

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

**Étude biosédimentologique de la partie marine du
Parc National d'El-Kala**

Mlle. TAIBI Aicha

Soutenu le 22/10/2014 devant le jury suivant :

Mme. BOUBECHICHE Z.	Maitre Assistante A (ENSSMAL)	Présidente
Mme. BENALI M.	Doctorante (BUREAU D'ETUDE)	Promotrice
Mr. BELKESSA R.	Professeur (ENSSMAL)	Co-Promoteur
Mme. BENTCHIKOU L.	Maitre Assistante A (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr. DRICHE M.	Maitre de conférences B (ENSSMAL)	Examineur

Promotion : 2013_2014

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant de m'avoir guidé durant toutes ces années et m'a permis de réaliser ce modeste travail en me donnant la force, la patience et la volonté

Je remercie Mme BOUBECHICHE. Z de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury en dépit de ses nombreuses occupations

Je remercie Mme BENALI. M promotrice de mémoire pour m'avoir encadré et suivi tout au long de ce passionnant travail, et ce, malgré son emploi du temps très chargé

C'est avec un grand plaisir que je remercie Mr BELKESSA. R pour ses précieux conseils et sa disponibilité le long de l'élaboration du présent travail.

Je remercie Mr DRICHE. M et Mme BENICHKOV. L pour avoir pris le temps d'examiner ce travail et pour ses critiques constructives.

Un grand merci à l'ensemble des personnes de la bibliothèque de l'E.N.S.S.M.A.L, qui m'a permis de réaliser cette étude dans les meilleures conditions de travail et dans une bonne ambiance.

J'espère n'avoir oublié personne, si c'est le cas veuillez me pardonner.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Mon très cher père Abdelkader qui n'a jamais cessé de m'encourager dans la poursuite de mes études en m'apportant tout son soutien, que Dieu le garde.

Ma chère mère Oum el Kfir qui par son amour et ses prières a toujours cru en ma réussite, que Dieu la bénisse.

Mes frères Hamza, Moussa et Ibrahim, merci pour votre assistance et le réconfort que vous m'avez toujours apporté en dépit des distances qui nous séparent.

Mes sœurs Zohra, Bakhta, Hafida, Samira, Fatima et Naima

Mes belles sœurs Fatima et Saida.

Mes adorables neveux Ismaïl, Amine, Karim, Mohamed, Adnane, Younes, Abderrahmene et Lokmane.

Mes plus chères nièces Ikhlâs, Soumia, Rokja, Rofaida, Sarra, Imane, Zineb et Maria.

Tous mes oncles et tantes sans exception et toutes leur familles qui ont toujours suivi mon parcours, et tous mes cousins et cousines de la famille.

Tous mes amis(es) : Lamia, Sabrina, Imane, Sarra, Dahouche, Amina, Lynda, Mahdjouba, Fatima, Khaldia, Chahinez, Linda, somia, fariza, romaissa, Kahramana, Fatima, Nadia, Sania, Moussa, Kouider, Abdo, Walid, Nadjib, Adjel, Chérif, Apoka, Hamza, Amine et Gharbi.

À ceux que ma plume a oublié...

En dernier je tiens à rendre hommage à l'ensemble de mes enseignants que ce soit à l'université, au lycée, au CEM et au primaire,

Aïcha...

Sommaire

Introduction	11
--------------------	----

Chapitre I : Généralités

I.1 Les sédiments	14
I.1.1 L'origine des sédiments	14
I.3 Le benthos méditerranéen	15
I.3.1 Biocénoses des sédiments meubles	15
I.3.2 Biocénose de substrat rocheux	16
I.4 Le benthos marin et la nature du sédiment.....	16
I.4.1 Les biocénoses benthiques de substrat meuble	16
I.4.1.1 Biocénoses des étages supralittoraux et médiolittoral.....	16
I.4.1.2 Biocénoses de l'étage infralittoral	16
I.4.1.3 Biocénoses de l'étage circalittoral.....	17
I.4.2 Biocénoses de substrat dur	17
I.4.2.1 L'étage médiolittoral	17
I.4.2.2 L'étage infralittoral	17
I.4.2.3 L'étage circalittoral	18
I.5 Présentation de la zone d'étude.....	19
I.5.1 Situation géographique	19
I.5.2 Aperçu géologique et topographique	20
I.5.3 Aperçu hydrographique du parc national d'El Kala.....	21
I.5.4 Aperçu climatologique	22
I.5.4.1 La pluviométrie.....	22
I.5.4.2 La température.....	23
I.5.4.3 Les vents.....	23
I.5.5 Aperçu géomorphologique	24
I.5.5.1 Morphologie littoral	24

I.5.5.1.1 Formations rocheuses.....	24
I.5.5.1.1.1 Les falaises.....	24

I.5.5.1.1.2 Les éboulis	25
I.5.5.1.2 Formations d'accumulation	25
I.5.5.1.2.1 Plages rectilignes	25
I.5.5.1.2.2 Plage de fonds de baie.....	26
I.5.5.1.2.3 Plages de galets	26
I.5.5.2 Fonds marins du parc national d'El Kala.....	27
I.5.5.2.1 La topographie des fonds	27
I.5.5.2.2 Les principaux hauts fonds	27
I.5.5.2.3 Plateau continental du parc national d'El Kala.....	28
I.5.6 Aperçu Hydrodynamique.....	28
I.5.6.1 La houle	29
I.5.6.2 les courants.....	29
I.5.6.3 La marie	29
I.5.7 Aperçu sédimentologique d'El-Kala.....	30
I.5.7.1 L'origine de la sédimentation dans la région d'El Kala	30
I.5.7.1.1 Sédimentation d'origine marine	30
I.5.7.1.2 Sédimentation d'origine terrigène	30
I.5.7.1.3 La couverture sédimentaire meuble sur le plateau continental.....	30
I.5.7.1.4 Les sédiments calcaires.....	30
I.5.7.1.5 Les sédiments siliceux	31
I.5.7.1.6 Les sédiments organogènes	31
I.5.8 La biosédimentologie de la région d'El-Kala	32
I.5.9 Le coralligène de la région d'El Kala	33
I.5.10 Impacts des aménagements sur la dégradation du milieu côtier.....	33

Chapitre II: Matériel et Méthodes

II.1 Traitements des données.....	36
II.1.1 Élaboration des cartes sous MapInfo	36
II.1.1.1 Source des données.....	36
II.1.1.2 Étapes du géoréférencement.....	36
II.1.1.3 Vectorisation ou digitalisation.....	38
II.2 Échantillonnage	38
II.2.1 Engins de prélèvement.....	38
II.3 Traitement des échantillons	40
II.3.1 A bord du navire	40
II.3.2 Au laboratoire	40
II.3.3 Reconnaissance des espèces	41
II.4 La vidéo sous-marine.....	41

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1 Morphologie côtière	43
III.2 Nature des sédiments au niveau de chaque station	45
III.3 Biodiversité macrobenthique.....	45
III.4 Cartographie biosédimentaire	48
III.5 La biocénose du substrat meuble	49
III.5.1 Les vases terrigènes côtières	49
III.5.2 La biocénose des sables fins	52
III.5.3 Débris organogènes contenant du sable fin.....	55
III.6 Substrat rocheux, organogène	56
III.6.1 Le coralligène.....	56
Conclusion générale	59
Bibliographie.	

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude du parc national d'El Kala.....	19
Figure 2 : Les limites de la commune d'El-Kala (Hana S, 2009).....	20
Figure 3 : Formations géologiques du Nord Est algérien (Vila, 1980).....	21
Figure 4 : Hydrographie du parc national d'El-Kala (PNEK.2011 in Mallil k).....	22
Figure 5: Esquisse morphologique du secteur El Kala- Annaba (Boutiba in Grimes et al .,2004).....	24
Figure 6: Falaise de cap Rosa.....	25
Figure 7: Les éboulis de la région d'El Kala. Google Earth	25
Figure 8: Les la plage grande vergès. Google Earth	26
Figure 9: la plage de la vieille Calle. (Ouelmouhoub S, 2005).....	26
Figure 10: Circulation de l'eau méditerranéenne profonde (Millot et Taupier, 2005).....	28
Figure 11: la Les étapes pour l'élaboration d'une carte sous MapInfo	37
Figure 12: Image d'une benne Van Veen	38
Figure13: Positionnement des stations échantillonnées sous logiciel MapInfo 7.8. Image Google Earth 2014.....	40
Figure 14: Carte représente la morphologie côtière du parc national d'El Kala	34
Figure 15: Dominance qualitative des différents groupes zoologiques	46
Figure 16: Vases terrigènes côtières	49
Figure 17: <i>Turitella communis</i>	50
Figure 18: <i>Nephrops norvegics</i>	50
Figure 19: <i>Gastrosaccus spinifira</i>	51
Figure 20: <i>Venus gallina</i>	51
Figure 21: <i>Nassarius reticulatus</i> (Linné, 1758).....	53
Figure 22: <i>Urothoe brevicornis</i>	53
Figure 23: <i>Sternaspis reticulata</i>	54

Figure 24: <i>Ditrupa arietina</i>	54
Figure 25: Débris organogène contenant du sable fin	55
Figure 26: Coralligène	56
Figure 27: <i>Mesophyllum lichenoides</i>	57
Figure 28: Coralligène	57
Figure 29: <i>Eunicella singularis</i> (<i>Webplongée.com</i>)	57

Liste des tableaux

Tableau 1: Coordonnées géographiques des stations	39
Tableau 2: Les faciès sédimentaires de chaque station	45
Tableau 3: Les espèces identifiées par station	46

Introduction Générale

Les côtes algériennes se caractérisent par l'étroitesse, parfois par la disparition, de leur plateau continental en bordure des massifs montagneux côtiers, et par l'extension de ce plateau au niveau des côtes basses comme dans le cas des baies et des golfes où son développement est maximal. Ainsi, le plateau continental algérien apparaît comme un plateau discontinu et fragmenté, n'existant réellement qu'au niveau des baies et golfes.

Comme le soulignent déjà Caulet (1972) et Leclaire (1972), il n'y a pas un plateau continental algérien unique mais plusieurs plateaux continentaux régionaux, correspondant aux baies et golfes de la côte algérienne.

La composante biologique des fonds meubles de ces plateaux est peu connue, notamment le compartiment benthos et plus particulièrement le zoobenthos, à cause des faibles connaissances de ces plateaux continentaux.

Les objectifs de ce travail sont multiples, au travers d'une approche globale il s'agit d'accéder à une connaissance de la morphologie côtière de littoral d'El Kala, de la nature sédimentaire des fonds marins, et les espèces benthiques qui caractérisent cette région.

Les techniques mises en œuvre varient suivant les biotopes concernés et suivant le niveau d'interprétation recherché.

Les fonds meubles, qui occupent 80 à 90 % de la superficie du PNEK, nécessitent différents moyens de reconnaissance et de prélèvements : capture vidéo sous-marine, et parfois lourds « benne » et un plan d'échantillonnage représentatif (Grimes S et al., 2005)

Après avoir synthétisé les données Vert et Bleu et les travaux de Bakalem on va énumérer les différents peuplements benthiques trouvés dans la région d'El Kala.

L'ensemble de ce travail se compose de trois chapitres :

Le premier chapitre consiste en deux parties, la première partie est un exposé général sur les peuplements de substrats meubles et ceux de substrats durs de la Méditerranée. La deuxième partie porte sur la présentation générale de la zone étudiée « la région d'El-Kala » : géographie, aperçu géologique et topographique, hydrographie, aperçu climatologique, la géomorphologie, hydrodynamisme, la sédimentologie d'El-Kala, C'est une synthèse des données actuellement disponibles dans ces différents domaines.

Le second chapitre représente différentes méthodes d'études utilisées : engins et méthode de prélèvements, plan d'échantillonnage, méthode de comptage des constituants biogènes.

Le troisième est le dernier chapitre s'intéresse à la morphologie côtière du PNEK, nature des sédiments au niveau de chaque station, biodiversité macrobenthique.

Chapitre I :

Généralités

I.1 Les sédiments

Les sédiments sont définis comme des dépôts continentaux ou marins constitués de particules qui proviennent de l'altération ou de la désagrégation des roches préexistantes et de la précipitation de matières en suspension qui transitent dans la colonne d'eau (**Marie, 2012**).

Les débris organogènes, dans leur majeure partie, sont déplacés puis déposés, généralement dans l'eau, pour former un sédiment détritique (alluvions au sens large). Les éléments en solution qui précipitent, sous l'intervention des êtres vivants, forment un sédiment d'origine chimique ou biochimique.

