

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER
ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL

MEMOIRE

En vue de l'obtention d'un Diplôme des Etudes Universitaires Appliquées
en Aménagement et Protection de l'Environnement

Option : AMENAGEMENT DU LITTORAL

THEME

CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE PROTECTION ET D'AMENAGEMENT DU LITTORAL
DE
BORDJ-EL-BAHRI (ex : Alger-Plage)

Devant le jury composé de :

Mr M. LARID

Président

Mr R. BELKESSA

Promoteur

Melle H. MERABTINE

Examinatrice

Mr M. BOUTIBA

Examineur

Présenté par :

Mr Kheir-eddine TALBI

Mr Kamel HANDIS

SEPTEMBRE 1993

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

من أدعية الرسول صلى الله عليه وسلم
• اللَّهُمَّ أَنْفَعْنِي بِمَا عَلَّمْتَنِي
وَعَلَّمْتَنِي مَا يَنْفَعُنِي وَزِدْنِي
عِلْمًا.

DEDICACE

A ma mère

A mon père

A ma soeur

A mon frère

A kamel handis

A tous ceux que j'aime.

M^r Talbi Kheir-eddine

خير الدين طالبي

A la mémoire de mon père

A ma mère

A mes soeurs

A mes frères

A kheir-eddine talbi

A tous ceux que j'aime.

M^r Handis Kamel

Handis Kamel

REMERCIEMENTS

Nos respectueux remerciements s'adressent :

A Monsieur Larid Mohamed, chargé de cours et Directeur du Département de Protection et d'Aménagement du Littoral, qui nous a fait l'honneur de bien vouloir présider le jury d'examen;

A Mademoiselle Merabtine Hamida et Monsieur Boutiba Makhlouf qui ont accepté de juger ce travail;

A Monsieur Belkessa Rabah, Maître-assistant et Directeur de la scolarité qui par ses critiques et par ses précieuses suggestions tant dans la résolution de certains problèmes pratiques que par les nombreuses discussions que nous avons eu en commun et d'avoir accepté de nous encadrer;

A Mademoiselle Seboussi Leila, Ingénieur d'étude au L.E.M, qui malgré ses nombreuses occupations, a trouvé le temps de nous aider aussi matériellement que moralement;

Ce travail a été mené à terme grâce au soutien et l'apport inestimable du personnels du Laboratoire de Microbiologie;

Nous ne manquerons pas d'exprimer notre gratitude aux techniciens :

Monsieur Baazizi Hamid du Laboratoire de Protection et d'Aménagement du Littoral;

Monsieur Boudjelal Yahya du Laboratoire de Chimie de l'I.S.M.A.L;

A Monsieur Talbi Mourad pour son aide à écrire et réécrire les chapitres de ce mémoire durant la rédaction;

A Monsieur Lokmane Djamil de nous avoir accueilli dans son appartement pour notre travail durant des jours et des nuits;

A Monsieur Belhaoua Nour-eddine de nous avoir soutenu moralement et de mettre à notre disposition sa machine à écrire;

A Monsieur Aouidad Madjid de nous avoir aidé à photographier la zone et de mettre son véhicule à notre disposition;

Ainsi qu'à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

INTRODUCTION

Le tell algérois s'ouvre sur la mer méditerranée par la grande baie d'Alger, celle-ci, a fait l'objet de plusieurs travaux d'aménagement ces dernières années dont on ignore l'impact sur le secteur côtier et le milieu marin.

Dans cette alternative, et conformément au marché n° 25 du 13 Avril 1989 signé entre la wilaya de Boumerdes, représentée par la division des infrastructures et de l'équipement et le Laboratoire d'Etudes Maritimes intitulé : " Etude de protection de la wilaya de Boumerdes " ; il est présenté dans ce mémoire un travail basé essentiellement sur des reconnaissances générales entreprises par le Laboratoire d'Etudes Maritimes constituées de campagnes bathymétrique, topographique, sondage à la lance et les prélèvements d'échantillons.

Cette étude constitue une modeste contribution à la reconnaissance des différents facteurs hydrodynamiques, hydrologiques et sédimentologiques et traite d'une manière analytique la pollution bactérienne dans la zone côtière d'Alger-Plage vue l'existence de plusieurs émissaires d'eaux usées déversées directement dans la mer. Cette analyse a été effectuée dans le Laboratoire de microbiologie de l'institut des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.

Puisque la zone côtière d'Alger-Plage a la particularité d'être très urbanisée, les habitations sont trop proches du rivage, certains sont menacés par l'action érosive et destructrice des houles auxquelles elles sont exposées.

Donc une étude très détaillée des petits fonds où le sédiment est mobile, nous mène à estimer les mécanismes hydro-sédimentaires côtiers en vue de pallier aux déséquilibres induits et de prévenir d'autres dommages et par suite établir une stratégie de protection et d'aménagement du littoral de Bordj-El-Bahri.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : CADRE GENERAL

<u>Chapitre premier : Morphologie et Géologie</u>	01
I. Situation Géographique	01
II. Description Géomorphologique de la baie d'Alger	01
1. Le massif d'Alger	01
2. Le sahel d'Alger	03
3. La plaine de la Mitidja	03
4. Le cordon littoral dunaire	03
III. Géologie de la baie d'Alger	03
1. Stratigraphie	03
1.1. Le Primaire	04
1.2. Les formations Tertiaires	04
1.2.1. Le Miocène	04
1.2.2. Le Pliocène	04
*L'Astien	04
1.3. Les formations Quaternaires	06
1.3.1. Dépôts pleistocènes continentaux	06
1.3.2. Dépôts pleistocènes marins	06
*Le Tyrrhénien	06
-Le Tyrrhénien II	07
1.4. Subsidence de la Mitidja	07
2. Géologie de la zone d'étude	07
Conclusion	07
<u>Chapitre deuxième : Hydro-climatologie</u>	09
I. Facteurs Météorologiques et Hydrologiques	09
1. Précipitations et reseau hydrographique	09
2. Les vents	11
II. Facteurs Hydrodynamiques	13
1. Les houles	13
2. Les courants	17
2.1. Les courants généraux	17
2.2. Les courants côtiers	17
3. La marée	17
III. Hydrodynamisme-côtier	19
1. Construction d'un plan de vague théorique	19

2. Etude des plans de vagues	20
2.1. Houle de direction Ouest (N 280°)	20
2.2. Houle de direction Nord-Ouest (N 315°)	22
2.3. Houle de direction Nord (N 350°)	22
Conclusion	25
<u>DEUXIEME PARTIE : MORPHOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE</u>	
<u>Chapitre premier : Morphologie sous-marine</u>	27
I. Introduction	27
II. Morphologie sous-marine du littoral Alger-Plage	29
Conclusion	29
<u>Chapitre deuxième : Evolution du linéaire côtier</u>	34
I. Enquête	34
II. Interprétation	34
III. Critiques	37
<u>TROISIEME PARTIE : SEDIMENTOLOGIE</u>	
I. Introduction	39
II. Granulométrie	39
1. Carte des lutites et carte des carbonates	39
2. Analyse modale	41
2.1. Le mode M1	44
2.2. Le mode M2	47
2.3. Le mode M3	47
2.4. Le mode M4	47
2.5. Zone de mélange des modes	47
3. Indices et paramètres sédimentologiques	47
3.1. Carte des médianes	47
3.2. Carte du décile supérieur	52
3.3. Indice de classement	52
3.4. Indice d'assymétrie	55
Conclusion	55
<u>QUATRIEME PARTIE : ETAT DE LA POLLUTION BACTERIENNE DANS LA ZONE</u>	
I. Introduction	56
II. Analyses microbiologiques	58
1. Mode opératoire	58
1.1. Lieu de prélèvement	58
1.2. Matériel de prélèvement	60
1.2.1. Eau de mer	60
1.2.2. Sédiment	60

1.3.Traitement des échantillons	60
2.Analyse microbiologique de l'eau de mer	61
2.1.Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	61
2.1.1.Définition	61
2.1.2.Milieux de cultures utilisés	61
2.2.Recherche et dénombrement des streptocoques	62
2.2.1.Définition	62
2.2.2.Milieux de cultures utilisés	62
2.3.Recherche et dénombrement des germes pathogènes	63
2.3.1.Les salmonelles	63
2.3.2.Les vibrionaceae	65
3.Analyse microbiologique dans le sédiment	67
3.1.Mode opératoire	67
4.Interprétation de l'analyse bactériologique	67
Conclusion	68

CINQUIEME PARTIE : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

<u>Chapitre premier</u> : Synthèse et conclusion générale	72
<u>Chapitre deuxième</u> : Recommandations de protection et d'aménagement ..	75
I.Reconnaisances et recommandations	75
1.Problèmes de pollution	77
2.Problèmes d'érosion	77
3.Problèmes d'aménagement	77
II.Protection et aménagement	77
1.Structure des épis	80
1.1.L'enracinement	80
1.2.La longueur	80
1.3.L'espacement	80
1.4.L'orientation	80
1.5.Les endroits d'instalation	80
2.Critiques	81

PREMIERE PARTIE

CADRE GENERAL

CHAPITRE PREMIER

**MORPHOLOGIE
ET
GEOLOGIE**

CHAPITRE DEUXIEME

HYDRO-CLIMATOLOGIE

CHAPITRE PREMIER
MORPHOLOGIE ET GEOLOGIE

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE (Carte n° 1) :

La baie d'Alger est limitée au Nord par la mer méditerranéenne, à l'Est par le cap de Tamenfoust (ex : cap matifou), à l'Ouest par le massif de Bouzaréah ou d'Alger et au Sud par le sahel d'Alger et la plaine de la Mitidja qui est coupée par deux (02) oueds : El-Hamiz et El-Harrach.

La zone choisie à prospecter est située à l'Est de cette baie distante de 2.3 kilomètres environ suivant l'axe Nord-Sud, et se trouve à une trentaine de kilomètres (30 kms) environ de la ville d'Alger.

La zone se nomme Bordj-El-Bahri (ex : Alger-Plage) est limitée par le cap de Tamenfoust au Nord et l'oued-el-hamiz au Sud, et, elle a pour coordonnées géographiques Lambert :

- Longitude Est : 02° - 14' - 05" et 02° - 18' - 20"
- Latitude Nord : 36° - 46' - 30" au niveau de Oued-El-Hamiz
et 36° - 48' - 00" au niveau des Ondines.

II. DESCRIPTION GEOMORPHOLOGIQUE DE LA BAIE D'ALGER :

D'après la situation géographique, la zone fait partie de la baie d'Alger, et, un aperçu géomorphologique de celle-ci nous permettra de mieux cerner et comprendre la morphologie et le cadre géologique de notre zone d'étude.

On peut subdiviser la baie d'Alger en plusieurs ensembles géomorphologiques de nature et d'âges distincts, en commençant de l'ouest vers l'est (Carte n° 2), on peut citer :

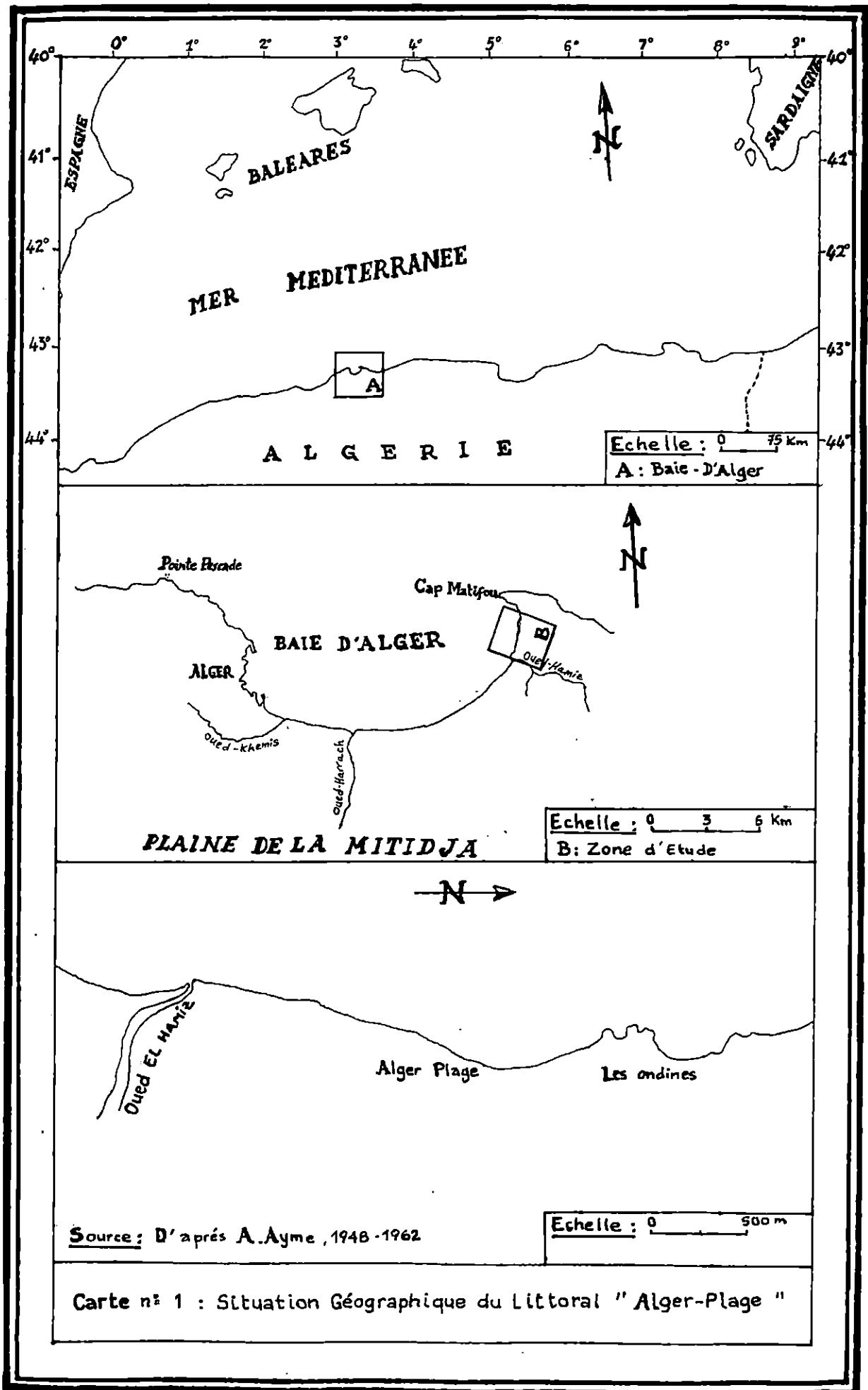
1. Le massif d'Alger :

Il s'étend sur une longueur de 20 kilomètres suivant un axe Est-Ouest et sa largeur maximale est de 06 kilomètres.

Ce relief est constitué de roches cristallophyliennes (les gneiss , les micaschistes et les schistes), sa topographie est très accidentée et son sommet qui culmine à 407 mètres constitue le point le plus haut de la région.

Les piémonts Nord et Est de ce massif forment la côte abrupte et déchiquetée comprise entre Ain-bénian et le port d'Alger.

Ce massif côtier réapparaît à l'Est au Cap de Tamenfoust.



2. Le sahel d'Alger :

Il représente tous les petits reliefs qui s'étendent entre le massif d'Alger (au Nord) et les rives gauches de Oued-El-Harrach (au Sud et au Sud-Est).

3. La plaine de la Mitidja :

Elle est allongée suivant un axe général Ouest-Sud-Ouest et Est-Nord-Est, limitée au Nord par le sahel d'Alger et au Sud par l'Atlas de Blida.

Cette plaine est couverte de dépôts quaternaires continentaux d'argiles et de graviers alternés.

Elle est parcourue par Oued-El-Harrach et Oued-El-Hamiz et par quelques uns de leurs affluents.

4. Le cordon littoral dunaire :

Il s'agit d'une petite barrière sablo-gréseuse allongée parallèlement au rivage, et, se développe entre la rive droite de Oued-El-Harrach et Bordj-El-Bahri, bordant au Nord la partie des zones basses septentrionales de la Mitidja.

La zone littorale étudiée fait partie de cet ensemble, elle est caractérisée par des plages réduites de largeurs variables (00 à 20 mètres) , limitées par des affleurements gréseux à gréseux-sableux peu étendus creusées par l'érosion marine donc le profil longitudinal est irrégulier.

On remarque aussi que dans les secteurs Nord au niveau des ondines et Sud au niveau de Oued-El-Hamiz, le profil de la plage épouse la forme concave permettant, l'accumulation des sables et l'existence d'une plage de sables grossiers et galets avec présence de débris de coquilles.

Elle couvre la partie supérieure de la plate-forme d'abrasion qui est très étendue et à pente faible, par contre dans le secteur central de la zone on remarque un profil convexe ouvert aux attaques des houles frontales.

III. GEOLOGIE DE LA BAIE D'ALGER :

Les informations nécessaires pour cette analyse ont été extraites d'études géologiques précédemment effectuées par : L. GLANGEAUD 1932; A. AYME 1956; A. SAADALLAH 1981; N. SAOUDI 1982; BENNIE ET PARTNERS 1983; M. BETROUNI 1983 :

1. Stratigraphie :

La région d'Alger a connu une grande lacune de sédimentation au

cours du secondaire et la base du Tertiaire (Eocène, Oligocène), seuls le Primaire et le Mio-Plio-Quaternaire y sont représentés (Carte n° 2) :

1.1. Le Primaire :

Le massif d'Alger est constitué de roches cristallophyliennes (les gneiss, les schistes et les micaschistes) dont d'autres apparaissent au niveau de Sidi-Fredj et le Cap de Tamenfoust.

Ces éléments constitueraient la terminaison Nord-Occidentale du massif de la grande Kabylie.

Composés de schistes, micaschistes, gneiss et marbre fortement pliés et écaillés, les séries ont été soumises à des manifestations magmatiques (filons doléritiques, niveaux tuffacés acides, intrusions granitiques de Si-Zouak) (A.SAADALLAH, 1981).

1.2. Les formations Tertiaires :

Elles recouvrent en discordance les faciès métamorphiques primaires.

1.2.1. Le Miocène :

Il est reconnu dans la Mitidja et affleure à l'Est de la baie d'Alger entre Bordj-El-Bahri et le Cap de Tamenfoust ainsi que par endroits dans l'Atlas de Blida, et représenté par un Burdigalien marneux à lentilles de grés et un Cindobonien marneux à lentilles de calcaire.

1.2.2. Le Pliocène :

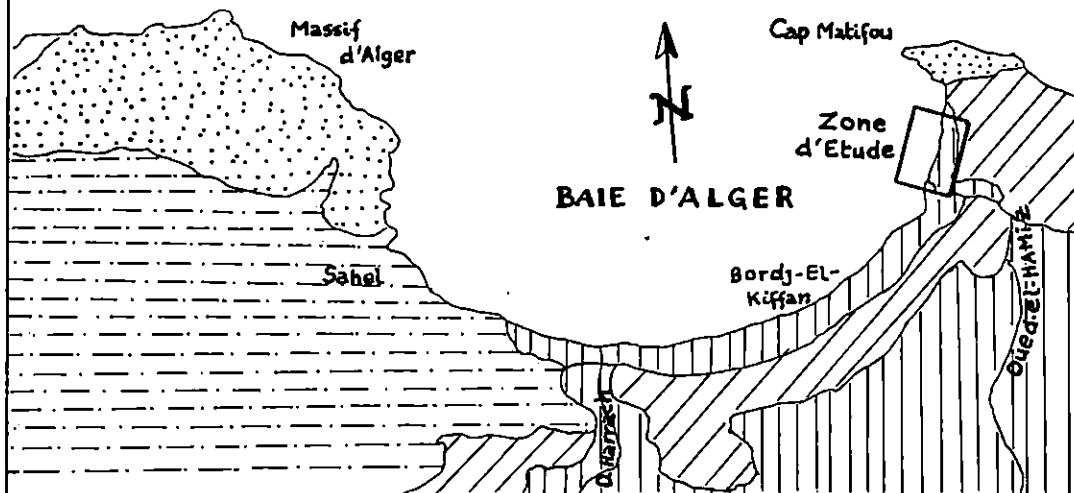
Ces formations occupent le Sahel et affleurent très peu sur la bordure Sud de la plaine où elles sont masquées par les formations quaternaires qui viennent buter sur les séries crétacé à paléocène de l'Atlas de Blida.

*L'Astien :

Les affleurements de l'Astien se rencontrent dans le Sahel, à l'Est et au Sud-Est de la baie d'Alger (Reghaia et Khemis-El-Khechna) ainsi qu'au Sud-Est de Bordj-El-Bahri.

Ce faciès identifie la regression de la mer plaisancienne. Il débute par un niveau riche en glauconie, considéré comme la séparation lithologique entre le plaisancien et l'Astien.

La formation astienne épaisse de 100 à 150 mètres est composée de calcarenites à lithothamniés et à lumachelles, à Ostréa Cochlear, surmontée en bordure de l'Atlas par des dépôts de plage ou des dépôts continentaux au villafranchien inférieur.



Legende:



Quaternaire Alluvions Recents



Plio Quaternaire Mollasse, Grés et Cailloutis



Néogene Marnes, Argiles, Mollasse et Grés



Paléozoïque Métamorphique Cristallin

Echelle:

0 — 2 km

Source:

D'après la carte géologique de Glangeaud 1952

Carte n° 2 : Carte Géologique de la région d'Alger.

Le passage Astien-Calabrien I (N.SAOUDI, 1982) est tout à fait continu et se traduit par une sédimentation lagunaire à continentale.

1.3. Les formations Quaternaires :

La mer réoccupe la zone septentrionale de la région d'Alger au Calabrien II qui correspond à une oscillation positive du niveau marin dans un contexte globalement régressif (N.SAOUDI, 1982).

La répartition des dépôts pleistocènes est dirigée par la composition du glacio-eustatisme et des mouvements tectoniques post-Astiens.

Les terrasses marines étagées dans le secteur occidental du Sahel (unités transgressives inverses) et superposées dans sa partie orientale (unités transgressives) attestent de la relation tectonique-sédimentation tout au long du Plio-Quaternaire; d'une façon générale chaque cycle climato-sédimentaire est surmonté par des formations continentales qui matérialisent les phases régressives (N.SAOUDI, 1982 ; M.BETROUNI, 1983).

1.3.1. Dépôts pleistocènes continentaux :

Le faciès continental Villafranchien est à cheval sur les étages Pliocènes et Pleistocènes.

On le trouve largement représenté dans la Mitidja et sur ces bordures.

1.3.2. Dépôts pleistocènes marins :

Dans la zone du massif d'Alger est à l'Ouest existent des dépôts quaternaires marins, témoins de la relation tectonique-sédimentaire.

Le pleistocène est marqué par trois (03) importants épisodes glaciaires post-Gunzian : Le Mindel, Le Riss et Le Würm.

*Le Tyrrhénien :

Après la phase glaciaire du Riss qui correspond à la régression post sicilienne, la remontée du niveau marin permet le dépôt des couches à faunes chaudes dites sénégaliennes, sur le littoral avec *Strombus bubanius*.

Dans le Sahel, le niveau repéré du Tyrrhénien correspond à une lumachelle à pétoncles, il garde le long du littoral une grande homogénéité de faciès et de puissance (50 centimètres à 20 mètres d'épaisseur).

La série lithologique synthétique établie par M.BETROUNI (1983) pour le littoral du Sahel comprend de haut en bas : une alternance de grès dunaire et de limons rouges, avec un dépôt de lumachelle à pétoncles rubéfiée et de poudingue et grès coquilliers sur un substratum pliocène.

-Le Tyrrhénien II :

Correspond au néotyrrhénien, il est représenté par une plage plus récente, durant cette phase c'est la seule transgression qui a laissé un dépôt dans la zone de Tamenfoust sur la côte ouest (à proximité de Bordj-El-Bahri, ex : Alger-Plage).

1.4.Subsidence de la Mitidja :

La Mitidja ne constitue plus un niveau d'accumulation pour les oueds issus de l'Atlas, désormais, le débailment va s'accélérer d'où l'importance de la charge des cours d'eau.

La subsidence du secteur Est, pourrait se produire en période ténésifienne. Car les niveaux supérieurs demeurent à des altitudes très rapprochées, par contre le niveau eutyrrhénien au niveau du vallon de Boudouaou est à une altitude plus basse de 13 mètres par rapport à celle de Tamenfoust et de 09 mètres de celui de Réghaia.

2.Géologie de la zone d'étude (Carte n° 3) :

La bordure littorale de la zone étudiée se joint au bassin de la Mitidja, elle est représentée du Sud au Nord par des dunes actuelles au Sud de Qued-El-Hamiz puis d'alluvions récentes au niveau de ce dernier.

