E Z C	Moyenne	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,50	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	1
								Coliformes totaux (CF/100ml)	2
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	2						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,58	Densité de population	4				
Surface urbanisé/zone de servitude	3								
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
		Urbanisation	4						
PR	2,50	Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

41	V E Z C	Moyenne	S E L	2,75	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,58	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

42	V E Z C	Faible	S E L	3,06	Faible	Sb	2,50	Mégalobenthos	4
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,58	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

43	V E Z C	Moyenne	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,63	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	4
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
		Zn (µg/g)	1						
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	2						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
VP	2,78	Emissaires	3						
		Réseaux d'assainissements	4						
Ur	4,58	Décharge	1						
		Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

44	V E Z C	Moyenne	S E L	2,97	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
		Zn (µg/g)	1						
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
VP	2,78	Emissaires	3						
		Réseaux d'assainissements	4						
Ur	4,58	Décharge	1						
		Densité de population	4						
		Surface urbanisé/zone de servitude	3						
PR	2,50	Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

45	V E Z C	Moyenne	S E L	2,97	Moyenne	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	1,88	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	1						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,58	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

46	V E Z C	Faible	S E L	3,03	Faible	Sb	1,88	Mégalobenthos	3
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,13	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
		Cd (µg/g)	1						
		Pb (µg/g)	3						
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	1,33	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	1				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	2,50	Infrastructures portuaires	1				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
Réseaux d'assainissements	4								
Ur	4,58	Décharge	1						
		Densité de population	4						
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

47	V E Z C	Forte	S E L	2,72	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	4,38	Typologie du fond	4
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,13	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	3
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	3						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	3,33	Infrastructures portuaires	2				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
				Réseaux d'assainissements	4				
		Ur	4,58	Décharge	1				
				Densité de population	4				
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

48	V E Z C	Forte	S E L	2,94	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,38	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	3
		Coliformes totaux (CF/100ml)	3						
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	5						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	3,33	Infrastructures portuaires	2				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
				Réseaux d'assainissements	4				
		Ur	4,58	Décharge	1				
				Densité de population	4				
PR	2,50	Surface urbanisé/zone de servitude	3						
		Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4						
		Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

49	V E Z C	Forte	S E L	2,91	Moyenne	Sb	1,25	Mégalobenthos	2
								Peuplements ichtyologiques	2
						Sg	5,00	Typologie du fond	5
								Typologie de la côte	5
						Ch	3,13	Houles (hauteur) (m)	3
								Vents (vitesse) (km/h)	4
						Ip	2,25	PO4 (mg/l)	1
								NO3 (mg/l)	1
								O2 (mg/l)	5
								O2 (%)	4
								MES (mg/l)	5
								Zn (µg/g)	1
								Cd (µg/g)	1
								Pb (µg/g)	3
								Coliformes totaux (CF/100ml)	3
		Coliformes Fécaux (CF/100ml)	4						
		AH	2,00	Activités de la pêches	3				
				Activités touristiques	3				
				Activités industrielles	3				
				Activités d'agricoles	1				
				Activités de l'aquaculture	1				
		IN	3,33	Infrastructures portuaires	2				
				Densité routieres	4				
		VP	2,78	Emissaires	3				
				Réseaux d'assainissements	4				
				Décharge	1				
		Ur	4,58	Densité de population	4				
Surface urbanisé/zone de servitude	3								
Linéaire côtier urbanisé/linéaire côtier	4								
PR	2,50	Urbanisation	4						
		Prise en charge des textes législatifs des problématiques	2						
		Application sur le terrain des dispositifs	3						

*Assessment of coastal ecosystems
vulnerability to pollution: Algiers coast,
Algeria*

**Mohamed Adlane Silhadi, Wahid Refes
& Sakina Mazouzi**

**Environmental Science and Pollution
Research**

ISSN 0944-1344
Volume 27
Number 34

Environ Sci Pollut Res (2020)
27:42670-42684
DOI 10.1007/s11356-020-10123-5

Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at link.springer.com".



Assessment of coastal ecosystems vulnerability to pollution: Algiers coast, Algeria

Mohamed Adlane Silhadi¹ · Wahid Refes¹ · Sakina Mazouzi¹

Received: 6 December 2019 / Accepted: 13 July 2020 / Published online: 26 July 2020
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020

Abstract

Coastal areas are frequently influenced by direct and/or indirect multiple anthropogenic pressures, which impacts marine life. Those perturbations may act in a heterogeneous way with a different intensity and are related to the complexity of coastal ecosystems. To visualize all these interactions at a local scale, a methodology inspired from many researches has been implemented in order to search, identify, and classify coastal ecosystems according to their sensitivity to anthropic pressure exerted by coastal cities. Thus, producing vulnerability maps will be essential tools to local coastal managers. We have applied this methodology on five coastal municipalities in Algiers. Firstly, the environmental sensitivity of coastal ecosystems was assessed by analyzing these four sub-indices: biological sensitivity, geomorphological sensitivity, hydrodynamic characteristics, and pollution intensity. Secondly, an assessment of the anthropogenic pressures presented by each municipality was carried out. Five sub-indexes have been taken into consideration when conducting this assessment: human activities, infrastructures, vectors of pollution, urbanization, and regulatory protection. Then, vulnerability maps were produced by the overlapping of sensitivity and anthropic pressure maps. The results assessed for the environmental vulnerability indicated that most areas are moderately to highly vulnerable, especially in the municipalities of Bab El Oued, Rais Hamidou, and Ain Bénian. The analysis of the obtained results shows the potential applicability of this methodology because they accurately reflect the reality. Therefore, these results can be useful to decision-makers by providing them with a relatively rational decision-making tool to prioritize future management and planning efforts.

Keywords Environmental sensitivity · Ecosystem vulnerability · Anthropogenic pressures · Pollution · Corrective actions · Algiers

Introduction

The coastal zone is a complex, dynamic, and fluctuating space (Daeden 2015), maybe more than any other environment. It is subject to increasing demands from a growing human population that prefers to settle, live, work, and play in this narrow band (Tortell 1992; Small and Nicholls 2003). Estimates show that around 60% of the world's population live near the coast (Doukakis 2005). The coastal zone is the site of multiple

activities, which interacts more or less strongly with the environment and can have significant impacts on the functioning and quality of the coastal system (Le Tixerant 2004).

During the last century, coastal Mediterranean areas are under considerable human pressure (Cuttelod et al. 2008; Plan Bleu 2015). Indeed, more than a third of the population lives in coastal regions, i.e., less than 12% of their territory, which represents a real threat to coastal ecosystems (Blue Plan 2012). The Algerian coastline of 1622 km, like most Mediterranean coastal areas, is facing serious environmental problems, since it constitutes 37% of the population in a coastal strip that represents 1.9% of the national territory (MREE et al. 2015; Khelil et al. 2019).

The sustainable development of several human activities is linked to the good state of the natural environment (Puentes-Rodríguez et al. 2015) and for that reason any environmental degradation will inevitably have consequences on human well-being in the more or less long term (Thébault et al.

Responsible editor: Vedula VSS Sarma

✉ Mohamed Adlane Silhadi
adlan.silhadi@gmail.com

¹ National School of Marine Sciences and Coastal Management, Campus Universitaire de Dély Ibrahim Bois des Cars, .B.P 19, Dély Ibrahim, Alger 16320, Algeria

2011). Conservation and management efforts must prioritize where to spend resources on mitigating impacts of human activities on the environment (Teck et al. 2010). Indeed, better management requires an important basic knowledge of the structure, functioning, and uses of the coastal zone, in order to establish a balance between ecological conservation and economic development, but also to identify solutions to the problems encountered (Tortell 1992; Dutrieux et al. 2000; Puente-Rodríguez et al. 2015; Yuan et al. 2016). Consequently, any policy that aims to restore and maintain coastal environmental quality cannot be considered without taking these activities into account (Mauvais and Goarnisson 1999).

In this context, it is necessary to develop a new approach to assess the environmental vulnerability of coastal ecosystems at the local level, including considerations beyond the simple risk of hazards or damage caused by a disaster (Yoo et al. 2014). One of these considerations is to develop an approach that contributes to the sustainable development of coastal cities by integrating the results of this approach into planning and decision-making for integrated coastal zone management (Doukakis 2005; Sahoo et al. 2016).

Environmental vulnerability has taken on crucial importance for researchers interested in global change and sustainability (Adger 2006). In order to better understand and manage a complex system, such as our environment, it is necessary to simplify things by constructing a simple picture with a limited set of relevant factors: indicators (Turnhout et al. 2007). Vulnerability helps to make decisions on complex problems by structuring them in a simple and understandable hierarchical structure (Li et al. 2009).

