

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 تهينة 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 DE
MASTER EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

**Étapes de réalisation d'une carte biosédimentaire
(La région 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 (VERT ET BLEU)	Promotrice
Pr. BELKESSA R.	Professeur (ENSSMAL)	Co-Promoteur
Mme. BENTCHIKOU L.	Maitre Assistante A (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr. DRICHE M.	Maitre de conférences B (ENSSMAL)	Examinateur

Promotion : 2013_2014

Remerciements

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 BENTCHIKOV. 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

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, Rokia, 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, Fatiha, Khaldia, Chahinez, Linda 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

Sommaire

Introduction générale.....	8
----------------------------	---

Chapitre I : Généralités

I.1 Les sédiments	11
I.1.1 L'origine des sédiments	11
I.2 Le benthos méditerranéen	12
I.2.1 Biocénoses des sédiments meubles	12
I.2.2 Biocénoses de substrats rocheux	12
I.3 Le benthos marin et la nature du sédiment.....	13
I.3.1 les biocénoses benthiques de substrat meuble.....	13
I.3.1.1 Biocénoses des étages supralittoraux et médiolittoraux	13
I.3.1.2 Biocénoses infralittoral.....	13
I.3.1.3 Biocénoses de l'étage circalittoral	14
I.3.2 Biocénoses de substrat dur	14
I.3.2.1 l'étage médiolittoral.....	14
I.3.2.2 l'étage infralittoral	14
I.3.2.3 l'étage circalittoral	15
I.4 Typologie des cartes biosédimentologiques.....	15

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1. Situation géographique.....	17
II.2. Aperçu Géologique et topographique:	18
II.2.1. Fonds marins du parc national d'El Kala	19
II.2.2. La topographie des fonds.....	20
II.2.3. Les principaux hauts fonds	20
II.3. Aperçu climatologique	20
II.3.1. La pluviométrie.....	20
II.3.2. La température	21

II.3.3. Les vents	21
-------------------------	----

Chapitre III : Méthodologie du travail

II.1 Réalisation des cartes sédimentologiques	23
III.1.1. Les données utilisées	23
III.1.2. Les systèmes de prélèvements	23
III.1.3. Les systèmes de classification automatiques des fonds.....	23
III.1.4. L'imagerie sonar latéral et SMF	24
III.1.5. La photographie sous marine.....	25
III.1.6. Les cartes sédimentologiques et géologiques anciennes	25
III.1.7. Les photographies aériennes.....	25
III.1.8. La profondeur	25
III.1.9. Tracé des limites de faciès.....	25
III.1.10. Vérification.....	26

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1 Biocénoses benthiques de la région d'El Kala	28
IV.2 Les faciès sédimentaires de la région d'El Kala.....	31
IV.3 La carte biosédimentaire de la région d'El Kala	33
Conclusion générale	35

Bibliographie

Liste des figures

Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude du parc national d'El Kala sous logiciel MapInfo 7.8. Image Google Earth 2014.	17
Figure 2: Les limites de la commune d'El-Kala (Hana S, 2009).	18
Figure 3: Formations géologiques du Nord Est algérien (Vila, 1980).	19
Figure 4: La benne Van Veen	23
Figure 5: Exemple de cartographie obtenue à partir de données du Système de Classification des Fonds RoxAnn. (schome.fr).....	24
Figure 6 : Photographie d'un Sonar latéral (schome.fr).....	24
Figure 7: carte sédimentaire du parc national d'El Kala établie sous SIG MapInfo à partir d'une carte préexistante du Bakalem (2008).....	32
Figure 8: Carte biosédimentaire du parc national d'El Kala établie sous SIG MapInfo à partir d'une carte préexistante du Bakalem (2008).....	33

Introduction Générale

Dans ce mémoire on va entreprendre l'étude biosédimentologique dans la région d'El Kala (PNEK), de ce travail découlera la carte sédimentaire de la région d'El Kala. En utilisant cette carte pour essayer de dresser la carte des biocénoses et des peuplements benthiques caractéristiques de chaque type sédimentaire qui aura été déterminé.

L'étude détaillée des peuplements de la région d'El Kala, a permis d'établir une carte biosédimentaire détaillée et précise des fonds marins de la région. Pour de plus amples informations ou précisions sur les peuplements il suffira de se référer à des anciens travaux.

La réalisation d'une carte biosédimentaire repose sur l'utilisation et la compilation de toutes les données disponibles sur la nature des fonds. Le sédimentologue en charge de sa réalisation utilisera aussi bien les observations anciennes des fonds, que les données d'imagerie sonar latéral ou les photographies aériennes prises à marée basse pour la cartographie de l'estran.

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

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

Le premier chapitre est un exposé générale sur les peuplements de substrats meubles et ceux de substrats durs de la méditerranée.

Le deuxième chapitre sur la présentation générale de la zone étudiée « la région d'El-Kala » : aperçu géologique et topographique, aperçu climatologique et la géologie des fonds marins, C'est une synthèse des données actuellement disponibles dans ces différents domaines.

Le troisième chapitre s'intéresse à la méthodologie de la réalisation d'une carte sédimentaire.