Plus on avance vers les Ondines au Nord on remarque l'existence des sables plus ou moins argileux et rubefiés en alternance avec des lumachelles poudingues et grés marins et parfois d'alluvions récentes.

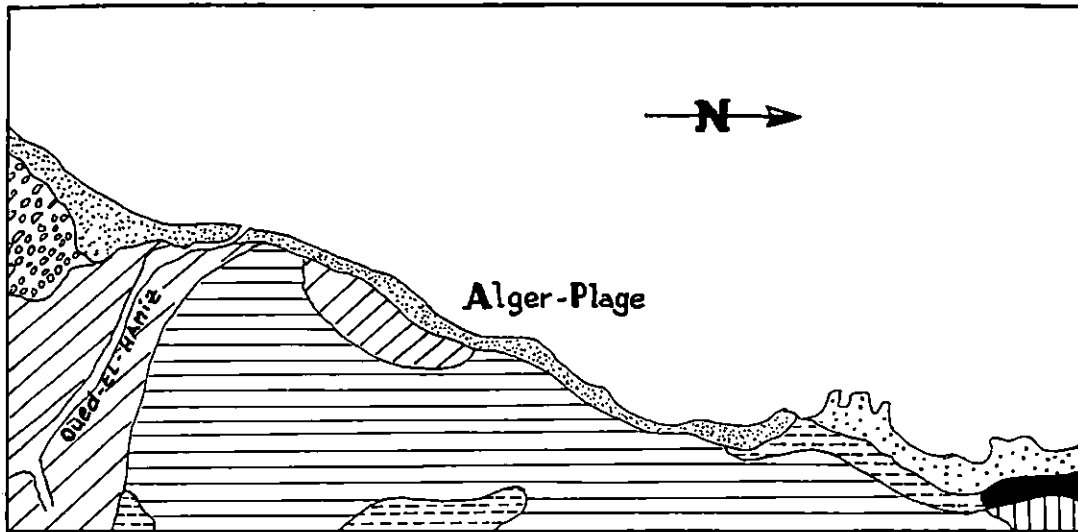
Avant les Ondines, on remarque l'existence de roches cristallophyliennes (les gneiss, les schistes et les micaschistes), des dépôts marins à sables rouges poudingues et grés grossiers et des dunes consolidées.

Le long du trait de côte, les plages sont réduites et formées de sables grossiers et galets avec présence de débris de coquilles.









Au Sud, on rencontre la partie de la Mitidja anciennement marécageuse et aucun dépôt anté-quatenaire n'apparaît dans la zone.

Conclusion :

Le Sahel a émergé dès la transgression tyrrhénienne II, la topographie actuelle est très marquée par le remblaiement ténésifien qui fait suite au débailment de la Mitidja. Ce remblaiement a été taillé par la suite en système de versants et falaises.



Legende:

-  Plages
-  Dunes Actuelles
-  Alluvions Récentes
-  Sables plus ou moins Argileux et Rubefiés
-  Lumachelle Poudingues et Grés marins
-  Dunes Consolidées
-  Schistes Micaschistes Gneiss
-  Dépôts marins à sables rouges poudingues et grés grossiers

Echelle:

0 — 300 m

Source:

D'après A. Ayme, 1948 - 1962

Carte n° 3 : Carte Géologique détaillée du Littoral "Alger-Plage".

CHAPITRE DEUXIEME

HYDROCLIMATOLOGIE

I.FACTEURS METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES :

La connaissance des conditions météorologiques et hydrologiques est très importante pour une bonne compréhension des régimes hydrodynamiques régnant dans la zone d'étude.

1.Précipitations et reseau hydrographique :

La zone est très humide est reçoit des précipitations annuelles variant de 600 à 800 mm/année.

Vue qu'au maghreb, le climat se définit par deux (02) saisons très différenciées :

- Une saison pluvieuse :

D'octobre à mai avec deux (02) maximums de pluviosité (Octobre-Fevrier) et (Mars-Mai).

Les pluies sont le plus souvent des averses courtes et violentes, les débits liquides sont directement liés à cette pluviosité, induisant donc un régime hydrographique très irrégulier.

- Une saison sèche :

Concernant le reste de l'année.

La nature et la quantité des sédiments terrigènes qui arrivent en mer, dépend du fonctionnement du bassin versant des reseaux hydrographiques; plus la superficie du reseau est grande, plus les apports sont importants.

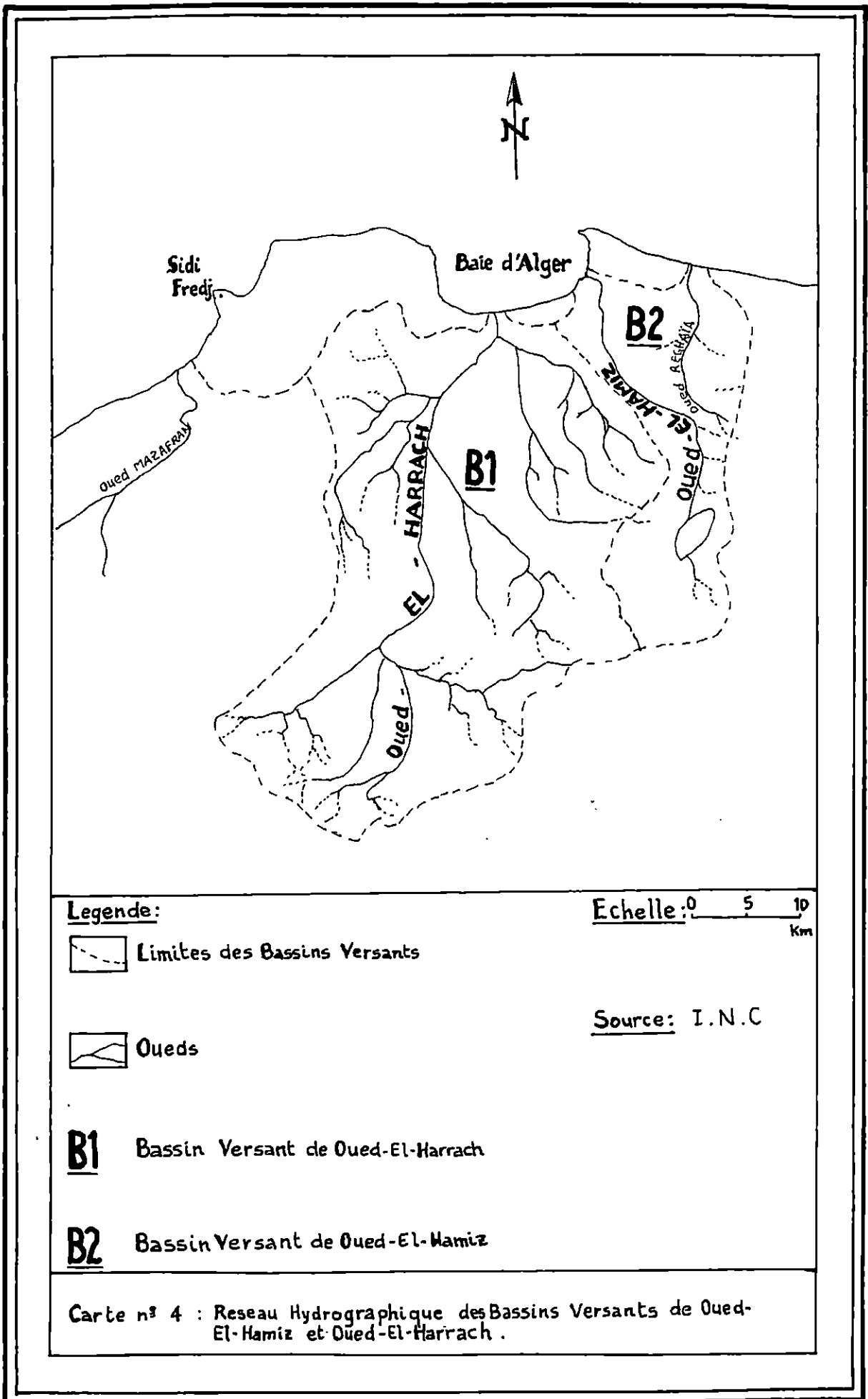
La baie d'Alger est alimentée par Oued-El-Hamiz et Oued-El-Harrach (Carte n° 4), ceux-ci prennent leur source dans l'Atlas blidéen et traversent la plaine de la Mitidja.

Oued-El-Harrach qui reçoit un grand nombre d'affluents définit un bassin versant d'une superficie d'environ 1270 kilomètres, par contre la superficie du bassin versant de Oued-El-Hamiz est bien plus réduite (environ 350 kilomètres).

Conclusion :

Les apports terrigènes qui arrivent en mer, représentent le produit de l'alteration et de l'érosion des terrains traversés par les oueds et leurs affluents.

D'après l'étude géologique ces apports sont composés essentielle-



Legende:

 Limites des Bassins Versants

 Oueds

B1 Bassin Versant de Oued-El-Harrach

B2 Bassin Versant de Oued-El-Hamiz

Echelle: 0 5 10
Km

Source: I.N.C

Carte n° 4 : Réseau Hydrographique des Bassins Versants de Oued-El-Hamiz et Oued-El-Harrach.

-llement de fragments de schistes, de calcites et de quartz mélangés à de l'argile.

Comme nous l'avons cité précédemment la superficie du bassin versant de l'Oued-El-Hamiz est nettement plus réduite que celle de Oued-El-Harrach, et il semble que la présence du barrage El-Hamiz ait probablement réduit considérablement les apports solides vers la mer.

2. Les vents :

Les vents jouent un rôle très important dans la dynamique des eaux marines, ils sont générateurs de houles et de courants superficiels (A. GUILCHER, 1979).

La synthèse des données de vents concernant la zone de Bordj-El-Bahri a été extraite des observations enregistrées au large des côtes algériennes et ceci en l'absence de données météorologiques locales.

Ces observations repris de l'U.S. Naval Weather Service Command (Summary of Synoptic Meteorological Observation), montre que deux (02) périodes de vents prédominent et sont en accord avec l'analyse des houles (Figure n° 1) :

- Une période hivernale (Octobre-Mars) :

Les vents de secteur Ouest à Nord-Ouest qui prédominent, leur fréquence étant de l'ordre de 25% et qu'une grande partie de ces vents présente une vitesse supérieure à 16 noeuds.

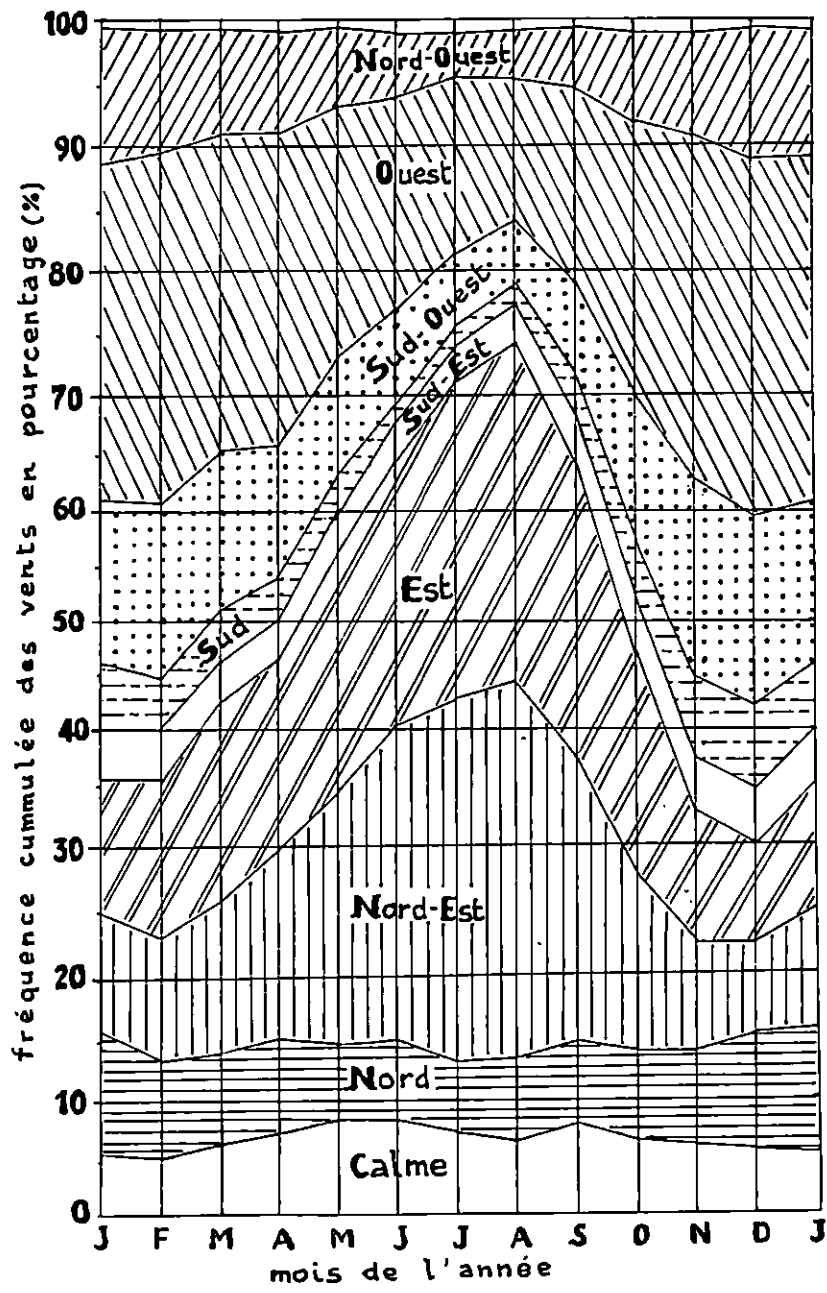
- Une période estivale (Avril-Septembre) :

Les vents de secteur Nord-Est à Est qui prédominent mais la majorité de ceux-ci ont des vitesses inférieures à 16 noeuds.

Conclusion :

On remarque une dominance des vents de secteur Ouest à Nord-Ouest en hiver qui se caractérisent par le transport des embruns qui peuvent détruire la flore et qui sont également responsable de nombreux processus physico-chimiques, en particulier l'haloclastie.

Par contre en été, les vents de secteur Nord-Est à Est qui dominant avec des brises solaires qui sont très fréquentes sur le littoral avec la présence d'une brise de mer presque quotidienne surtout l'après-midi sur la côte algérienne où le relief est assez montagneux et joue un rôle très important dans l'orientation des vents à la côte.



Source: U.S - Naval Weather Command (Summary of Synoptic Météorological Observation)

Figure n° 1 : Fréquence cumulée des vents au large par mois et par direction.

II.FACTEURS HYDRODYNAMIQUES :

1.Les houles :

On appelle houle un système d'oscillations plus ou moins régulières , correspondant à une déformation de la surface de l'eau, et, induite par le vent (A.GUILLEHER, 1979).

La houle est le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, la direction de propagation de la houle est liée à celle du vent, tant que la profondeur est supérieure à la longueur d'onde de la houle (R.BONNEFILLE, 1980).

Les données de houle ont été reprises d'un document de l'U.S.Naval Weather Command intitulé "Summary of Synoptic Météorological Observation" Tome 02 - Zone ALGERIE - s'étalant sur une période de 08 ans (1963 à 1970) regroupant 45000 observations toutes directions et amplitudes confondues.

Ces données couvrent une zone au large des côtes algériennes située en longitude Est entre 02° et 05° et en latitude Nord entre 36.5° et 38°.

La synthèse de ces données montre une nette répartition saisonnière des directions de houle au large correspondant en grande partie à celle des vents, du moins pour les secteurs Ouest et Nord-Est.

D'après le Laboratoire d'Etudes Maritimes le résultat de cette synthèse est précisé par le tableau n° 1 dans lequel on constate que :

- Les houles de Nord-Est sont les plus fréquemment observées.

- Les fréquences d'observations sur l'année des houles d'Est et d'Ouest sont sensiblement identiques avec toujours une légère prédominance du secteur Ouest.

Donc on peut citer deux (02) périodes de houles prédominantes selon les roses récapitulatives de fréquences d'apparition (Figure n° 2) :

- Une période estivale (Avril-Septembre) :

Les houles des secteurs Nord-Est à Est qui prédominent, 07.6% et 9.1% d'entre elles respectivement ont une amplitude comprise entre 00.75 et 1.75 mètres (Tableaux n° 2 et n° 3).

La période la plus fréquente de cette houle est de 24.6% qui représente 06 secondes (Tableau n° 4).

- Une période hivernale (Octobre-Mars) :

Les houles des secteurs Ouest à Nord qui prédominent, 10.9%, 2.7% et 2.6% respectivement ont une amplitude comprise entre 00.75 et 1.75 mètres

Tableau n° 1 : Fréquence mensuelle par direction au large (1 mois correspond à 100 %).

Source : U.S.Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970, 45000 Observations.

MOIS	N	N.E	E	S.E	S	S.W	W	N.W
JANVIER	08.10	12.90	18.20	05.00	06.50	13.20	28.80	07.30
FEVRIER	08.80	10.30	12.60	04.00	06.00	16.90	35.60	05.80
MARS	11.30	12.60	15.80	03.60	04.50	13.30	30.50	09.20
AVRIL	11.70	15.30	16.00	02.00	04.40	13.70	26.60	10.20
MAI	08.40	26.30	31.90	03.00	03.30	07.20	13.90	06.20
JUIN	09.20	29.10	29.80	01.80	01.40	08.20	16.30	04.20
JUILLET	05.90	32.50	35.10	01.40	00.90	05.90	16.20	02.00
AOUT	08.90	27.70	37.40	01.90	01.10	05.00	13.40	04.90
SEPTEMBRE	06.70	26.40	40.50	02.20	02.30	04.50	14.80	02.50
OCTOBRE	07.80	14.10	20.30	03.20	04.30	14.80	28.80	06.90
NOVEMBRE	05.40	05.70	10.00	05.10	08.00	15.90	40.40	09.40
DECEMBRE	10.20	06.20	09.30	04.60	07.40	15.00	37.10	10.00

Tableau n° 2 : Degrés correspondant aux amplitudes de houles.

Source : U.S.Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970.

DEGRES	AMPLITUDES (METRES)	APPELLATIONS
Calme	00.25 m	Ridée ou Belle
Degré 0	de 00.25 à 00.75 m	Ridée ou Belle
Degré 1	de 00.75 à 01.75 m	Modérée
Degré 2	de 01.75 à 02.75 m	Agitée
Degré 3	de 02.75 à 03.75 m	Forte
Degré 4	supérieur à 03.75 m	Trés forte

Tableau n° 3 : Fréquence par direction des différents états de la mer au large.

Source : U.S.Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970.

ETAT DE LA MER AU LARGE (DEGRES)	DIRECTION DE LA HOULE				
	WEST	N.W	NORTH	N.E	EAST
Calme	02.90	01.10	02.00	02.70	04.00
Degré 0	06.20	02.00	02.90	07.00	09.30
Degré 1	10.90	02.70	02.60	07.60	09.10
Degré 2	04.30	00.60	00.70	01.20	00.90
Degré 3	00.90	00.10	00.10	—	—
Degré 4	00.30	—	—	—	—
T O T A L	25.50	06.50	08.30	18.40	23.30

Tableau n° 4 : Relation Période-Amplitude (au large).

Source : U.S.Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970.

ETAT DE LA MER AU LARGE (DEGRES)	P E R I O D E D E L A H O U L E					
	06 s	06 à 07 s	08 à 09 s	10 à 11 s	12 à 13 s	13 s
Calme	05.20	00.10	—	—	—	—
Degré 0	20.80	01.90	00.40	—	—	—
Degré 1	24.60	13.10	02.70	00.50	00.20	—
Degré 2	02.60	05.40	03.10	00.90	00.20	—
Degré 3	00.40	01.10	01.00	00.60	00.20	—
Degré 4	00.10	00.50	00.30	00.30	00.30	—
T O T A L	53.70	22.10	07.50	02.30	00.90	—

Tableau n° 5 : Les valeurs significatives des amplitudes (en mètres) de la houle (au large).

Source : U.S.Naval Weather Service Command (S.S.M.O)
1963-1970.

PERIODES	NORTH	N.E	N.W	WEST	T.D.C
Biennale	04.48	04.68	03.96	06.89	07.17
Quinquennale	05.16	05.40	04.62	07.87	08.02
Décennale	05.67	05.93	05.12	08.61	08.69
Vingtennale	06.18	06.47	05.62	09.35	09.34
Cinquantennale	06.85	07.18	06.28	10.33	10.21
Centennale	07.37	07.72	06.78	11.07	10.86

N.B : Toutes Direction Confondue.

(Tableau n° 3).

La période la plus fréquente de cette houle est comprise entre 06 secondes et 09 secondes (Tableau n° 4).

Annuellement, les houles du secteur Ouest à Nord sont plus fréquentes (Figure n° 2) et d'amplitude plus élevés (Tableau n° 5).

2. Les courants :

2.1. Les courants généraux :

Le courant général d'Ouest en Est (courant atlantique) qui régnait en méditerranée, entrant en surface par le détroit de Gibraltar, circule généralement dans un ordre de grandeur de 00.5 à 1 mètres/secondes au large des côtes algériennes (L.LECLAIRE, 1972).

D'après (SOGREAH, 1982) ce courant ne semble pas pénétrer dans la plupart des baies, seul existe dans celles-ci un contre courant littoral induit et qui s'incurve à l'intérieur, il correspond à un vaste mouvement circulaire qui tournerait dans la baie d'Alger dans le sens des aiguilles d'une montre c'est à dire vers l'Ouest mais avec une vitesse extrêmement faible.

2.2. Les courants côtiers :

Les courants induits par la houle au large ou à la côte sont considérés comme étant les seuls à agir de façon active sur la sédimentation (J.CAULET, 1972 - L.LECLAIRE, 1972).

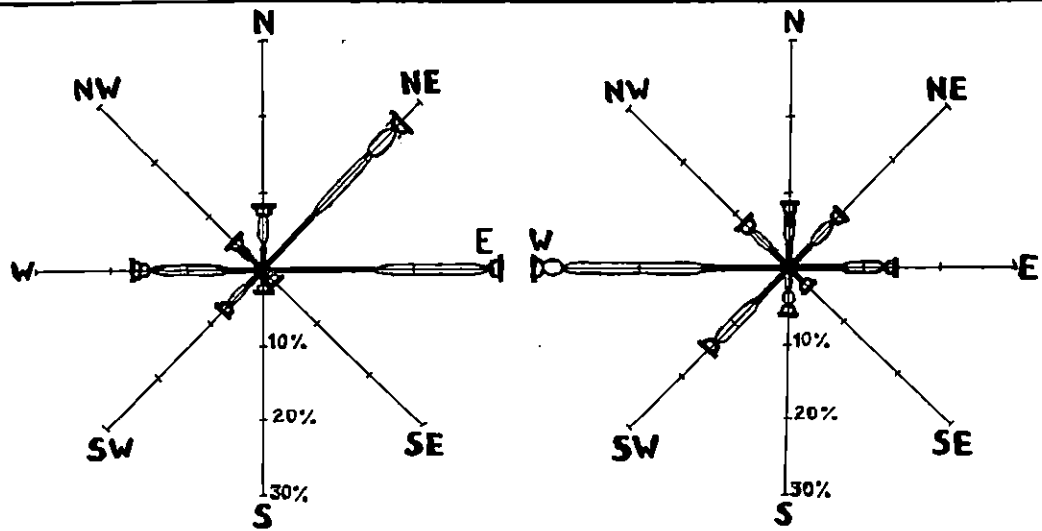
Sous l'action de houle oblique un courant de houle prend naissance, et se dirige parallèlement à la côte, il est susceptible de transporter en suspension, ou par charriage des masses considérables de sédiment de la zone de déferlement (C.MIGNIOT IN G.FILLIAT, 1981).

Donc le sens et l'intensité de ce transport sont fonction de l'amplitude et de l'incidence de la houle par rapport à la côte de la zone d'étude, mais aussi de la topographie de la plage sous-marine et de la granulométrie des sédiments.