The term “environmental vulnerability” is related to the risk of damage to the natural environment or a particular ecosystem type; vulnerability is the degree to which a system is susceptible to adverse effects caused by a specific hazard or stressor (Zou and Yoshino 2017). The vulnerability of a coastal zone means the potential risk to its ecosystems component of being affected by various types of damage if they are exposed to certain pressures (Henri et al. 2002). Therefore, a vulnerable area can be defined as an area that is both sensitive and exposed to anthropogenic pressures. Their degree of vulnerability depends on the respective degrees of sensitivity and pressure (Dutrieux et al. 2000). In our framework, sensitivity refers to the intrinsic characteristics of the environment and varies according to its specificity (Yoo et al. 2014). It is defined by the capacity of the environment to undertake alterations and its ability to resist stress (Dutrieux et al. 2000). We have defined anthropogenic pressure as a man-made force exerted on a given surface of the environment that can cause damage and disruption to coastal ecosystems (Daeden 2015).

However, the mechanism of vulnerability evaluation varies from region to region because of regional environmental differences. Therefore, developing a location-based set of

indicators that are suitable for the actual situation of each case study is necessary (Zou and Yoshino 2017). From this, we created a matrix of anthropogenic pressure factors and environmental sensitivity of coastal ecosystems to describe the vulnerability profile of a given system over a given period (Wamsley et al. 2015) while taking into account the particularity of the Algerian coastline.

The approach followed and the majority of the indices used were inspired by the work of Dutrieux et al. (2000); Fattal et al. (2007); Li et al. (2009); Fattal et al. (2010); Yoo et al. (2014); Caniani et al. (2016); Zou and Yoshino (2017); and He et al. (2018). First, these indices were adjusted to take into account the particularities of the Algerian coastline. Secondly, an adjustment of the methodology for the exploitation and mapping of the results was made.

This current research provides a conceptual framework to improve our understanding of the environmental vulnerability of coastal ecosystems to pollution, at the scale of Algiers coast, through an approach that aims to identify the environmental vulnerability of coastal ecosystems to existing danger “anthropogenic pressures”, and to a potential danger, whereas most previous studies have focused on this latter.

The results of these models can be used as forecasting tools, allowing us to find the most vulnerable area to be protected first (Caniani et al. 2016). This can be useful to decision-makers by providing a relatively rational decision-support tool for planning and implementing sustainable coastal management (Zou and Yoshino 2017).

Methods

Study area

Algiers is the political and economic capital of the country. It therefore faces many environmental problems along its coast caused by unplanned and uncontrolled metropolization (Ministry of the environment 2004). The coastal zone that extends from Bab El Oued to Ain Bénian (Fig. 1) is one of the least studied parts of the Algerian coast because of the difficult access (rocky areas: cliffs and coves).

This area includes five municipalities “Bab El Oued - Bologhine - El Hammamet - Rais Hamidou - Ain Bénian”. The latter offers an area of 31.17 km² (17.6% of the surface area of Algiers), inhabited by 230,416 citizens (7.8% of Algiers population) and with a density of 7381 Hab/km². The coastal domain of its municipalities covers an area of 31.217 km² (20.24% of the coastal domain of Algiers) (Ministry of the environment 2004, 2007; National Statistics Office 2011; Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities 2016).

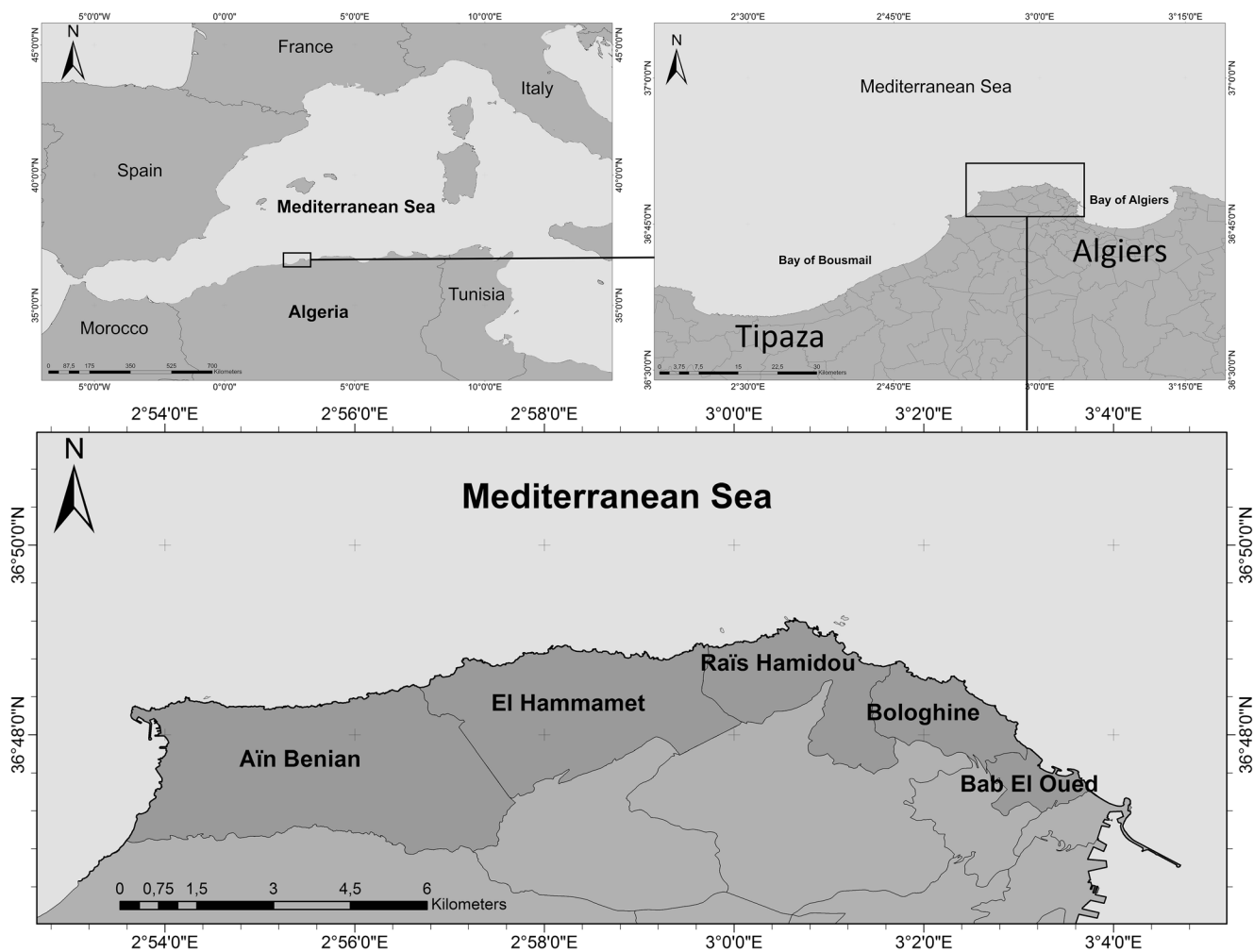


Fig. 1 Location of the study area

Conceptual framework

A method for assessing the coastal ecosystems vulnerability to pollution of Algiers coast was developed as shown in Fig. 2, we considered two different parts: The environmental sensitivity index of coastal ecosystems (ISEEL) and anthropogenic pressure intensity index (IPA).

The environmental sensitivity index of coastal ecosystems (ISEEL) was created to classify coastal ecosystems according to their sensitivity, if they are exposed to anthropogenic pressures. The effect of these pressures can act in a heterogeneous way and at different intensities that are related to the intrinsic characteristics of the environment. This index is divided into the following four sub-indices:

- Biological sensitivity (Sb): aims to highlight a biodiversity indicator that is integrated into sustainable development projects. It is also intended to make a contribution, in order to remedy this deficit, by proposing an overall operational indicator to assess the biological sensitivity of the environments along coastal shelves (Lorant-Plantier

2014). Two variables are taken into consideration for the realization of this index, namely: the seabed quality and the ichthyological stands.