Le quatrième et le dernier chapitre consacré à la biocénose benthique de la région d'El Kala, les faciès sédimentaires et la carte biosédimentaire de la région d'El Kala

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 **terrigène**, 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 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.2.1 Biocénoses des sédiments meubles

Représentant de larges étendues, certaines unités sont remarquables du point de vue de la diversité et rôle fonctionnel (zones de nurserie, 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.2.2 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.3 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.3.1 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.3.1.1 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.3.1.2 Biocénoses 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.3.1.3 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.3.2 Biocénoses de substrat dur

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

I.3.2.1 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 tels que les encorbellements à *Lithophyllum lichenoides*.

I.3.2.2 l'étage infralittoral

Se 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 hydraires) ;
- Horizon profond (coralligène, faciès à gorgones).

I.3.2.3 l'étage circalittoral

Se trouve la biocénose du coralligène qui présente des faciès multiples, 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.4 Typologie des cartes biosédimentologiques

Les cartes biosédimentaires reposent sur une typologie souple des fonds marins basée conjointement (**Chasse C, Glemarec M.,1976**):

- Sur la distribution des espèces benthiques, leurs affinités entre elles et vis à vis des divers sédiments. Les espèces benthiques considérées appartiennent toutes à la macrofaune endogée (Mollusques, Vers, Crustacés et Echinodermes ayant une taille supérieure au millimètre et vivant enfouis dans les sédiments) ;
- Sur les climats marins régnant sur ces fonds et particulièrement sur l'ampleur et la fréquence des fluctuations des facteurs climatiques (température, salinité, lumière assèchement) ;
- Sur les caractéristiques sédimentaires qui sont liées à l'ensemble des paramètres de la granulométrie.

Chapitre II : Description de la zone d'étude

II. Présentation de la zone d'étude

II.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.

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.

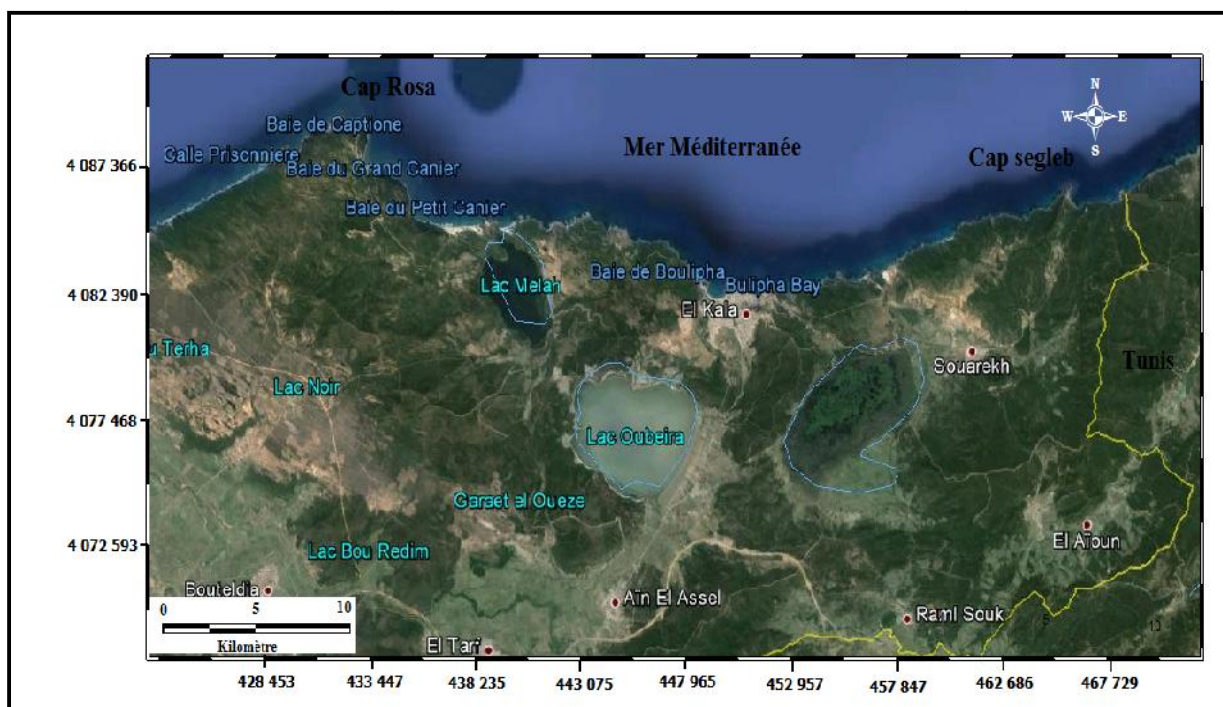


Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude du parc national d'El Kala sous logiciel MapInfo 7.8. Image Google Earth 2014.

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 d'elles.

La région d'El-Kala présente une multitude de milieux naturels originaux telle 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**).