3. La marée :

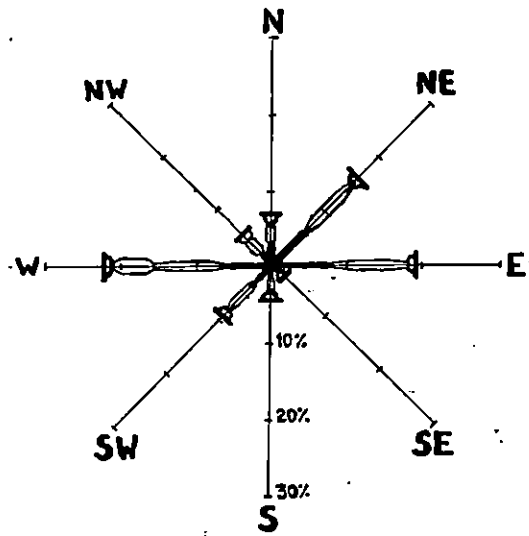
La marée en mer méditerranée et en particulier sur les côtes algériennes est relativement faible elle est la conséquence de deux (02) phénomènes distincts :

- Marée astronomique liée à l'action de la lune et du soleil sur la mer.
- Marée barométrique liée à la variation des conditions climatologiques

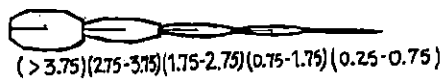


Période estivale

Période hivernale



Annuelle



Les valeurs significatives des amplitudes (en mètre)

Source: U.S - Naval Weather Command (Summary of Synoptic Meteorological Observation).

Figure n° 2 : Roses récapitulatives saisonnières et annuelle des fréquences d'apparition de la houle au large.

(pressions et vents).

L'effet du vent est plus important puisque la variation du niveau d'eau peut atteindre 10 à 12 centimètres et plus rarement 20 centimètres.

Donc on estime les niveaux de la mer comme suit :

- Niveau maximal : +00.60 m (N.G.A)
- Moyenne des hautes mer de vive eau : +00.10 m (N.G.A)
- Moyenne des basses mer de vive eau : -00.10 m (N.G.A)
- La plus basse mer : -00.34 m (N.G.A)

N.G.A : Niveau Général Algérien

Conclusion :

Les différents courants mis en présence de même que les fluctuations d'origine non astronomique d'origine au gradient barométrique, se conjuguent et agissent ensemble sur la dynamique littorale de la zone d'étude.

En se combinant entre eux , tout en augmentant ou diminuant leurs vitesses selon les périodes et les cas.

III. HYDRODYNAMISME-COTIER :

Dans le but de mieux comprendre les phénomènes hydrodynamiques qui régnent dans la zone littorale, et leurs effets sur le rivage, nous avons établi trois(03) plans de vagues théoriques, en fonction des paramètres des houles dominantes dans la zone d'étude.

Les données de houles étudiées précédemment montrent la prédominance des directions de propagation Ouest et Nord-Est.

La configuration de la baie d'Alger ne permet pas une arrivée directe des houles dominantes dans la zone étudiée, les deux Caps provoquent une diffraction de la houle, modifiant sa direction de propagation à l'intérieur de la baie d'Alger.

La situation de la zone de Bordj-El-Bahri nous a amené a prendre en consideration que trois(03) directions principales de propagation estimées " Actives " : Ouest, Nord-Ouest et Nord, sachant que le Cap Matifou protège la zone des houles venant du secteur Nord-Est à Est.

1. Construction d'un plan de vague théorique :

La construction d'un plan de vague se réalise sur une carte marine détaillée nécessitant la connaissance de la direction, la période de la houle et la bathymétrie du relief sous-marin.

La méthode est proposée par L.BERTHOIS (1954); les données nécessaires au tracé des crêtes sont soit calculées, soit lues directement sur les abaques, le graphique des célérités (H.LACOMBE, 1965) fournit les autres paramètres (longueur d'onde et célérité) pour la construction graphique.

Donc à partir d'une ligne de crête supposée rectiligne et à une profondeur H supérieure à $\lambda/2$, on trace des arcs de cercles qui ont pour rayon la distance parcourue par la crête pendant un intervalle de temps t .

Le trait tangent à chaque arc de cercle représente la position de la ligne de crête après un temps t , la même opération se répète jusqu'à proximité du rivage.

En partant du large vers la côte les orthogonales sont tracées perpendiculairement aux crêtes de vagues théoriques et à des distances égales.

L'énergie de la houle comprise entre deux (02) orthogonales se conserve en se dirigeant vers le littoral ainsi elles permettront de situer les zones de divergence et de convergence de l'énergie de la houle.

2. Etude des plans de vagues :

Dans le but de mieux comprendre les phénomènes hydrodynamiques qui régissent dans la région littorale d'Alger-Plage, et leurs effets sur le rivage; on a établi trois (03) plans de vagues théoriques, en fonction des paramètres des houles dominantes dans la région d'étude.

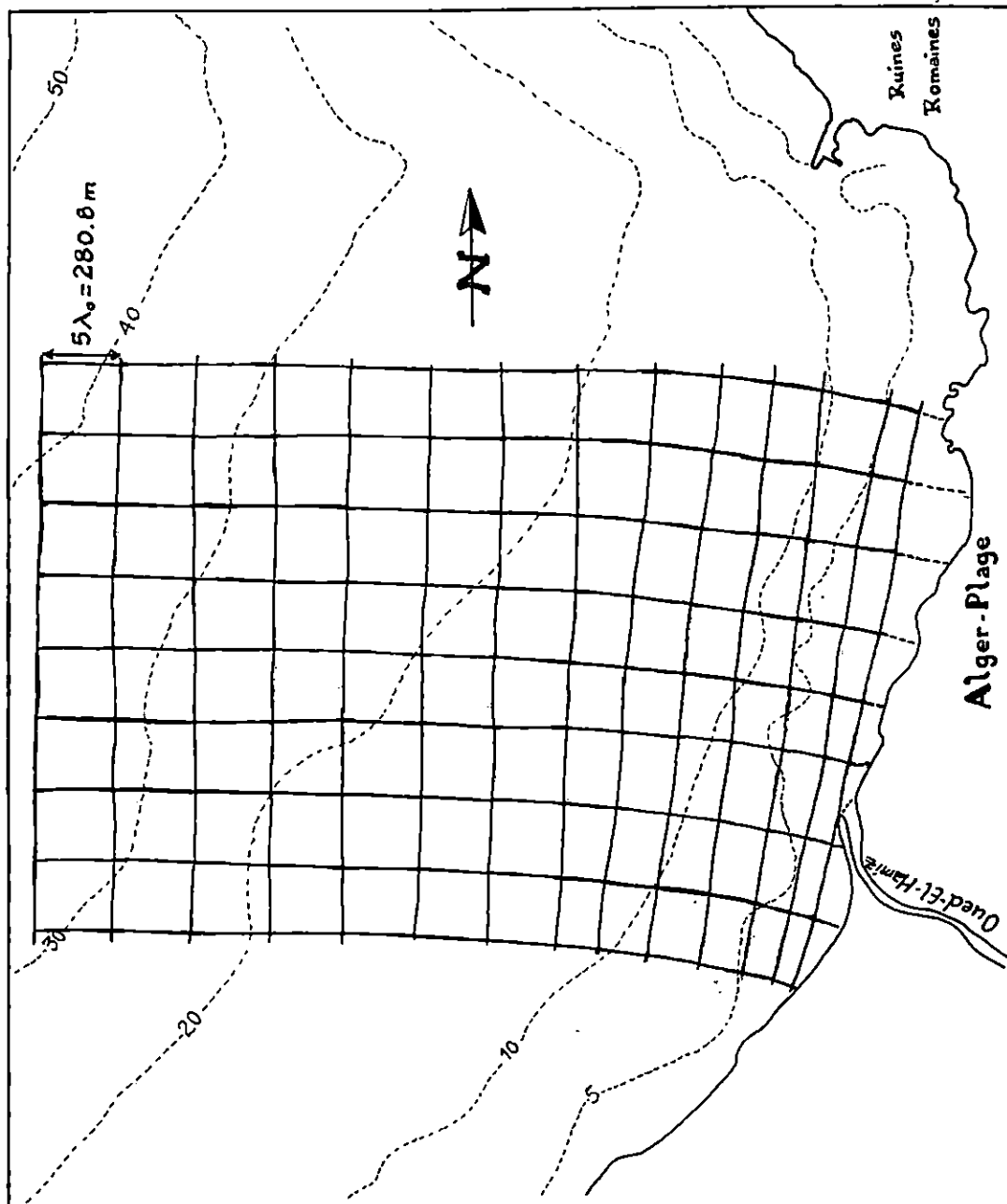
Et l'objet de cette étude est d'exploiter les résultats de l'étude de la houle au large pour aboutir aux caractéristiques de la houle à la côte.

2.1. Houle de direction Ouest (N 280°) :

La période choisie est de 06 secondes qui correspond à une longueur d'onde de 56.16 mètres.

Les houles de cette direction conservent plus leur énergie du large puisque la déviation des orthogonales est de 04° environ (Carte n° 05).

Un courant de retour est créé dans les secteurs où les orthogonales convergent ou qui atteignent le site en se convergeant; d'après SHEPARD (IN G.FILLIAT 1981) les ripcurrents assurent en surface le retour des eaux superficielles poussées à la côte, leur localisation est liée à la topographie de la plage ensuite le courant se dissipe en s'incorporant



Legende:

Echelle: 0 300m

Direction : Ouest (N 280°)

Période : 06 secondes.

Longueur d'onde au large : $\lambda_0 = 56.16m$

Carte n° 5 : Plan de vague théorique pour une houle de Ouest.

dans les masses des eaux formant un vate "Chou-fleur" d'eau salées chargées de sédiments, ils ont un rôle important dans l'érosion des côtes et le transport des sédiments vers le large.

Ces houles atteignent le site d'une manière frontale en arrivant à la côte, les orthogonales convergent et concentrent leur énergie au droit des affleurements rocheux; au niveau des ondines et des épis cette concentration d'énergie induit une érosion des bancs rocheux, mais dans les autres zones l'énergie de la houle est moins importante.

Dans les zones à forte énergie l'important volume d'eau est repris à la suite du déferlement par les courants de retour de la côte vers le large "à travers les chenaux entaillés dans le substratum rocheux".

Une légère dérive littorale est orienté Nord-Nord-Est vers le Sud-Sud-Ouest, il est intéressant de rappeler que d'après LARRAS 1963 même une légère incidence de la houle par rapport à la côte pourrait provoquer un courant latéral, c'est pour cela qu'on peut déduire que la direction de la dérive littorale est ainsi (Carte n° 08).

2.2. Houle de direction Nord-Ouest (N 315°) :

On a pris une période de 09 secondes qui correspond a une longueur d'onde de 126.36 mètres.

Les houles de cette direction conservent la presque totalité de leur énergie du large, la déviation des orthogonales par rapport a la direction du large est de 12° environ.

L'énergie de la houle se concentre également dans les mêmes zones que celles de direction Ouest de période 06 secondes (Carte n° 06).

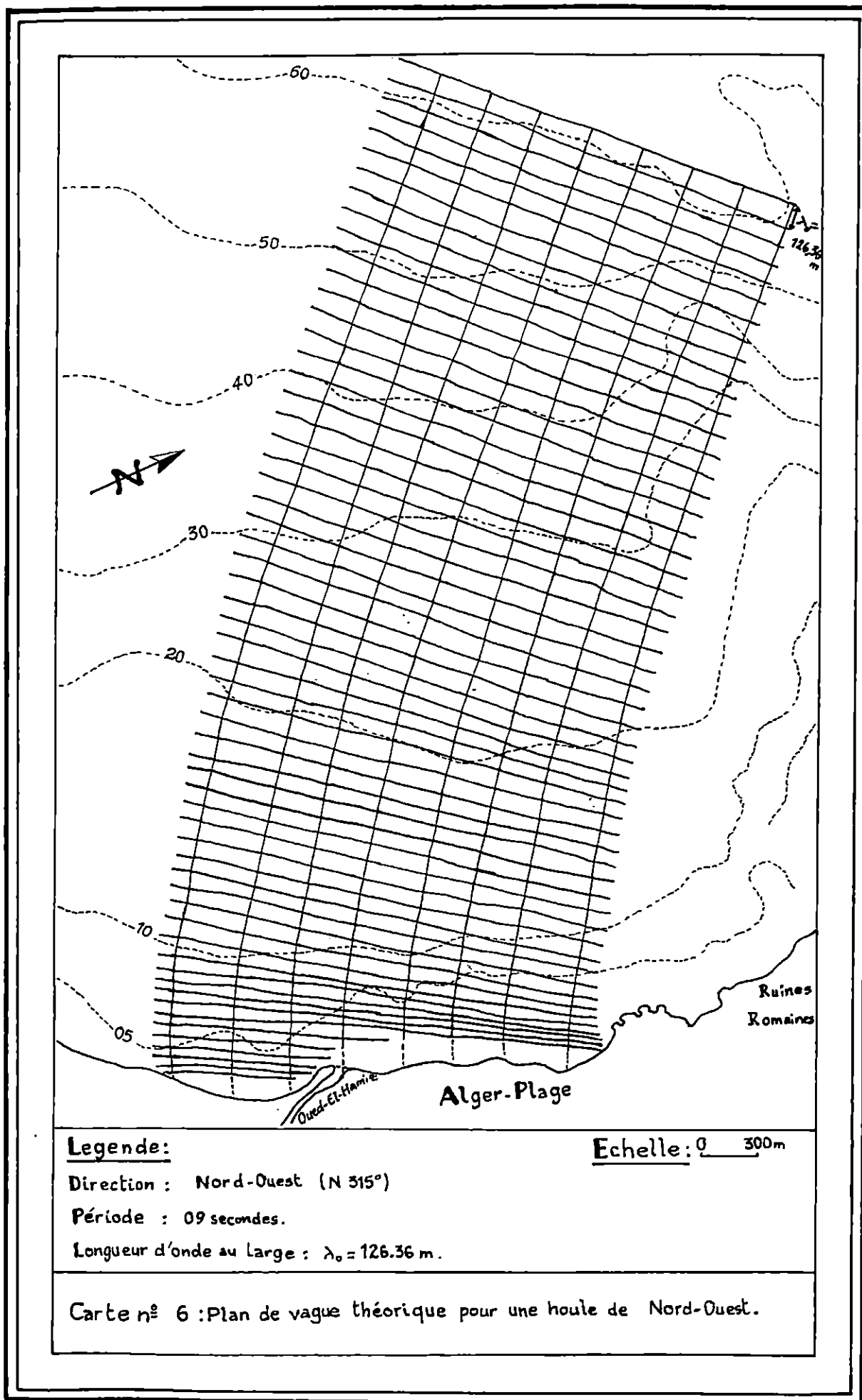
La direction de la dérive littorale est orienté Nord-Nord-Est vers le Sud-Sud-Ouest (Carte n° 08).

2.3. Houle de direction Nord (N 350°) :

On a pris une période de 06 secondes qui correspond a une longueur d'onde de 56.16 mètres.

Les houles de cette direction conserve leur énergie, l'angle d'incidence en arrivant à la côte est de 20° environ donc les orthogonales en atteignant la côte sont déviées d'un angle très important, ils marquent une divergence au niveau du site ceci engendre un dépôt plutôt qu'une érosion (Carte n° 07).

Au niveau de Oued-El-Hamiz la houle arrive avec une incidence assez importante ceci induit une forte dérive littorale, les apports de l'oued



Legende:

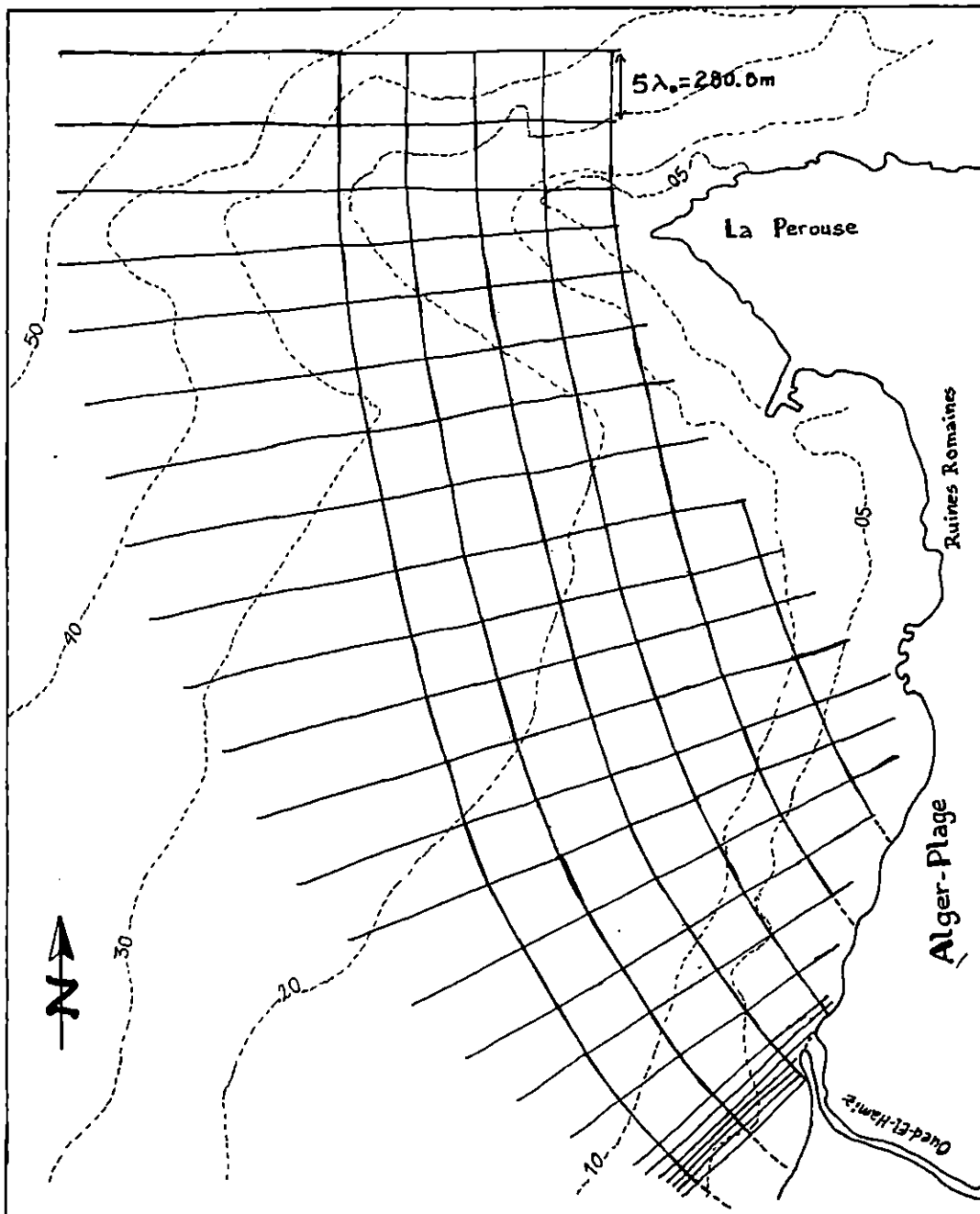
Direction : Nord-Ouest (N 315°)

Période : 09 secondes.

Longueur d'onde au Large : $\lambda_0 = 126.36 \text{ m.}$

Echelle: 0 300m

Carte n° 6 : Plan de vague théorique pour une houle de Nord-Ouest.



Legende:

Direction : Nord ($N 350^\circ$)

Période : 06 secondes.

Longueur d'onde au large : $\lambda_0 = 56.16m$

Echelle: 0 300m

Carte n° 7 : Plan de vague théorique pour une houle de Nord.

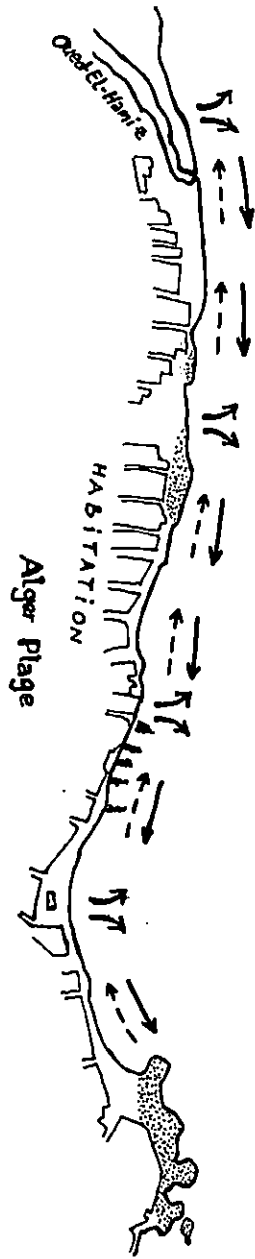
sont pris en charge par les courants de retour, la forte énergie qui s'abat sur la zone d'Alger-Plage participe au démantèlement du platier rocheux.

Les particules grossières qui en résultent comblent les cuvettes et les fissures du platier rocheux.

La direction de la dérive littorale est orienté Nord-Nord-Est vers le Sud-Sud-Ouest (Carte n° 08).

Conclusion :

L'étude de la refraction de la houle nous montre une certaine concentration de l'énergie de la houle au niveau du site de Bordj-El-Bahri et on dira que les houles de direction Ouest qui atteignent le site sont responsable de l'érosion de la côte et cela peut causer aussi des dégats matériels, mûrs et terrasses affaissés et démolis.



Legende:

Echelle: 0 150 300 m

- ↖ ↗ Courant de retour par houle de direction Ouest.
- Derive littorale par houle de direction Ouest.
- ← ← ← Derive littorale par houle de direction Nord-Ouest à Nord.

Carte n° 8 : Carte des courants de retour et de la derive littorale.

DEUXIEME PARTIE

**MORPHOLOGIE
DE LA ZONE D'ETUDE**

CHAPITRE PREMIER

**MORPHOLOGIE
SOUS-MARINE**

CHAPITRE DEUXIEME

**EVOLUTION DU
LINEAIRE COTIER**

CHAPITRE PREMIER
MORPHOLOGIE SOUS-MARINE

I. INTRODUCTION :

Les cartes bathymétriques constituent un document fondamental, et nécessaire pour reconnaître et interpréter la morphologie sous-marine.

Afin de bien ressortir l'évolution de la morphologie sous-marine de la zone d'étude, on a examiné la carte bathymétrique de la baie d'Alger, qui nous a conduit aux conclusions suivantes (Carte n° 9) :

- A faible distance au Nord de la côte, les courbes atteignent des profondeurs de plusieurs centaines de mètres et à quelques kilomètres plus au Nord, la côte est bordée par des abîmes supérieurs à 2000 mètres.

La pente du talus sous-marin qui relie le rivage à ces abîmes n'est pas continue et se compose de deux parties :

.Une partie faiblement inclinée et commence au rivage, elle s'étend jusqu'à une distance de :
9600 mètres au Nord de la baie d'Alger
1860 mètres au Nord de Cap Matifou
3470 mètres au Nord de Ain Taya

Elle forme au dessous des abîmes un rebord sous-marin qui est l'équivalent de la plate forme continentale.

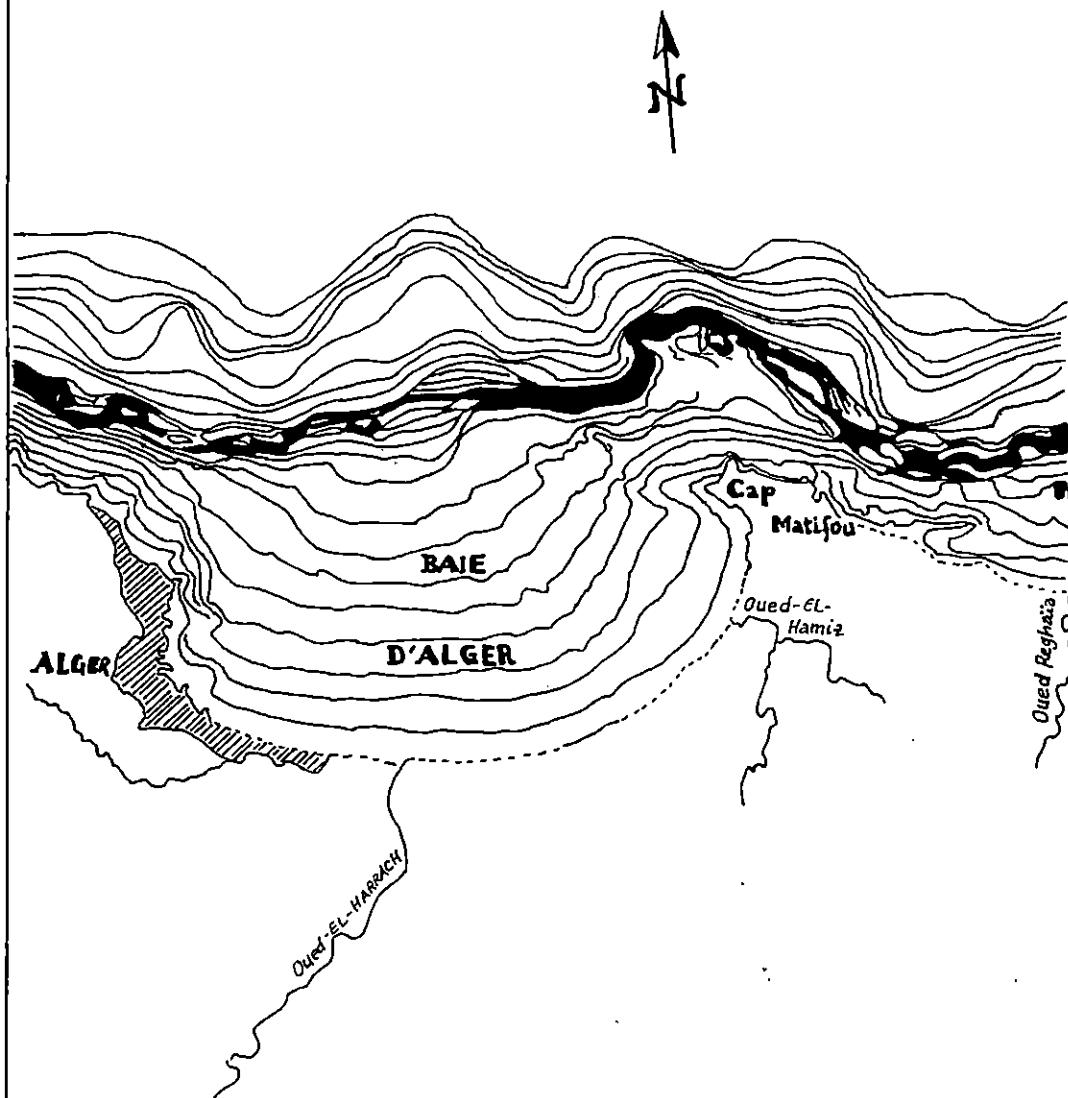
.Une deuxième partie très prononcée dont la pente est de :
24% entre 130 et 2300 mètres au Nord de la baie d'Alger
18% entre 90 et 460 mètres au Nord de Cap Matifou
16% entre 125 et 400 mètres au Nord de Ain Taya.