- Geomorphological sensitivity (Sg): is a resilience factor. Since the dispersion of pollutants in the marine environment is heterogeneous from one area to another, this heterogeneity is linked on the one hand to the confinement of the coastal zone because a closed/confined area is more sensitive to pollution than an exposed area. On the other hand, it is also related to the nature of sedimentary facies, knowing that a sandy area is more sensitive than a rocky area where self-cleaning by waves is possible (Mauvais and Goarnisson 1999; Le Berre et al. 2010; Thébault et al. 2011). The seabed and coast typology are the two variables used for the construction of this index.
- Hydrodynamic characteristics (Ch): are the second resilience factor that determines the ability of the environment to withstand stress. The ability of the environments to clean themselves is mainly determined by the exposure mode of coasts (beaten or sheltered). The dispersion of pollutants is directly related to exposures to swell and

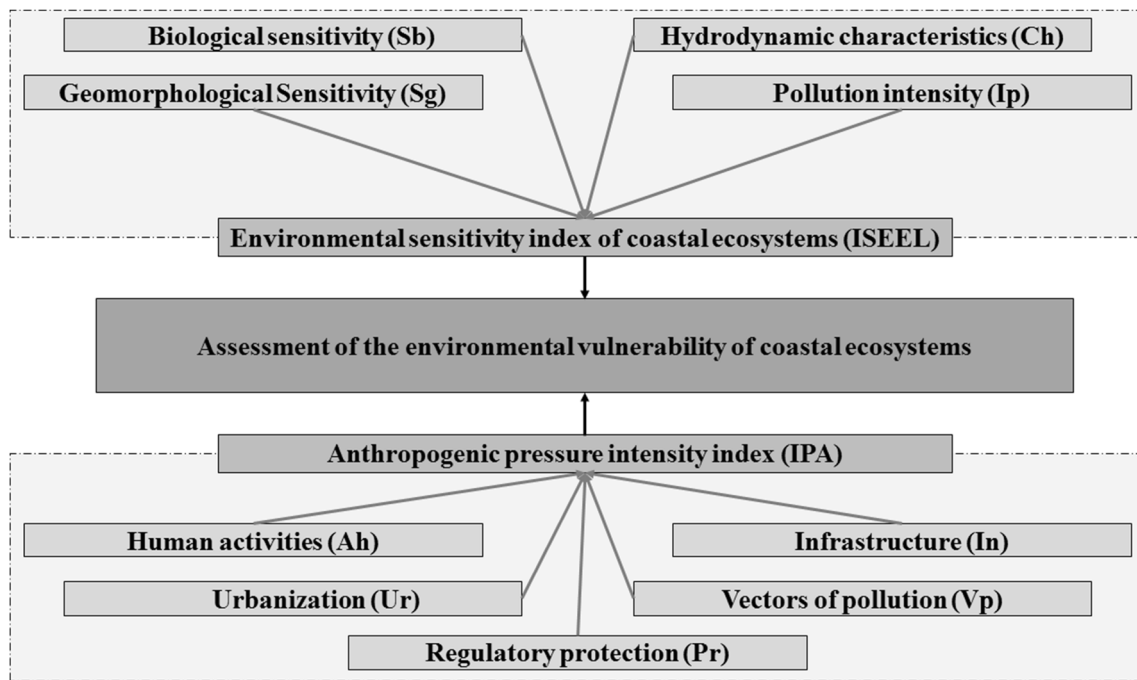


Fig. 2 Scheme representing the conceptual model of the vulnerability assessment method

wind. Consequently, coasts with low hydrodynamics are sensitive and threatened and should be inventoried as a matter of priority (Mauvais and Goarnisson 1999; Dutrieux et al. 2000; Le Berre et al. 2010). The variables that are taken into account in the construction of this index are the coastal exposure to swell and wind.

- Pollution intensity (Ip): The quality of coastal waters is directly linked to continental inputs. It is necessary to always associate a coastal marine area with the drained watersheds (Mauvais and Goarnisson 1999). To assess pollution intensity, we followed the approach proposed by Abbasov and Smakhtin (2012). We used 10 variables: dissolved oxygen (DO), oxygen saturation rate (%), total suspended matter (TSM), nitrate (NO_3^-), phosphate (PO_4^{3-}), zinc (Zn), cadmium (Cd), lead (Pb), total coliforms, and fecal coliforms.

The evaluation of anthropogenic pressure intensity index (IPA) appears to be an appropriate solution, both to classify municipalities according to the intensity of the pressures they exert on their coasts and to put in place corrective measures to attenuate the impact of these pressures on the environment. Five sub-indices are analyzed to assess this intensity.

- Human activity (Ah): contribute to significant changes in the coastal environment (Henri et al. 2002). Indeed, these activities generally lead to the consumption of natural resources and a change in the functioning of the ecosystems that surround them (Scheffer et al. 2001; Adger et al.

2005; Carpenter et al. 2006). Five activities represent the latter: fisheries, tourism, industry, agriculture, and aquaculture.

- Infrastructure index (In): This indicator provides information on the importance of basic infrastructure along the coastal shelf (Fattal et al. 2010). The variables selected are as follows: port infrastructure and road density. They are classified according to their nature and the importance of the risks to the environment.
- Pollution vector index (Vp): This index provides information on any support likely to transmit a polluting or infectious element to a target from a source of pollution, by means of identified transport processes. Outlets, sewer systems, and landfills are the variables we have selected for the evaluation of this indicator.
- Urbanization (Ur): Land is a key resource for human activities and environmental changes are deeply entrenched inland. Its artificialization will certainly have an environmental imbalance (Li et al. 2009). To better visualize, four variables were used: Population density, urbanized surface/servitude area, urbanized coastal linear/coastal linear, urbanization rate.
- Regulatory protection index (Pr): a resilience factor to provide information on the efficiency of measures used to protect the environmental quality (water quality, living resources, non-living resources, landscape conditions) (Mauvais 1997; Dutrieux et al. 2000). The variables selected are legislative texts on environmental problems and field application mechanisms.

Data collection

Environmental sensitivity data

A stratified systematic sampling plan related to the state and typology of the bottom of the area has been developed to extract the data (Guit et al. 2015, 2016). The practical benefits of this approach are the uniform distribution of sampling units over the entire study area and the resulting ease of identification, displacement, and significant gains in accuracy (Samalens 2009). In order to establish this sampling technique, two criteria were taken into account: distance from the coast and the spatial order “geographical area” (Bigot 2006).

The sampling that was carried out provided an overview of the area, with a total of 49 radials, each radial extending 200 m from the coastline to the sea. The distance between the radials is 300 m and in each radial, 9 sampling points were realized. The distance between the points is 25 m. A total of 441 points were sampled (Fig. 3).

The data collected by diving, principally the typology and bottom state, bathymetry, and in situ identification of species through photographs, are indexed in a tabular database.

According to Dutrieux et al. (2000), a visual assessment of the bottom state can be made based on the following indicators:

Excessive cover of photophilic algae: a sign of eutrophication and proliferation of specific species or indicators of disturbance.

Ichthyological data (specific richness, abundance, dominance, frequency, diversity index) are obtained by random sampling at a fixed point in the center of the study area, assuming that the same stock exists in the study area. A monthly sample was done over a period of 1 year, using passive fishing gear, the trammel. The level of disturbance of the ichthyological stands was studied based on the diversity index (Shannon-Wiener (H') and Pielou Equitability (J')).

A series of data records, corresponding to the wind, over a period of 20 years (1995–2015) of the Algiers region have been obtained from the National Meteorology Office (ONM).

The wave data were obtained from a study on the vulnerability and adaptation of the province of Algiers to climate change and natural hazards, carried out in 2012 by the French engineering group (Egis Eau), IAU île-de-France, and the French geological survey (BRGM) for the benefit of the Algerian Ministry of Regional Planning and Environment.

Pollution data were collected on an annual cycle through sea campaigns and a series of laboratory analyses.