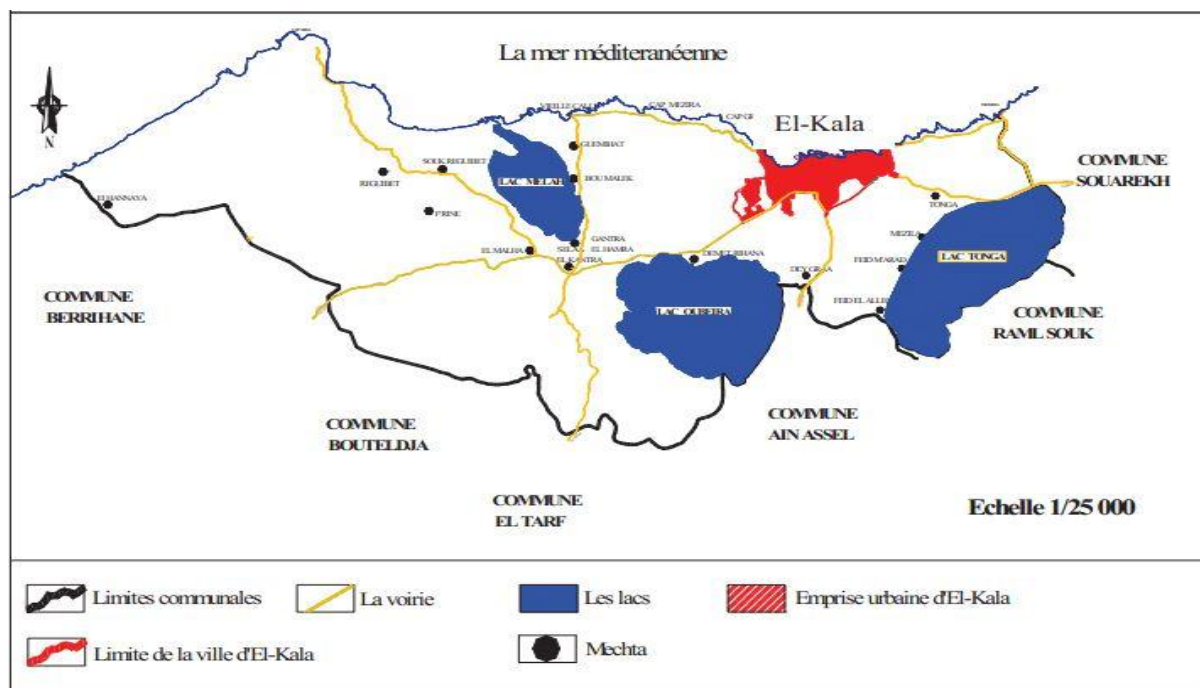


Figure 2: Les limites de la commune d'El-Kala (**Hana S, 2009**).

II.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 situent 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.

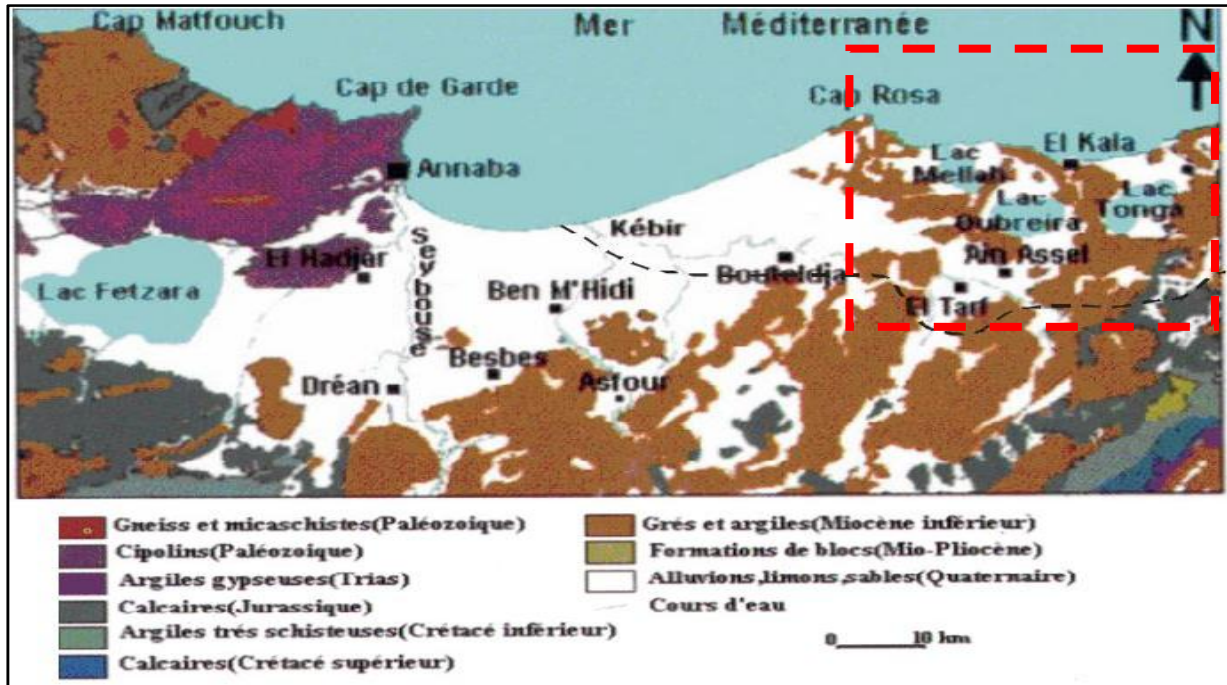


Figure 3: Formations géologiques du Nord Est algérien (Vila, 1980).