Elle s'étend depuis le rebord terminal ou inférieur à la plate forme continentale jusqu'aux abîmes : c'est le talus abyssal.

- La plate forme continentale atteint son maximum de développement au niveau de la baie d'Alger qui est ouverte au Nord-Ouest c'est à dire dans la direction de la résultante des vents et plus précisément au niveau du Cap Matifou.

- La transition entre la pente douce de la plate forme continentale et la pente rapide du talus abyssal, semble s'opérer brusquement, mais la profondeur à laquelle elle se produit est variable :

130 mètres en direction de la baie d'Alger
90 mètres en direction de Cap Matifou
125 mètres en direction de Ain Taya



PLAINE DE LA MITIDJA

Echelle: 0 2 4 Km

Source: D'après L.Eclairé 1972.

Carte n° 9 : Carte Bathymétrique de la baie d'Alger.

(L.E.M 1991 ; Etude de protection du rivage de la Wilaya de Boumerdes).

II. MORPHOLOGIE SOUS-MARINE DU LITTORAL ALGER-PLAGE :

Les enregistrements bathymétriques effectués par le L.E.M nous ont permis de dessiner 09 profils orientés Est-Ouest par rapport à la côte se sont les plus caractéristiques (Figure n° 3) ainsi que la carte en isobathes de la zone prospectée, la carte bathymétrique établie au 1/10000 a été réduite par la suite au 1/15000 (Carte n°10).

Les 09 profils bathymétriques que nous avons pris le long de la côte jusqu'à une profondeur de plus de 10 mètres, indiquent les changements dans la topographie des fonds.

Les profils P1 et P2 montrent nettement l'irrégularité du fond et le tracé du chenal est mis en évidence au droit de Oued-El-Hamiz, les profils montrent aussi la morphologie étagée du platier rocheux.

La première rupture de pente qui est d'environ 1.14% se situe à environ 250 mètres de la côte et à 5mètres de profondeur.

La seconde rupture de pente qui est de 2.5% se situe à environ 450 mètres de la côte et atteint une profondeur de 7 mètres.

La troisième rupture de pente qui est de 0.9% se situe à 800 mètres approximativement et atteint une profondeur de 10 mètres.

Pour le profil P5, la première rupture de pente se présente à environ 475 mètres de la côte qui est de 1.4% et à une profondeur de 3 mètres et se termine par un talus dont la pente est de 5% de là on remarque l'existence d'une dépression située à 11 mètres de profondeur au delà de cette dépression la pente redevient plus douce et régulière, elle est d'environ 0.5 %.

En ce qui concerne les autres profils on peut constater que les mêmes irrégularités apparaissent mais beaucoup moins accentuées que dans les précédents profils.

Conclusion :

On peut conclure que :

Les isobathes sont généralement parallèles à la côte, présentant une morphologie de replats étagés.

A droite de Oued-El-Hamiz les courbes bathymétriques sont sérées, indiquant ainsi qu'à ce lieu le fond marin est accidenté avec présence d'un chenal (Figure n° 4).

Au delà de cette zone accidentée (au delà de -12 mètres),

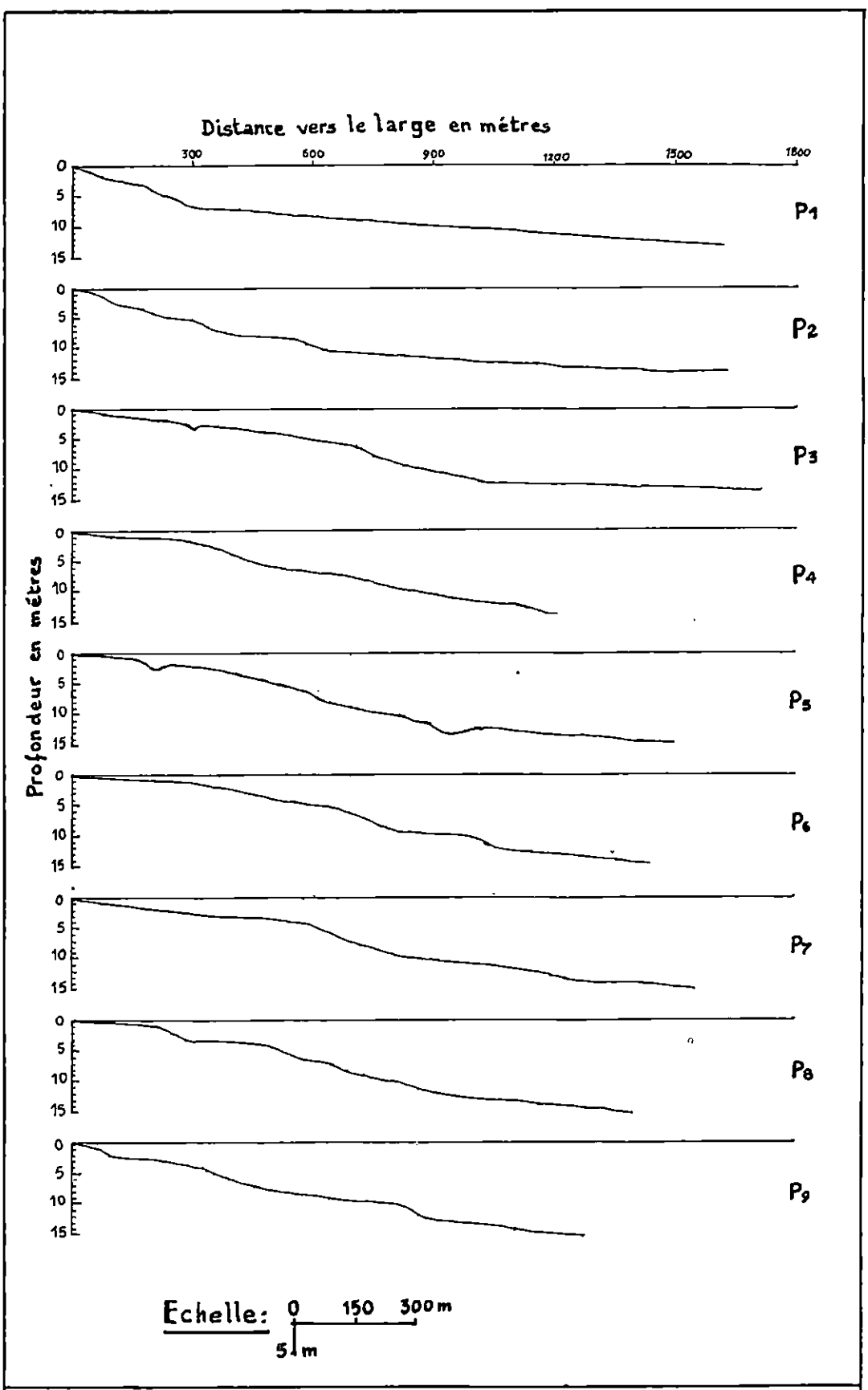
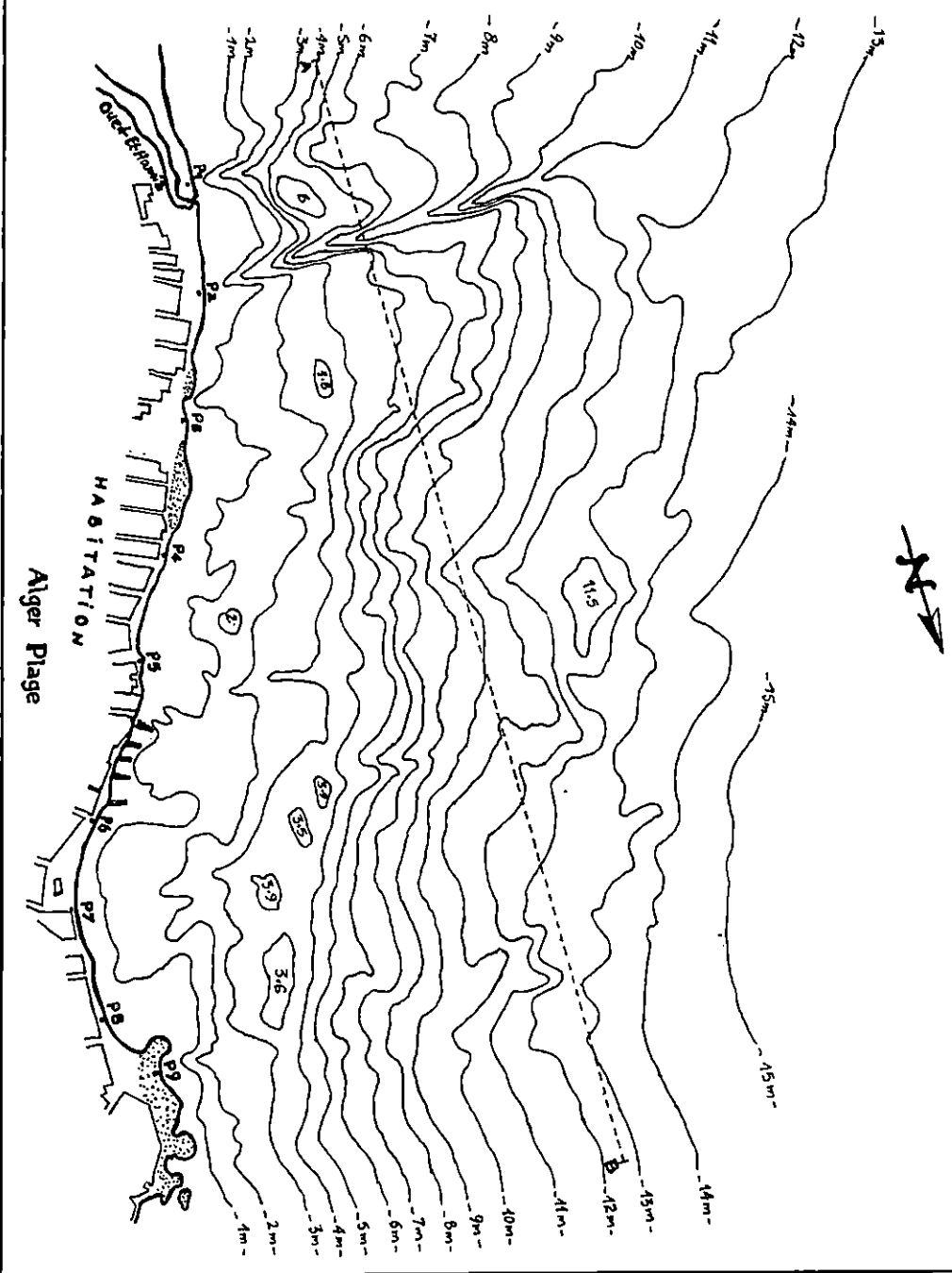





Figure n° 3 : Morphologie sous-marine en profils bathymétriques orientés Est-Ouest par rapport à la côte .



Legende:

 Station Topographique

 Isobathe

 Coupe Orientée Nord-Sud

 Epis

Echelle:



Carte n° 10 : Carte Bathymétrique de la région d'Alger Plage.

les isobathes sont plus régulières et plus relâchées indiquant une monotonie du fond.

La plate forme rocheuse est très importante , elle s'étend sur environ 2100 mètres, les prélèvements sédimentaires ont montré des lacunes sédimentaires correspondants à des affleurements rocheux.

D'après l'étude de CAULET , 1970 ; la présence de ces dépressions et chenaux qui sont non seulement remplis par de véritables gisements mais par de simples placages étroitement localisés et soumis à de constants remaniements.

Les sondages à la lance confirment cela, la surface où les points de sonde ont été prévus, indique l'existence du platier rocheux.

Donc la morphologie sous-marine de la région d'Alger-Plage est très accidentée caractérisée par un relief étagé.

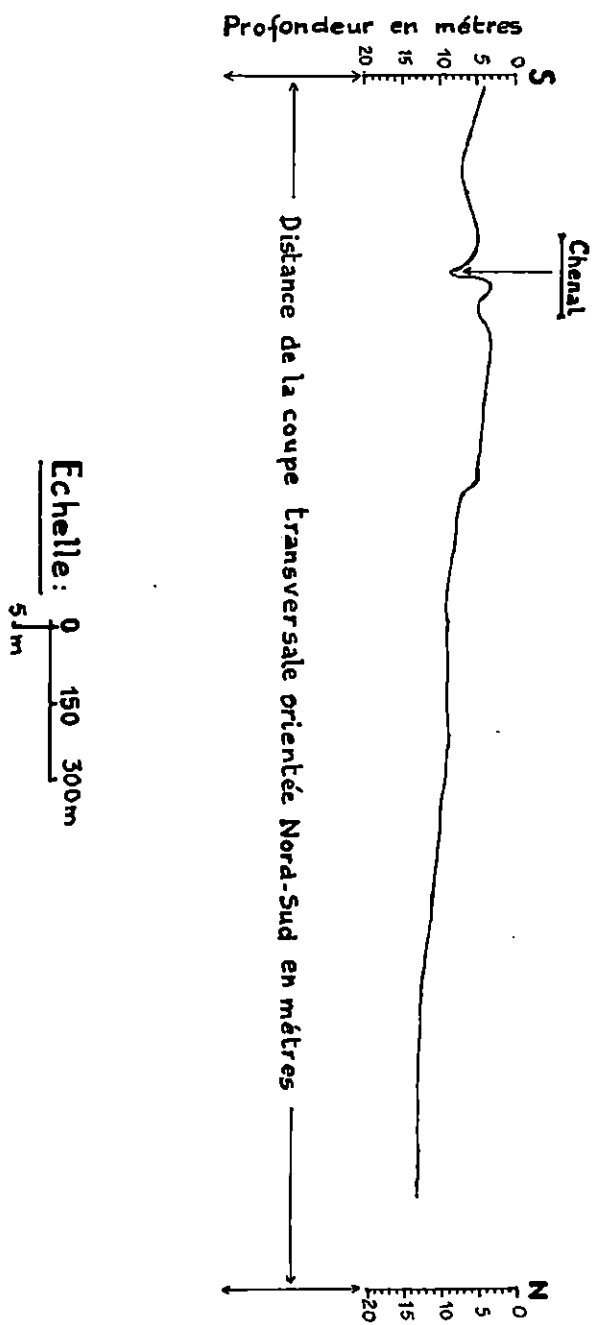


Figure n° 4 : Morphologie sous-marine en profil transversal orienté Nord-Sud.

CHAPITRE DEUXIEME

EVOLUTION DU LINEAIRE COTIER

I. ENQUETE :

Une enquête sur l'évolution du linéaire côtier faite le 26 Septembre 1992 avec témoignage de deux (02) personnes natifs de la région, âgés de 70 ans environ; nous a permis d'élaborer un tableau qui regroupe les différents données requises (Tableau n° 6).

II. INTERPRETATION :

La Figure n° 5 représente un graphe fait à partir de l'enquête faite sur terrain donc à partir de quelques données.

- Pour l'année 1936 : il n'y a pas eu de changement ou avancée de la mer qui est dû a la stabilité du milieu.
- Entre 1947-1948 : il n'y a pas eu d'avancée de la mer.
- Entre 1950-1960 : avancée de la mer de quelques mètres.
- Entre 1960-1970 : avancée rapide de la mer due à l'intervention humaine par la construction du club de ski nautique et aussi au début des travaux au niveau de la farge et la construction des épis et de l'abattoir qui deverse les eaux usées dans Oued-El-Hamiz.
- Entre 1970-1990 : avancée très rapide de la mer d'environ 60 mètres due d'après les temoins à la construction de l'autoroute "La farge", et apparition de plusieurs égouts déversants des eaux usées donc de pollution qui mènent a l'érosion de la côte.

En effet, les grandes prairies de posidonies ne pouvant plus résister à la pollution avaient tendance à diminuer en densité ce qui impliquait l'érosion du fond et donc de la côte.

D'après le Laboratoire d'Etudes Maritimes l'évolution du trait de côte de la zone d'Alger-Plage est sujet à une attaque marine très accentuée et manifestant par la réduction notable des largeur de plage et l'arrachement des pans de murs, voir même quelque maison détruite partiellement.

Et la dégradation du milieu nous pousse a prendre en considération l'évolution du trait de côte depuis 1967 à nos jours et on doit prendre en considération les paramètres suivants :

- Localisation des zones à fortes concentration de la houle.
- Couverture sédimentaire de ce secteur.

Tableau n° 6 : Evolution du linéaire côtier de 1936 à 1990.

INDICATION ANNEE	LINEAIRE COTIER	FAUNE ET FLORE	SERVICE ET QUALITE DE L'EAU	PROFONDEUR	AUTRES OBSERVATIONS
1936	de 50 à 60 mètres au large de la côte actuelle.	Existence d'espèces marines variées et d'algues ainsi d'herbier à posidonies.	Eaux très transparentes existence de plusieurs espèces marines.	Fond peu profond.	Existence d'une promenade appelé Paul Servagent avec des lampadaires.
1947-1948	de 50 à 60 mètres au large de la côte actuelle.	Existence d'espèces marines variées et d'algues ainsi d'herbier à posidonies.	Eaux très transparentes existencé de plusieurs espèces marines.	Marée basse jusqu'à 200 mètres de distance.	Existence d'une plate forme avec une jetée utilisée comme lieu de loisir.
1950-1960	de 40 à 50 mètres au large de la côte actuelle.	Herbier à posidonies et espèces d'algues allant jusqu'à 1.5 mètres de hauteur. Existence de plusieurs espèces marines tel que la Langouste, le sarre, la dorade, mollusque et meroue.	Transparente jusqu'à 20 mètres, sable moins noircis.		Algues utilisées dans la décoration des maisons, existence d'un terrain de boule et d'une route, un seul égout apparant. Existence de pâturage et de dunes.
1960-1970	Avancée de la mer.	Disparition de quelques algues et espèces marines.	Dégradation du milieu.	Fond sableux vaseux.	Construction d'un abattoir ainsi que certains épis pou un club de ski-nautique.
1970-1990	Avancée très rapide de la mer surtout entre 1975 et 1985, entre 89-90 elle a avancé de 2 m.	Disparition de toutes les espèces citées au dessus.	Dégradation totale du milieu.	Très petit	Existence de plusieurs égouts, déversement des eaux des usines et de l'abattoir dans Oued-El-Hamiz. Dunes disparues. Pollution accentuée.

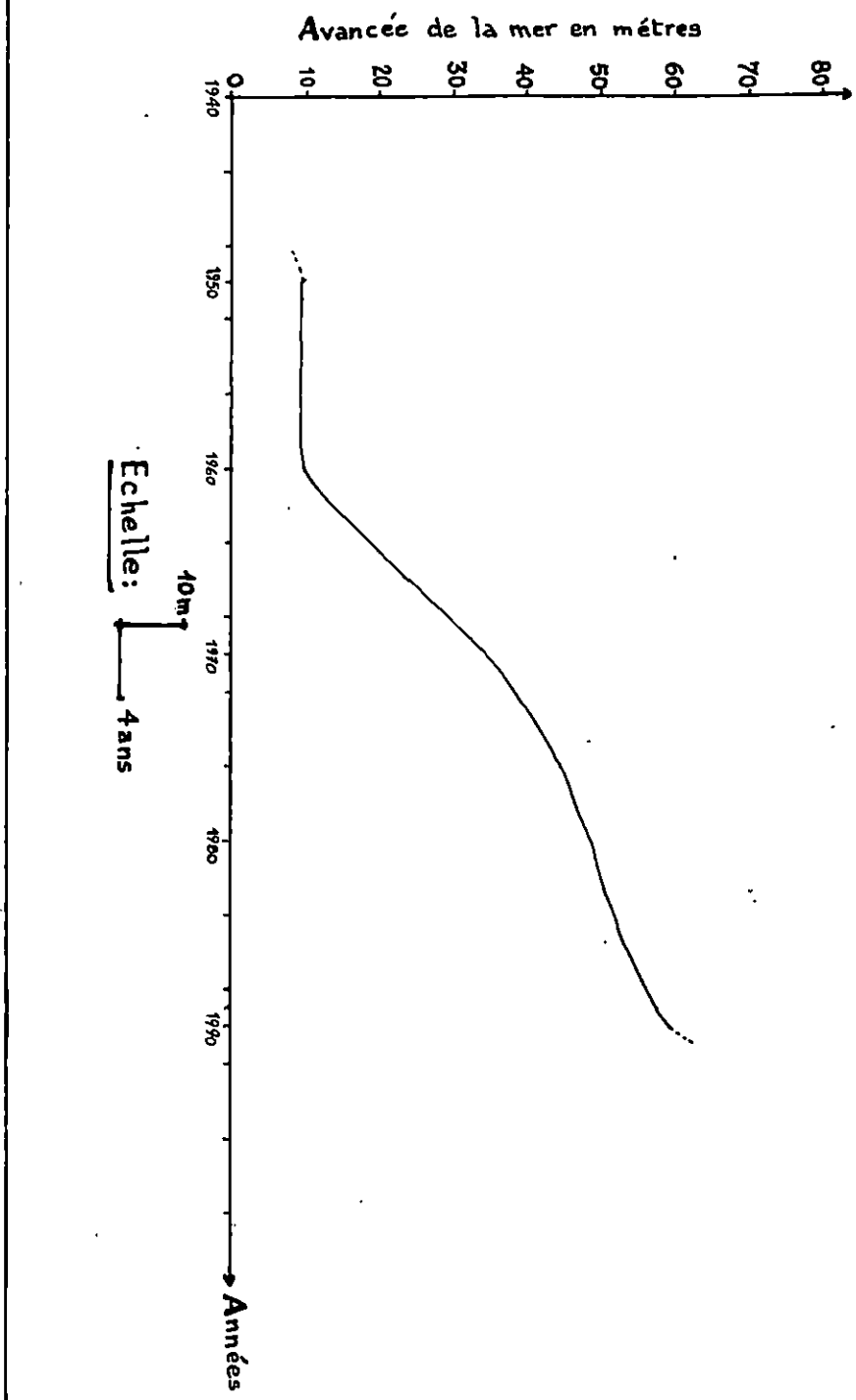


Figure n° 5 : Graphe schématique de l'évolution du trait de côte.

-La nature du sédiment côtier ainsi que son étendu.

-Le sens du transit sédimentaire et les sources d'apports des sédiments.

Avec la comparaison de l'évolution du trait de côte à partir de l'année 1967 nous fait apparaître que la zone comprise entre le port de Tamenfoust et les Ondines n'a été nullement affectée par l'érosion; par contre il y'a eu une modification au Sud de cette zone.

- La période 1967-1972 : il y'a eu une nette avancée de la mer.

- La période 1972-1977 : l'avancée s'est accentuée au niveau de la zone d'Alger-Plage.

- La période 1977-1980 : la zone des Ondines et au niveau des épis, ces deux secteurs ont été affectés par l'érosion marine.

Donc, depuis 1967 à 1972 la zone a connue une grande modification, la dégradation du trait de côte peut être attribuée à l'extraction de sable ce qui a appauvrit les plages.

Entre 1972 et 1977 est considérée comme une période calme, il y'a eu ralentissement de l'érosion.