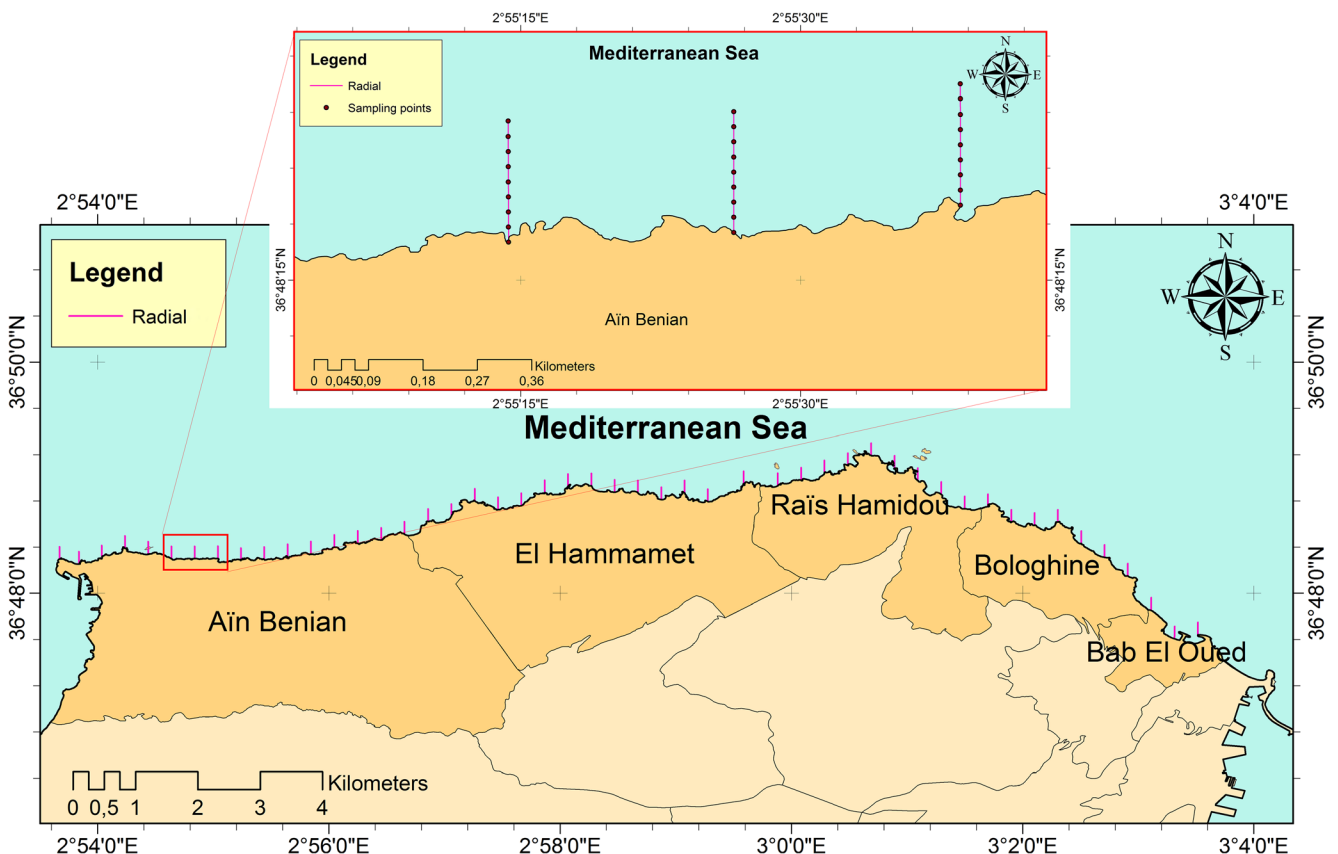


Fig. 3 Representative map of the sampling methodology

Anthropogenic pressure data

We have collected all relevant data to ensure the application of this index. Selective sorting based on the most reliable and recent data has been carried out in order to guarantee the good quality of the results. Finally, a tabular database has been established by indexing this information.

The basic data were taken from the study reports provided by the National Coastal Commission (CNL), the Ministry of the Environment and Renewable Energies (MEER), and the Ministry of Interior, Local Authorities and Spatial Planning (MICLAT). The main documents are as follows: State of coastal fishing in the study area (2018); Master Plan for the Development and Urban Planning of Algiers PDAU (2016); Land Use Plan POS - Algiers - (2016); study of the Maritime Public Domain Delimitation of Algiers DDPM (2014); General Population and Housing Census RGPH (2011); Boundaries of Algiers coastal domain (2007); Census of discharge points - Algiers (2007); Coastal Development Programme PAC (2005); Coastal Cadastre of Algiers (2004).

To measure the variables of regulatory protection index, we initiated a survey of workers in government organizations. The survey assessed the levels of legislative protection and the application of this protection to monitor the criteria of environmental quality that Mauvais (1997) identified: Water quality, state of living resource, state of non-living resource and state of landscape, and the application of the measures on the field. A total of 10 government organizations participated in the survey: five employees from each organization. The questionnaire is composed of 10 questions about the level of environmental protection in the Algerian legislation and its application in the field.

Normalization, weighting, and valued function

In literature, the term “standardization” refers to the transformation of indicator values measured on different scales and units into values without a unit on a common scale (Fritzsche et al. 2017). The data needed to develop a vulnerability index are expressed in qualitative and quantitative terms and are frequently available at different scales and are expressed in different units of measurement. It is therefore common to assign a rank to each variable to indicate its contribution to vulnerability (McLaughlin et al. 2010). The weighting of the different variables relative to each other was not performed due to the varying number of value judgments hidden behind the combined weights (McLaughlin et al. 2010).

In this study, a semi-quantitative assessment using scores to evaluate the sensitivity of the environment and the intensity of anthropogenic pressures was carried out.

In order to assess environmental sensitivity, factors were ranked in order of sensitivity, from most sensitive to least sensitive, on a scale of 1 to 5, where 1 represents the most sensitive level for each factor and 5 represents the least sensitive.

For intensity of anthropogenic pressures, a ranking is established according to the intensity of the pressures exerted by the different levels of each factor on the territory. A scale from 1 to 4 was chosen, with 1 contributing the most to the intensity of pressure from each factor and 4 contributing the least. Tables 1 and 2 illustrate the rules used to classify the factors constituting the two vulnerability sub-indices.

In order to make the indicator maps comparable, the values of the sub-indices are normalized according to the following formula:

Dimension index (DI)

$$= \frac{\text{Sum of variable scores} - \text{Minimum possible scores}}{\text{Sum max of the scores} - \text{Minimum possible scores}}$$

This equation converts the original indicator values (each expressed in its own unit of measurement) to dimensionless scores based on a range of 0–1 (McLaughlin et al. 2010; Aretano et al. 2014; Yoo et al. 2014).

To determine the values of ISEEL and IPA, we have chosen to adjust the values of their sub-indices on a scale from 0 to 5 on the basis of the $DI \times 5$ formula, which will give the following sub-indices and index formulas:

For ISEEL sub-indices : Sub-index

$$= (\text{Mean (Factors)} - 1) * 1.25.$$

The final ISEEL is calculated by averaging the four values of the sub-indices, as shown in the following formula: $ISEEL = (Sb + Sg + Ch + Ip) / 4$

For the IPA sub-indices : Sub-index

$$= (\text{Mean (Factors)} - 1) * 5/3$$

The IPA and ISEEL indices are calculated by averaging the values of the sub-indices, as shown in the following formula:

$$\text{Index} = \frac{\text{Mean(Sub-index)}}{\text{Number of sub-indices}}$$

Using fifths (0–20%, 20–40%, 40–60%, 60–80%, and 80–100%) and characterizations of very low - low - medium - high - very high, each calculated value falls within the relevant fifth then the coastal region is characterized accordingly (Doukakis 2005). The result of this work will be mapped as follows:

Table 1 Standard ranks of factors for assessing the sensitivity of coastal ecosystems

Sub-index	Factor	Rank				
		1	2	3	4	5
Biological sensitivity (Sb)	Seabed state	Good	-	Average	-	Low
	Ichthyological state	Very good	Good	Average	Mediocre	Bad
Geomorphological sensitivity (Sg)	Seabed typology	Muddy	Sandy mud	Sandy	Pebbles and gravel	Rocky
	Coastal typology	Closed bay	-	Semi-closed bay	-	Linear coast
Hydrodynamic characteristics (Ch)	Swell (height) (m)	< 0.1	[0.1–0.5[	[0.5–2.5[	[2.5–6[	≥ 6
	Winds (speed) (km/h)	< 6	[6–20[	[20–39[	[39–62[	≥ 62
Pollution intensity (Ip)	PO ₄ ⁻³ (mg/l)	< 0.1	[0.1–0.5[	[0.5–1[	[1–2[	≥ 2
	NO ₃ ⁻ (mg/l)	< 2	[2–10[	[10–25[	[25–50[	≥ 50
	O ₂ (mg/l)	≥ 8	[6–8[	[4–6[	[3–4[	< 3
	O ₂ (%)	≥ 90	[70–90[	[50–70[	[30–50[	< 30
	TSM (mg/l)	< 2	[2–25[	[25–38[	[38–50[	≥ 50
	Zn (μg/g)	< 120	-	[120–460[	-	≥ 460
	Cd (μg/g)	< 1	-	[1–5[	-	≥ 5
	Pb (μg/g)	< 35	-	[35–460[	-	≥ 460
	Total coliforms (/100 ml)	< 50	[50–500[	[500–5000[	[5000–10.000[	≥ 10.000
Fecal coliforms (/100 ml)	< 50	[50–200[	[200–1000[	[1000–2000[	≥ 2000	