II.2.1. 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).

II.2.2. 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 générale 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**).

II.2.3. Les principaux hauts fonds

Sont représentés par Le banc Le Sec qui est constitué de deux hauts fonds à socle cristallophyllien, 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**).

II.3. 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**).

II.3.1. 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 (**Bouزيد, 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 on remarque un régime pluviométrique qui

se caractérise par des pluies abondantes, ce qui indique 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 ou le temps s'adoucit et atteint par la suite quelques millimètres par mois pendant la période d'été.

II.3.2.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.

II.3.3. 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**).

Chapitre III : Méthodologie du travail

III.1.Réalisation des cartes sédimentologiques

III.1.1.Les données utilisées

Afin d'obtenir une précision optimale toutes les données existantes sur la zone à cartographier sont utilisées. Une longue étape de recherche dans les archives, les bases de données et organismes extérieurs publics ou privés est nécessaire.

III.1.2.Les systèmes de prélèvements

Instrument de prélèvement ponctuel, la benne permet de remonter un sédiment peu perturbé et non lessivé. Chaque échantillon est soumis à des analyses granulométriques et sédimentologiques effectuées en laboratoire.



Figure 4: La benne Van Veen

III.1.3.Les systèmes de classification automatiques des fonds

Les systèmes de classification des fonds permettent d'obtenir, à partir du traitement du signal rétrodiffusé, des sondeurs bathymétriques et des paramètres, qui une fois calibrés à l'aide de prélèvements, vont permettre l'établissement d'une carte de la répartition des sédiments mais aussi de la présence d'algues. Les cartes ainsi obtenues permettent localement une amélioration de la résolution des cartes sédimentaires. Ci-après une carte illustrant un exemple de cartographie obtenue à partir de données du Système de Classification des Fonds RoxAnn.

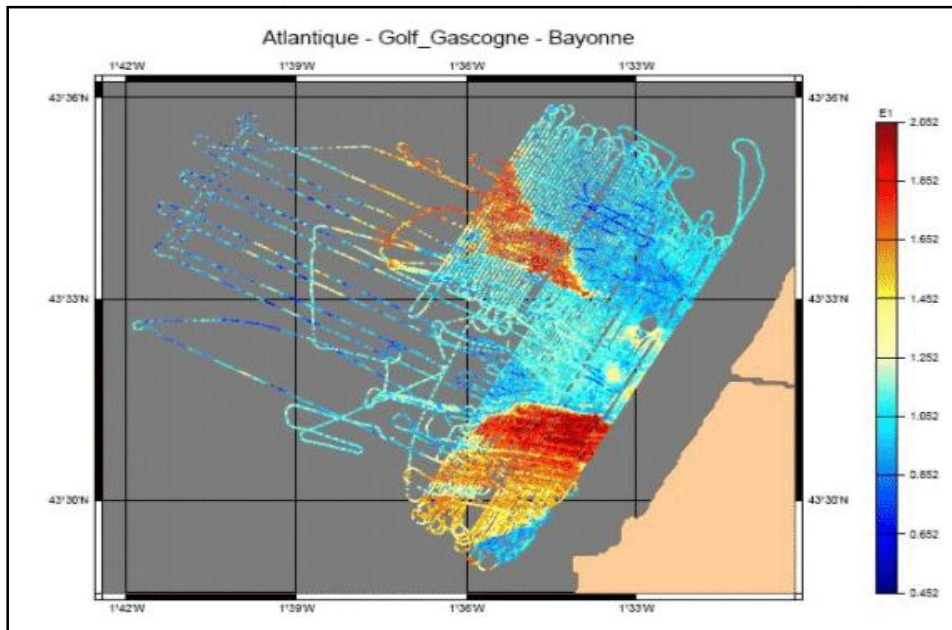


Figure 5: Exemple de cartographie obtenue à partir de données du Système de Classification des Fonds RoxAnn. (schome.fr)

III.1.4.L'imagerie sonar latéral et SMF

L'imagerie acoustique permet la délimitation des différents faciès sédimentaires et biosédimentaires ainsi que des grands ensembles structuraux (plateau rocheux, champs de dunes, ...). Une telle imagerie ne couvre que des secteurs restreints ayant fait l'objet de levés sonar latéral et les secteurs levés au sondeur multifaisceaux (SMF). L'imagerie SMF n'offre pas la même qualité, mais permet de couvrir plus rapidement de vastes secteurs.