I.1.1 L'origine des sédiments

Les particules qui composent les sédiments sont plus ou moins grosses et sont constituées de composés organiques et inorganiques provenant de trois sources distinctes (**Schneider, 2001**):

- Une source **terrigenè**, signifiant que les particules proviennent de l'érosion des terres émergées. Cette source est enrichie par divers apports tels que les apports éoliens, volcaniques, glaciaires, sans oublier les apports fluviaux et/ou de ruissellement qui constituent à eux seuls l'apport cumulé le plus important. Dans le cas des sédiments marins, l'apport lié à l'érosion propre des côtes doit être pris en considération.
- une source **endogène**, désignant les particules qui proviennent du bassin de sédimentation comme les débris de macrophytes ou encore les fragments de coquilles des organismes.
- une source **anthropique** regroupe tous les rejets industriels et domestiques qui se retrouvent dans les apports fluviaux. Ce fractionnement est riche en matière organique, en nutriments, et en micropolluants. Il peut également apporter des matières en suspension.

I.2 Caractéristiques sédimentologiques des plates-formes du littoral Algérien

Le littoral algérien se caractérise par une côte basse correspondant généralement à un plateau continental large à pente faible et une côte élevée (massifs montagneux, falaises côtières) correspondent à un plateau continental réduit ou parfois inexistant et une marge continentale escarpée (**Boutiba, 1992**).

Leclaire (1972) a déterminé la nature des sédiments du littoral Algérien et caractérise trois principaux faciès qui influenceraient en outre le sédiment des milieux portuaires ; il s'agit des sables et sablons siliceux rencontrés aux faibles profondeurs, des faciès à boues silico-argileuses plus au large et des boues silice-argileuses et argilo-siliceuses.

I.3 Le benthos méditerranéen

Le benthos regroupe l'ensemble des organismes animaux, végétaux et bactéries en relation étroite avec le fond, depuis le rivage jusqu'aux grandes profondeurs. C'est une mosaïque d'habitats, hétérogènes ; variables suivant les saisons, dans leur biomasse et leur diversité. On distingue (**Kantin R Et Al., 2006**) :

- Le phytobenthos, qui comprend aussi bien les micro-algues unicellulaires comme certaines diatomées, les macro-algues et les magnoliophytes
- Le zoobenthos qui rassemble tous les animaux vivant sur le fond (vers, mollusques, crustacés,...).

Parmi ces organismes, on distingue les êtres vivants qui vivent à la surface du substrat : les épibiontes (épiflore et épifaune) et les endobiontes qui sont les animaux vivant à l'intérieur du substrat. La texture des sédiments est l'élément fondamental qui influence la distribution des organismes.

Du fait de leurs intérêts respectifs, il est admis de distinguer les peuplements de substrats meubles et ceux de substrats durs (**Kantin R Et Al., 2006**) :

I.3.1 Biocénoses des sédiments meubles

Représentant de larges étendues, certaines unités sont remarquables du point de vue de la diversité et rôle fonctionnel (zones de nourricerie, protection du littoral...), et elles sont particulièrement sensibles à la contamination pélagique (par les particules qui constituent la vase) ou à l'enrichissement en matière organique dans le sédiment.

I.3.2 Biocénoses de substrats rocheux

Présentent, de manière générale, un fort intérêt en termes de biodiversité (faune et flore), de production primaire macrophytique et de sensibilité à la qualité de l'eau.

De nombreuses biocénoses remarquables constituent les fonds rocheux méditerranéens, les herbiers à magnoliophytes marines, le coralligène et les bioconcrétionnements littoraux.

I.4 Le benthos marin et la nature du sédiment

La relation très étroite entre les organismes benthiques et la nature du sédiment n'est plus à démontrer, de nombreux auteurs (**Pérès et Picard, 1964 ; Picard, 1965 ; Cabioch, 1968 ; Glémarec, 1969 ; Guille, 1971**) ont abordé le sujet et ont décrit les principales biocénoses ci-après :

I.4.1 les biocénoses benthiques de substrat meuble

La typologie de ces biocénoses est basée sur la macrofaune, elle-même déterminée par la nature du sédiment.

I.4.1.1 Biocénoses des étages supralittoraux et médiolittoraux

Elles concernent les plages de sable, où la dimension des particules est en fonction de l'exposition. Les biocénoses correspondantes sont les suivantes :

- Biocénose supralittorale (plage émergée).
- Biocénoses médiolittorales
 - Détritique médiolittoral
 - Sables médiolittoraux
 - Sables vaseux et vases des lagunes et estuaires.

I.4.1.2 Biocénoses de l'étage infralittoral

On distingue les fonds dépourvus de végétation :

- Sables fins de haut niveau
- Sables fins bien calibrés

Et les fonds colonisés par les magnoliophytes :

- Biocénose lagunaire euryhaline et eurytherme colonisée par *Cymodocea nodosa* ou *Zostera noltii*

- Sables vaseux de mode calme également colonisés par *Cymodocea nodosa* ou *Zostera noltii*
- Herbier de posidonies à *Posidonia oceanica*
- La biocénose des sables grossiers sous influence des courants de fond, ou biocénose des sables à *Amphioxus*, s'étend sur les étages infralittoral et circalittoral.

I.4.1.3 Biocénoses de l'étage circalittoral

On trouve des fonds détritiques formés d'un sable plus ou moins vaseux ou d'une vase plus ou moins sableuse. Les biocénoses distinctes sont les suivantes :

- Fonds détritiques côtiers
- Vase terrigène côtière
- Fonds détritiques du large

Aux étages **bathyal et abyssal**, le sédiment est en général assez homogène. La biocénose des vases bathyales présente cependant différents faciès selon les caractéristiques du sédiment (fluides, molles, compactes, sableuses, mêlées de graviers). Les vases abyssales sont peu connues.

I.4.2 Biocénoses de substrat dur

Au premier niveau se trouve la biocénose de la roche supralittorale colonisée notamment par les lichens.

I.4.2.1 l'étage médiolittoral

On distingue l'horizon supérieur et l'horizon inférieur, selon le degré d'humectation. C'est au niveau de la biocénose de la roche médiolittorale inférieure que l'on trouve notamment les bioconstructions telles que les encorbellements à *Lithophyllum lichenoides*.

I.4.2.2 l'étage infralittoral

Trouve la biocénose des algues photophiles. On distingue trois horizons :

- Horizon superficiel, qui comporte notamment les faciès à *Cystoseires* et les bourrelets à *Corallina elongata* ;
- Horizon moyen (faciès à hydriaires) ;
- Horizon profond (coralligène, faciès à gorgones).

I.4.2.3 l'étage circalittoral

Se trouve la biocénose du coralligène qui présente des faciès multiples et les peuplements des grottes semi-obscurées et obscures. Les peuplements des substrats durs circalittoraux constituent des biocénoses « remarquables », c'est-à-dire d'une grande valeur patrimoniale.

- **Peuplement du coralligène**

Le coralligène de paroi est représenté principalement par les gorgones : *Paramuricea clavata* (gorgone rouge), *Eunicella singularis* (gorgone blanche), *Eunicella cavolinii* (gorgone jaune).

Il s'agit en fait d'un concrétionnement d'algues calcaires (corallinacées) consolidés par des constructeurs secondaires (invertébrés sessiles). Leur croissance est très lente (moins de 1 mm/an). Le coralligène peut se rencontrer à partir de 15 à 20 mètres de profondeur en Méditerranée selon les conditions de turbidité de l'eau, mais aussi devant l'entrée des cavités rocheuses ou grottes sous-marines à l'abri d'une luminosité intense, à de très faibles profondeurs.

I.5 Présentation de la zone d'étude

I.5.1 Situation géographique

Le Parc National d'El Kala s'étend sur une superficie actuellement évaluée à environ **80.000 ha**, il est situé entre 36°55' et 36°90' N et 08°16' et 08°43' E, dans la partie Nord-est du Tell algérien, Il est limité au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par la frontière algéro-tunisienne et au Sud par les monts de la Medjerda. (**Figure 1**)

La limite Ouest du Parc est tracée de façon à englober le bassin versant de l'Oued Bougous vers le sud et la ville d'El-Tarf plus au nord, puis continue vers l'ouest parallèlement à la route N44 jusqu'au village de Bouteldja, et se prolonge vers le nord jusqu'à l'ouest immédiat du Cap Rosa.

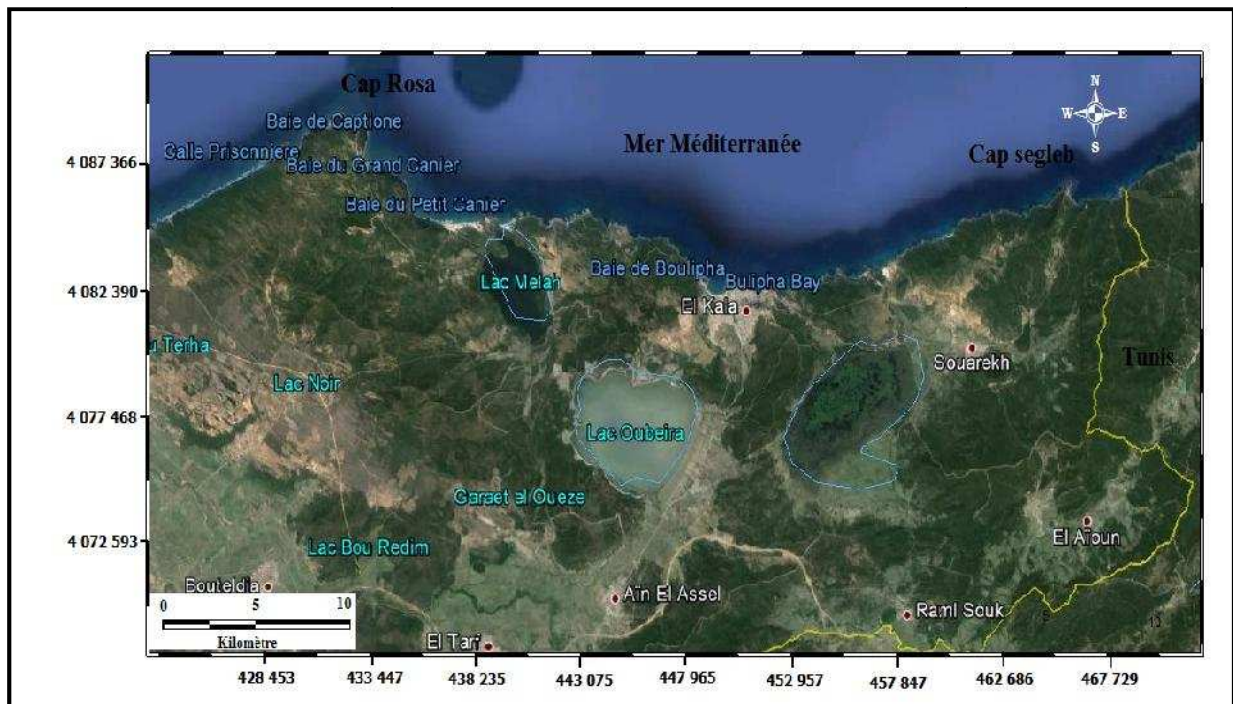


Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude du parc national d'El Kala sous logiciel MapInfo 7.8.

Administrativement, les limites géographiques du parc englobent neuf communes dont six sont entièrement situées à l'intérieur de cette espace naturel, il s'agit de : El- Aïoun, Souarekh, Ramel el souk, El-kala, Ain Assel et Bougous. Le parc n'occupe qu'une petite partie de ces communes.

La région d'El-Kala présente une multitude de milieux naturels originaux tels que la zone marine s'étendant sur environ 40 km (de Cap Rosa au Cap Segleb), un cordon dunaire stable et couvert, d'une longueur de 40 km, un complexe de zones humides principalement constitué de lacs, marais et tourbières ainsi qu'un paysage montagneux caractérisé par des chênaies pures ou mixtes (Anonyme. in Bouzid B, 2010).