Table 2 : Standard ranks of anthropogenic pressure assessment factors

Sub-index	Factor	Rank			
		1	2	3	4
Human activities (Ah)	Fishing activities (Ah1)	Absence	Recreational fishing	Traditional: passive gears	Traditional: active gears
	Tourist activities (Ah2)	Absence	Cultural, natural, and ecotourism tourism	Micro-enterprises and SMEs/tourism based on/by the local community	Large resorts, hotels, or similar businesses
	Industrial activities (Ah3)	Absence	Establishments classified in the first category	Establishment classified in the second and third category	Establishment classified in the fourth category
	Agricultural activities (Ah4)	Absence	Biological Agriculture	Reasoned agriculture	Intensive agriculture
	Aquaculture activities (Ah5)	Absence	Extensive aquaculture	Semi-intensive aquaculture	Intensive aquaculture
Infrastructure (In)	Port infrastructure (In1)	Absence	Small ports or anchorages	Fishing ports/marinas	Commercial ports
Pollution vectors (Vp)	Road density (km/km ²) (In2)	< 0.4	0.4–0.5	0.5–0.6	> = 0.6
	Emissaries (Vp1)	Absence	Stormwater	Urban wastewater	Industrial wastewater
	Sanitation networks (Vp2)	Absence in a clean zone	Improved or very improved service	Limited or basic service	No or unacceptable service
Urbanization (Ur)	Discharge (Vp3)	Absence	Municipal landfills	Landfills with control (CET)	Wild landfills
	Population density (Hab/km ²) (Ur1)	< 50	50–100	100–250	> = 250
	Urbanized surface/servitude zone (%) (Ur2)	0	0–33	33–66	66–100
	Urbanized coastal linear/coastal linear (%) (Ur3)	0	0–33	33–66	66–100
Regulatory protection (Pr)	Rate of urbanization (%) (Ur4)	0	0–33	33–66	66–100
	Legislative texts on environmental problems (Pr1)	Total	Partial	Low	Very low
	Field application mechanisms (Pr2)	Total	Partial	Low	Very low

Table 3 Fuzzy rules for assessing the environmental vulnerability of coastal ecosystems

If ISEEL	And IPA	THEN Environmental vulnerability of coastal ecosystems
Very low	Very low	Very low
Very low	Low	Very low
Very low	Medium	Very low
Very low	High	Low
Very low	Very high	Medium
Low	Very low	Very low
Low	Low	Very low
Low	Medium	Low
Low	High	Medium
Low	Very high	Medium
Medium	Very low	Low
Medium	Low	Low
Medium	Medium	Medium
Medium	High	High
Medium	Very high	High
High	Very low	Medium
High	Low	Medium
High	Medium	Forte
High	High	Very high
High	Very high	Very high
Very high	Very low	Medium
Very high	Low	High
Very high	Medium	Very high
Very high	High	Very high
Very high	Very high	Very high

- [0–1[Very high (sensitivity/pressure), represented by the red color
- [1–2[High (sensitivity/pressure), represented by the orange color
- [2–3[Medium (sensitivity/pressure), represented by the yellow color
- [3–4[Low (sensitivity/pressure), represented by the color green
- [4–5] Very low (sensitivity/pressure), represented by the blue color

Finally, the vulnerability was determined by a method based on the work of Caniani et al. (2016) who used fuzzy rules for vulnerability assessment. This fits perfectly with the meaning of “A vulnerable area is an area that is both sensitive and subject to human pressure. Its degree of vulnerability is a function of the respective degrees of sensitivity and pressure” (Table 3).

Results and discussion

Environmental sensitivity index of coastal ecosystems

Figure 4 shows that the biological sensitivity (S_b) varies from medium to very high. This is explained by the good state and balance of the ichthyological populations as well as by the low presence of disturbance signs.

In addition, it is noted that the geomorphological sensitivity (S_g) of the area varies from low to very low, this is due to its rocky particularity and exposure (the area is not geographically confined). Similarly, the area has a low hydrodynamic sensitivity (Ch) due to its high exposure to the prevailing winds and swells.

In addition, the area is generally sensitive in terms of pollution intensity (I_p). This means that the area is slightly polluted because of the low sewage outfalls, although the geomorphological and hydrodynamic characteristics in the area can also favor the dispersion of pollutants. Nevertheless, Bab El Oued coast, the eastern part of Bologhine, and the western part of Ain Bénian are moderately polluted and have a moderate sensitivity, due to the presence of the artificialization works on the Bab El Oued coast and the presence of the port of El Djamila to the west of the municipality of Ain Bénian.

The spatial distribution of environmental sensitivities of coastal ecosystems (ISEEL) shows an average sensitivity of the area. Nevertheless, the west of the municipality of Ain Bénian, the east of the municipality of El Hammamat, and the municipality of Bologhine have low environmental sensitivity. To recapitulate, 79.59% of the area is characterized by a medium sensitivity, while only 24.41% has a high sensitivity.

Human pressure intensity index

The analysis of the IPA is done on three levels. First-point concerns the interpretation of the scores of the factors and the contribution of their weight in the construction of the sub-indexes A_h , I_n , U_r , V_p , and P_r . Mid-point concerns the analysis of the scores of the sub-indexes in order to define the role played by each of them in the construction of the IPA.

The end-point of the IPA index is the construction of the anthropogenic pressure intensity map; this map offers an overview of the pressure intensity exerted by each municipality on its coasts.

First-point

As shown in Fig. 5, the yellow surface that represents urbanization dominates the radial graph; in other words, the 5 municipalities are under a high population density and a high artificialization of the coastal shelf and the 300 m servitude zone. These three factors contribute the most to the urbanization sub-index score. Human activities are mainly dominated

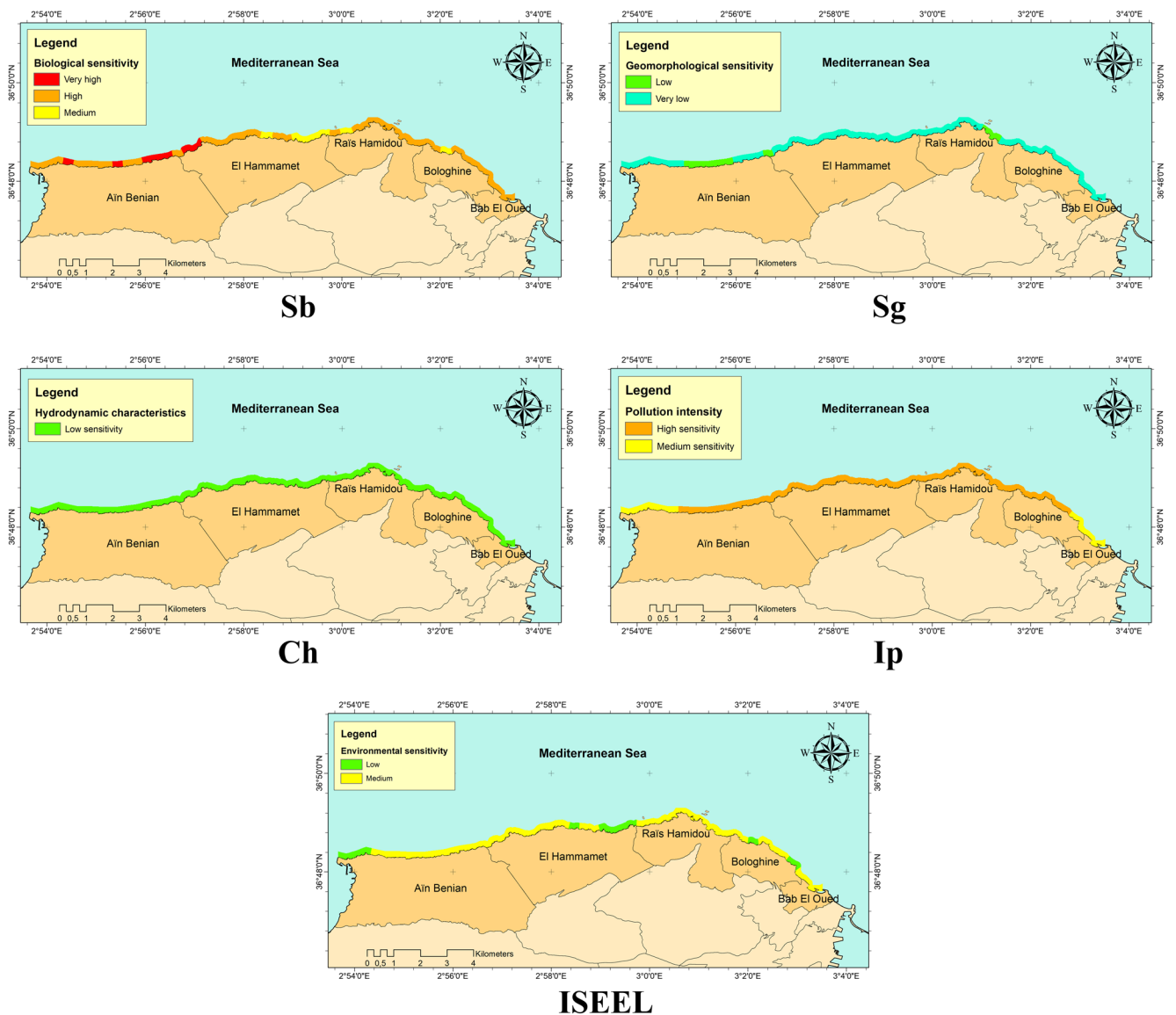


Fig. 4 Distribution of environmental sensitivity in the study area

by artisanal fishing activities (passive gear) and tourism activities (founded by/on local community), with the absence of aquaculture activity. The sanitation in the study area has an incapable and failing system, due to passive pumping of domestic and industrial discharge. This system does not collect discharge below the collector system, and this explains the high number of different types of discharge in the area. As a result, sanitation and discharge factors contribute most to the pollution vector score. The absence of landfills in the area is reported (National Directorate for the Littoral of Algeria CNL 2016). In terms of infrastructure, it should be noted that the municipalities of Rais Hamidou and Ain Bénian are served by a more important road and port infrastructure than the other municipalities. For

regulatory protection, and in order to mitigate the impacts of these pressures, the area is partially covered by Act No. 02-02 on the protection and enhancement of the coast. However, there is a clear lack of implementation of these measures in the field.