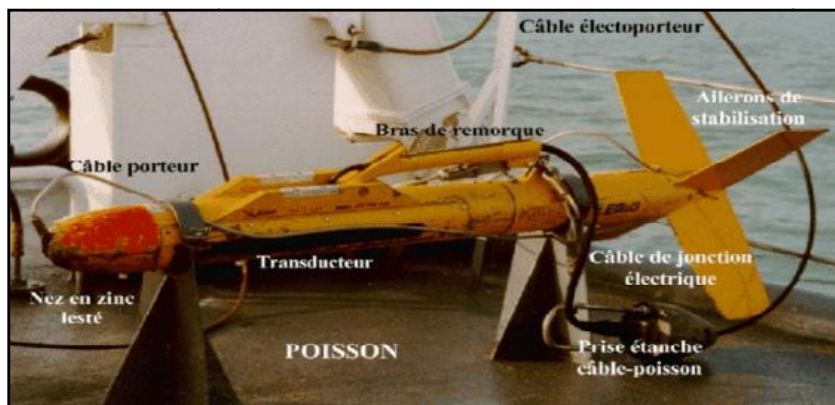


Figure 6 : Photographie d'un Sonar latéral (schome.fr)

III.1.5.La photographie sous marine

La vidéo sous-marine et les photographies sont des outils d'observation qui permettent 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.

III.1.6.Les cartes sédimentologiques et géologiques anciennes

Plus on s'éloigne des côtes, plus les renseignements sédimentaires sont épars. Afin de compléter ce manque d'information, on peut devoir recourir aux cartes sédimentaires anciennes lorsque les données d'origine n'ont pu être retrouvées.

III.1.7.Les photographies aériennes

Les photographies aériennes permettent la cartographie de l'extension des faciès sédimentaires sur le littoral.

III.1.8.La profondeur

La morphologie est reconstituée à partir de minutes à grande échelle (1/10 000, 1/5 000...) c'est un supplément d'information indispensable, pour tracer les limites des platiers rocheux, des canyons et des autres structures morphologiques remarquables.

III.1.9.Tracé des limites de faciès

A ce stade toutes les opérations sont effectuées sur un écran et toutes les données sont gérées dans un SIG. A partir des données ponctuelles : prélèvements à la benne, carottages, caméra vidéo... une première délimitation des différents faciès est effectuée. A partir des données d'imagerie acoustique et de bathy-morphologie, les limites entre les différents faciès sont affinées.

Les incohérences entre la morphologie et les limites sédimentaires sont corrigées. Grâce aux photographies aériennes, la sédimentologie du littoral est définie et les polygones sédimentaires sont étendus jusqu'au trait de côte de la carte marine correspondante.

Pour les zones les plus au large, il est fréquemment nécessaire d'avoir recours à d'anciennes données et/ou cartes sédimentaires à plus petite échelle. La précision s'amenuise ainsi aux abords du rebord du talus continental. Toutes les données sédimentaires doivent être analysées dans un contexte environnemental complet. C'est pourquoi il est nécessaire, lors de la fusion de données, de disposer de :

- la géomorphologie : modèles numériques de terrain, cartes bathymétriques précises, restitutions photogrammétriques de l'estran et du domaine tidal.
- l'hydrodynamique : analyse des courants de marée, des courants résiduels, comparaison de levés bathymétriques.

III.1.10.Vérification

Lorsque tous les faciès sédimentologiques ont été parfaitement déterminés, il reste à vérifier leur cohérence avec les natures de fond de la carte marine, sur laquelle va s'ajouter le film sédimentologique ; la priorité est donnée aux informations les plus récentes ayant le meilleur coefficient de qualité. Cette phase permet de mettre à jour les natures de fond des cartes marines.

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. Biocénoses benthiques de la région d'El Kala

- **L'étage supralittoral**

C'est un étage intermédiaire entre les domaines terrestre et marin, soumis de manière appréciable à l'influence marine, influence qui permet l'installation d'espèces marines. Il correspond, essentiellement pour substrats rocheux, à la zone des embruns. La biocénose est caractérisée par une végétation assez restreinte qui est constituée essentiellement par le lichen et par des *Cyanophycées épilithes*.

- **L'étage médiolittoral**

L'étage médiolittoral est divisé en deux : le médiolittoral supérieur et le médiolittoral inférieur, chacun avec sa biocénose spécifique. La partie supérieure de cet étage se caractérise dans le cas de substrats rocheux par des espèces telles que *Chthamalus stellatus* qui en mode battu ou très battu, constitue des amas au niveau terminal de la roche et *Patella lusitanica*. La biocénose de la roche inférieure est constituée essentiellement par *Patella coerulea*.

D'autres espèces caractéristiques de ce sous-étage sont les gastéropodes, le polyplacophore. On trouve également à ce niveau des algues telles que *Ralfsia verrucosa* qui occupent une partie de la roche ou aussi *Nemalion helminthoides*.

Le médiolittoral inférieur est caractérisé par l'absence quasi-totale de l'algue calcaire *Lithophyllum lichenoides* remplacée par une autre algue concrétionnante *Corallina elongata* qui constitue par endroit de véritables encorbellements particulièrement à M'Zara, à Boutribicha et à la Messida ; on note la présence de *Laurencia sp.* Surtout dans les stations semi-obscures.