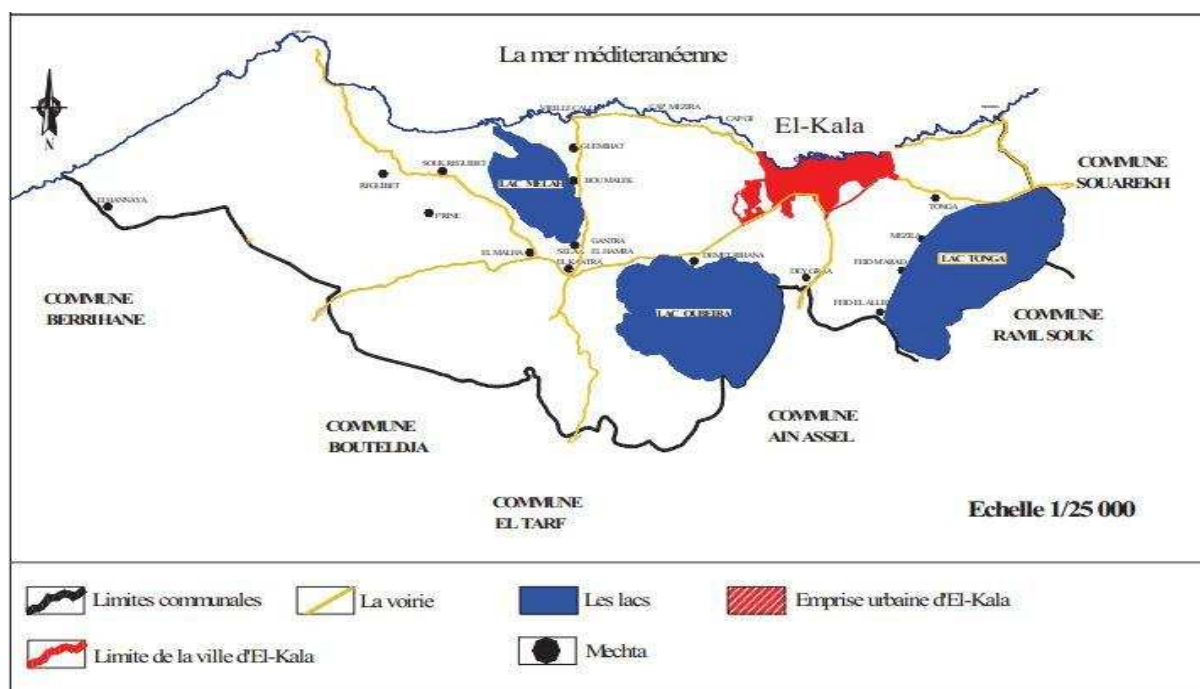


Figure 2: Les limites de la commune d'El-Kala (Hana S, 2009).

I.5.2 Aperçu Géologique et topographique:

D'une manière générale, le relief du parc national d'El Kala se compose dans sa partie septentrionale d'un cordon dunaire qui s'étend le long de la côte sur une distance de 40 Km mais aussi vers le sud jusqu'au pied du Djebel Segleb, s'introduisant parfois jusqu'à 24 km dans l'arrière-pays, avec de petites éminences de relief gréseux de faible altitude. Un ensemble de collines ne dépassant pas 600 m de hauteur se situe au Nord, à l'Est et à l'Ouest de la région d'étude. Une plaine alluviale et marécageuse est adossée à ces collines (Joleaud, 1936).

Selon Joleaud (1936) l'époque tertiaire se distingue par les argiles de Numidie datant de l'Éocène moyen. Ces argiles s'étalent dans le fond des vallées et en bordure des plaines, tandis que les grès de Numidie, datant de l'Éocène supérieur, reposent en concordance sur les argiles

précédentes formant la masse principale des collines et la crête du Djebel Ghorra. Après le tertiaire, les principales formations sont les dépôts fluviatiles constitués principalement de limons, de sables et de galets. Quant aux dunes, elles sont formées comme résultat de l'érosion marine des falaises gréseuses, la figure suivante représente les formations géologiques du Nord Est algérien.

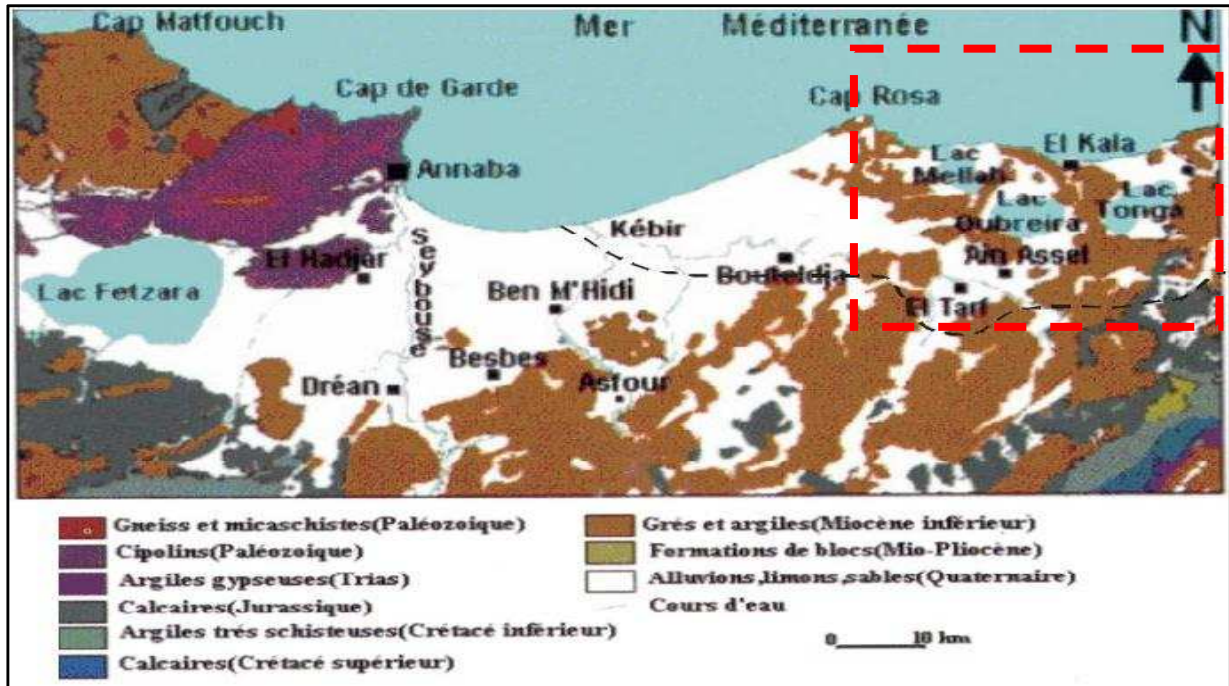


Figure 3: Formations géologiques du Nord Est algérien (Vila, 1980).

I.5.3 Aperçu Hydrographique du Parc National d'El-Kala

Le parc national d'El-Kala est un ensemble de plans d'eau répartis entre lacs et marais dont les principaux sont le lac Tonga, le lac Oubeira, le lac Mellah, le lac Bleu et le marais de Bourdim.

La partie orientale du parc national d'El Kala est mal drainée. De nombreux affluents issus des massifs formant la frontière algéro-tunisienne, s'écoulent suivant une direction de l'Est vers l'Ouest et aboutissent à la plaine d'Oum Teboul. Une partie des eaux alimente alors le lac Tonga par l'intermédiaire de l'Oued El-Hout.

Par ailleurs la partie méridionale de cette région est drainée par trois oueds avec Oued Bougous, Oued Mellila et Oued El-Kebir lequel joue le rôle de collecteur principal. Par contre la partie occidentale englobe plusieurs oueds liés aux lacs Mellah et Oubeira (Joleaud, 1936).

L'importance du réseau hydrographique existant dans la région d'El Kala joue un rôle considérable dans le maintien du complexe de zone humide.

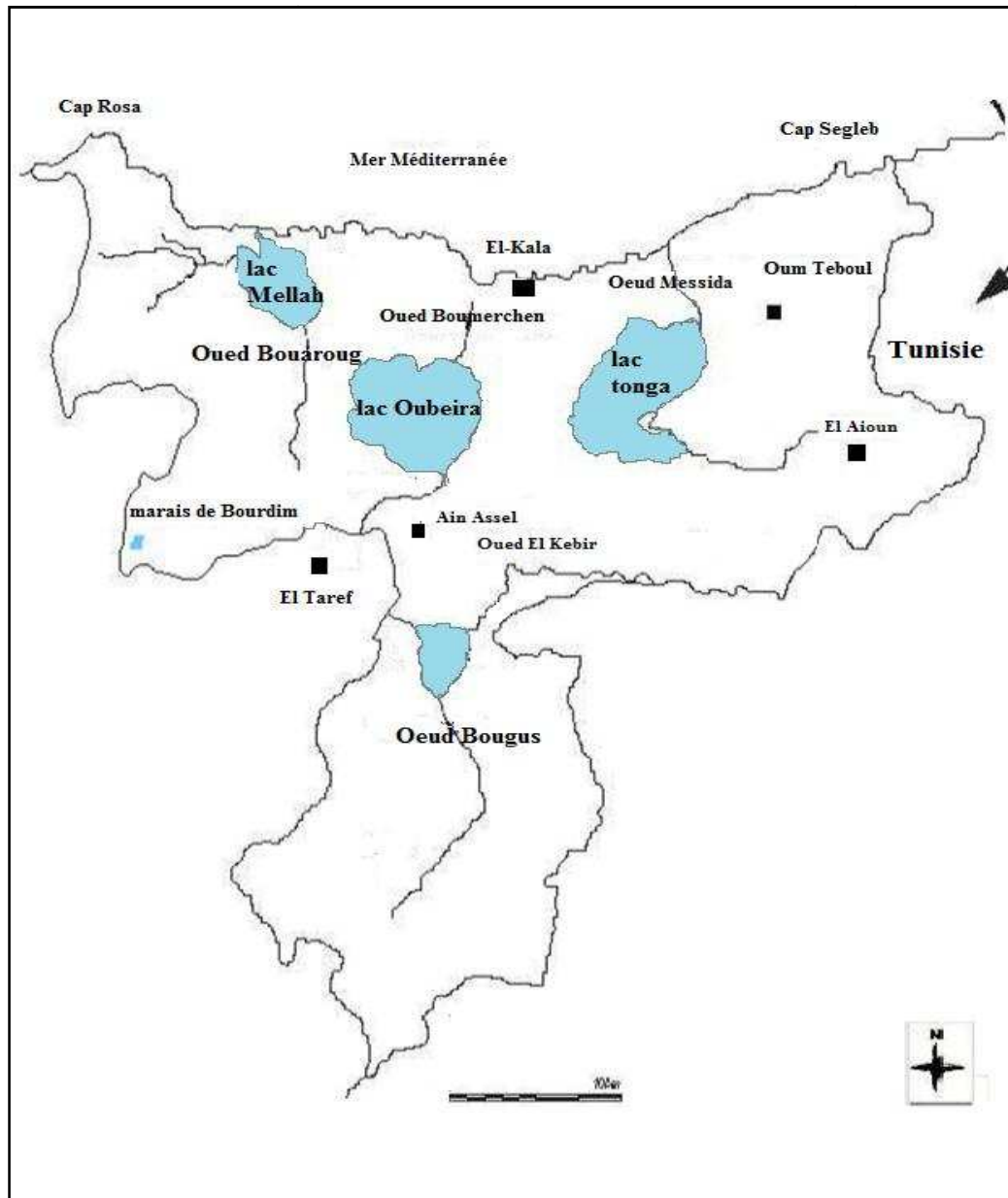


Figure 4 : Hydrographie du parc national d'El-Kala (PNEK.2011 in Mallil).

I.5.4 Aperçu climatologique

D'une manière générale, la région d'El Kala est située dans le climat méditerranéen subhumide à hiver chaud avec des températures pouvant atteindre 50 °C. Les températures les plus basses sont enregistrées en altitude durant l'hiver, avec 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures atteignent très rarement 0 °C. Les mois les plus froids sont janvier et février tandis que juillet et août sont les plus chauds (**ONM, 2001**).

I.5.4.1 La pluviométrie

La combinaison saisonnière de tous les phénomènes qui engendrent les précipitations (direction des flux dominants, instabilité de l'air, la position des fronts) détermine le régime annuel et l'abondance de celles-ci (**Bouziid, 2010**).

Dans la région d'El Kala les précipitations deviennent minimales voire insignifiantes avec des taux très faibles, **juillet 2.6mm, Aout 4.5mm**. Par contre la saison pluvieuse qui s'étale du mois d'octobre au mois de mars-mai connaît un régime pluviométrique qui se caractérise par des pluies abondantes, ce qui conforte que cette zone est humide (**ONM, 2001**).

Le régime mensuel de cette saison pluvieuse est assez important, il est suivi d'une diminution presque régulière au printemps où le temps s'adoucit et atteint par la suite quelques millimètres par mois pendant la répétition de la période estivale.