Mid-point

The results of the distribution of the scores of the four sub-indexes related to anthropogenic pressures are shown in Fig. 6. The results show that the highest scores are found in urbanization (Ur), which is the main contributor to the pressures exerted on the coasts of these municipalities. According to MHUPC (2016), Bab El Oued is part of the hyper-center, while the

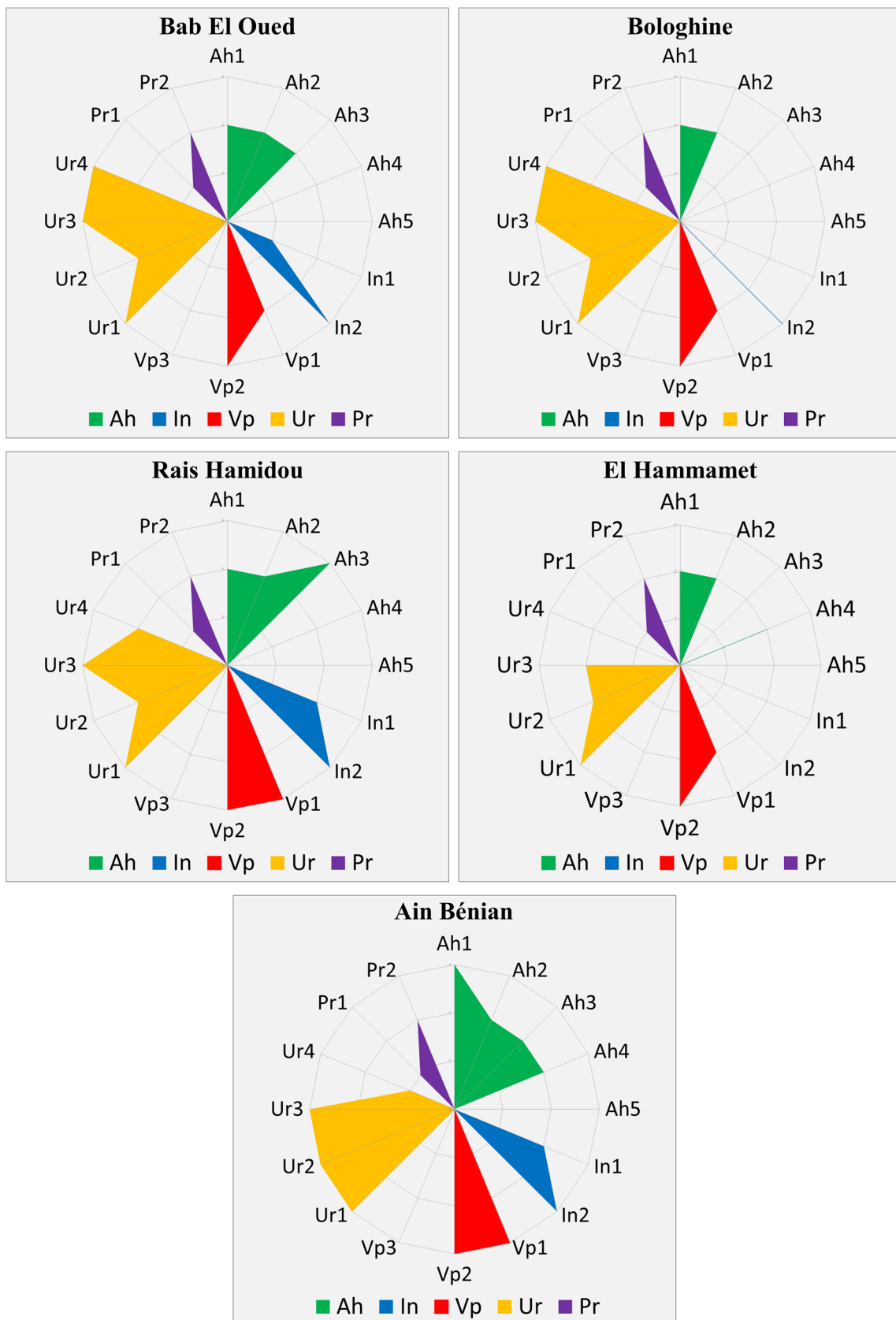


Fig. 5 First-point radar graph for the five municipalities



Fig. 6 Radar graph at mid-point scale for the five municipalities

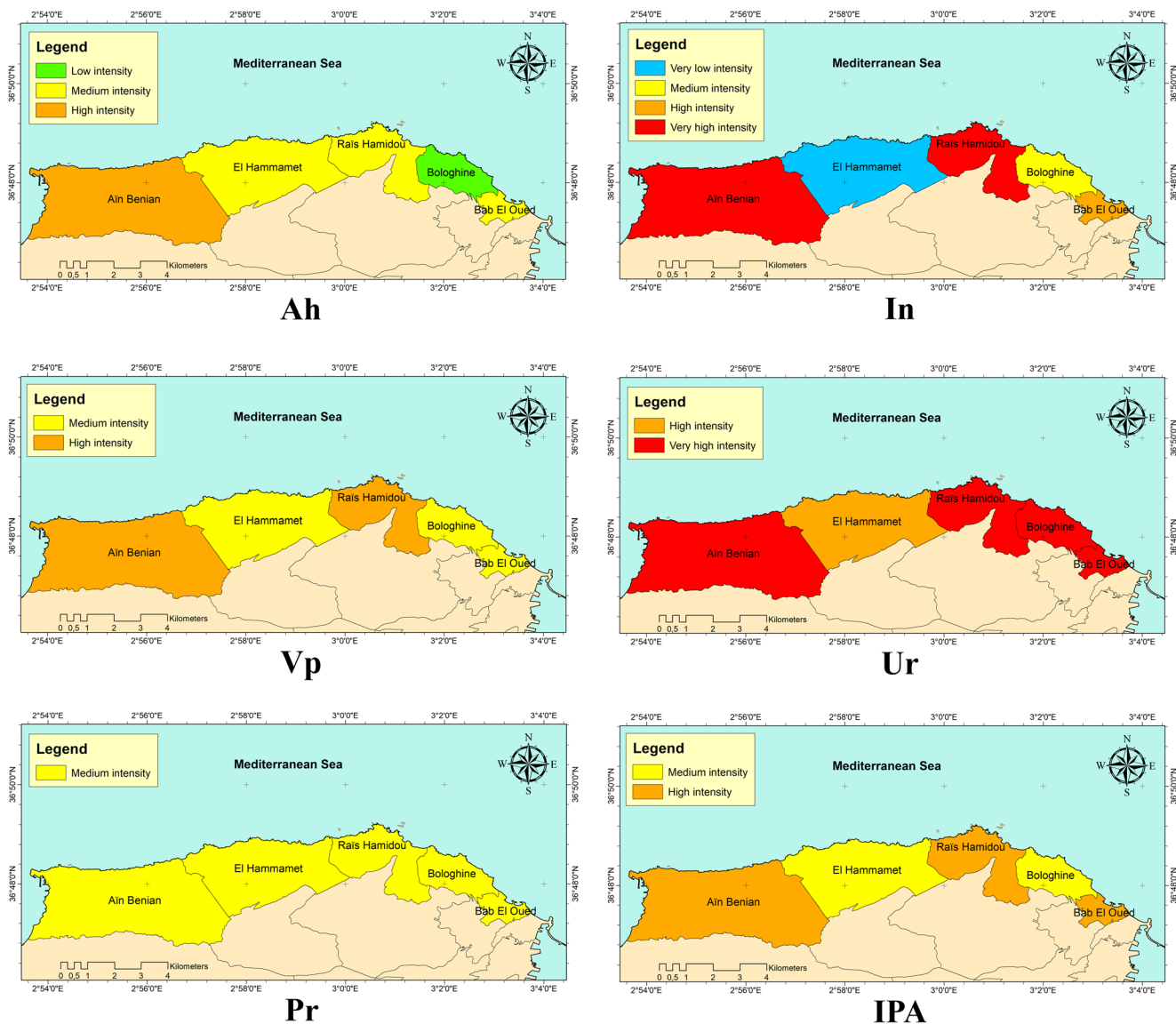


Fig. 7 Distribution of the intensity of anthropogenic pressures in the various municipalities in the study area

municipalities of Bologhine and Rais Hamidou are considered an urban crown (Central Urban Area). For the municipality of El Hammamet, it is considered a complementary urban agglomeration in which we find the Bainam forest that occupies 75% of its surface, which explains the low urbanization rate in the municipality.