- **L'étage infralittoral**

L'étage infralittoral (0 à 30-35 m de profondeur) est un espace fortement éclairé dans sa partie supérieure et moins éclairé dans le sous-étage inférieur, ce qui permet la mise en place des peuplements ou des biocénoses photophiles à forte dominance végétale vers le haut, et des peuplements ou des biocénoses hémi-sciaphiles dans le sous-étage inférieur.

L'étage infralittoral débute un peu en dessous du niveau moyen de la mer. Cet étage s'étend vers le bas, en moyenne, jusqu'à quelques 35 m de profondeur.

L'étage infralittoral débute un peu en dessous du niveau moyen de la mer. Cet étage s'étend vers le bas, en moyenne, jusqu'à quelques 35 m de profondeur. L'étage infralittoral est notable par l'exubérance du peuplement végétal (algues et phanérogames marines), dont la localisation, ici, constitue l'un des principaux critères de définition de l'étage.

Chalabi (1996) décrit le peuplement de sables fins sur une bande côtière du Cap Rosa au Cap Segleb surtout dans les aires abritées telles que les baies du Grand Canier, du Petit Canier, la Vieille Calle, El Kala, La Messida et d'autres anses et criques. Son absence est manifeste aux affleurements rocheux (secteur de Lac Mellah) et les prolongements rocheux des caps Messina, Gros, Segleb.

- **L'étage circalittoral**

L'étage du circalittoral se caractérise par un éclaircissement extrêmement réduit en raison de la profondeur importante ; la disparition de la lumière correspond à la limite inférieure de cet étage, approximativement 70-80 m de profondeur. Cet étage se présente sous des aspects divers, lesquels sont fonction du substrat et/ou de la quantité de lumière atteignant le fond.

L'étage du circalittoral dans la région d'El Kala est surtout caractérisé par la biocénose du Coralligène en raison de la nature des fonds : fonds rocheux, roches, hauts-fonds, platiers, qui couvrent la majeure partie des fonds marins.

La biocénose du Coralligène est la conséquence des activités de concrétionnement (Bioconcrétionnement) très actives et importantes de nombreuses espèces : algues calcaires, Bryozoaires, Spongiaires, Serpolidés, Mollusques, Cnidaires...

Ce bioconcrétionnement abouti à la formation de structures biogènes spectaculaires constituant des paysages remarquables.

Sur les fonds meubles s'établissent des communautés légèrement différentes selon la granulométrie. Les peuplements de transition sont propres aux sables envasés et sables vaseux. Ils sont plus développés dans le secteur occidental (Cap Rosa-El Kala)

occupant les fonds entre -30 et -60 m, tandis qu'ils se trouvent entre -30 et -40 m, ailleurs.

Le peuplement des vases occupe les fonds du large, à partir des -50 m en face d'El Kala et à partir des -60 m au large du Lac Mellah. Les communautés sont assez pauvres à l'instar de celle de la côte avoisinante. Les débris végétaux sont assez abondants, provenant des herbiers de posidonie, ce qui constitue de la nourriture pour les dépositivores.

Certains fonds meubles ont de nombreux affleurements du substratum qui permettent l'installation de peuplements de coralligène qui alternent avec les peuplements des fonds meubles caractéristiques. Ce sont les peuplements des fonds mixtes. Le coralligène alterne avec les graviers et sables coquilliers dans les secteurs :

- Cap Rosa : Entre la côte et les -90 m ;
- Cap Mxina – Cap Gross : A la suite des peuplements de transition et jusqu'à -100 m (Roches du Petit Stagnon, Roches de la Calle Cavelle, à la base de Cap au Camp) ;
La Messida – frontière algéro-tunisienne : Notamment les fonds du Chille du Cap Roux (entre -40 et -60 m).

Les vases pures se mêlent au coralligène commençant généralement à partir des -50 m, sauf au niveau du cap Rosa où ils se limitent aux fonds à partir de -80 m.

Dans la région d'El Kala, l'étage du circalittoral et la biocénose du Coralligène sont d'autant plus importants qu'ils constituent le biotope et l'association biologique exclusifs et préférentiels de *Corallium rubrum*, le corail rouge, espèce très recherchée pour sa forte valeur marchande. De plus, l'étage du circalittoral est l'espace marin de la région d'El Kala le plus soumis à la pression humaine car toutes les activités de pêche du corail rouge se concentrent au niveau de cet étage.

IV.2. Les faciès sédimentaires 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 (**figure 7**): Les faciès de graviers, faciès sableux, faciès des vases pures, 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.