A partir de 1977 à nos jours la dégradation de cette zone s'est multipliée avec l'augmentation du tissu urbain et les rejets des eaux usées directement dans la plage.

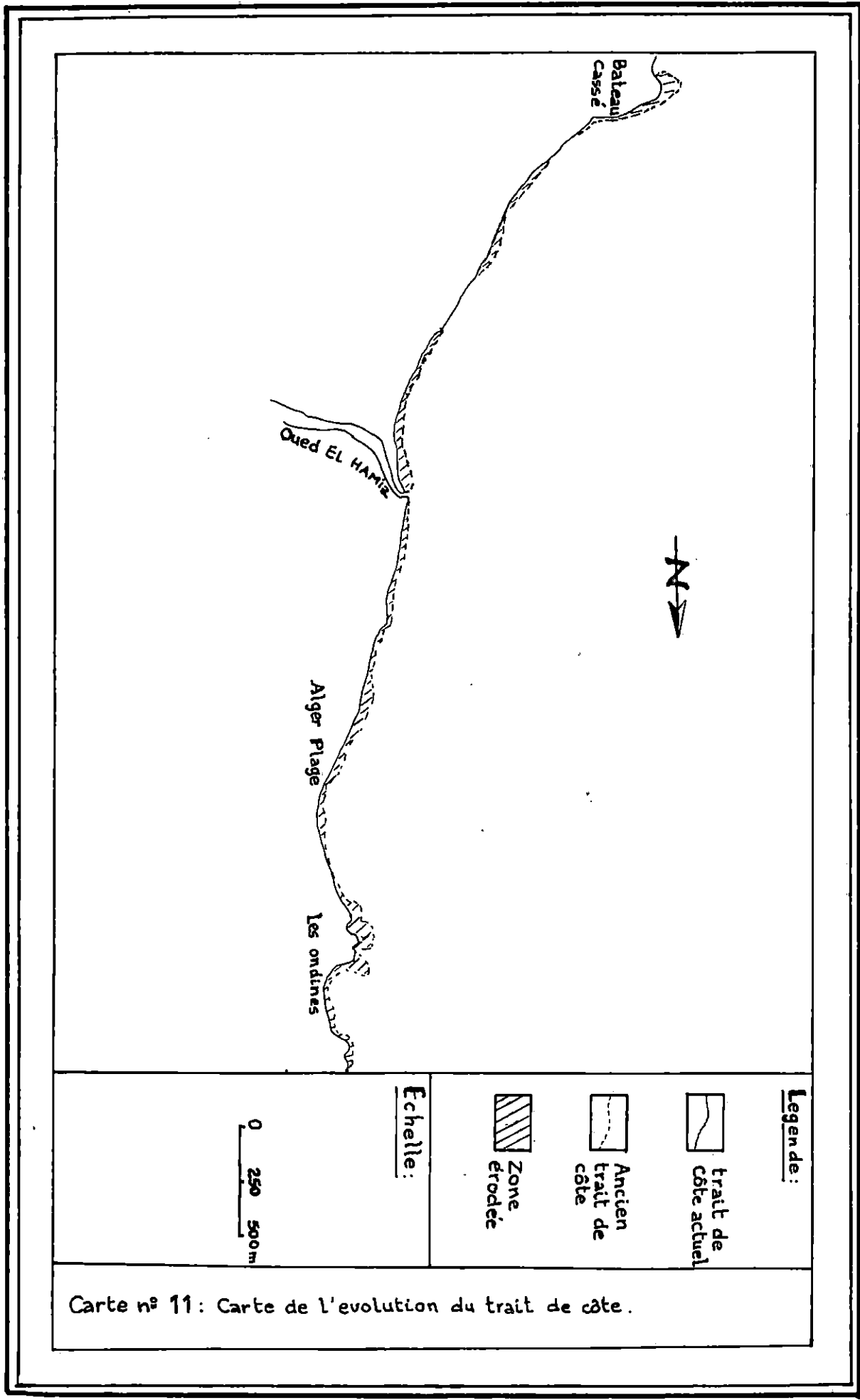
La pollution dans la zone a entraîné la disparition de la flore qui stabilise les sédiments et de la faune qui l'alimente.




III. CRITIQUES :

Nous remarquons dans cette étude de l'évolution du linéaire côtier que le temps ou la répartition des années n'a pas été respecté et c'est ce que nous avons essayés de faire en divisant l'évolution du linéaire côtier au maximum à des décennies pour avoir une idée plus large.

Aussi l'état du site de 1936 à 1967 n'a pas été pris en considération, on a essayé de faire introduire cette époque dans l'évolution du linéaire côtier par l'enquête faite sur terrain qui nous a donné des résultats satisfaisants.

Donc vu la longueur de la côte érodée et la largeur, on peut estimer en mètres carrés approximatif la surface immergée par la mer elle est d'environ 220000 m² (Carte n° 11).



<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none">  trait de côte actuel  Ancien trait de côte  Zone érodée 	<p>Echelle:</p> <p>0 250 500m</p>
--	--

Carte n° 11: Carte de l'évolution du trait de côte.

TROISIEME PARTIE

SEDIMENTOLOGIE

SEDIMENTOLOGIE

I. INTRODUCTION :

Une mission sédimentologique a été effectuée par le L.E.M, elle a consisté à prélever des échantillons en mer de la couche superficielle du sédiment au niveau de la plage sous-marine de Bordj-El-Bahri (ex : Alger-Plage).

Cent échantillons des sédiments superficiels ont été prélevés au niveau de la zone d'Alger-Plage suivant vingt (20) radiales espacées de cent (100) mètres environ et parfois de cinquante (50) mètres, il y a également cinq (05) autres échantillons prélevés au niveau de Oued-El-Hamiz (Carte n° 12).

L'étude de ces sédiments au laboratoires du L.E.M semble être faite suivant une approche qui consiste une étude granulométrique classique.

Par contre, il semble que l'étude des minéraux lourds n'a pas été faite, elle consiste une deuxième approche qui permet d'avoir plus d'informations sur la dynamique sédimentaire, en sachant que les minéraux lourds peuvent être utilisés comme traceur de la dynamique permettant ainsi la confirmation du sens du transit sédimentaire.

II. GRANULOMETRIE :

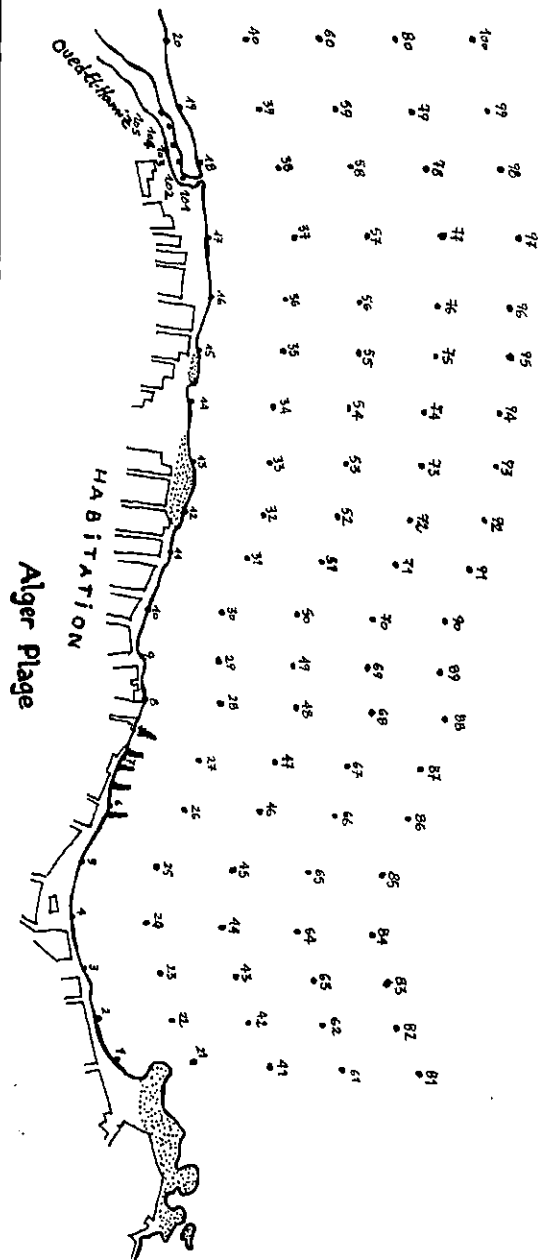
D'après A.RIVIERE 1977, la granulométrie consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à chaque dimension de particule.


L'étude granulométrique d'un sédiment comporte généralement deux (02) phases :

- Une phase de technique expérimentale conduisant à l'évaluation en pourcentage de chaque dimension de particule à la masse totale du sédiment
- Une phase d'interprétation des résultats obtenus, pour cela nous avons procédé de la manière suivante :
 - * Traitement des résultats sous forme de fiches granulométriques.
 - * Représentation graphique en courbes cumulatives et hisgrammes de fréquence.
 - * Exploitation des résultats pour la représentation des cartes modales et les différents indices et paramètres granulométriques.

1. Carte des lutites et Carte des carbonates de calcium "CaCO₃" :

L'évaluation de la fraction fine et les carbonates dans les sédiments



Legende:
 Point de Prélèvement

 Epis

 HABITATION

 Dune Consolidée

Echelle:

0 150 300 m

Carte n° 12: Positionnement des prélèvements sédimentologiques

semblent ne pas être faitent lors de l'analyse des sédiments par le L.E.M, pour cela et afin de palier a ce manque d'informations concernant ces deux (02) paramètres, nous avons fait recours a un approche sédimentologique , géochimique et traitement statistiques du mécanisme hydrosédimentaire en baie d'Alger puisque notre zone en fait partie.

D'après S.MAUCHE 1987, il définit deux (02) faciés principaux en baie d'Alger (Carte n° 13) :

- Les sables côtiers :

Situés à des profondeurs comprises entre 00 et -30 mètres ces sédiments sableux à sablo-vaseux sont caractérisés par des médianes comprises entre 40 et 200 μ mètres, excepté dans les secteurs extrêmes Ouest bordant le Massif d'Alger où la médiane est de 200 à 500 μ mètres et la zone infralittoral extrême orientale de l'Oued-El-Hamiz au Cap Matifou où elle varie de 500 à 2000 μ mètres.

- Les dépôts pélitiques :

L'auteur distingue les dépôts pélitiques circalittoraux à partir de -30 mètres, les dépôts prodeltaiques infralittoraux situés à proximité des embouchures d'El-Harrach et du Hamiz et les dépôts bathyaux du large.

Donc nous pouvons conclure que notre zone d'étude comprise entre 00 et 20 mètres fait partie des " Sables Côtiers ".

2.Analyse modale :

Une analyse modale est nécessaire pour définir et quantifier la teneur de chaque stock élémentaire contenu dans le sédiment.

Après l'examination des courbes cumulatives nous avons différenciés deux (02) types de sédiments le premier représenté par des courbes redressés qui concernent des stocks granulométriques homogènes.

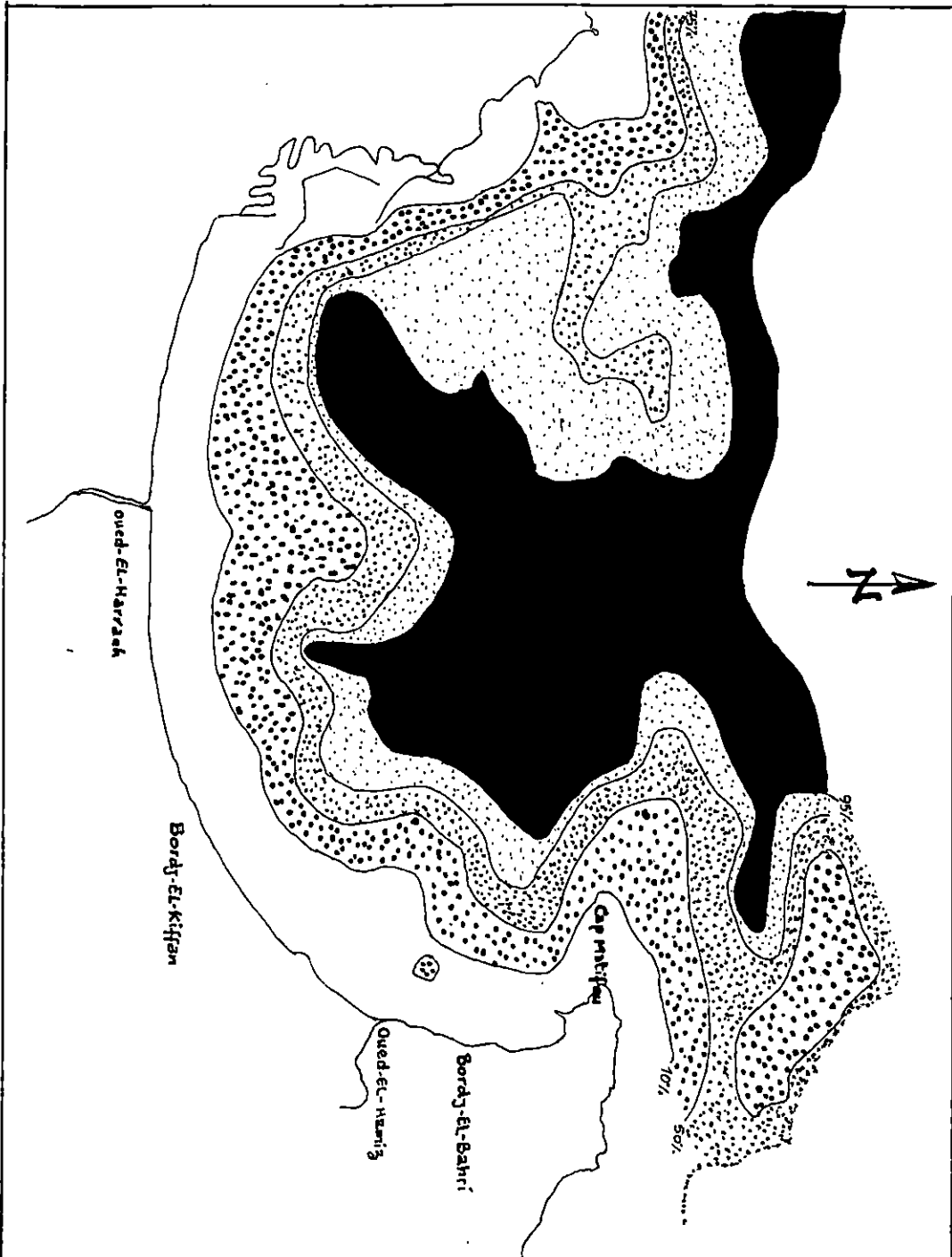
Ces sables sont localisés aussi bien à la côte qu'au large, ils sont différents par la taille du stock sédimentaire principale.

Un autre type de courbes plus étalés qui concernent le mélange de plusieurs stocks granulométriques.

Par suite on peut ressortir trois (03) types de courbes :

- Courbes unimodales :

Où on note la présence d'un seul mode, ce qui traduirait l'existence d'un seul stock sédimentaire dans l'échantillon étudié (Figure n° 6), cela est dû a l'immobilisation en masse du sédiment par diminution de la capacité de transport.



<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vases (>95%) Vases (75-95%) Vases Sableux (50-75%) Sables Vaseux (10-50%) %-fraction Pétitique (<10%) 	
<p>Source: D'après S.Maouche, 1987</p>	
<p>Echelle:</p> <div style="text-align: center;"> </div>	

Carte n° 13 : Distribution des Pélites et des faciès dans les dépôts Superficiels en baie d'Alger.

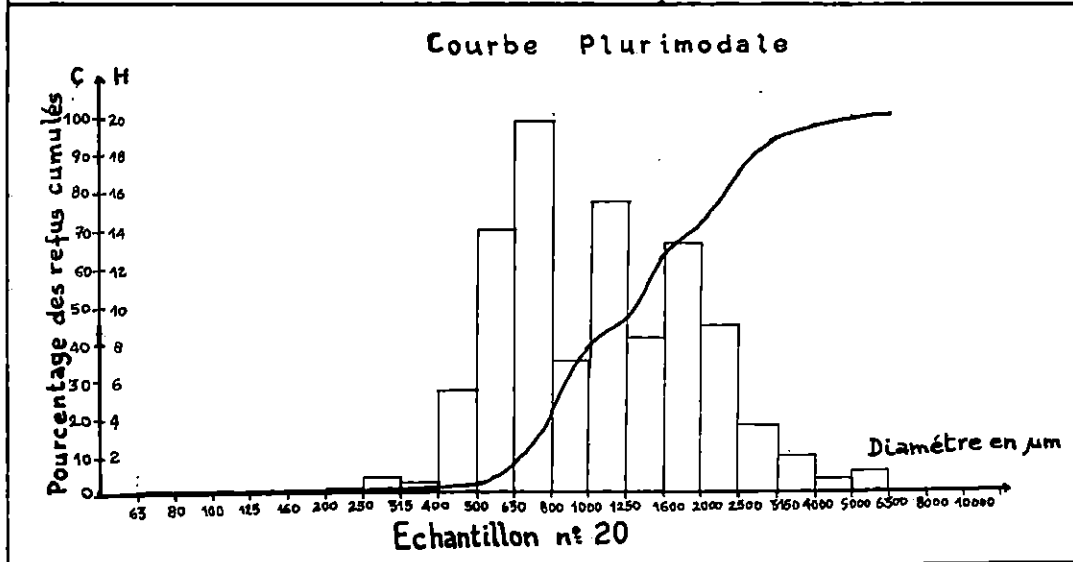
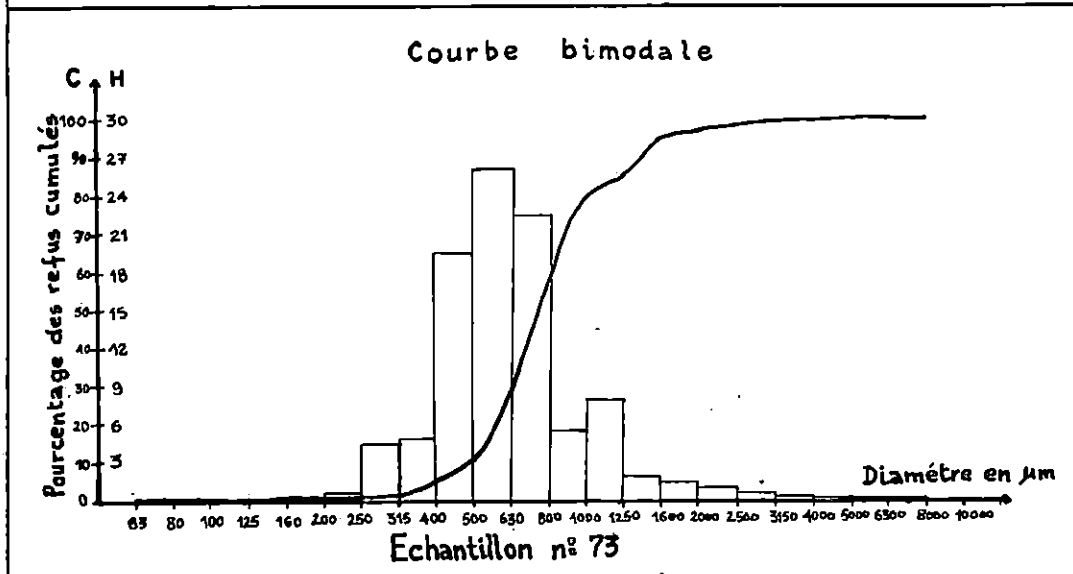
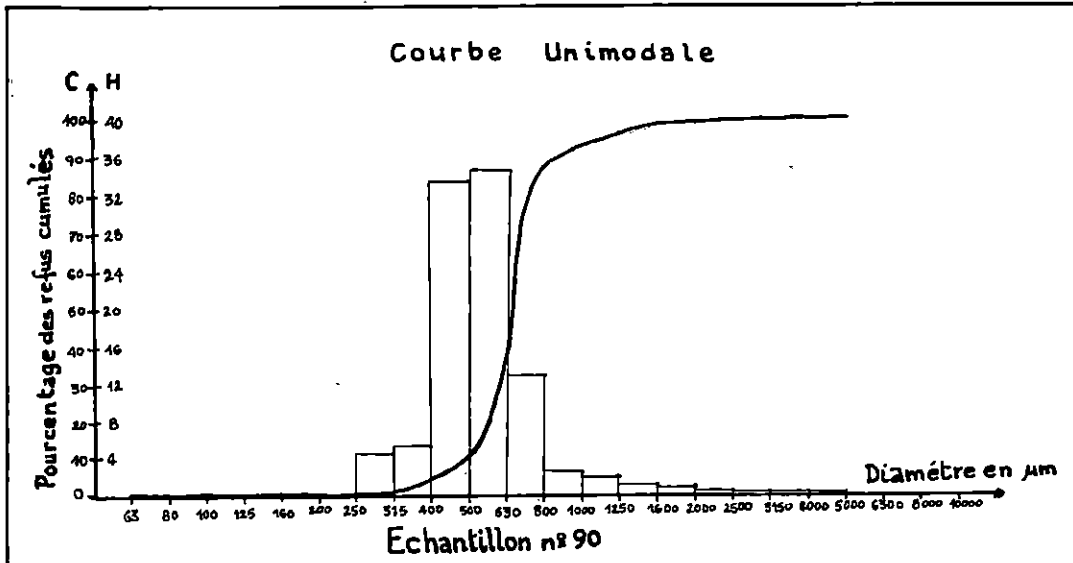


Figure n° 6 : Courbes cumulatives et Histogrammes de fréquences.

- Courbes bimodales :

Qui témoignent l'existence de deux (02) stocks sédimentaires traduisant ainsi deux (02) dynamiques différentes (Figure n° 6).

- Courbes plurimodales :

Où on note la présence de plusieurs modes témoignant l'existence de plusieurs stocks sédimentaires donc plusieurs phases dynamiques au sein du sédiment (Figure n° 6).

Les modes utilisés correspondent à la dimension la plus représentée des grains d'un sédiment (Figure n° 6).

Donc la carte de la répartition des modes permet d'apporter des précisions concernant la sédimentologie régionale.

L'histogramme de fréquence des modes établit grâce à la fréquence d'apparition du même mode nous a permis de définir quatre (04) classes modales (Figure n° 7) :

- Classe modale M1 (80-200) μm :

Avec une fréquence maximum d'apparition à 160 μm ètres.

- Classe modale M2 (200-500) μm :

Avec une fréquence maximum d'apparition à 315 μm ètres.

- Classe modale M3 (500-2500) μm :

Avec une fréquence maximum d'apparition à 1250 μm ètres.

- Classe modale M4 (supérieur à 2500) μm :

Avec une fréquence maximum d'apparition à 6300 μm ètres.

2.1. Le mode M1 :

Ce mode est bien représenté au delà de la dalle rocheuse à -06 et -10 mètres de profondeur avec des pourcentages compris entre 00.18 % et 28.47 % , mais les plus grands pourcentages se trouvent au Sud face à l'embouchure de Oued-El-Hamiz (Carte n° 14).

A la côte on remarque deux (02) zones différentes : une partie Sud a très faible taux (00.12 à 01.65 %) au niveau de Oued-El-Hamiz et une région centre caractérisée par des pourcentages de l'ordre de 04.51 % à 10.71 % pour des profondeurs équivalentes à 01 mètres.

Il est à noter qu'au niveau des rejets (émissaires) urbains apparaît un sédiment relativement fin (prélèvements 101 et 103 au niveau de Oued-El-Hamiz).