The contribution of human activities has a scale that varies from low to medium in all municipalities except Ain Bénian, since it is an area of economic and tourist activity with the aim of ensuring its internationalization. As for the pressure exerted by the infrastructures, it is very high in the municipalities of Rais Hamidou and Ain Bénian and low in the other municipalities.

The sub-index “pollution vector” has a high intensity in all five municipalities and forms a main pillar in the construction of the intensity index of anthropogenic pressures.

End-point

In this last scale of analysis, it can be seen from Fig. 7 that the municipalities of Ain Bénian, Rais Hamidou, and Bab El Oued have a high intensity of anthropogenic pressures, while the other municipalities have a medium intensity, which is consistent with field observations. It is to be noted that 40% of the municipalities in the study area have a medium intensity of anthropogenic pressures, while 60% of the municipalities have a high intensity.

Assessment of the environmental vulnerability of coastal ecosystems

The results assessed for the vulnerability are illustrated in Fig. 8. From this map, we can see that the majority

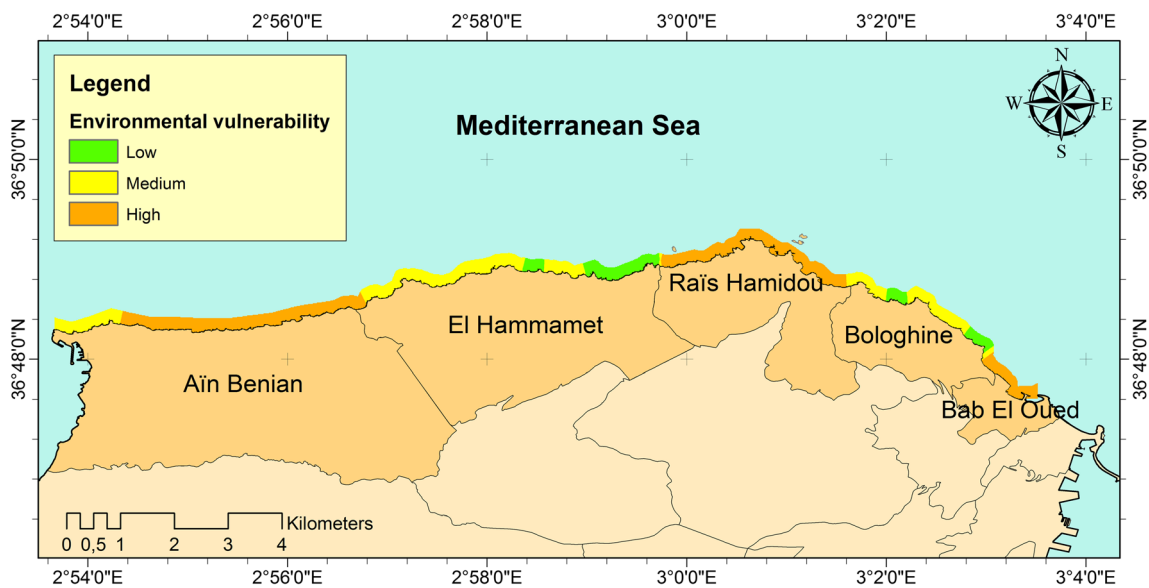


Fig. 8 Distribution of environmental vulnerability in the study area

of the areas present a medium to high level of environmental vulnerability, especially in the municipalities of Bab El Oued, Rais Hamidou, and Ain Bénian. This result can be explained by the strong anthropogenic pressures exerted by the majority of these municipalities on their coasts. However, areas of low environmental vulnerability were visible in the municipalities of El Hammamet and Bologhine, due to the medium anthropogenic pressure exerted by these two municipalities on their coasts. We note that 48.98% of the total surface of the zone is highly vulnerable. In addition, the medium vulnerability zone represents 38.78%, while the low vulnerability zones represent a percentage of 12.24%.

In order to help governmental authorities in the elaboration of appropriate environmental measures, we have classified the municipalities in this area into two categories on the basis of their vulnerability and its two components (sensitivity and pressure):

- (i) Municipalities with low to medium sensitivity and moderate anthropogenic pressure: concerning this category, the municipalities of Bologhine and El Hammamet have a low to medium vulnerability. For this situation, the most important preoccupation is not the anthropogenic pressure itself but the intrinsic factor of the sensitivity in these coastal ecosystems. Even though these two municipalities do not have an immediate need to develop environmental policies, their environmental quality must be monitored constantly.
- (ii) The municipalities with medium sensitivity and high anthropogenic pressure: concerning the municipalities of Bab El Oued, Rais Hamidou, and Ain

Bénian, which have a high vulnerability, requires a policy that gives priority to environmental quality. This indicates that protective measures must be aimed at conserving coastal ecosystems and not at regulating human activities that may have an impact on them. Therefore, there is an urgent need to develop a policy focused on natural resource management. If measures are implemented to protect and restore nature, environmental sensitivity to exposure can be reduced in the medium to long term.

The result obtained for sensitivity in the study area shows that the latter varies from medium (79.5%) to high (20.5%), while Fattal et al. (2010) find that environmental sensitivity in the island of Noirmoutier Island (France) varies from low (65%), medium (25%), and high (15%). This may be explained by the fact that the geographical location of the study areas is different. In the same case, these authors pointed out the lack of information on abundance, biomass, and biodiversity to assess biological sensitivity. To remedy this situation, they used a method described by Nansingh and Jurawan (1999). In our case, we were able to collect these parameters for ichthyological stands, and at the same time a visual assessment was used to assess the seabed state.

We have similar results on anthropogenic pressure in these Algiers municipalities to those obtained by Rabehi et al. (2018) and Mihoubi et al. (2014) in terms of urbanization, population density, and road network.

The research by Yoo et al. (2014) on the environmental vulnerability of five coastal municipalities in Jakarta, Indonesia, included several indices. The latter includes the “pollution” index, which was not calculated

by the same method because of the difference in the environment of interest (land and sea), so the method of Abbasov and Smakhtin (2012) has been adopted. The population density in the five municipalities in our study area is much higher than in Jakarta. Both Jakarta and our study area have a relatively solid basis in terms of environmental policy, but the execution of the environmental policies is more effectively applied by the municipalities of Jakarta than by our Algerian municipalities.

Conclusion

This study proposes a first attempt to assess the environmental vulnerability of coastal ecosystems at the local scale by integrating specific indicators, which make it possible to examine the sensitivity of coastal ecosystems and anthropogenic pressure. The research effort was focused firstly on the development of this approach and secondly on the data quality to establish the vulnerability inventory based on the actual conditions in the area.

We have found that the environmental sensitivity of the coastal ecosystems in our study area is generally medium. These ecosystems are exposed to anthropogenic pressures that range from medium to high. As a result, we have found that the environmental vulnerability in the study area varies in the majority of cases from medium to high.

The ISEEL index developed by the four pillars showed its effectiveness in this study as an appropriate tool, since the results allowed us to rank the coasts according to their environmental sensitivity and gave us a vision on the sectors that have a high priority in a threat situation, contrary to low sensitivity areas where restoration management can be used. In addition, this study has also introduced an innovative parameter that can be used to assess in cascade the anthropogenic pressures exerted by municipalities on their coasts.

This approach has proven its effectiveness in assessing the environmental vulnerability of coastal ecosystems and its two components (sensitivity and pressure). By confronting the final results of the vulnerability with:

- The unsynthesized raw data, which are used to construct this work.
- The remarks contained in official State documents such as “the cadastre, the urban planning and development master plan, the land use plan.”

We conclude that the results obtained reflect closely the reality.

As a consequence, these results can be used to guide decision-makers in their decision-making to prioritize management and planning efforts in the future.

Acknowledgments The authors gratefully acknowledge A. Mezhoud, A. Boumaour, N. Khelil, H. Sahraoui, and M. Sallaye for their valuable comments and advices, and Sahar Shebaan for the English proofreading of the manuscript.