I.5.4.2 La température

El-Kala est une région côtière caractérisée par des températures chaudes durant l'été, la moyenne des températures mensuelles est supérieure à **23°C**, avec des températures maximales atteignant **30.9c°** au **mois** d'août (**1991, 2001**). Tandis que les hivers sont doux avec des températures minimales mensuelles généralement supérieures à **8°C** où elles commencent à grimper considérablement au mois de mai.

I.5.4.3 Les vents

Les vents dominants, sont de Nord-Ouest, avec une vitesse moyenne variant de 3.3 à 4.8 m/s, ils apportent les précipitations les plus importantes venues de l'atlantique. A l'opposé, le Sirocco souffle principalement en été, venant du Sud-Est, il assèche l'atmosphère et favorise avec les T° élevées, les incendies de forêts (**Ramsar, 2005**).



Figure 6: Falaise de cap Rosa

I.5.5.1.1.2 Les éboulis

Les fonds à proximité des côtes rocheuses ou au pied des massifs et des falaises côtières, en raison de l'érosion marine de la côte, sont des fonds parsemés d'éboulis. Ces éboulis, dont la taille dépasse parfois plusieurs mètres de diamètre, sont séparés les uns des autres par des espaces plus ou moins importants où s'accumulent les sédiments meubles (figure 7).



Figure 7: Les éboulis de la région d'El Kala. **Google Earth.**

I.5.5.1.2 Formations d'accumulation

I.5.5.1.2.1 Plages rectilignes :

Elles sont représentées par des plages telles que : La plage Grande Vergès, qui s'étend sur environ **1836.77 m**, elle est alimentée essentiellement par les apports sédimentaires transportés par le chenal de lac El-Mellah.



Figure 8: la plage Grande Vergès. Google Earth 2014.

I.5.5.1.2.2 Plage de fonds de baie

Des plages qui s'étendent au fond des baies, d'une largeur de quelques mètres à quelques dizaines de mètres ; elles sont presque exclusivement sableuses et sont représentées au PNEK, à titre d'exemple, par la plage de la Vieille Calle (**figure9**).



Figure 9: La plage de la vieille calle (Ouelmouhoub, 2005).

I.5.5.1.2.3 Plages de galets

Ces plages se caractérisent par des débris grossiers compris entre 2 et 256 millimètres de diamètre. Elles sont généralement escarpées, irrégulières et abruptes .On les trouve près des falaises les moins solides érodées par les vagues et le long des côtes à activité tectonique où les forts courants transportent des matériaux grossiers sur le littoral, C'est le cas de la plage d'Ain l'Abhar.

I.5.5.2 Fonds marins du Parc National d'El Kala

De Ras Rosa à la frontière algéro-tunisienne, on est à l'extrémité orientale de la côte algérienne, où tous les caractères habituels du précontinent algérien disparaissent et annoncent la plate-forme sous-marine tunisienne. Il s'agit ici de la vaste plate-forme immergée qui borde la Tunisie avec ses bancs, ses hauts-fonds, ses plateaux et ses larges vallées sous-marines. La région d'El-Kala est la zone de transition entre le golfe d'Annaba et Tabarka, où le plateau de la Galite représente le diverticule le plus occidental du précontinent tunisien (**Leclaire, 1972**).

Au droit de Ras Rosa, un bombement à grand rayon de courbure sépare le golfe de Annaba de la région d'El Kala, où il n'y a pratiquement plus de plateau continental différencié mais seulement une zone précontinentale algéro-tunisienne dont la partie supérieure est très étendue, peu profonde et circonscrite par l'isobathe des 500 mètres avec sur son bord Nord-est le banc Le Sec, qui débouche sur son flanc nord aux grands fonds avec une pente pouvant atteindre 23° (**Leclaire, 1972**).

I.5.5.2.1 La topographie des fonds

La topographie de cette région présente deux aspects essentiels : au rivage sableux fait suite une zone littorale peu étendue, qui est en général bien délimitée par l'isobathe 40 mètres. Au-delà, des platiers à affleurement, sont mis en évidence d'une façon presque continue de Ras Rosa à la frontière algéro-tunisienne. Les seules interruptions se traduisent dans la topographie par des canaux à l'Est du plateau du Ras Rosa, au droit du lac Mellah et au Nord-est de la ville d'El-Kala (**Caulet, 1972**).

I.5.5.2.2 Les principaux hauts fonds

Sont représentés par Le banc Le Sec qui est constitué de deux hauts fonds à socle cristallophyllien et inégaux et apparents : l'un culmine à -110 mètres et l'autre vers -40 mètres, ils constituent un ensemble de surfaces rocheuses entourées par une auréole de sables et de vases calcaires. Autour de ces hauts fonds, des sables à algues calcaires s'étendent jusqu'à -100 mètres, et à -150 mètres apparaissent des sables à bryozoaires (**Leclaire, 1972**).

I.5.5.2.3 Plateau continental du Parc National d'El-Kala

La bordure littorale (0 à -50 m) constitue une zone particulière du plateau continental en raison de la régularité des fonds qui s'y trouvent, exception faite de la zone de cap Rosa. Hormis cette bordure, le reste du plateau continental présente un relief sous-marin fort complexe et très accidenté, où se retrouvent notamment :

- les nombreux prolongements sous-marins de caps et des promontoires ;
- les roches, les pointes ou pics rocheux isolés et les ensembles rocheux complexes tels que basse de la Calle du Lion) ;
- les falaises sous-marines, en particulier au nord du Chille du cap Roux ;
- les affleurements du substratum nombreux constituent soit des platiers (Roches de la Calle Cavelle, Roches du cap au Camp, Roches du Petit Stagnons, Chille du cap Roux), soit des plateaux (Plateau du cap Rosa).

I.5.6 Aperçu hydrodynamique

Le régime des courants et la géomorphologie générale de la Méditerranée sont complexes. La géographie de l'Algérie fait du littoral algérien une zone fortement influencée par les facteurs hydrologiques du bassin méditerranéen (**figure 10**).

Selon Boutiba (1992), le bassin algérien constitue une zone clé pour la circulation générale dans la Méditerranée occidentale.

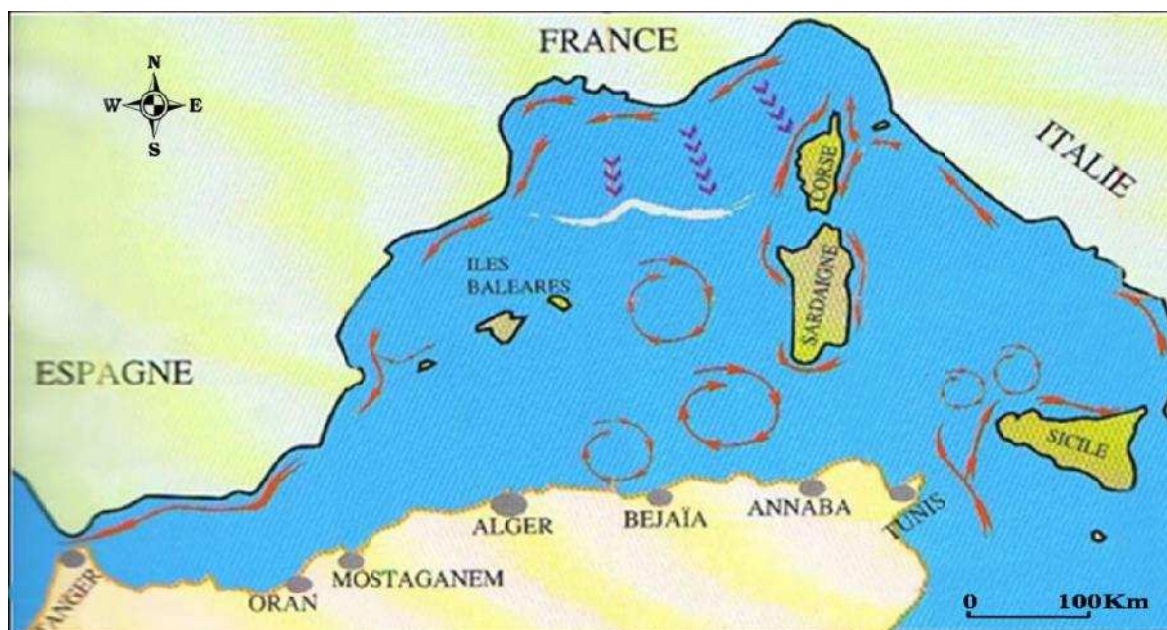


Figure 10 : Circulation de l'eau méditerranéenne profonde (Millot et Taupier, 2005).

I.5.6.1 La houle

Etant le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, sa Direction de propagation est liée à celle du vent et de la profondeur, tant que la profondeur est plus grande que la longueur d'onde de la houle. Ainsi la houle de la région d'El-Kala suit le régime des vents, qui est un régime saisonnier comme pour le reste de la marge algérienne (Leclaire, 1972).

La région d'El-Kala présente la même circulation que le bassin algérien, ces masses d'eau sont décrites par ces mêmes auteurs Millot&Taupier-Letage en 2005 (Figure 10).

I.5.6.2 Les courants

- **Le courant de retour:** correspond à une zone de flot de retour à partir du courant existant au lieu de déferlement de la houle. Ces courants sont responsables de la dispersion d'une partie des sédiments côtiers vers le large.
- **Les courants de dérive littorale :** Lorsque la houle arrive à la côte avec un indice oblique celle-ci donne naissance à un courant de dérive littorale. Cette énergie permet la remise en suspension et le transit des particules sédimentaires le long de la côte (Millot, 1987).

I.5.6.3 La marée

La marée en mer Méditerranée et en particulier sur les côtes algériennes est relativement faible (<0,5 m en moyenne) (Leclaire, 1972).

Il s'agit plus d'une marée barométrique que d'une marée astronomique. De ce fait, il est plus intéressant de parler du niveau de la mer.

De plus, le relèvement contemporain du niveau marin et ses conséquences sur les côtes augmentent son importance.

Quelques indications relatives à ce paramètre près de nos côtes :

- le niveau maximal : **+0,60 m** (NGA) ;
- moyenne des hautes mers de vive eau : **+0,10 m** (NGA) ;
- les plus basses mers : **-0,34 m** (NGA).

I.5.7 Aperçu sédimentologique d'El-Kala

I.5.7.1 L'origine de la sédimentation dans la région d'El Kala

I.5.7.1.1 Sédimentation d'origine marine

Pour la région d'El Kala la sédimentation est essentiellement d'origine marine :

- Les apports fins où la sédimentation fine est d'origine planctonique (fonds de vases pures, ou à dominance pélitique) ;
- la sédimentation calcaire de type grossier (graviers) est surtout d'origine benthique (fonds de graviers grossiers ou fins, de sables grossiers) ;
- la sédimentation mixte : plancton et benthos, dans les zones du large à proximité de fonds rocheux ou des affleurements du substratum (fonds de graviers envasés, de vase graveleuses).

L'érosion marine du littoral en général, des côtes rocheuses, des falaises côtières en particulier, aboutit à la formation de zones d'éboulis sur les petits fonds à proximité de la côte et au pied des falaises : fonds rocheux, fonds de galets ou de cailloutis.

I.5.7.1.2 Sédimentation d'origine terrigène

La sédimentation d'origine terrigène est faible en raison de l'absence d'oueds importants dans la région d'El Kala. Les apports solides terrigènes notés sont seulement des petits oueds

côtiers à faible débit et charge solide, comment notamment l'oued Nahal dans la baie du Grand Carnier, l'oued Messida à l'Est dans la baie de La Messida. Il est également à noter les apports indirects des oueds El Rekibet, Mellah et Bouaroug qui se déversent dans le lac Mellah en communication avec la mer par un étroit chenal.

I.5.7.1.3 La couverture sédimentaire meuble sur le plateau continental

Se basant sur les travaux de Leclaire (1971) et Caulet (1971) dans le littoral callois, on distingue une couverture sédimentaire très diversifiée répartie comme suit :

I.5.7.1.4 Les sédiments calcaires

Le sédiment de type sable et graviers calcaires, est constitué par des algues calcaires et des bryozoaires, alors que d'après Leclaire 1972, dans la majorité des autres cas, c'est une association d'algues en concrétions, en croutes, avec de nombreux débris de bryozoaires qui parfois dominant dans les régions limitrophes. Les coquilles de bivalves et de gastéropodes, beaucoup moins abondantes, s'y ajoutent cependant un peu partout. L'auteur note que la présence de nombreuses coquilles de brachiopodes et de gastéropodes, sont une exception.