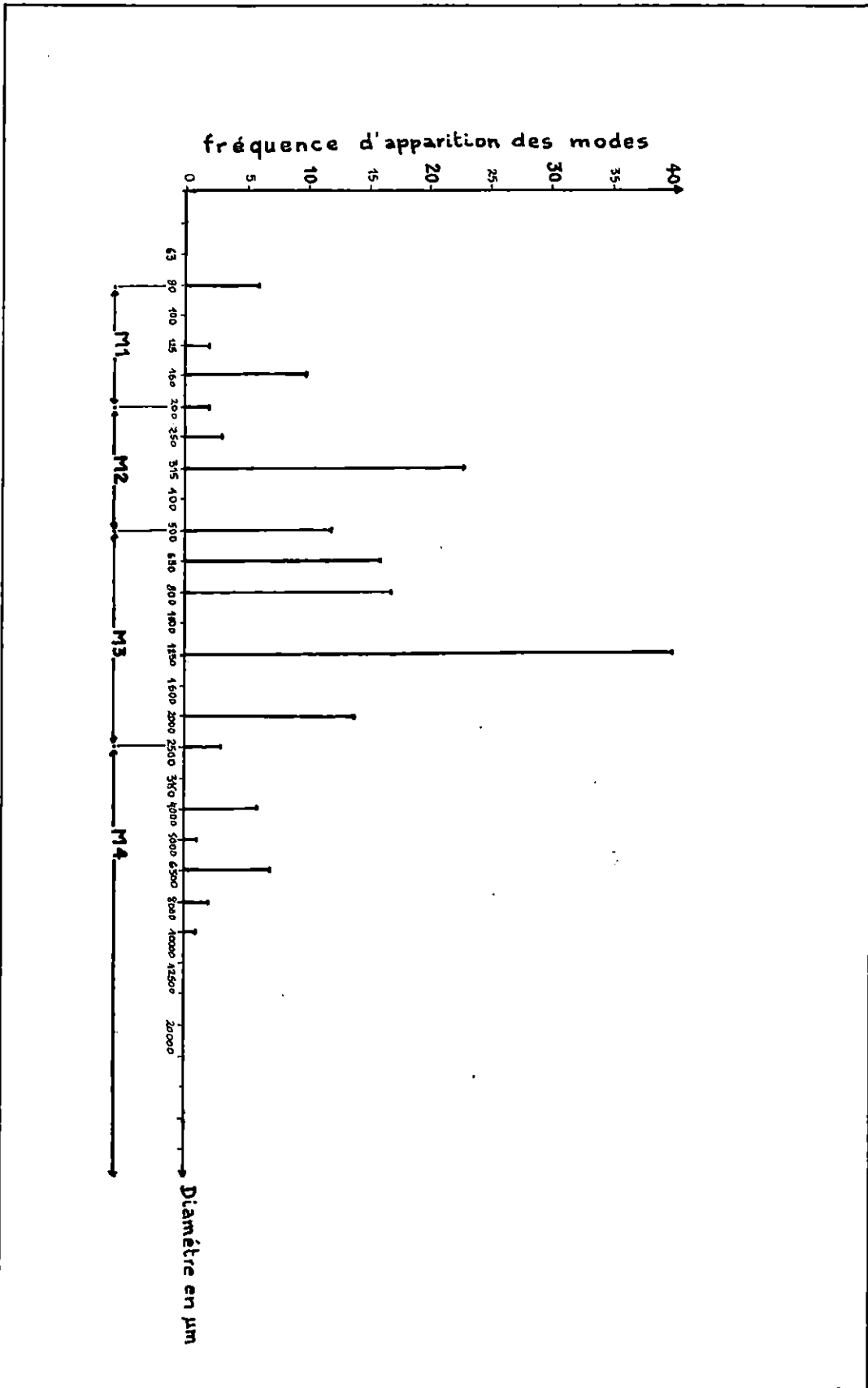
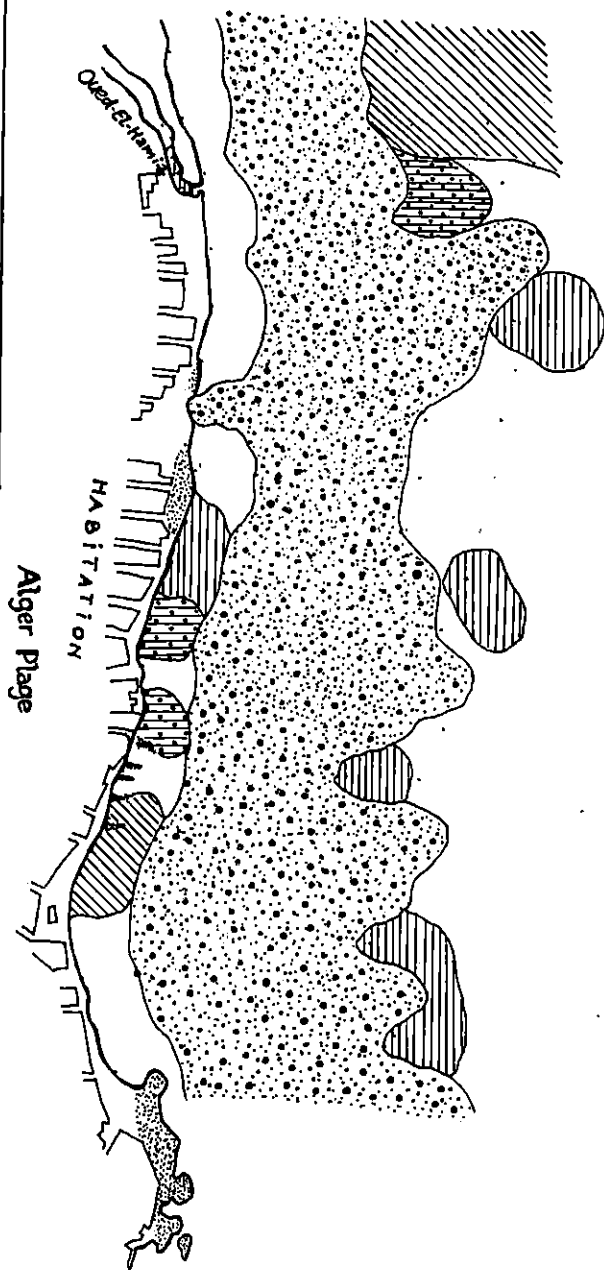




Figure n° 7 : Histogramme de Fréquence d'apparition des modes.




Legende:

 Rochers

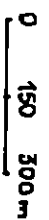
 < 2%

 2 - 5%

 5 - 10%

 > 10%

Echelle:



Carte n° 14: Carte de repartition du mode M1 (80-200) μm

2.2. Le mode M2 :

Cette classe est bien exprimée dans la zone côtière jusqu'à des profondeurs de 01 à 01.50 mètres, les pourcentages élevés entre 18.31 % et 44.56 % se situent au Nord qui diminuent d'une façon aléatoire jusqu'au Oued-El-Hamiz (Carte n° 15).

A partir des profondeurs comprises entre -06 et -10 mètres ce mode apparait nettement au centre de la zone avec des pourcentages variants de 32.38 % et 37.84 %.

2.3. Le mode M3 :

Ce mode est localisé dans toute la zone plaqué contre la dalle rocheuse de part et d'autre (Carte n° 16).

Au niveau de la zone côtière à l'Est de la dalle rocheuse les pourcentages peuvent atteindre des valeurs supérieures à 30 %, la plus remarquable au Nord au niveau de la dune consolidés où elle est de 65.91 %.

Au delà de la dalle rocheuse les taux sont sensiblement constants surtout au centre, mais avec des pourcentages remarquables allant de 31.77 % à 35.88 %.

2.4. Le mode M4 :

Très peu représenté en pourcentage, ce mode n'existe qu'en deux (02) endroits plaqué contre la côte, à l'Est de la dalle rocheuse au niveau de la dune consolidée au Nord et dans la zone située plus au Sud au delà des épis (Carte n° 17).

2.5. Zone de mélange des modes :

La carte de mélanges des modes n° 18 montre un mélange de populations situé au large de la zone étudiée, et au niveau de la côte plaqué aux chenalizations.

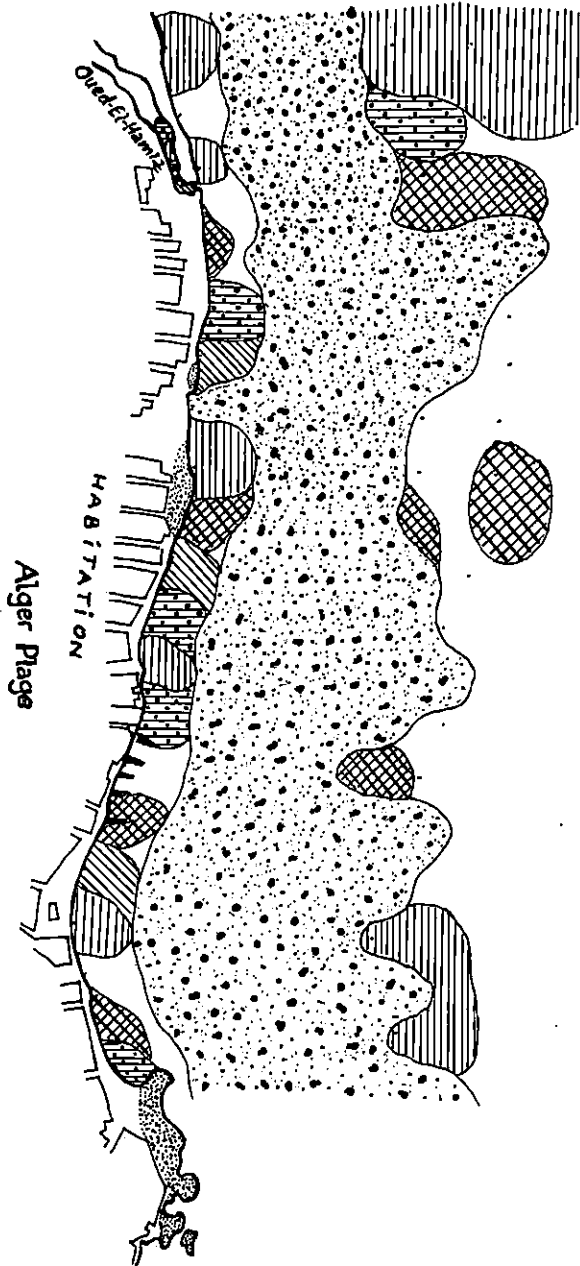
Donc une richesse relative due à la proximité du Cap Matifou qui fournit à la zone des matériaux organogènes, transportés par le courant de derive littorale engendrés par les houles du Nord-Ouest à Nord.

Il est à noter que le platier rocheux fournit des sédiments érodés qui se trouvent jusqu'à une profondeur de -10 mètres environ.

3. Indices et paramètres sédimentologiques :

3.1. Carte des médianes :

La carte est détaillée à partir de la médiane de chaque échantillon non décalcifié, elle est tirée de la courbe cumulative et correspond à l'abscisse qui a pour ordonnée la valeur 50 %.



Legende:

Rochers

< 2%

2 - 5%

5 - 10%

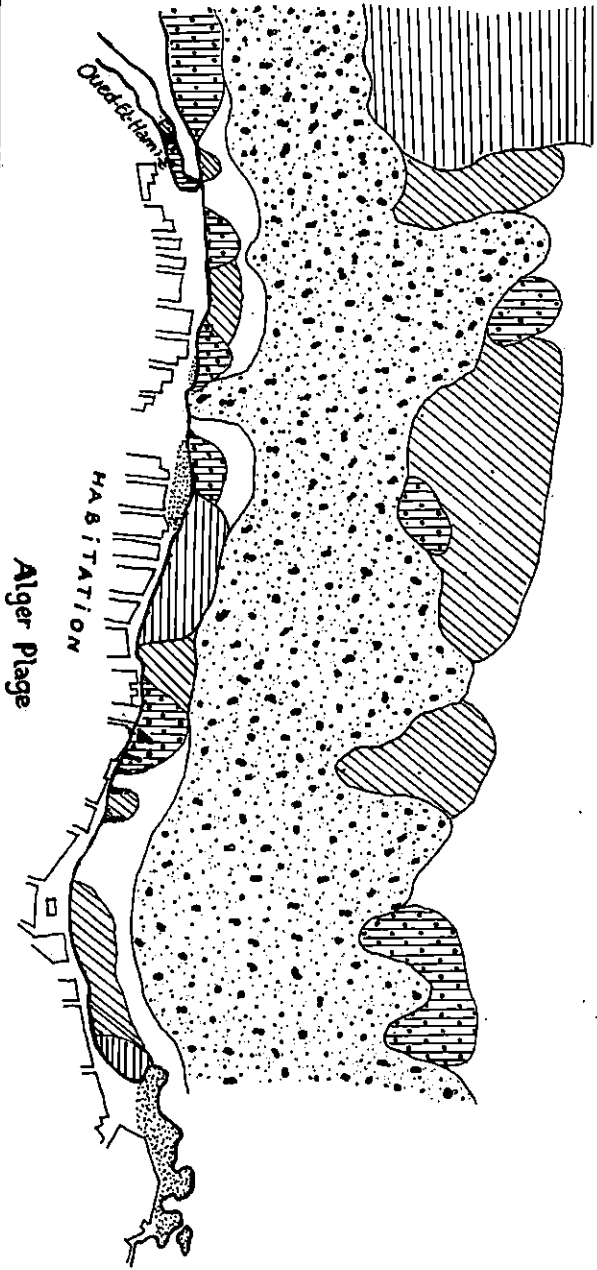
10 - 25%

> 25%


Echelle:

0 150 300 m

Carte n° 15: Carte de repartition du mode M2 (200-500) μ m




Legende:

 Rochers

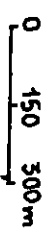
 < 5%

 5 - 10%

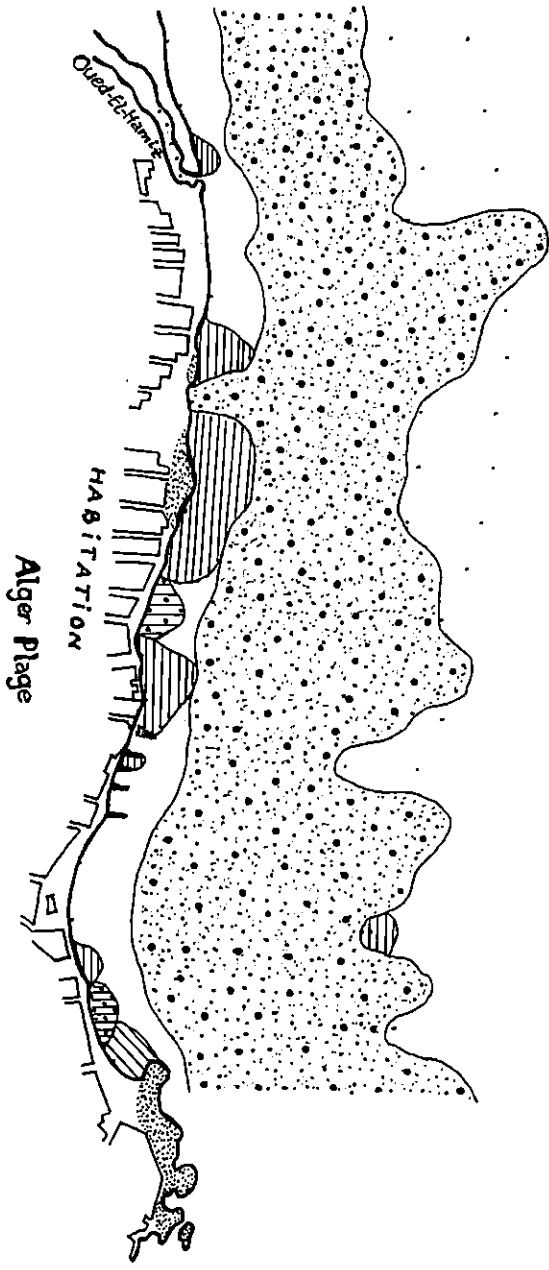
 10 - 25%

 > 25%

Echelle:



Carte n° 16: Carte de repartition du mode M3 (500-2500) μm




Legende:

 Rochers

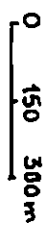
 < 2%

 2 - 5%

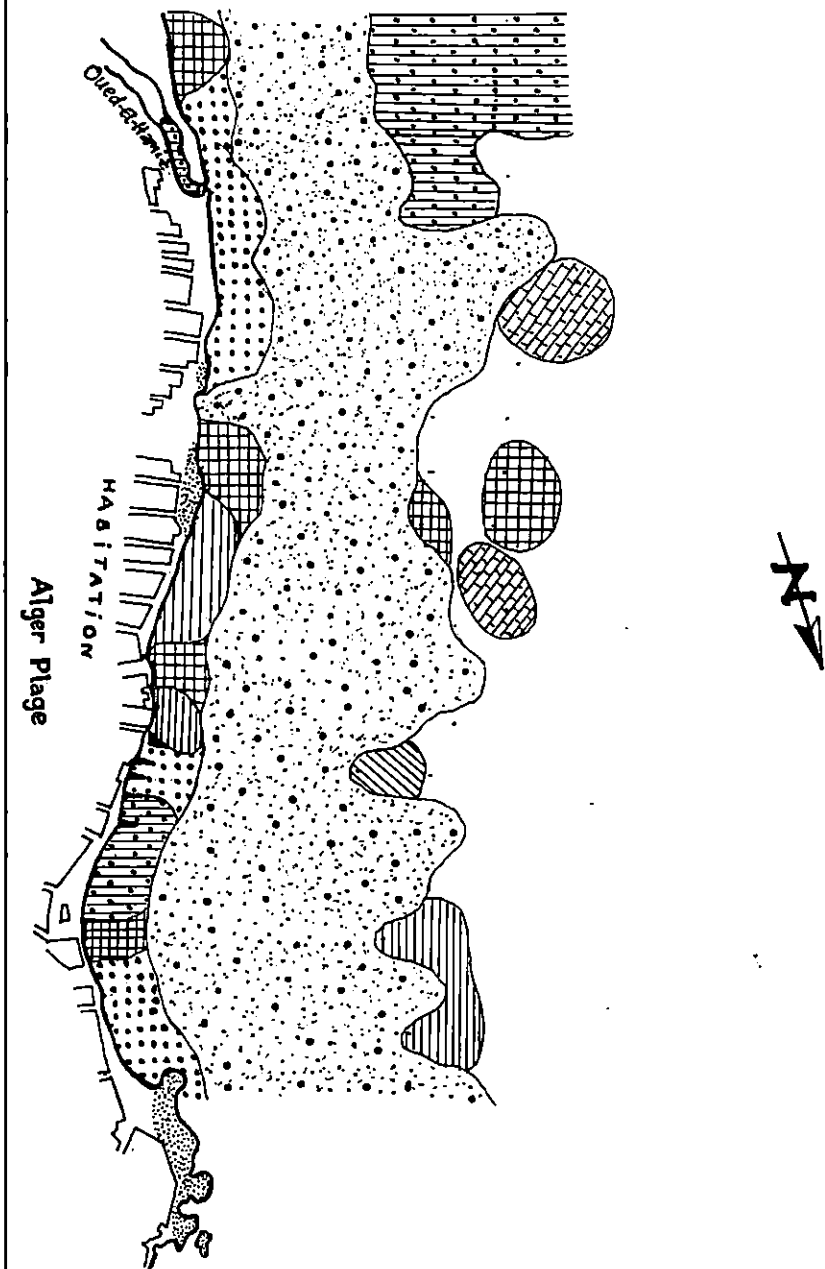
 5 - 10%


 > 10%


Echelle:




Carte n° 17: Carte de repartition du mode M4 (> 2500)μm




Legende:
 Rochers


 M1+M2+M3+M4

 M1+M2+M3

 M1+M2

 M1+M3

 M2+M3+M4

 M2+M3

Echelle:

0 150 300 m

Carte n° 18: Carte representative des melanges de modes.

Les valeurs des médianes obtenues dans la zone d'étude varient de 401.02 à 3657.24 μ mètres, trois (03) coupures ont été cartographiées :

- Une coupure de 20 à 200 μ mètres.
- Une coupure de 200 à 2000 μ mètres.
- Une coupure de 2000 à 20000 μ mètres.

La carte de répartition de la médiane (Carte n° 19) montre qu'en général le diamètre du grain moyen est entre 200 à 2000 μ mètres qui représente en général le gros sable.

La médiane dont le diamètre du grain est inférieur à 200 μ mètres est localisée au large du platier rocheux face à l'Oued-El-Hamiz.

Par contre la médiane dont le diamètre du grain est nettement grand, supérieur à 2000 μ mètres, ces sédiments se localisent au niveau des Ondines plaqué à la côte.

3.2. Carte du décile supérieur (P90) :

Ce paramètre est tiré de la courbe cumulative, il correspond au diamètre du grain dont l'ordonnée est de 90 %.

Le décile supérieur marque les zones de dynamisme maximal, on note que les valeurs supérieures à 4000 μ mètres se situent à la côte sous forme de concentration en noyau ce qui traduit une diminution de la dynamique de la côte vers le large donc les fortes énergie de la houle se localisent à la côte (Carte n°20).

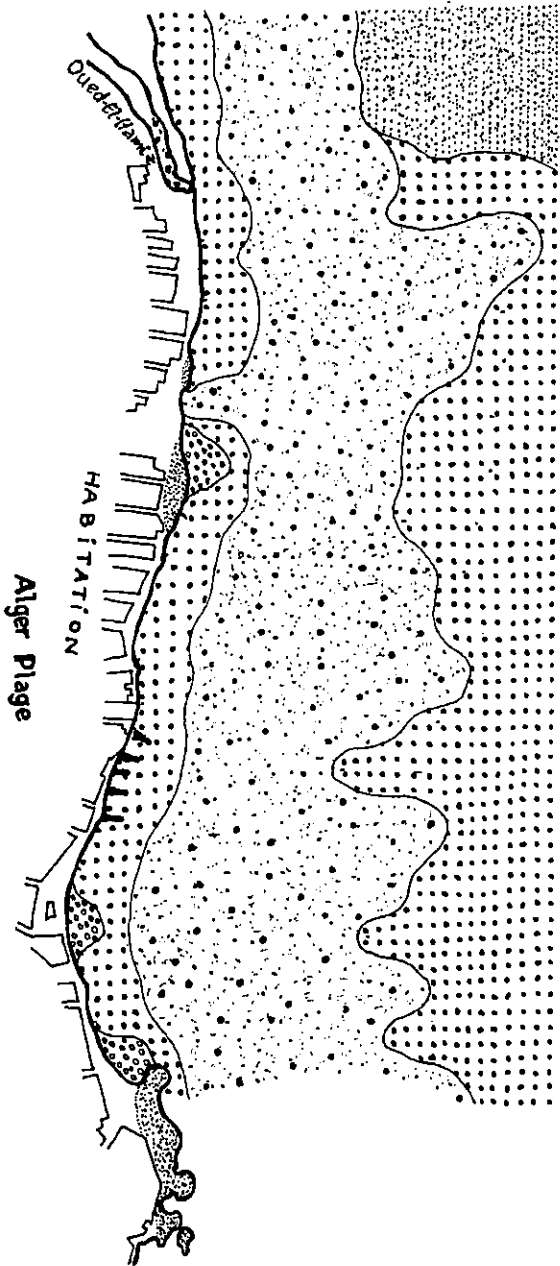
Au delà de la dalle rocheuse, on retrouve la classe 1000 à 2000 μ mètres qui s'étend parallèlement à la côte, on retrouve également une zone intermédiaire se situant en bordure de la dalle rocheuse de part et d'autre.


Donc on peut conclure que les zones exposées aux attaques frontales de la houle surtout en provenance de l'Ouest marque la présence d'un décile supérieur (P90) nettement plus grand que 4000 μ mètres.

3.3. Indice de classement (Sorting de Trask) : $S_o = \sqrt{\frac{q_3}{q_1}}$


Cet indice est utilisé afin de mettre en évidence le triage du sédiment selon des coupures classiques adoptés par Trask en 1930 qui sont les suivantes :

- $S_o < 02.50$ Sédiment très bien classé.
- $02.50 < S_o < 03.50$ Sédiment normalement classé.
- $03.50 < S_o < 04.50$ Sédiment assez bien classé.
- $S_o > 04.50$ Sédiment mal classé.



Legende:
 Rochers

 20 - 200 µm

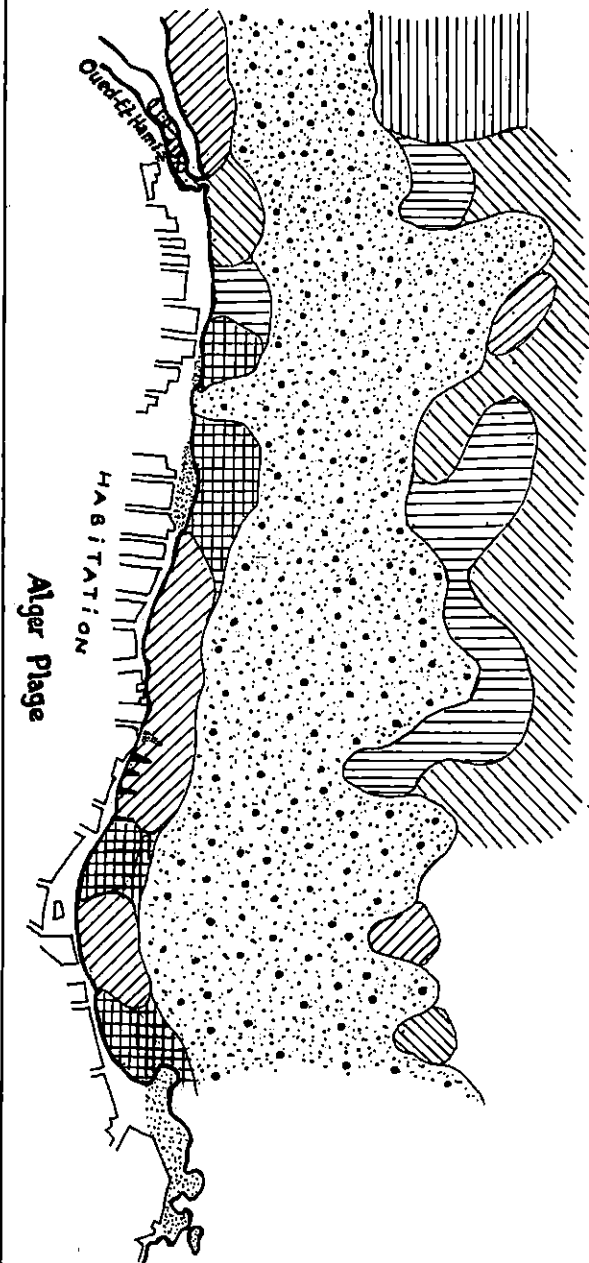
 200 - 2000 µm







 > 2000 µm

Echelle:

0 450 300 m

Carte n° 19: Carte des médianes.