References

- Abbasov RK, Smakhtin VU (2012) Indexing the environmental vulnerability of mountain streams in Azerbaijan. *Mt Res Dev* 32:73–82. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00012.1>
- Adger WN (2006) Vulnerability. *Glob Environ Chang* 16:268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Adger WN, Hughes TP, Folke C et al (2005) Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science* (80-) 309:1036 LP–1031039
- Aretano R, Semeraro T, Petrosillo I, de Marco A, Pasimeni MR, Zurlini G (2014) Mapping ecological vulnerability to fire for effective conservation management of natural protected areas. *Ecol Model* 295: 163–175. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.09.017>
- Bigot L (2006) Les Communautés De Macrofaune Benthique Des Sédiments Côtiers En Zone Tropicale Non Récifale: Diversité Et Réponses Aux Modifications De L'Environnement Marin À La Réunion (Océan Indien). Université de la Réunion
- Blue Plan (2012) 20 Years of sustainable development in the Mediterranean: review and outlook
- Caniani D, Labella A, Lioi DS, Mancini IM, Masi S (2016) Habitat ecological integrity and environmental impact assessment of anthropic activities: a GIS-based fuzzy logic model for sites of high biodiversity conservation interest. *Ecol Indic* 67:238–249. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.038>
- Carpenter SR, Bennett EM, Peterson GD (2006) Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecol Soc* 11:29 29rArtn 29
- Cuttelod A, Garcia N, Abdul Malak D, et al (2008) The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. Switzerland
- Daeden J (2015) Analyse des pressions anthropiques sur l'environnement littoral européen et français. Université de La Rochelle
- Doukakis E (2005) Coastal vulnerability and risk parameters. *Eur Water* 11:3–7
- Dutrieux E, Canovas S, Denis J, et al (2000) Methodological guide for the elaboration of vulnerability maps of the coastal zones of the Indian Ocean. Réalisé par Créocéan, Ifremer et Arvam pour le compte de l'UNESCO/IOC et le PRE-COI/UE
- Fattal P, Robin M, Pottier P (2007) Évaluation de la vulnérabilité côtière face aux pollutions par hydrocarbures: Application à l'île de Noirmoutier. *Territ Mouv*:54–69. <https://doi.org/10.4000/tem.551>
- Fattal P, Maanan M, Tillier I et al (2010) Coastal vulnerability to oil spill pollution: the case of Noirmoutier Island (France). *J Coast Res* 26: 879–887
- Fritzsche K, Schneiderbauer S, Bubeck P, et al (2017) Guide de référence sur la vulnérabilité Concept et directives pour la conduite d'analyses de vulnérabilité standardisées. Berlin
- Guit B, Nedjimi B, Guibal F, Chakali G (2015) Dendroécologie du pin d'alep (*Pinus halepensis* Mill.) en fonction des paramètres stationnels dans le massif forestier de senalba (Djelfa, Algérie). 70: 32–43
- Guit B, Nedjimi B, Chakali G, Guibal F (2016) État sanitaire des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de Senalba (Djelfa , Algérie). 71:156–167
- He L, Shen J, Zhang Y (2018) Ecological vulnerability assessment for ecological conservation and environmental management. *J Environ Manag* 206:1115–1125. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2017.11.059>
- Henri É, Singh B, André P (2002) Vulnérabilité de la zone côtière du Bénin à un rehaussement relatif du niveau marin : étatde la question et préconisations / Vulnerability of the Coastal Zone of Benin to a

- Relative Sea Level Rise : State of the Problem and Recommendations. *Ann Geogr* 16:25–40
- Khelil N, Larid M, Grimes S, le Berre I, Peuziat I (2019) Challenges and opportunities in promoting integrated coastal zone management in Algeria: demonstration from the Algiers coast. *Ocean Coast Manag* 168:185–196. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.11.001>
- Le Berre I, David L, Nogues L, et al (2010) Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines, annexe technique du Plan ORSEC du département de la Seine-Maritime, Annexe technique du plan Polmar-Terre. Brest
- Tixerant M Le (2004) Dynamique des activités humaines en mer côtière. Application à la mer d'Iroise. Université de Bretagne occidentale - Brest
- Li L, Shi Z, Yin W, et al (2009) A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the Danjiangkou reservoir area, China. 220:3439–3447. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.09.005>
- Lorant-Plantier É (2014) Un indicateur global d'évaluation de la vulnérabilité écologique du milieu le long de grandes infrastructures linéaires : Pourquoi ? Comment ? *Cybergeo Eur J Geogr* [En ligne] 1–32. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.26362>
- Mauvais J-L (1997) Gestion du littoral et compatibilité des activités. Les problèmes du littoral breton., Le littoral "entre nature et politique", L'Harmatta
- Mauvais J-L, Goarnisson R (1999) Etat de l'environnement sur la façade atlantique, Editions Q. France
- McLaughlin S, Andrew J, Cooper G (2010) A multi-scale coastal vulnerability index: a tool for coastal managers? *Environ Hazards* 9:233–248. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2010.0052>
- Mihoubi MK, Belkessa R, Latreche MA (2014) Study vulnerability coast areas Alger Basin with GIS. *Int J Environ Sci Dev* 5:522–525. <https://doi.org/10.7763/IJESD.2014.V5.538>
- Ministry of Habitat-Urban Planning and Cities (2016) Master plan of development and urban planning of Algiers
- Ministry of the environment (2004) Coastal Cadastre of Algiers
- Ministry of the environment (2007) Boundary of Algiers coastal domain
- MREE, UNEP, PAP/RAC, PAM-MedPartnership (2015) National Strategy for Integrated Coastal Zone Management 2015-2030
- Nansingh P, Jurawan S (1999) Environmental Sensitivity of a Tropical Coastline (Trinidad, West Indies) to Oil Spills. *Spill Science & Technology Bulletin* 5(2):161–172. [https://doi.org/10.1016/S1353-2561\(98\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S1353-2561(98)00052-8)
- National Directorate for the Littoral of Algeria CNL (2016) Census on the Algerian coast
- National Statistics Office (2011) General census of population and housing
- Plan Bleu (2015) Climate risk management tools: towards a multi-scale coastal risk index for the Mediterranean
- Puente-Rodríguez D, Giebels D, de Jonge VN (2015) Strengthening coastal zone management in the Wadden Sea by applying "knowledge-practice interfaces". *Ocean Coast Manag* 108:27–38. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.05.017>
- Rabehi W, Guerfi M, Mahi H (2018) Cartographie de la vulnérabilité des communes de la baie d'Alger. Méditerranée [Online], Varia
- Sahoo S, Dhar A, Kar A (2016) Environmental vulnerability assessment using Grey Analytic Hierarchy Process based model. *Environ Impact Assess Rev* 56:145–154. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.10.002>
- Samalens J-C (2009) Stratégies d'échantillonnage des dommages forestiers à l'échelle du paysage - Application aux forêts cultivées de pin maritime (*Pinus pinaster*, Ait.) -. UNIVERSITÉ BORDEAUX 1
- Scheffer M, Carpenter S, Foley JA, Folke C, Walker B (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413:591–596
- Small C, Nicholls RJ (2003) A global analysis of human settlement in coastal zones. *J Coast Res* 19:584–599. <https://doi.org/10.2307/4299200>
- Teck SJ, Halpern BS, Kappel CV, Micheli F, Selkoe KA, Crain CM, Martone R, Shearer C, Arvai J, Fischhoff B, Murray G, Neslo R, Cooke R (2010) Using expert judgment to estimate marine ecosystem vulnerability in the California Current. *Ecol Appl* 20(5):1402–1416
- Thébault H, Duffa C, Scheurle C (2011) Sensibilité de la zone côtière de Méditerranée face à une pollution accidentelle issue d'un navire, Rapport final du projet CLARA2
- Tortell P (1992) Coastal zone sensitivity mapping and its role in marine environmental management. *Mar Pollut Bull* 25:88–93. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(92\)90193-A](https://doi.org/10.1016/0025-326X(92)90193-A)
- Turnhout E, Hisschemöller M, Eijsackers H (2007) Ecological indicators: between the two fires of science and policy. *Ecol Indic* 7:215–228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.12.003>
- Wamsley TV, Collier ZA, Brodie K, Dunkin LM, Raff D, Rosati JD (2015) Guidance for developing coastal vulnerability metrics. *J Coast Res* 316:1521–1530. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00015.1>
- Yoo G, Kim AR, Hadi S (2014) A methodology to assess environmental vulnerability in a coastal city: application to Jakarta, Indonesia. *Ocean Coast Manag* 102:169–177. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.09.018>
- Yuan Y, Song D, Wu W, et al (2016) The impact of anthropogenic activities on marine environment in Jiaozhou Bay, Qingdao, China: a review and a case study. *Reg Stud Mar Sci*. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.01.004>
- Zou T, Yoshino K (2017) Environmental vulnerability evaluation using a spatial principal components approach in the Daxing'anling region, China. *Ecol Indic* 78:405–415. <https://doi.org/10.1016/j.ECOLIND.2017.03.039>

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.