I.5.7.1.5 Les sédiments siliceux

➤ La bordure sablonneuse du cap Roux au cap Rose

Les dunes et plages à l'Est du cap Rosa, en particulier celles qui bordent, au Nord, le lac El Mellah, sont formées par un sable fin blanc, très riche en quartz, dont les grains sont bien calibrés et très émoussés.

En plus de quartz il y a aussi la présence du calcaire sous forme de débris, aussi arrondis que les grains de quartz, de couleur brun-rouge (oxyde ou hydroxyde de fer). Ces débris montrent, en lame mince, des structures d'Algue calcaire et plus rarement de coquille de Lamellibranche.

Du lac El Mellah au cap Rosa ces dunes, vues de large, forment de grandes falaises blanches, de plusieurs dizaines de mètres de hauteur.

L'avant plage sablonneuse de cette région s'étend souvent au-delà de l'isobathe des 50 mètres. L'aspect du sable qui la compose est identique à celui des dunes et des plages de l'arrière-pays. Il peut être localement plus grossier et de couleur plus foncée (roux).

➤ **Les vases siliceuses**

Les vases siliceuses ne couvrent qu'une très faible superficie, elles sont localisées au large d'El Kala. C'est un sédiment beaucoup plus grossier ou la fraction arénitique domine largement. Elle se compose de quartz en gros grains, de débris de roches cristallophylliennes (gneiss et micaschistes), de grès, débris de coquilles de lamellibranches et de bryozoaires.

I.5.7.1.6 Les sédiments organogènes

Les travaux anciens (Caulet, 1972) montrent que les sédiments d'El Kala s'accumulent tout autour des platiers rocheux de la bordure pré-littorale, vers les niveaux plus profonds où les substrats durs ne sont pas encore ennoyés sous les apports péliques.

Ils sont cependant beaucoup plus riches en bryozoaires. Mais ici aussi les grandes colonies Adéoniformes sont les plus fréquentes et la formation de tous ces matériaux est sans conteste actuelle et d'origine coralligène.

➤ **Les vases organogènes à Bryozoaires**

Les vases à bryozoaires de la région d'El Kala sont des sables à bryozoaires envasés et leur existence apporte une preuve supplémentaire de la généralisation et de la jeunesse de l'envasement du précontinent algérien. Le stock sableux de ces vases n'a pu en effet se déposer que sous une épaisseur d'eau équivalente à celle qui les recouvre aujourd'hui et sa composition n'a rien de commun avec celle des vases mixtes de la pente.

➤ **Les vases organogènes à foraminifères**

Les vases organogènes à foraminifères de la région d'El Kala apparaissent comme d'anciens sables ensevelis sous des apports terrigènes et planctoniques récents, c'est-à-dire comme des faciès de transition entre les sables grossiers de la plate-forme et les vases mixtes puis les dépôts argileux du large. (Caulet, 1972).

I.5.8 La biosédimentologie de la région d'El Kala

Les travaux de Leclaire (1972) ont permis d'identifier sur le plateau continental de la région d'El Kala de la côte vers le large quatre faciès : les faciès de graviers, les faciès sableux, les faciès des vases pures et les faciès rocheux.

Les faciès de graviers sont cantonnés aux plateaux sous-marins, aux platiers ; ils comblent les chenaux ou les espaces séparant les roches isolées, les massifs rocheux ou les affleurements du substratum.

Dans la région d'El Kala, les sables fins constituent une étroite bande côtière limitée aux petits fonds (20 à 25 m), de la bordure littorale.

Les faciès de transition (20-25 à 50 m de profondeur) : les sables envasés et les vases sableuses, qui constituent un complexe sédimentaire de transition entre les fonds de sables purs et les fonds de vases pures.

Le faciès des vases pures se limite aux fonds du large, et exceptionnellement à la zone littorale dans les dépressions séparant les différents platiers, Les fonds de vases pures localisés à proximité des platiers sont en contact avec les fonds de graviers ils comblent les nombreux chenaux existants sur les fonds rocheux du large.

Les faciès rocheux se retrouvent essentiellement dans les prolongements des caps, au pied des falaises côtières, et au large sous forme d'un grand ensemble de platiers.

Selon, Refes (2011) sur les fonds de moins 200 mètres, la plupart étant accidentés sur :

- les fonds de moins 50 mètres : on rencontre des vases silico – calcaires à *Cardium oblungum* et *Venus verrucosa* ou *Astropecten irregularis* et *Chlamys varia* ;
- les fonds de moins 100 mètres, on met en évidence des vases siliceuses à *Alcyonium palmatum* et *Pteroides griseum* ;
- les fonds de moins de 200 mètres, on observe des vases calcareo – argileuses à *Funiculina quadrangularis* et *Pteroides griseum* ou *Funiculina quadrangularis* et *Alcyonium palmatum*.
- Par contre, au delà de 200 mètres et jusqu'à 800 mètres, les vases argilo – calcaires ou argilo– siliceuses à *Funiculina quadrangularis* et *Stichopus regalis* ou *Ranella gigantea* et *Geryon longipes* se sont révélées comme très praticables au chalut.

I.5.9 Le coralligène de la région d'El Kala :

Le coralligène représente la communauté benthique la plus remarquable de la partie marine du parc national en raison de sa qualité paysagère et de sa richesse biologique. Il n'en demeure pas moins que cet écosystème est considéré comme fragile du fait que sa persistance est liée au maintien de facteurs biotiques et abiotiques particuliers (**Hong, 1983**). Ces

éléments traduisent l'importance de cette zone marine qu'il faut impérativement protéger et préserver.

Le littoral d'El Kala est très riche en corail rouge. Le plus cher et le plus convoité au monde. Cette ressource est exploitée depuis le 17^e Siècle. Un arrêt d'exploitation a été enregistré de 1940 à 1974 pour des raisons inconnues. Cette suspension a permis la restitution des récifs (le rythme de croissance est de 8mm par an). Actuellement. La transformation du corail est une activité bien développée dans la région. La plus grande part de cette ressource est destinée à la fabrication de bijoux très appréciés par les touristes. Le reste de la matière première est destiné à l'exploration (**Ouelmouhoub 2005**).

I.5.10 Impacts des aménagements sur la dégradation du milieu côtier

Le maquis du cap Rosa a un substratum de sables éoliens, donc très fragile. Ces dernières années (2003 et 2006), la zone a connu des dégradations spectaculaires causées essentiellement par des tronçons de route et d'autres installations importantes. Cette zone est aussi très fréquentée durant la saison estivale.

Le système dunaire qui couvre la majeure partie du secteur est du lac Mellah constitue également un milieu très fragile qui reste marqué par des niveaux de dégradation allant de la zone complètement dénudée aux zones de maquis dense. En raison de sa proximité de la ville, de la présence de la plage et les vestiges de la vieille Calle, le secteur subit une pression anthropique importante particulièrement durant la saison estivale. L'ouverture de la route côtière El Kala.

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1. Traitement des données

L'étude biosédimentologique de la partie marine du parc national d'El Kala a reposé sur des données bibliographiques, essentiellement les cartes de Leclair (1972), les travaux de Bakalem (2008) sur des prélèvements effectués en 2010 par le bureau d'étude « *Vert et Bleu* ».

II.1.1. Elaboration des cartes sous MapInfo

II.1.1.1. Source des données

Les cartes archivées de la région d'El Kala ont été collectées à partir de cartes qui sont réalisées par Leclair en 1972, et des images Google Earth.

II.1.1.2. Etapes de géoréférencement

La démarche consiste à des cartes format GPJ, pour le géoréférencement des cartes on a choisi quatre points d'appui de façon à pouvoir les identifier sur une image satellitaire Google Earth 2014, puis on a relevé leurs coordonnées géographiques. Par la suite, on a retenu la projection : Latitude/Longitude UTM zone 32, Northern hémisphère (WGS84).

Le géoréférencement consiste par la suite à transformer l'image satellitaire dans un référentiel cartographique global permettant ainsi son intégration dans le SIG.

II.1.1.3. Vectorisation ou digitalisation

La vectorisation consiste à redessiner les tracées de l'image géoréférencée. Avant de commencer l'opération, les unités paysagères ont été identifiées et réparties en thème dont chacun correspond à une couche.

C'est une méthode manuelle, elle s'effectuera à l'aide d'une souris en appuyant directement sur l'écran à travers l'utilisation des outils de dessin (symbole, ligne, polyligne, .. etc.) pour la création des couches de format vecteur à partir du format raster, cela pour modéliser l'information dans des couches, dont le principe consiste à numériser le fichier par l'utilisation d'une table attributaire qui permet d'intégrer l'information relative et les coordonnées des points.

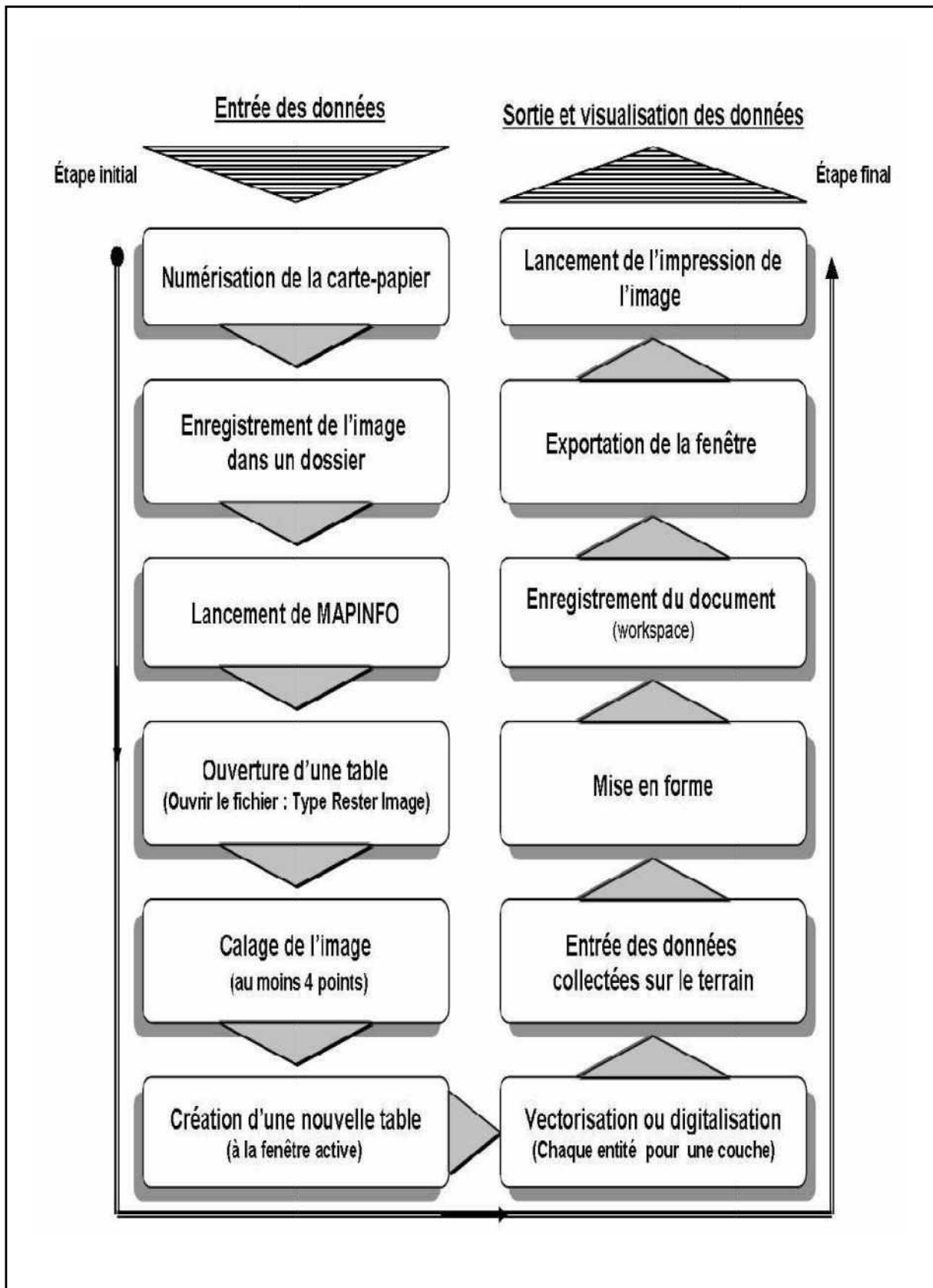


Figure 11: Les étapes pour l'élaboration d'une carte sous MapInfo.