<p>Echelle:</p> <p>0 150 300 m</p>	 Rochers
	 $< 500 \mu\text{m}$
	 $500 - 1000 \mu\text{m}$
	 $1000 - 2000 \mu\text{m}$
	 $2000 - 4000 \mu\text{m}$
	 $> 4000 \mu\text{m}$

Carte n° 20: Carte representative du du decile superieur (P90).

Nous tenons à noter que tous les échantillons de la zone d'étude , ont un $S_o < 02.50$ sauf l'échantillon n° 10 qui a un S_o égal à 03.71 ; donc les sédiments sont très bien classés ce qui traduit une dynamique relativement importante dans la zone.

3.4. Indice d' Asymétrie (Indice de $S_{K \text{ WENSS}}$):

Cet indice permet d'évaluer la tendance d'un sédiment vers le grossier ou vers le fin : $S_k = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Q_2^2}$

- $S_k < 1$ étalement de la granulométrie vers des sédiments fins.
- $S_k > 1$ étalement de la granulométrie vers des sédiments grossiers

Dans notre zone d'étude les valeurs du S_k varient entre 00.83 et 01.50 ; et puisque le taux des grains de part et d'autre de la valeur $S_k = 1$ est nettement à la faveur des $S_k > 1$ donc on peut cerner la tendance de l'étalement des sédiments dans la zone d'étude vers les sédiments grossiers

Conclusion :

Il ressort de cette étude sédimentologique :

* Les dépôts superficiels de la zone de Bordj-El-Bahri sont constitués par un sable biodétritique et les sédiments les plus ou moins fins se décantent plus loin vers le large.

* On peut différencier la zone en deux (02) sous-zones :

-Dans la sous-zone Nord une nette prépondérance des sables grossiers sur les sables fins.

-Par contre la sous-zone Sud au niveau de l'Oued-El-Hamiz , cette tendance s'inverse au profit des sables fins.

Donc on assiste à une répartition très localisée de ces sables qui s'enrichissent en élément grossiers gréseux surtout dans la frange côtière.

Par ailleurs, nous avons estimé qu'une grande partie de ces sables provenait du démantèlement des terrasses tyrrhéniennes et le platier affleurant au niveau de la zone par l'action érosive des houles surtout en provenance du Ouest, mais ceux-ci transitent vers le Sud par houles de Nord à Nord-Ouest.

On constate ainsi que tous les facteurs hydrodynamiques se combinent en favorisant le dégraissement du littoral Bordj-El-Bahri; et par conséquence la région connaît un déficit sédimentaire très important malgré la diversité des zones d'apports.

QUATRIEME PARTIE

**ETAT DE LA POLLUTION
BACTERIENNE DANS LA ZONE**

I. INTRODUCTION :

Les eaux usées domestiques ont un aspect brun grisâtre avec une puanteur qui est due à la présence de matières organiques à l'état colloïdal ou particulaire à laquelle est fixée une quantité considérable de bactéries (GAUTHIER.M.J 1976).

Les apports en matière organique dans le milieu marin entraînent la diminution de l'oxygène dissous, une accumulation importante des matières colloïdales transformant le substrat, le développement des germes pathogènes et la production de toxines, il s'en suit une transformation accélérée souvent irréversible du milieu naturel (GAUTHIER.M 1970).

Les rejets d'un émissaire ou d'un oued drainant des eaux usées en mer sont suivis par la formation d'une zone d'extension, les germes telluriques rencontrent des micro-prédateurs (virus et bactéries) qui les attaquent. Les bactéries marines abondent aussi à la surface et dans le sédiment (GAUTHIER.M.J 1976).

Les germes telluriques présents dans l'eau marine polluée peuvent être transportés vers la terre par pulvérisation due à l'agitation de la mer. Ce phénomène dépend de la vitesse du vent et de la distance de la côte (EDIPIDES.Th.GREGORIADOU CAGLIARI 1980).

La pollution organique concerne surtout les zones littorales habitées et affecte davantage les enceintes marines plus ou moins fermées (criques, baies ou ports) (CHIRIAC.Mv 1972).

Rappelons que Oued-El-Hamiz débouche dans une plage qui est Alger-Plage qui fait partie de la baie d'Alger (Carte n° 1).

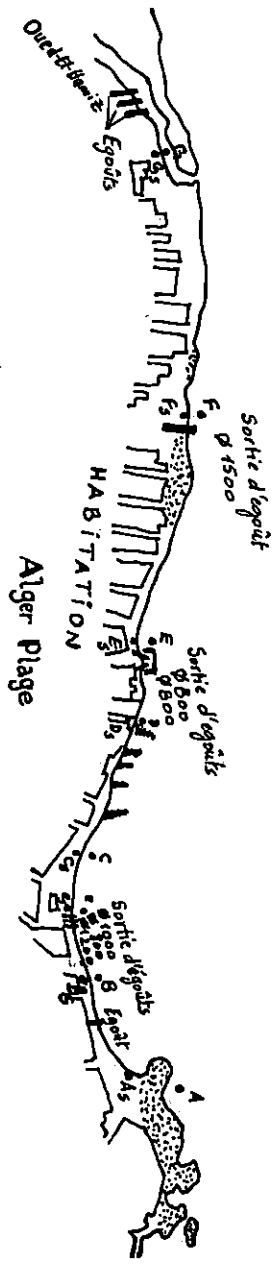
Dans notre étude nous nous sommes particulièrement intéressés à la contamination fécale dans l'eau de mer et aussi dans le sédiment prélevé dans l'Oued-El-Hamiz et aussi le long de la plage.

- Les émissaires urbains :

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilettes et de lessives de cuisines) et les eaux de vannes (urines et matières fécales diluées dans l'eau); dans notre zone d'étude entre Oued-El-Hamiz et les ondines une dizaine d'émissaires à ciel ouvert ont été localisés (Carte n° 21).

* Le premier est situé à 150 mètres environ au Sud des ondines mais a un débit qui n'est pas très important.

* Les trois autres regroupés à 190 mètres environ au Sud du premier



Legende:

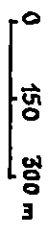
▲ Point de Prélèvement

☐ Sortie d'égout

☐ HABITATION

Ø Diamètre des égouts.

Echelle:



Carte n° 21 : Situation des points de prélèvement (Eaux + Sédiments).

égout, ils ont des diamètres de 1.2 , 1 et 0.8 mètres a débit très important.

* Deux autres sorties d'égouts à 540 mètres au Sud des précédents, et ils ont un diamètres de 0.8 mètres a débit important.

* Un nouveau émissaire situé à environ 480 mètres au Nord de l'Oued-El-Hamiz a débit très important.

* Trois sorties d'égouts dans l'Oued-El-Hamiz avec un débit qui est nettement très important.

II. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES :

Les eaux côtières sont le réceptacle des rejets humains, en effet , elles représentent le milieu de réception finale pour les polluants d'origines humains plus précisément les bactéries.

Les bactéries constituent les temoins majeurs d'une pollution d'origine fécale afin de déterminer l'état de salubrité des eaux du site des analyses bactériologiques ont été effectuées sur des échantillons d'eau de mer et de sédiment.

La dynamique des bactéries rejetées en mer va suivre celle du fluide dans lequel elles se trouvent.

Les bactéries s'accrochent à des particules extrêmement fines de l'ordre de 20 microns qui suivent elles même les lois de la diffusion turbulente des fluides (FRUCHART 1970). or les eaux de vanes ont une densité voisine de un (01), soit bien plus légère que l'eau de mer, donc en surface qu'on retrouve les bactéries et dans cette couche que se fera l'échantillonnage.

Les sédiments situés sur la plage ou la basse plage retiennent aussi des bactéries, c'est pour cela que nous avons entamés l'analyse des bactéries dans le sédiment, les Temoins fondamentaux utilisés pour la quantité microbiologique sont :

- Les coliformes fécaux.
- Les streptocoques fécaux.
- Les germes pathogènes (Vibrions et Salmonelles).

1. Mode opératoire :

1.1. Lieu de prélèvement :

Les prélèvements d'eaux de mer et sédiment ont été effectués en deux (02) sorties sur terrain (Tableau n° 7).

Tableau n° 7 : Plan de sortie.

STATION	DIRECTION DU VENT	ETAT DE LA MER	TEMPERATURE DE L'EAU DE MER	OBSERVATIONS	DATE DE PRELEVEMENT	HEURE DE PRELEVEMENT
Station A	Nord-Est	Calme	27 °C		01 Août 1992	11 ^h 55'45"
Station B	Nord-Est	Calme	26 °C		01 Août 1992	12 ^h 20'
Station Egoût	Nord-Est	Calme	26 °C	Débit important	01 Août 1992	12 ^h 35'
Station C	Nord-Est	Légère agitation	25 °C		01 Août 1992	12 ^h 48'
Station D	Nord-Est	Calme	26 °C	Côte recouverte par les Posidonies	15 Août 1992	12 ^h 40'
Station E	Nord-Est	Calme	27 °C	Ancienne station d'épuration	15 Août 1992	13 ^h 00'
Station F	Nord-Est	Calme	28 °C	Sortie d'égoût à débit important	15 Août 1992	13 ^h 35'
Station G	Nord-Est	Calme	29.5°C	Couleur rouge due au rejet de l'abattoir	15 Août 1992	13 ^h 55'

La première sortie a été effectuée le 01 Août 1992, quatre stations ont été choisies de manière à couvrir la moitié de la zone; donc de chaque station on prélève un échantillon d'eau et un échantillon de sédiment.

- Station A : située à la fin de la zone d'étude donc à 2.3 Kms au Nord de l'Oued-El-Hamiz au niveau des ondines.

- Station B : située à 160 mètres environ de la station A vers l'Oued-El-Hamiz.

- Station Egout : située à environ 100 mètres au Sud de la station B.

- Station C : située sur la plage à 120 mètres de la station Egout au Sud.

La deuxième sortie a été effectuée le 15 Août 1992, quatre autres stations ont été choisies de manière à couvrir l'autre moitié de la zone d'étude.

- Station D : située entre les habitations à 310 mètres de la station C toujours vers l'Oued-El-Hamiz.

- Station E : cet prélèvement est au niveau de l'égout à 110 mètres au Sud de la station précédente.

- Station F : située à environ 480 mètres au Nord de l'Oued-El-Hamiz on note l'existence d'un nouveau égout avec un débit très important.

- Station G : station située juste à l'embouchure de l'Oued-El-Hamiz.

1.2. Matériel de prélèvement :

Pour chaque sortie on a utilisé comme matériel :

1.2.1. Eau de mer :

Des bouteilles stériles de 500 ml en verre destinées au prélèvement de l'eau.

1.2.2. Sédiment :

Des boîtes de petri stériles à usage unique.

En plus, on a utilisé :

- Un thermomètre (0°-100°c) pour avoir les températures de l'eau à chaque station.

- Une glacière destinée au stockage et au transport dans de bonnes conditions.

1.3. Traitement des échantillons :

Il a été effectué au Laboratoire de microbiologie de l'I.S.M.A.L.

2. Analyse microbiologique de l'eau de mer :

2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

2.1.1. Définition :

- Coliformes totaux :

La définition suivante a été adoptée par l'organisation internationale de normalisation (I.S.O-BERLIN 1980), le terme coliforme correspond à des organismes en bâtonnets non sporogènes à coloration de Gram négative aérobie ou facultativement anaérobie capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires et capable de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures à des températures de 35° à 37°c, le dénombrement de ces organismes à 35°-37°c sont souvent désigné par l'expression de dénombrement des coliformes totaux (RODIER.J).

- Coliformes fécaux :

Correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés caractéristiques des coliformes totaux avec incubation à la température de 44°c.

A la réunion de l'organisme international de normalisation de Berlin, il fut décidé de remplacer l'expression de coliformes fécaux par celle de coliformes thermotolerants.

Deux autres définitions furent établies à la même réunion :

* Le terme "E coli préssumé" correspond à des coliformes thermotolerants qui produisent de l'indole à partir de Tryptophane à 44°c.

* Le terme "E coli" correspond à des coliformes thermotolerants qui produisent de l'indole à partir de Tryptophane et également :

- . Donnent un essai au rouge de méthyl positif.
- . Ne produisent pas d'acétyl-méthyl carbinol.
- . N'utilisent pas les citrates comme seule source de carbone.
- . Ne poussent pas en bouillon au cyanure de potassium.
- . Peuvent décarboxyler l'acide L-glutamique.

D'après RODIER.J.

2.1.2. Milieux de cultures utilisés et réactifs :

- Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocresol (B.C.P.L).
- Milieu de Shubert.
- Eau Peptonée Exempt d'Indole (E.P.E.I).
- Réactifs de Kovacs (confirmation de la présence de E coli).

(pour la composition des milieux voir annexe n° 1).

Pour marquer la présence de ces germes il faut passer par deux (02) tests :

- Test présomptif :

L'ensemencement se fait dans une série de tubes de milieu B.C.P.L à simple et double concentration (Annexe n° 2).

La première série de trois (03) tubes est incubée à 37°C pendant 48 heures, on procède en suite à la première lecture de la formation d'acide et de gaz par le virage au jaune de l'indicateur coloré.

Les tubes doivent présenter à la fois une formation d'acide et de gaz pour indiquer une réaction positive.

- Test confirmatif :

On prélève de chaque tube positif au moyen d'une pipette pasteur stérile quelques gouttes pour ensemencer respectivement les milieux Shubert et l'eau peptonée exempt d'indole (E.P.E.I).

Cette deuxième série est incubée à 44°C pendant 24 heures les tubes positifs présenteront un dégagement de gaz dans les cloches de Durham (Milieu de Shubert), ainsi qu'un anneau rouge en présence du réactif de Kovacs (E.P.E.I).

Le dénombrement se fait à l'aide de la table N.P.P (Nombre le Plus Probable) (Annexe n° 3); déterminant le nombre d'ESCHERICHIA COLI contenu dans 100 ml d'eau de mer.

2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques :

2.2.1. Définition :

On considère comme streptocoques fécaux toutes les bactéries Gram -"Positive", catalase négative capable de provoquer la fermentation du glucose (PNUE/OMS 1977).

2.2.2. Milieux de cultures utilisés :

- Milieu de Rothe.
- Milieu de Litsky.

(pour la composition des milieux voir annexe n° 1).

Pour marquer la présence de ces germes il faut passer par deux (02) tests :

- Test présomptif :

L'ensemencement se fait dans une série de tubes de milieu Rothe

à différentes concentrations (Annexe n° 4).

Après 24 heures d'incubation à 37°C les tubes présentant un trouble seront présumés contenir des streptocoques et seront soumis à un test confirmatif.

- Test confirmatif :

A partir de chaque tube positif on prélève à l'aide d'une pipette pasteur stérile quelques gouttes pour ensemencer le milieu Litsky (E.V.A).

L'incubation durera 24 heures à une température de 37°C les tubes positifs présenteront un trouble dans toute la masse liquide ainsi qu'une pastille d'une couleur violette au fond du tube.

Le dénombrement est donné par la table N.P.P (Annexe n° 3), donc déterminant le nombre le plus probable de streptocoques fécaux contenus dans 100 ml d'eau de mer.

2.3. Recherche et dénombrement des germes pathogènes :

2.3.1. Les salmonelles :

- Définition :

Les salmonelles appartiennent à la famille des Entérobactériacés et sont des batonnets mobiles oxydases-négatifs, catalase-positifs aérobie et facultativement anaérobie, Gram-négatifs elles attaquent les sucres par fermentation avec production de gaz.

- Milieux de cultures utilisés :

- . Bouillon au Selenite de Sodium Azide (S.F.M).
- . Gelose (HEKTOEN).
- . Milieu de Triple-Sugar-Iron (T.S.I).
- . Milieu urée indole et le Tryptophane Désaminase (T.D.A).
- . Ornithonitrophényl beta Galactopyranoside (O.N.P.G).
- . Perchlorure de fer.
- . Réactif de Kovacs (composition des milieux voir annexe n° 1).

- Mode opératoire :

La mise en évidence des Salmonelles nécessite un enrichissement dans un bouillon au selenite de sodium azide (S.F.M), ce milieu favorise le développement des enterobactéries pathogènes tout en inhibant les autres germes d'origine entérique (Annexe n° 5).

* Premier enrichissement :

Il s'effectue à partir de l'échantillon à analyser de manière à ensemencer :

- . 50 ml de l'échantillon dans un flacon S.F.M à double concentra-
-tion.
- . 10 ml de l'échantillon dans un flacon S.F.M à simple concentra-
-tion.
- . 1 ml de l'échantillon dans un Flacon S.F.M à simple concentra-
-tion .

L'incubation durera une nuit à 37°C.

* Deuxième enrichissement :

A partir du premier enrichissement à simple concentration est prélevé 1 ml du bouillon de culture pour réaliser un second enrichissement sur un tube S.F.M à simple concentration.

* L'isolement :

L'isolement se fait après 24 heures d'incubation à une tempé-
-ure de 37°C, à partir du tube positif du bouillon d'enrichissement, une
goutte est prélevée et étalée à la surface du milieu HEKTOEN qui est un
milieu gelosé sélectif, pour les salmonelles l'incubation dure 24 heures
à 37°C.

* La lecture :

Les salmonelles sont des colonies bleus-vertes a centre noir di-
-fférentiable de Proteus mirabilis certaine comme Salmonella arizonae donn-
-ent des colonies jaunes-saumons.

- Identification :

Les colonies suspectes sont repiquées sur le milieu T.S.I, la
lecture se fera après 24 heures d'incubation à une température de 37°C.

* La lecture :

- . Culot jaune : glucose positif (Glu⁺).
- . Noircissement du milieu : production d'hydrogène sulfuré (H₂S).
- . Présence de bulles d'air et déplacement de la gelose (Gaz⁺).

Les résultats sont complétés par le test O.N.P.G la production
d'urée-indole et la T.D.A.

* Test O.N.P.G :

Il s'effectue à l'aide d'un disque imprégné d'une suspension de
-se séparée à partir de la gelose T.S.I.

Après incubation à 37°C pendant 24 heures la présence de Béta-
-galactosydase provoque un virage de la couleur au jaune.

* Urée indole et T.D.A :

Le milieu urée indole et repartis à raison de 1 ml dans deux (2) tubes (I et II) à hémolyse stérile lesquels reçoivent une suspension de culture bactérienne; la lecture se fait après une nuit d'incubation à 37°C.

Dans le tube I on ajoute quelque gouttes de perchlorure de fer :
. Coloration rouge brun : présence de la Tryptophane désaminase (T.D.A).

. Coloration jaune : absence de T.D.A.

Dans le tube II, la présence de l'uréase se fait sans l'additionnement de réactif :

. Virage du milieu de l'orange au rose (Uréase⁺).

. Pas de virage (Uréase⁻).

La recherche de l'indole se fait en ajoutant quelques gouttes du réactif de Kovacs :

. Indole positif : présence d'un anneau rouge.

. Indole négatif : absence d'anneau.

2.3.2. Les vibrionaceae :

- Définition :

Ces bactéries sont des Gram-négatifs souvent recourbées facultativement anaérobies, mobiles, catalase positifs qui présentent un seul flagelle polaire; ces bactéries décomposent les sucres par fermentation sans production de gaz (PNUE/OMS 1977).

- Milieux de cultures utilisés :

. Eau Peptonée Alcaline (E.P.A).

. Gelose Nutritive Alcaline Biluée (G.N.A.B).

. Milieu Hadjina Kliger (K.I.A).

(pour la composition des milieux voir annexe n° 1).

- Mode opératoire :

* Premier enrichissement :

Ensemencement de 50 ml de chaque échantillon dans un flacon E.P.A 10 fois concentré et appelé (E.P.A)I.

* Deuxième enrichissement :

A partir du flacon (E.P.A)I un deuxième enrichissement est effectué sur une eau peptonée alcaline (simple concentration) qu'on appellera (E.P.A)II; l'incubation durera 06 à 08 heures à 37°C.

* Premier isolement :

Il se fait à partir du flacon (E.P.A)I sur le milieu G.N.A.B les prélèvements effectués dans les flacons (E.P.A)I doivent se faire à la surface du bouillon de culture.

* Deuxième isolement :

Après 08 heures d'incubation un second isolement est effectué du tube (E.P.A)II sur le milieu G.N.A.B, l'incubation se fait à 37°C pendant une nuit. "12 heures"

* La lecture :

Sur le milieu G.N.A.B les colonies suspectes sont translucides, lisses et bombées (Annexe n° 6).

- Identification :

A partir des colonies suspectes un repiquage est effectué sur le milieu K.I.A le repiquage se fait par des striations sur la pente et une piqure profonde dans le culot, l'incubation durera 24 heures à une température de 37°C.

* La lecture :

- . Virage du culot vers le jaune : glucose positif (Glu⁺).
- . Pente rouge : lactose négatif (Lac⁻).

Ce test est complété par la recherche de l'oxydase L.D.C (Lysine décarboxylase), O.D.C (Ornithine décarboxylase) et A.D.H (Arginine dihydr-olase).

* Recherche de l'oxydase :

Sa mise en évidence est réalisée dans un tube à hemolyse contenant une suspension de 0.5 ml préparée à partir du K.I.A suspect dans lequel on glisse un disque d'oxydase.

La lecture se fait après 30 secondes :

- . Oxydase ⁺ : apparition de la coloration violette.
- . Oxydase ⁻ : le disque reste incolore.

* Recherche de l'A.D.H, O.D.C et L.D.C :

Les milieux déterminant le types d'enzymes sont répartis dans tubes contenant une suspension bactérienne préparée dans de l'eau physiologique à partir du K.I.A suspect; quelques gouttes de l'huile de vaseline sont ajoutées dans chaque tube pour que la culture des bactéries se fasse en anaerobiose, la lecture se fait après incubation à 37°C pendant une nuit.

- . A.D.H, O.D.C, L.D.C positifs : l'indicateur donne une colora-

-tion violette.

. A.D.H , O.D.C , L.D.C négatifs : virage du milieu à la couleur jaune (milieu acide).

3. Analyse microbiologique dans le sédiment :

L'analyse microbiologique a été effectuée sur les sédiments de la plage (Carte n° 21), l'évolution bactérienne des échantillons prélevés dépend de la température, la composition chimique et la concurrence bactérienne. Cette évolution pourrait fausser les résultats des analyses pour éviter nous avons conservés les échantillons dans une glacière à environ 4°C immédiatement après prélèvement.

3.1. Mode opératoire :

Arrivés au laboratoire on prélève 20 grammes de sédiments qu'on dilue neuf fois avec de l'eau physiologique stérile (1 gramme de sédiment pour 9 ml d'eau physiologique stérile), le mélange eau physiologique stérile-sédiment est ensuite agité.

Le surnageant est utilisé pour l'analyse bactériologique que nous avons entamée par la réalisation des dilutions à 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} (voir annexe n° 9).

Pour l'analyse bactériologique du sédiment on suit les mêmes étapes que celles de l'analyse de l'eau de mer pour les coliformes totaux et fécaux streptocoques , salmonelles et vibrions.

4. Interprétation de l'analyse bactériologique :

Tout d'abord on tiens à signaler que notre étude n'est pas une étude statistique de la zone du moment qu'il n'y a pas eu un suivi dans les prélèvements mais on peut interpréter nos résultats d'une manière très simple comme suit :

Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux et des streptocoques fécaux a été réalisé grâce à la technique des tubes multiples utilisant une table statistique qui permet de déterminer la valeur la plus probable dite N.P.P dans 100 grammes de sédiment ou 100 ml d'eau en fonction du nombre de tubes positifs (Annexe n° 3).