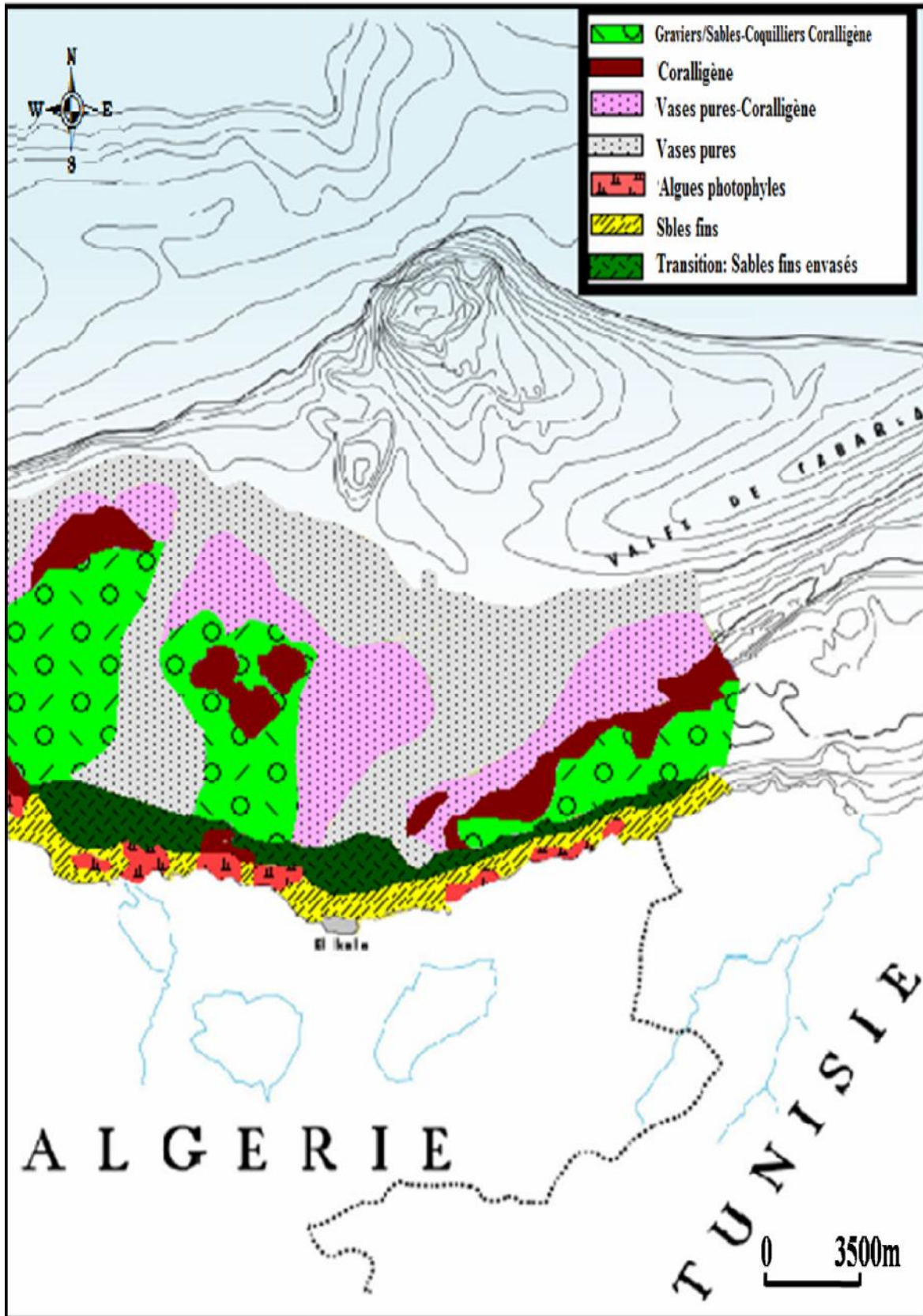


Figure 7: carte sédimentaire du parc national d'El Kala établie sous SIG MapInfo à partir d'une carte préexistante du Bakalem (2008)

VI.3. La carte biosédimentaire de la région d'El Kala

Pour l'ensemble de la région d'El Kala 7 peuplements ont été mis en évidence (**figure 8**) : Peuplement des graviers / sables coquilliers coralligènes, peuplement coralligènes, peuplement vases pures coralligènes, peuplement des algues photophyles, peuplement des sables fins, peuplement des vases pures, peuplement des sables fins envasés.