II.2. Echantillonnage

II.2.1. Engins de prélèvement

Treize (13) stations ont été choisies, leur distribution a eu pour but de couvrir un maximum de la zone marine par l'identification de sa nature. Les prélèvements de sédiment ont été effectués avec une benne de type Van Veen qui permet d'effectuer des prélèvements quantitatifs de la macrofaune benthique sur une surface du substrat de 1/8 m². Les profondeurs de chaque station ont été mesurées par un échosondeur installé sur le bateau et les coordonnées géographiques prises par un GPS portatif de type **Garmin**.



Figure 12: Image d'une benne Van Veen

Les coordonnées des stations sont présentées ci-après :

Tableau 1: Coordonnées géographiques des stations.

	X (UTM wgs84)	Y (UTM wgs84)
Station 1	438193	4087191
Station 2	462674	4089122
Station 3	457942	4091685
Station 4	454552	4090371
Station 5	461946	4094625
Station 6	456113	4086083
Station 7	461264	4092002
Station 8	441484	4093206
Station 9	464308	4091989
Station10	439074	4098889
Station12	441790	4086422
Station13	441524	4087098
Station14	460 773	4089578

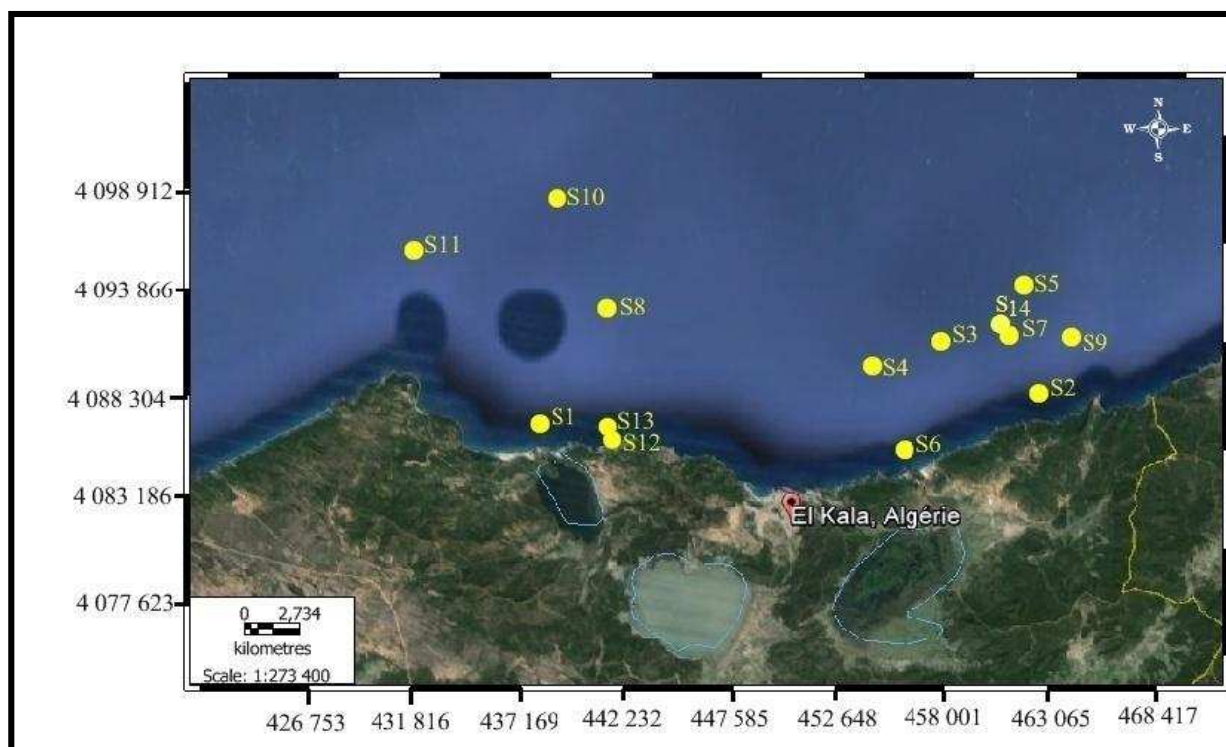


Figure 13: Positionnement des stations échantillonnées sous logiciel MapInfo 7.8.

II.3. Traitement des échantillons

II.3.1. A bord du navire

Un premier tamisage s'effectue à bord du navire à l'aide d'un tamis d'1 mm de côte de maille, sous un jet d'eau de mer ; le refus du tamis de chaque station est fixé au formol à 10% (neutralisation) puis conservé dans des bocaux étiquetés portant toutes les indications relatives à chaque station (numéro de la station, zone d'étude et date du prélèvement).

II.3.2. Au laboratoire

Il a pour but d'isoler la fraction macrozoobenthiques du sédiment qui l'entoure, cette opération est réalisée en trois étapes :

- Rincer le contenu de chaque bocal sur un tamis de 1mm de diamètre de maille sous un jet d'eau ;
- Le refus de chaque tamis est versé dans un bac à fond blanc en présence d'une petite quantité d'eau, les gros débris sont retirés afin de faciliter le tri ;
- Les espèces sont récupérées à l'aide d'une pince et conservées dans des piluliers étiquetés (groupe zoologique, le numéro de la station et la date de prélèvement)

contenant du formol dilué à 10%. Elles sont réparties en quatre groupes zoologiques distincts : Annélides, Mollusques, Crustacés, Echinodermes et Divers. Ce dernier regroupe les espèces qui n'appartiennent à aucun des groupes cités précédemment (Cnidaires, Entéropneustes, Némertes,...).

II.3.3. Reconnaissance des espèces

Cette reconnaissance est faite par tri (pour trier les échantillons, il faut vider le liquide de conservation et rincer les spécimens sous un faible débit d'eau) sous la loupe binoculaire et identification des individus de grande taille appartenant aux mollusques, aux décapodes, aux cnidaires, aux échinodermes et observation de certains polychètes. L'identification est faite jusqu'au rang de l'espèce quand c'est possible, sinon elle se restreint au genre, voire à la famille.

II.4. La vidéo sous-marine

La vidéo sous-marine est un outil d'observation qui permet d'obtenir rapidement une première appréciation de la nature et de la qualité du fond et d'orienter les recherches complémentaires. Nous l'avons exploitée pour la caractérisation de la nature des fonds.

Une capture vidéo a concerné la station 11 dans la partie Ouest de la région d'El Kala à une profondeur de 45.5m et coordonnées géographiques $x= 432016$ $y= 4096075$, a montré la présence de coralligène.

Chapitre III

Résultats et discussion

III.1 Morphologie côtière

La carte de la morphologie côtière obtenue à l'aide de Google Earth (**fig. 14**), a permis d'observer des zones qui sont caractérisées par une côte essentiellement rocheuse déchiquetée, à falaises, et la présence de nombreux caps et promontoires ayant d'importants prolongements sous-marins : le cap Rosa à l'Ouest, les caps Mxina et Gros dans la zone centre et le cap Roux ou Ras Segleb à l'Est. L'étendue des formations rocheuse a été évaluée à environ 31 km

On observe aussi des plages qui représentent environ 17% de la longueur de la côte d'El-Kala, elles sont des zones de dépôts dus à l'action des vagues, elles caractérisent généralement les petites criques ou anses (Petit et Grand Canier) dont les plus importantes sont :

- La plage **Grande Vergès** qui se situe au voisinage du lac El-Mellah, ce dernier l'approvisionne en sédiments par un étroit chenal.
- La **plage de la Messida**, qui est constituée de deux plages, la première d'une longueur d'environ 700 m, située à l'ouest de l'embouchure du chenal reliant le lac Tonga à la mer, la deuxième, d'une longueur d'environ 300m située à l'Est du chenal, ces deux plages sont ouvertes au Nord.
- La Plages de la **vieille calle**, Longue d'environ de 200m à l'Est de l'embouchure du lac mellah.

Des éboulis et des accumulations de blocs ont été observés à la proximité des côtes rocheuses au pied des falaises littorales. Ils résultent de l'érosion marine des falaises particulièrement vulnérable à l'action des fortes houles lors des tempêtes. Les blocs qui se détachent de la falaise sont de dimensions variables. On observe aussi les deux ports l'ancien et le nouveau au centre de la région d'El-Kala. Il y a aussi des étendues n'ayant pu être explorées, classées dans « autre ».

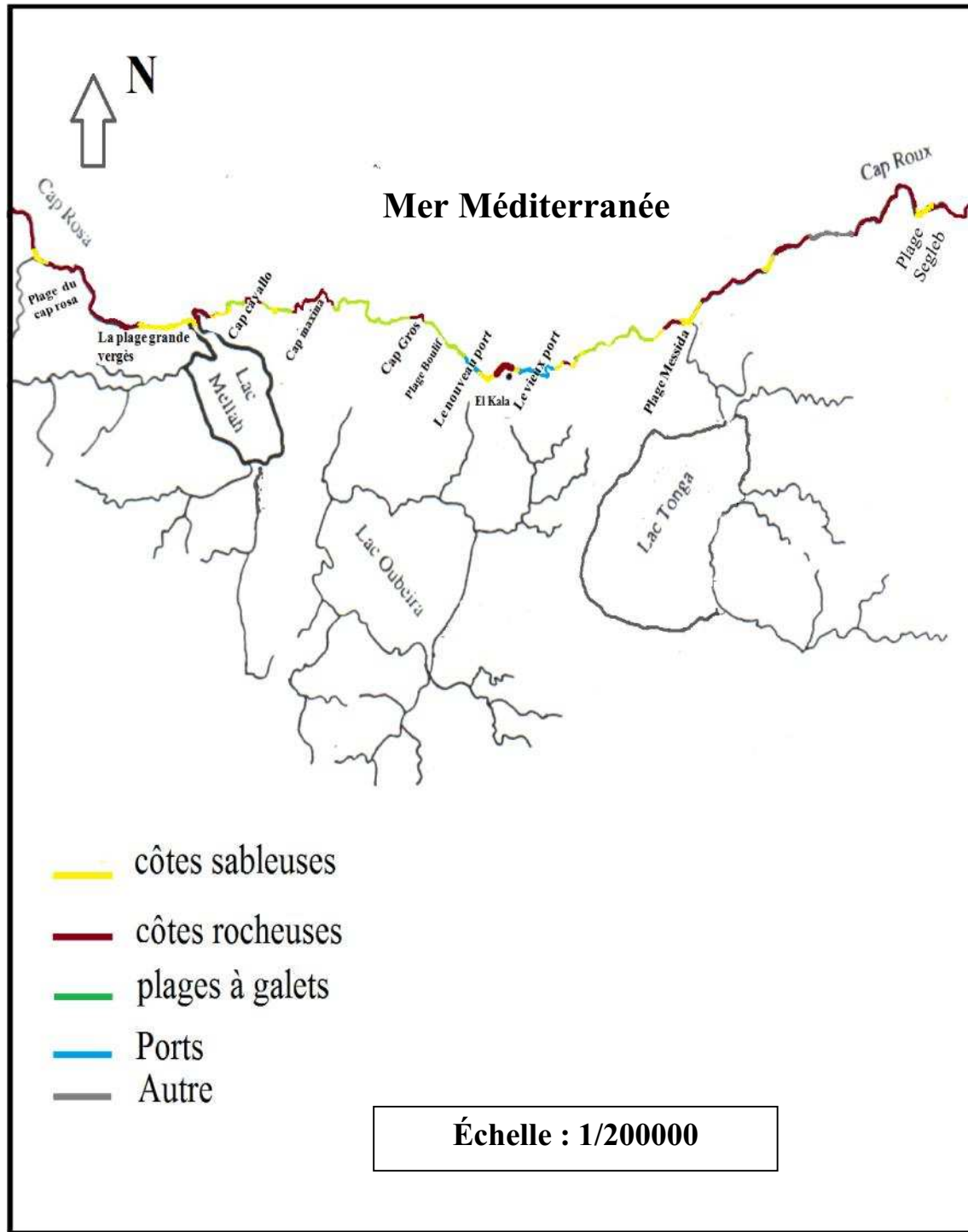


Figure 14: Carte représente la morphologie côtière du parc national d'El Kala.

III.2 Nature des sédiments au niveau de chaque station

Sur la base de l'observation visuelle, les faciès sédimentaires au niveau de chaque station sont reportés dans le tableau ci-après :

Tableau 2: Les faciès sédimentaires de chaque station

	Profondeur (m)	Description
Station 1	30	Sable fin
Station 2	48	Sable moyen
Station 3	85	Vase pure
Station 4	77	Vase pure
Station 5	94	Vase pure
Station 6	30	Sable fin avec débris organogène
Station 7	82.5	Vase pure
Station 8	65.7	Vase coquillère
Station 9	52,5	Coralligène
Station10	88,3	débris organogènes contenant du sable fin.
Station12	7.8	Sable moyen et fin
Station13	30.9	Sable fin
Station14	64	Vases Terrigènes Côtieres (VTC)

III.3 Biodiversité macrobenthique

Un total de 54 espèces a été recensé (**tableau 3**), qualitativement dominé par les espèces appartenant au groupe des **Mollusques** qui représentent la moitié de la diversité totale du peuplement, devançant de loin le second groupe des **Polychètes** qui réunissent le quart des espèces recensées, Les autres groupes zoologiques ; **Crustacés**, **Bryozoaires**, **Eponges**, **Cnidaires**, et **Echiuriens** contribuent avec 27.76% du total des espèces.

Cette biodiversité se répartit sur les types sédimentaires identifiés, et les 14 stations échantillonnées ; le tableau 3 indique la présence de chaque espèce par station.

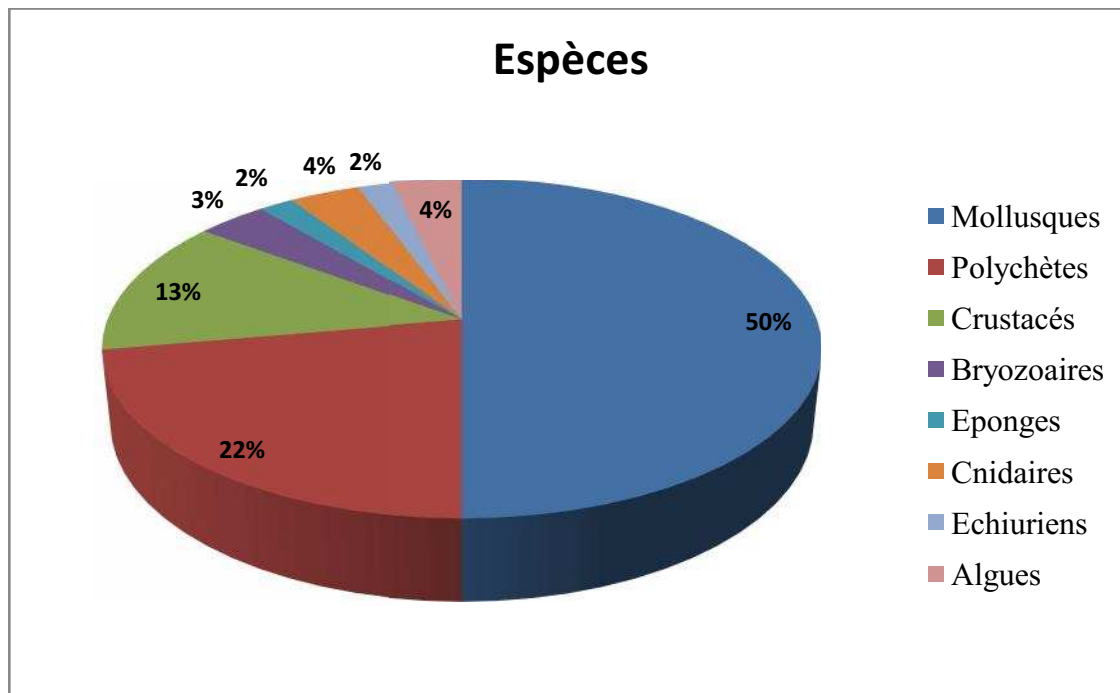


Figure 15: Dominance qualitative des différents groupes zoologiques

Tableau 3 : Les espèces identifiées par station.

Espèce	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11	St 12	St 13	St 14
<u>Crustacés</u>														
<i>Cyathura sp.</i>	+													
<i>Gastrosaccus spinifira</i>	+				+								+	+
<i>Iphinoe trispinosus</i>													+	+
<i>Melita palmate</i>						+								
<i>Nephrops norvegicus</i>					+									
<i>Urothoe brevicornis</i>	+											+	+	
<i>Urothoe grimaldi</i>						+								
<u>Mollusques</u>														
<i>Acanthocardia</i>		+												

<i>Arca noe</i>							+							
<i>Barbatia clathrata</i>							+							
<i>Carbicula fluminea</i>							+							
<i>Cérithium vulgatum</i>		+												
<i>Chlamys mulristriata</i>							+							
<i>Chlamys varia</i>							+			+				
<i>Clausinella fasciata</i>		+												
<i>Dentalium inaequicostatum</i>							+	+						
<i>Donax semistriatus</i>		+												
<i>Donax vareigatus</i>		+												
<i>Emarginula fissura</i>							+							
<i>Glycymeris bimaculata</i>							+							
<i>Loripes lacteus</i>		+					+	+						
<i>Nassarius reticulatus</i>	+	+			+									
<i>Nassarius vibex</i>							+							
<i>Nuculana pella</i>	+	+					+							
<i>Striarca lactia</i>							+							
<i>Tellina planata</i>									+					
<i>Tellina radiata</i>	+													
<i>Territella communis</i>	+		+	+					+					+
<i>Turittella tripicata</i>								+						
<i>Venus casina</i>									+					
<i>Venus gallina</i>			+						+		+			
<u>Polychètes</u>														
<i>Cheatozene setosa</i>							+							
<i>Diapatra neapolitira</i>							+							
<i>Ditrupa arietina</i>	+	+					+		+				+	+
<i>Eunice vittata</i>										+				

<i>Lumbrinereis sp.</i>		+											
<i>Lysidice ninetta</i>								+					
<i>Magelona sp</i>									+				
<i>Nephtys cirrosa</i>					+						+		
<i>Scoloplos amigers</i>	+	+										+	
<i>Sternaspis scutata</i>					+				+				
<i>Tricladida indet</i>								+					
<u>Bryozoaires</u>													
<i>Electra sp.</i>					+								
<i>Reteporella grimaldii</i>								+	+				
<u>Éponge</u>													
<i>Crambe crambe</i>								+					
<u>Cnidaires</u>													
<i>Eunicella cavolini</i>								+					
<i>Eunicella singularis</i>											+		
<u>Echiuriens</u>													
<i>Bonellia viridis</i>											+		
<u>Algues</u>													
<i>Lithophyllum indrustans</i>								+			+		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>								+			+		

III.4 Cartographie biosédimentaire

L'analyse de la biodiversité associée à la nature sédimentaire, a permis d'identifier les biocénoses caractérisant la région, elles sont détaillées ci-après, la nomenclature adoptée est celle de (CAR/ASP)

III.5 La biocénose du substrat meuble

III.5.1 Les vases Terrigènes Côtières (VTC) :

➤ (IV.1.1 CAR/ASP)

Cette biocénose a été distinguée dans 6 stations, située à l'étage circalittoral à une profondeur comprise entre 60 et 90m, dans les parties Est de la région d'El Kala, où le ralentissement de l'hydrodynamisme permet aux particules sédimentaires fines de se décanter en favorisant l'envasement des sédiments.



Figure 16: Vases terrigènes côtières.

Elle est caractérisée par une sédimentation fine, rapide et abondante. Le sédiment est composé d'une vase pure dans laquelle sont rapidement enfouis tous les débris grossiers (coquilles, scories ...); **28** espèces ont été recensées au sein de cette biocénose dans les 6 stations.

Pour les mollusques on recense dix espèces dans la station 7, et 5 espèces dans la station 8, et faible nombre d'espèces (1 à 2 espèces) dans les autres stations.

Tandis que les Crustacés se caractérisent par leur présence en trois espèces dans les stations 5 et 14 (*Gastrosaccus spinifira*, *nephrops norvegicus*, *Iphinoe trispinosus*) et leur absence dans les autres stations.

Deux espèces de polychètes ont été recensées pour la station 8 (*Ditrupa arietina*, *Tricladida indet*) et une seule espèce (*Ditrupa arietina*) pour la station 14. Les Bryozoaires ils sont

représentés par une espèce (*Electra sp*) dans la station 5. On détaille ci-après les principales espèces inféodées au faciès des VTC

Les espèces caractéristiques

➤ *Turitella communis* :

Est un mollusque ; dont les individus rencontrés mesuraient qui mesure jusqu'à 3 cm de long pour une largeur maximum de 1 cm. La coquille est allongée, conique et très pointue à son extrémité supérieure. Elle se rencontre entre 0 et 200 mètres de profondeur.

- **Embranchement** : Mollusca
- **Sous-embranchement** :
Conchifera
- **Classe** : Gastropoda
- **Sous-classe** : Caenogastropoda
- **Super-famille** : Cerithioidea
- **Famille** : Turritellidae



Figure 17: *Turitella communis*
(www.gastropods.com)

➤ *Nephrops norvegicus* :

Cette espèce vit sur les fonds vaseux, à proximité du plateau continental, de -15 à -800 m de profondeur, peut atteindre 25 cm de long. Sa répartition est davantage déterminée par la nature du fond et la température de l'eau que par la profondeur.

- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous-embranchement** :
Crustacea
- **Classe** : Malacostraca
- **Sous-classe** : Eumalacostraca
- **Super-famille** : Nephropoidea
- **Famille** : Nephropidae



Figure 18: *Nephrops norvegicus*
(Habitats.org.uk)

➤ *Gastrosaccus spinifira*

Est une crevette peu comprimé latéralement, à une longueur d'environ 21 mm, elle est transparente avec des reflets de couleur rose jaune ou brunâtre autour des pièces buccales, La carapace a une frange courte autour de son bord.

- **Embranchement:** Arthropoda
- **Classe :** Malacostraca
- **Ordre :** Mysida
- **Famille :** Mysidae
- **Espèce :** *Gastrosaccus spinifira*



Figure 19: *Gastrosaccus spinifira*
(commons.wikimedia.org)

➤ *Venus gallina*

Est un mollusque Bivalve à une Longueur maximale 2.5 cm. Petite coquille triangulaire épaisse, blanchâtre ou rosée, portant de profondes sculptures concentriques.

- **Embranchement:** Mollusque
- **Classe :** Bivalve
- **Sous-classe :** Lamellibranches
- **Ordre :** Vénéroïdés
- **Famille :** Vénéridés
- **Espèce :** *Venus gallina*



Figure 20: *Venus gallina*
(Marlin.ac.uk)

III.5.2 La Biocénose des Sables Fins

➤ CAR/ASP : III.2.2

Ce sont des étendues de sable fin faisant suite en profondeur à la biocénose des sables fins de haut niveau (III.2.1), le sédiment est généralement de granulométrie homogène et d'origine terrigène. La biocénose débute vers 2-2,5m et peut atteindre la profondeur de 30 m, elle occupe parfois de très grandes superficies le long des côtes ou dans les larges baies.

La biocénose des sables fins a été distinguée aux profondeurs avoisinant les 30 m, dans les stations 1,6 et 13 ; au total de 11 espèces ont été recensées au niveau de la station 6, suivis par la station 1 avec 9 espèces, puis la station 13 ayant une diversité relativement moindre de 4 espèces. L'espèce commune dans les trois stations est la Polychètes gravellicole *Ditrupa arietina*. Elle est décrite comme sabulicole tolérante par certains auteurs (François, 2004).

Dans la station 1 les mollusques forment le groupes faunistiques notamment dominant, tandis que les Polychètes dans la station 6. Les Crustacés ont leur diversité maximale deux espèces dans chaque station. La station 13 caractérisée par l'absence des Mollusques et la présence d'une seule espèce de Polychètes *Ditrupa arietina*.

Les espèces indicatrices de cet habitat sont les mollusques : *Glycymris bimaculata*, *Loripes lacteus*, *Nassarius reticulatus*, *Nuculana pella*, *Striarca lactia*, *Tellina radiata*, *Territella communis*. Les polychètes : *Cheatozene setosa*, *Diapatra neapolitira*, *Ditrupa arietina*, *Nephtys cirrosa*, *Scoloplos amigers*, *Sternaspis scutata*. Les Crustacés: *Cyathura sp*, *Gastrosaccus spinifira*, *Iphinoe trispinosus*, *Melita palmate*, *Urothoe brevicornis*, *Urothoe grimaldii*.

➤ *Nassarius reticulatus*

Est un mollusque gastéropode qui mesure jusqu'à 3 cm de long, cette espèce se distingue au groupe des sabulicoles tolérantes.