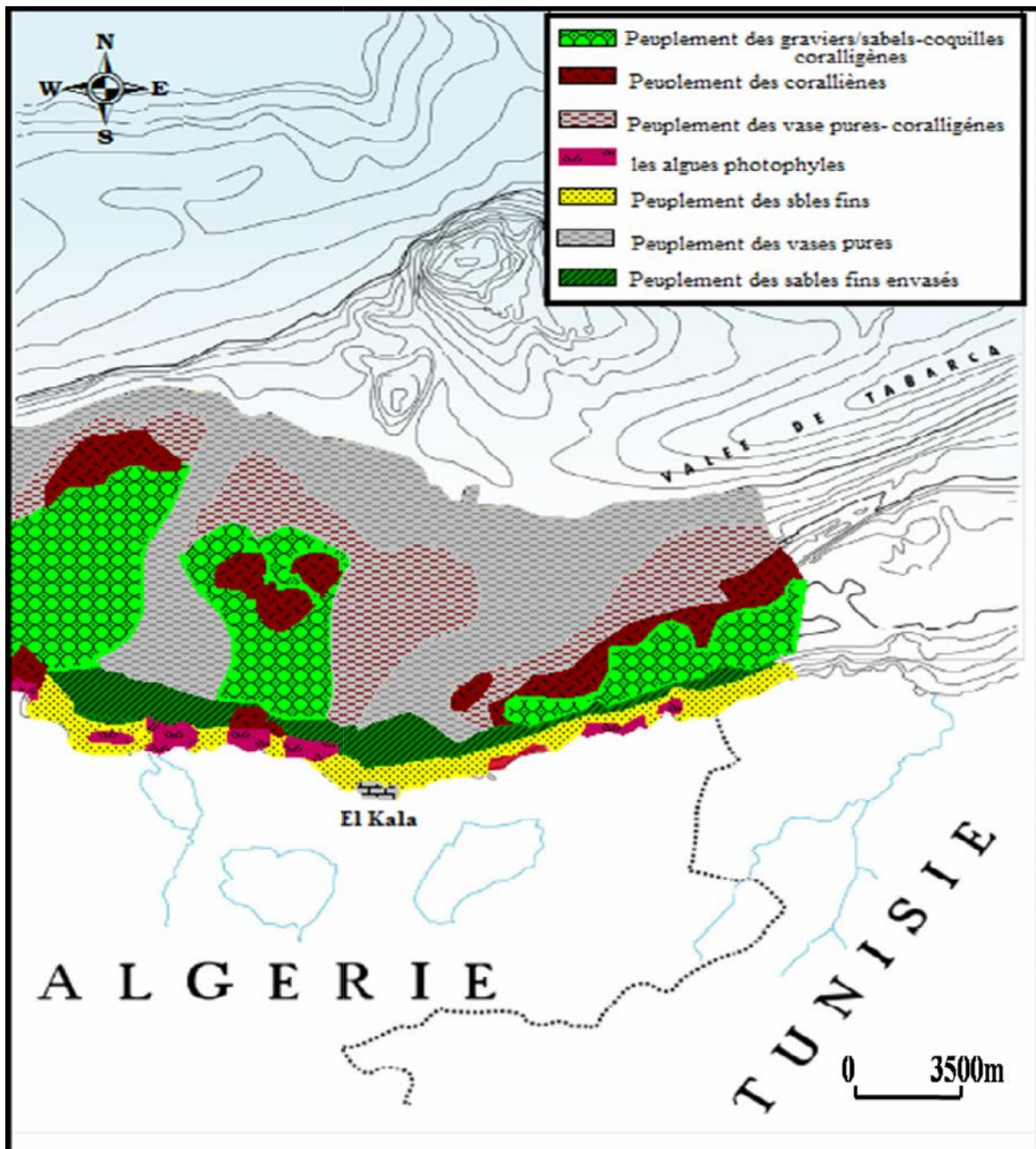


Figure 8: Carte biosédimentaire du parc national d'El Kala établie sous SIG MapInfo à partir d'une carte préexistante du Bakalem (2008).

Conclusion Générale

L'étude des fonds marins du parc national d'El Kala a permis d'identifier et de caractériser les peuplements macrobenthiques, et de les cartographier : établissement de cartes biosédimentaires. 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, Cartographie biosédimentaire.

La relation très étroite entre les peuplements benthiques et la nature du sédiment. D'où la nécessité pour nous de connaître la nature et la distribution des sédiments sur les fonds de la zone étude.

Cette connaissance était entreprise dans une optique d'études biologiques. L'interprétation des données et des résultats sur la macrofaune et les peuplements benthiques se faisait à la lumière des connaissances sédimentologiques acquises. L'identification et la caractérisation des faciès sédimentaires permettaient l'établissement d'une carte biosédimentaire de la zone d'étude

De l'étude sédimentaire, nous serons amenés à aborder de manière globale les aspects biologiques des fonds prospectés : la macrofaune, les entités faunistiques. Le travail consistera dans un premier temps à identifier et caractériser les entités ou les ensembles faunistiques, puis à définir les peuplements macrobenthiques, et dans un second temps à établir la carte biosédimentaire de la région d'El Kala.

En conclusion, La répartition des peuplements benthique dans la région considérée est basée sur les travaux de sédimentologie et le benthos de la région d'El Kala. Ainsi sept peuplements ont macrobenthique peuvent exister pour la région d'El Kala : Peuplement des graviers / sables coquilliers coralligènes, peuplement coralligènes, peuplement vases pures coralligènes, peuplement des algues photophiles, peuplement des sables fins, peuplement des vases pures peuplement des sables fins envasés.

Références bibliographiques



- BAKALEM, A. (2008).** Contribution à l'étude des peuplements benthiques du Plateau continental algérien. *Mémoire de doctorat*, université USTHB. p7.
- BOUTIBA, Z. (1992).** Les mammifères marins d'Algérie statut, Répartition, Biologie et Écologie .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.
- CHASSE, C., GLEMAREC, M. (1976).** Atlas du littoral français atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de gascogne cartes biosédimentaires. Documents I.C.A., Université de Bretagne Occidentale. 22p.
- 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>).
- 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.
- 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) P130
- KANTIN, R. ; et al. (2006).** Le référentiel benthique méditerranéen (REBENT MED) Avant projet sommaire. Article, R.INT.DOP/LER-PAC/06-08. 124p.
- 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*.
- 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.



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

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>.