- **Embranchement :** Mollusca
- **Sous-embranchement :**
Conchifera
- **Classe :** Gastropoda
- **Sous-classe :** Caenogastropoda
- **Super-famille :** Buccinoidea
- **Famille :** Nassariidae



Figure 21: *Nassarius reticulatus* (Linné, 1758)

➤ *Urothoe brevicornis*

Est un crustacé gravellicole, sa longueur entre 5 et 8 millimètre on a trouvé dans les fonds du sable fin .

- **Embranchement :**
Arthropoda
- **Sous-embranchement :**
Crustacea
- **Classe :** Malacostraca
- **Ordre :** Amphipoda
- **Famille :** Urothoidae
- **Espèce :** *Urothoe brevicornis*



Figure 22: *Urothoe brevicornis*

(Google drivers.com)

➤ *Sternaspis reticulatus*

Est un polychète marin de l'ordre des Sternaspida, qui mesure jusqu'à 3cm de long, et 1.5cm de large, Le corps est divisé en segments de 20 à 22, avec nombreuses branchies, mince, parfois en spirale longues s'étendent dans sa partie postérieure.

- **Embranchement :** Annelida
- **Classe :** Polychaeta
- **Ordre :** Sternaspida
- **Famille :** Sternaspidae
- **Espèce :** Sternaspis scutata



Figure 23: *Sternaspis reticulata*
(marlin.ac.uk)

➤ *Ditrupa arietina*

Ditrupa arietina est un petit ver de tube, à un corps long et cylindrique, Ce polychète vit dans un tube calcaire de forme arquée, enfoncé ou non dans le sédiment.

- **Embranchement:** Annelida
- **Classe :** Polychaeta
- **Ordre :** Sabellida
- **Famille :** Serpulidae
- **Espèce :** *Ditrupa aritina*



Figure 24: *Ditrupa arietina*
(www.iopon.gda.pl)

III.5.3 Débris organogène contenant du sable fin

L'échantillon a été récolté à l'étage circalittoral dans la partie Ouest de la région d'El Kala à une profondeur de 88.3 m. Ce faciès très irrégulier est un sable fin mélangé avec des débris organogènes qui sont transportés par les courants et se sont accumulés vers le large. L'analyse de ces sédiments meubles a révélé la présence de coquilles vides de mollusques, de fragments de bryozoaires, de tubes vides d'annélides associés au sable ; cette mosaïque tridimensionnelle semble offrir de meilleures conditions de colonisation de la faune. 5 espèces ont été recensées au sein de cette biocénose, il s'agit de *Venus gallina*, *Chlamys varia*, *Magelona sp*, *Reteporella grimaldii*, *Sternapsis scutata*



Figure 25: Débris organogène contenant du sable fin.

III.6 Substrat rocheux, organogène

III.6.1 Le Coralligène :

➤ CAR/ASP IV.3.1

La station 11 a été explorée par une capture vidéo à 54.5 m de profondeur, Cette biocénose se rencontre sur les parois rocheuses ou sur les roches où les algues calcaires peuvent constituer des constructions biogènes. l'échantillon prélevé a permis de dénombrer 2 espèces faunistiques qui sont les Cnidaires *Eunicella cavolini*, et les Echiuriens *Bonellia viridis*.

Dans la zone d'étude, l'écosystème du Coralligène couvre une surface importante des fonds rocheux dans les secteurs des Caps Rosa, El Alem et Segleb, de M'Zarae, de Boutribicha et de la plage Vergès.



Figure 26: Coralligène

Espèces caractéristiques :

La biodiversité dans cet habitat est très élevée, les espèces rencontrées les plus typiques sont :

- **Les algues Corallinacées :** *Lithophyllum incrustans*, *Mesophyllum lichenoides*.



Figure 27: *Coralligène*
(puteauxplongee.com)



Figure 28 : *Mesophyllum lichenoides*
(doris.ffessm.fr)



Figure 29: *Eunicella singularis* (Webplongée.com)

Conclusion Générale

Au terme de ce travail, consacré à l'étude biosédimentaire de la région d'El Kala, il convient de rappeler les données physiques et biologiques qui caractérisent cette région.

L'étude de la partie marine du parc national d'El Kala a permis, à partir de l'échantillonnage d'une quatorzaine de stations de cerner la nature des faciès sédimentaires au niveau de chaque station, puis d'identifier et de caractériser les peuplements macrobenthiques, et delà de les cartographier : établissement d'une carte biosédimentaire. De plus, cette étude a permis de collecter de nombreuses données, et ainsi de constituer une base de données relative à différents aspects : diversité des peuplements macrobenthiques et cartographie biosédimentaire.

La géomorphologie côtière du parc national d'El-Kala se caractérise par une côte rocheuse déchiquetée, à falaise, avec présence de petites criques ou anses avec des plages de sables (baies d'El Kala, La Messida, Petit Carnier et Grand Carnier), et la présence de nombreux caps et promontoires.

Les résultats de cette étude ont montré la présence d'une forte diversité des espèces benthiques, et leur répartition dans la région considérée est basée sur les travaux antérieurs de sédimentologie, benthos de la région, des travaux classiques de benthos, Les instruments du CAR ASP ont à cet effet servi de référence de base et nos résultats. Ainsi deux types du fonds ont été distingués, les fonds meubles et fonds durs.

Pour les fonds meubles on a obtenu :

- Les vases terrigènes côtières ont été distinguées à une profondeur comprise entre 60 et 90m, dans les parties Est de la région d'El Kala, le sédiment est composé d'une vase pure.
- La biocénose des sables fins : le sédiment est généralement de granulométrie homogène et d'origine terrigène. Cette biocénose débute vers 2-2,5m et peut atteindre la profondeur de 30m.
- Débris organogène contenant du sable fin : Ce faciès très irrégulier on a distingué dans la partie Ouest de la région d'El Kala à une profondeur de 88.3 m. Le sédiment est un sable fin mélangé avec des débris organogènes (coquilles vides de mollusques, de fragments de bryozoaires, de tubes vides d'annélides) qui sont transportés par les courants et se sont accumulés vers le large.

Pour le substrat dur, la station 11 a été explorée par une capture vidéo à 54.5 m de profondeur dans les fonds rocheux de secteur de cap Rose montre une présence importante de l'écosystème du Coralligène. Cette biocénose se rencontre sur les parois rocheuses où les algues calcaires peuvent constituer des constructions biogènes.

Le bilan du nombre d'espèce inventoriées au niveau des différentes radiales révèle une faune littorale importante et diversifiée dont les mollusques, les crustacés et les polychètes sont le groupe faunistique le mieux représentés. Plus particulièrement, on a constaté la forte représentation des Mollusques (50%), devançant de loin le second groupe des **Polychètes** qui réunissent le quart des espèces recensées, Les autres groupes zoologiques ; **Crustacés, Bryozoaires, Eponges, Cnidaires, et Echiuriens** contribuent avec 27.76% du total des espèces.

**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

ATIALLA H, H., et BAHLOULI, F. (2013). Caractérisation des peuplements benthiques des aires marines protégées en Algérie: Analyse comparée. *Mémoire d'ingénieur d'état en environnement, ENSSMAL.* 17p

BAKALEM, A. (2008). Contribution à l'étude des peuplements benthiques du Plateau continental algérien. *Mémoire de doctorat, université USTHB.* p7.

BELBACHA, S., et al. (2009). Données préliminaires sur la répartition et la composition de la biocénose du coralligène du littoral d'el kala (Algérie). 1^{er}Symposium sur le coralligène et les bioconcrétionnements méditerranéens. Tabarka (TUNISIE).

BELOUAHEM-ABED, D. (2012). Étude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de SKIKDA, ANNABA et EL TARF (Nord-Est algérien). *Mémoire de doctorat, Université d'Annaba Badji Mokhtar.* 253p.

BENCHIKH, N. (2009). Étude de la croissance et du cycle de reproduction de la moule perna perna dans le golfe d'Annaba et le littoral d'el kala. *Thèse de magister, Université d'Annaba Badji Mokhtar.* p3.

BOUGHERARA, A., LACAZE, B (2009). Identification et suivi des paysages et de leur biodiversité dans la wilaya d'el Tarf (Algérie) à partir des images landsat, spot et aster, Ecole Normale Supérieure de Constantine. p 240-241.

BOUTIBA, Z. (1992). Les mammifères marins d'Algérie statut, Répartition, Biologie et Ecologie. *Thèse Doctorat d'État. Université d'Oran.* 512p.

BOUZID, B. (2010). Étude d'aménagement d'une plage artificielle au niveau de plage piscine d'el kala (wilaya d'el Tarf). *Mémoire d'ingénieur Mémoire d'ingénieur d'état en Aménagement, ENSSMAL.* 77p.

CAR/ASP. (2007). Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation.

CAULET, J. (1972). Les sédiments organogènes du précontinent Algérien. Mémoire Muséum National Histoire Naturelle, Paris. Série C.

CHEVILLON, C. (1989). Biosédimentologie Du Grand Lagon Nord De La Nouvelle Calédonie. *Thèse de doctorat, Université D'Aix-Marseille II.* OEL07217.245p

FRANÇOIS, L. (2004). Structure, Fonctionnement, évolution des communautés benthiques des fonds meubles exploités du plateau continental Nord Gascogne. *Mémoire de doctorat.* Université de Bretagne Occidentale. p 378

GHAILEN, H. (2010). Biodiversité et cartographie de la faune macroinvertébrée benthique.9786131547195. *Ed universitaire européennes.* p115

GRIMES, S. (2005). Plan de gestion de l'aire marine du Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf). Projet régional pour le développement d'aires protégées marines et côtières dans la région méditerranéenne (Projet MedMPA) 20-22p.

GRIMES, S. (2010). Peuplements benthiques des substrats meubles Taxonomie, structure et statut écologique. *Mémoire de doctorat, université d'Oran.* p358

HANA, S. (2009). Dynamique de l'urbanisation dans un espace littoral protégé, le cas d'El-Kala. *Mémoire de magister.* Université d'Annaba *Badji Mokhtar.* P200.

JOLEAUD, L. (1936). Étude géologique de la région de Bône et de la Calle. Bulletin de Service de Carte Géologique de l'Algérie, II-12, 199. (Cité dans <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k65818547>).

KANTIN, R., et al. (2006). Le référentiel benthique méditerranéen (REBENT MED) Avant projet sommaire. Article, R.INT.DOP/LER-PAC/06-08. 124P.

KHALDOUN, L. (2009). Étude du cycle de reproduction de la moule *perna perna* dans le littoral d'el kala : suivi biométrique et histologique. *Mémoire de magister.* 4p.

LECLAIRE, L. (1972). La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares. Thèse Université de Paris, mémoire de Muséum d'histoire naturelle, série C. Tome 241, *Ed Masson. Paris.*

Mallil, K. (2012). Comparaison des caractéristiques du régime alimentaire et de l'occupation de l'espace de genette dans deux milieux du Nord algérien parc national du Djurdjura et d'El Kala, *Mémoire de magister en Biologie.* Université Mouloud Mammouri de Tizi-Ouzou. p131

MARIE, L. (2012). Caractérisation physico-chimique d'un sédiment traité aux liants hydrauliques. *Thèse de doctorat. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.* 11p.

MICHEL, B., et MARIE, H. (2008). Cartographie synthétique et analyse des peuplements benthiques sur deux secteurs du littoral français "manche-est" et "loire-gironde".

ONM. (2001). Office National de la Météorologie.

OUELMOUHOU, S. (2005). Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier: cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Thèse de master, 62p.

RAMSAR. (2005). Fiche descriptive sur les zones humides: Réserve intégrale du Lac El Mellah (**Wilaya d'El Tarf**).

REFES, W. (2011). Contribution à la connaissance de la biodiversité des fonds chalutables de la côte algérienne : les peuplements ichtyologiques des fonds chalutables du secteur oriental de la côte algérienne. *Thèse de doctorat, Université d'Annaba Badji Mokhtar,* 145p.

SCHNEIDER, G. (2001). Boue de curage des cours d'eau. Le courrier de l'environnement de l'INRA. <http://www.inra.fr/dpenv/curage.htm#r41>

VILA J, M. (1980). La plaine alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse *Thèse de doctorat, Université P et M. Curie.* Paris VI, 2 tomes, 665p.

Sites d'internet :

- <http://www.mer-littoral.org/recherche-moteur.php>.
- www.gastropods.com
- www.Habitats.org.uk
- www.commonswikimedia.org
- www.Marlin.ac.uk
- [www.Google drivers.com](http://www.Googledrivers.com)
- www.marlin.ac.uk
- www.iopon.gda.pl
- Google Earth

Logiciels utilisés :

- Map info 7.8