Alger-Plage est une zone polluée qu'on peut remarquer même à l'oeil nu et les résultats de l'analyse microbiologique nous a permis de connaître les concentrations des bactéries dans les stations d'étude par exemple les coliformes totaux et fécaux sont présentes le long de la plage leurs nombre est très élevée surtout dans les stations : Bs, Ds, e_s, Fs, Gs, Es, G

D, e, E (Tableau n° 8 et 9).

Les eaux et sédiments marins sont contaminés par les streptocoques et surtout les stations : e, F, G, E, e_s, Fs, Gs, Es (Tableau n° 8 et 9).

Alors la plage est très polluée et dépassant les normes donc il est préférable d'interdire la baignade dans toute la zone.

Conclusion :

Au cours de cette partie d'étude de l'état de la pollution bactérienne, nous avons interprété les résultats des analyses effectuées sur des prélèvements ponctuels, il aurait été beaucoup plus préférable de faire un suivi temporel et d'augmenter le nombre de prélèvements à traiter et d'étendre notre zone d'étude.

Notre travail de laboratoire a été un tant soit peu, gâté par le manque de matériel et de réactifs, des erreurs de manipulation, avec la précipitation du temps ont dû être comises.

La présence des bactéries dans nos plages nous pousse à tirer la sonnette d'alarme et il est temps pour interdire la baignade dans la zone d'Alger-Plage jusqu'à l'épuration de cette plage qui est très lente surtout dans le sédiment (LE GUYADER.F-CORMIER.M 1988).

Qued-El-Hamiz est un véritable déversoir d'égouts dans la zone de Bordj-El-Bahri, si aucune mesure d'hygiène n'est prise l'état actuel de pollution ne fera que s'amplifier.

Pour résoudre ce problème, il ne suffira pas de réaliser des réseaux d'assainissement accueillant les effluents des agglomérations pour les rejeter en mer, mais il faut installer au minimum une station d'épuration pour le traitement des eaux usées de la zone.

Des normes de rejets en mer doivent être établies selon l'usage désiré du milieu marin receveur et son pouvoir d'acceptabilité de rejets pollués.

Les eaux usées de notre zone d'étude ne doivent pas être rejetées directement en mer, si l'on veut utiliser la plage, diminuer le degré de pollution on doit créer soit un émissaire où tous les effluents de la zone devront emprunter.

Des analyses se feront assez régulièrement pour s'assurer de l'efficacité relative de l'émissaire; soit penser à donner dans le budget national une part pour réaliser une station d'épuration qui traitera les eaux de l'Qued-El-Hamiz et aussi les eaux usées de la zone car non seulem-

Tableau n° 8 : Résultat des analyses microbiologiques de l'eau de mer.

Site : Bordj-El-Bahri (ex: Alger-Plage) 1992.

STATION	COLIFORMES TOTAUX C.T/100 ml	COLIFORMES FECAUX E.COLI C.F/100 ml	STREPTOCOQUES FECAUX S.F/100 ml	GERMES PATHOGENES IDENTIFIES
A	15	15	43	00
B	93	93	07	00
C	460	260	07	00
D	21×10^2	21×10^2	15×10^2	<u>Proteus mirabilis</u>
e	24×10^3	24×10^3	15×10^3	<u>Citrobacter freundii</u>
F	930	930	24×10^3	00
G	11×10^4	11×10^3	43×10^2	00
Egout E	21×10^3	15×10^3	24×10^3	<u>Salmonella SGI</u>

Tableau n° 9 : Résultat des analyses microbiologiques du sédiment.

Site : Bordj-El-Bahri (ex: Alger-Plage) 1992.

STATION	COLIFORMES TOTAUX C.T/100 ml	COLIFORMES FECAUX E.COLI C.F/100 ml	STREPTOCOQUES FECAUX S.F/100ml	GERMES PATHOGENES IDENTIFIES
A	11×10^2	15	15×10^2	<u>Salmonella SGI</u>
B	24×10^3	11×10^2	11×10^3	00
C	21×10^3	21×10^2	15×10^2	00
D	46×10^2	43×10^2	09×10^2	<u>Proteus mirabilis</u>
e	24×10^4	24×10^4	24×10^4	00
F	43×10^2	43×10^2	11×10^2	<u>Proteus mirabilis</u>
G	24×10^4	24×10^4	24×10^4	00
Egout E	15×10^4	26×10^3	46×10^3	<u>Salmonella SGI</u>

Tableau n° 10 ; Différentes espèces bactériennes existantes dans la zone.

ESPECES BACTERIENNES	HABITAT	POUVOIR PATHOGENE NATUREL	STATION
<u>CITROBACTER</u> <u>FREUNDII</u>	Hôte normale du tube digestif de l'homme et des animaux a sang chaud.	Infection urinaire septicémies sur infection du tractus respiratoire	E
<u>PROTEUS</u> <u>MIRABILIS</u>	Tube digestif de l'homme et des animaux a sang chaud sur la peau et la muqueuse	Provoque chez les nouveaux nés et les nourissons de graves méningites purulentes peut causer aussi des affections rénales.	D F _s D _s
<u>SALMONELLA</u> <u>SG I</u>	Chez la volaille malade, dans le sol.	Cause des syndromes typhoidiques avec essaimage dans le sang.	Egout eaux A _s Egout sédiment

ent la pollution provoque l'érosion et aussi la dégradation du milieu mais aussi elle menace la vie humaine avec ces bactéries et ces germes.

Alors il est temps que nos mers, cours d'eaux et sources soient protégés de nos déchets car la santé publique, le tourisme et l'agriculture en dépendront.

CINQUIEME PARTIE

**CONCLUSION GENERALE
ET RECOMMANDATIONS**

CHAPITRE PREMIER

**SYNTHESE
ET
CONCLUSION GENERALE**

CHAPITRE DEUXIEME

**RECOMMANDATIONS
DE PROTECTION
ET D' AMENAGEMENT**

CHAPITRE PREMIER

SYNTHESE ET CONCLUSION GENERALE

L'étude hydrologique, hydrodynamique, bathymétrique et état de la pollution bactérienne dans la région a fait ressortir un certain nombre de résultats, qui contribueraient à mieux connaître les différents facteurs intervenant dans le phénomène d'érosion et de dégraissement de la côte d'Alger-Plage.

Les sédiments infra-littoraux d'Alger-Plage sont essentiellement bio-détritiques, ce sont des sables grossiers qui proviendraient du démantèlement des terrasses tyrrhénien et du platier affleurant dans la région.

D'après la synthèse des données concernant Oued-El-Hamiz, ce dernier ne semblerait pas constitué la source prépondérante des apports solides vers la mer qui sont considérés comme faibles même en période de crue importante surtout après la construction du barrage El-Hamiz.

De ce fait, les seules causes majeures susceptibles de fournir des explications convaincantes de l'érosion de la côte d'Alger-Plage :

- Dans la zone d'étude, en hiver, les houles de l'Ouest érodent la côte, elles engendrent également un courant de retour agent principal de l'érosion de la côte, ce courant entraîne à son passage les matériaux érodés du platier rocheux, les houles frontales se chargent de les distribuer au large. (Photo n° 1).

- Les houles du Nord-Ouest à Nord fréquentes toute l'année, donnent naissance à la côte à une résultante de derive littorale dirigée du Nord vers le Sud. Ces houles sont affectées par refraction sur le fond et par diffraction au niveau des affleurements rocheux ce qui justifie la présence de matériaux grossiers dûs au démantèlement du platier rocheux.

- La superposition du vent à la houle augmente les phénomènes d'érosion favorisé par le courant de retour vers le large le long des fonds de la zone de déferlement sur un plan transversal. (Photo n° 1).

- Les nombreux rejets urbains, industriels et portuaires sans traitement dans la mer a fait que la flore et la faune qui lui est associée, a cessé de se développer surtout l'herbier à posidonies qui était autre fois très développé entre Alger-Plage et Tamenfoust est aujourd'hui très rare, sachant que cette flore constitue un véritable piège à sédiment ce qui implique la protection de la zone contre l'action érosive des houles

et empêche les sédiments d'être dissipés au large. (Photo n° 2).

✓ - Du point de vu pollution, il est temps de tirer l'alarme en interdisant la baignade dans la plage, puisque l'analyse bactériologique nous a clarifier que la pollution a dépasser la ligne rouge a cause des nombreux rejets directes (émissaires urbains) ou indirecte (Oued-El-Hamiz qui constitue un véritable déversoire d'égouts) dans le milieu marin (Photo n° 3 et 4 et 5).

- L'exploitation anarchique et clandestine des agrégats destinés a la construction surtout ceux ramener par Oued-El-Hamiz avant la construction du barage El-Hamiz sur les plages et dunes fossiles comprises entre Oued-El-Hamiz et les ondines a contribué a l'alteration de l'équilibre sédimentaire dans la zone.

- Les constructions anarchique le long de la côte perturbent l'équilibre dynamique en empêchant les échanges mer-terre (Photo n° 1 et 6).

✓ Les vents du secteur Nord-Est à Est fréquentes toutes l'année, susceptible d'aténuer l'énergie des houles ce qui engendre les courants de fond en direction de la plage causant l'engraissement de celle-ci sont obstrués frontalement par ces édifices; les houles en provenance d'Ouest atteint la zone frontalement avec toutes leur énergie provoquant le maximum de dégâts surtout les houles de tempêtes affaissant les parois externes des habitations et leurs fondations (Photo n° 1), même la construction des cinq (05) épis présents dans la zone, destinés au Ski-nautique, est a revoir d'une part leur emplacement et d'autre part leur orientation par rapport au houles dominantes de l'Ouest (Photo n° 6).

En ayant une idée sur les causes majeures de l'érosion dans la zone d'Alger-Plage on pourrait établir un programme planifié dans le temps, et qui consisterait à atténuer ce processus de dégradation.

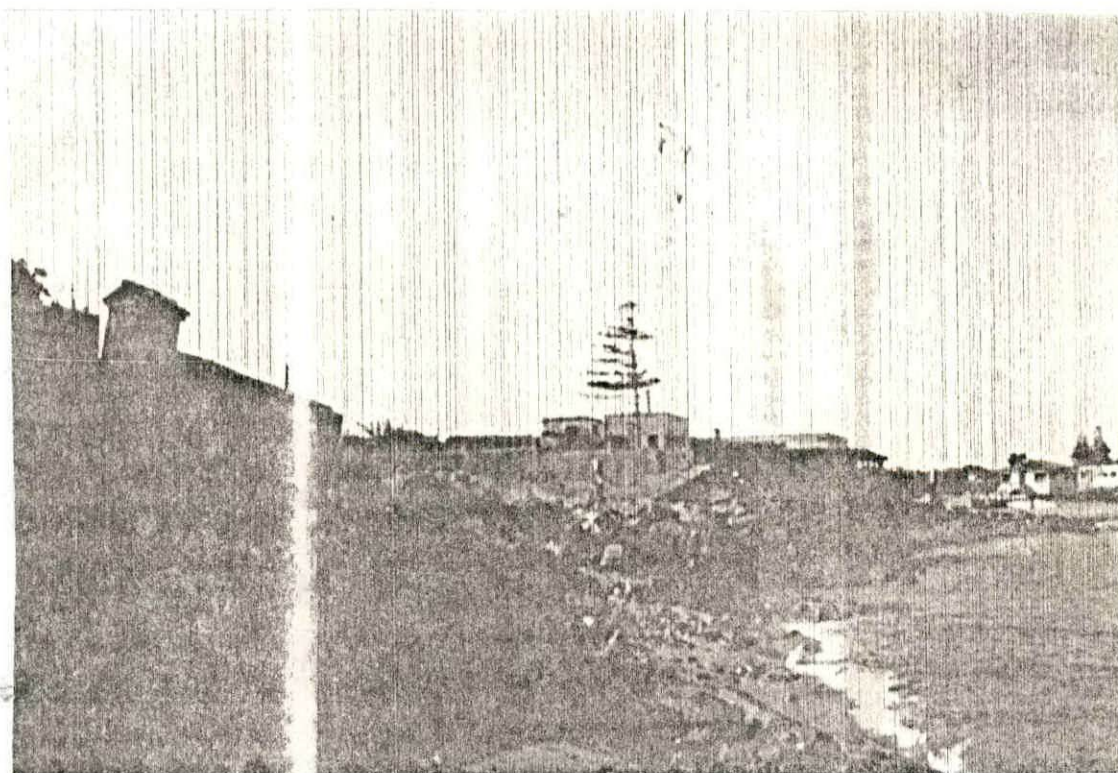


Photo n° 1 : Vue de l'affaissement et du démantèlement des constructions proches du rivages indiquant un degré d'érosion considerable.

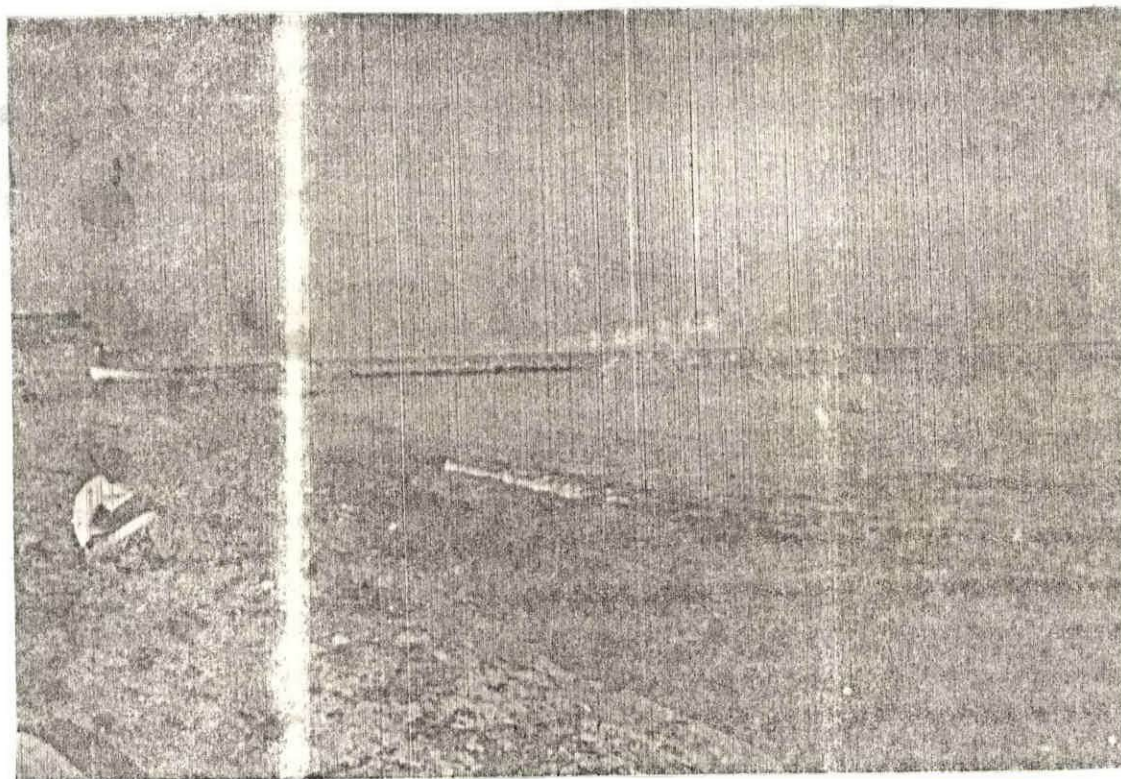


Photo n° 2 : Vue indiquant les conséquence de la pollution sur l'herbier à posidonies.

CHAPITRE DEUXIEME

RECOMMANDATIONS DE PROTECTION ET D'AMENAGEMENT

I. RECONNAISSANCES ET RECOMMANDATIONS :

Pour assurer la protection du littoral, on réalisait des ouvrages de haut de plage constitués par une digue longitudinale plus ou moins réfléchissante.

L'impact de ces aménagements sur le milieu n'apporte pas d'améliorations mais un tel système de défense peut être néfaste à la stabilité de la plage si l'ouvrage est très réfléchissant (Carte n° 22).

Puisque l'urbanisation anarchique a fait que les constructions trop proches du rivage constituent par eux-mêmes des obstacles réfléchissants lors des houles hivernales frontales, entraînant leur dégradation permanente en plus de la disparition des plages (Photo n° 1).

L'exploitation intensive des agrégats (sables et graviers) au niveau des oueds et des plages réduit de façon considérable le volume des apports solides en mer.

La présence d'un barrage en amont de l'Oued-El-Hamiz a fait que les apports terrigènes n'alimentent plus la zone côtière suffisamment, ce qui engendre que les transferts sédimentaires ne seront plus compensés impliquant par la suite la diminution importante des largeurs des plages (Photo n° 1, 3 et 4).

Par ailleurs, il est très important de rappeler que la baie d'Alger, tout au long de son littoral et en particulier dans le secteur Ouest, reçoit les rejets urbains, industriels et portuaires de l'agglomération et des nombreuses communes environnantes.

Les eaux usées sont rejetées directement (émissaires urbains), ou indirectement (Oued-El-Hamiz et Oued-El-Harrach) dans le milieu marin (Photo n° 3, 4, 5, 7 et 8).

En plus du recensement des nombreux rejets dans notre zone d'étude, les houles du secteur Ouest à Nord-Ouest ramènent les eaux polluées du port d'Alger et de Oued-El-Harrach par dispersion, ce qui engendre la formation d'une nappe superficielle polluée qui augmente l'opacité à l'interface air-mer affectant ainsi la photosynthèse, donc le développement de la flore et de la faune qui lui est associée.

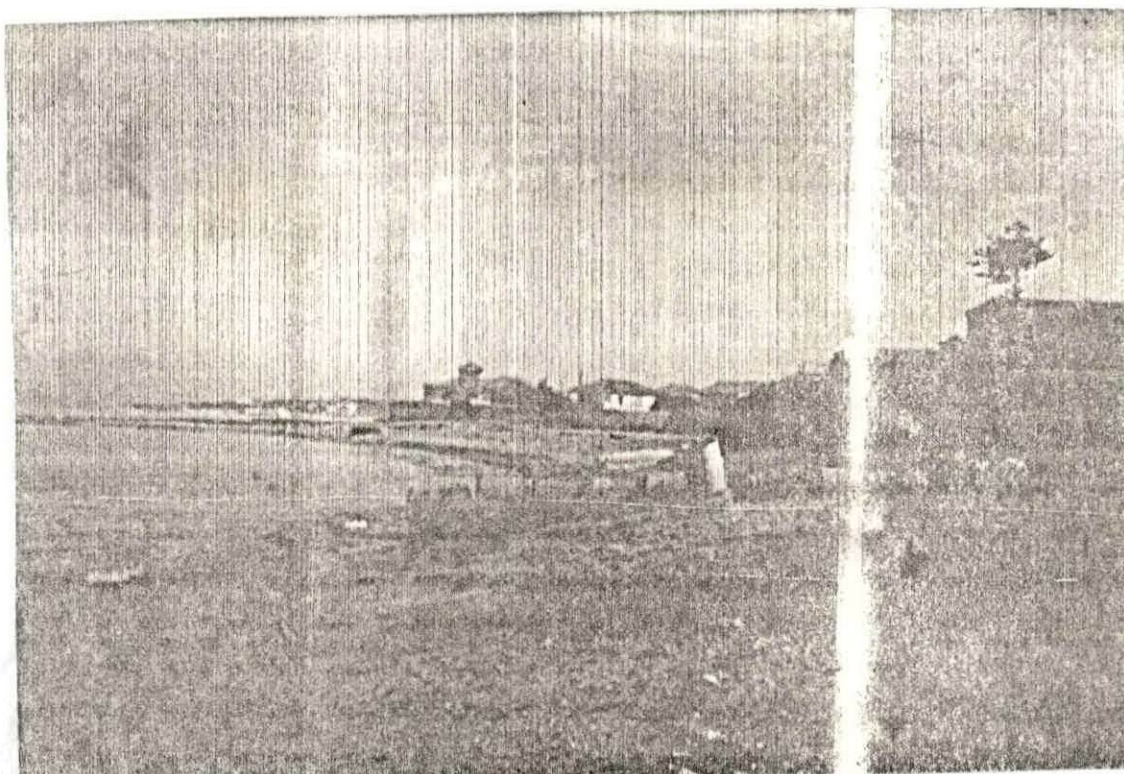


Photo n° 3 : Vue des rejets d'eaux usées (Sortie d'égout apparent a débit très important).

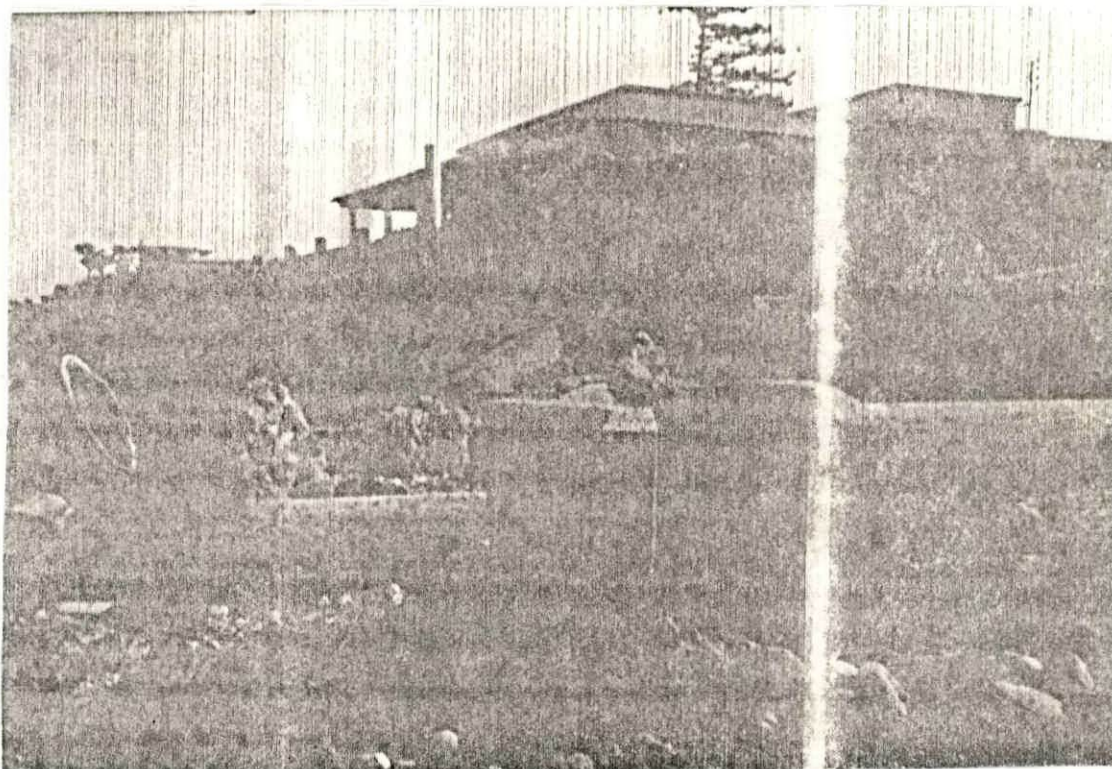


Photo n° 4 : Vue d'une sortie d'égout apparent a débit très important.



I. S. M. A. L		
Projet: PROTECTION et AMENAGEMENT ALGER-PLAGE		
SITUATION ACTUELLE		
Echelle: 1/2000	Date: 09/1993	Carte n° 22

ain
dire
str
nem
e

1800

2000

Jadis l'herbier à posidonies a été très développé entre Alger-Plage et Tamenfoust est aujourd'hui très rare et même inexistant sur les fonds et rivages, surtout à l'Ouest d'Alger-Plage (Photo n° 2).

Et nous tenons à rappeler que la majeure partie est destinée actuellement à une zone de dépotoire de tout venant changeant profondément l'esthétique de la zone (Carte n° 22 , Photo n° 1 , 3 , 5 et 7).

Dans le but d'attenuer ce processus de dégradation, l'intérêt est de procéder de la manière suivante :

1. Problèmes de pollution :

* Création des stations d'épuration qui diminueraient les effets de la pollution en mer, soit en créant plusieurs stations annexes sinon une station générale collectant les eaux usées (urbains et industrielles) de toute la région et les communes environnantes.

* Les rejets urbains et industriels, même épurés, sont à interdire au niveau des fonds infralittoraux et ceci dans le but de laisser le temps au redéveloppement de la flore qui a un rôle primordial dans la stabilisation des fonds sableux et de la faune (Lamellibranches, Gasteropodes ...) qui peut fournir une fraction du sédiment non-négligeable.

2. Problèmes d'érosion :

Interdire l'exploitation d'agrégats qu'elle soit en amont de l'Oued-El-Hamiz (ballastières) ou en aval (sablrières), surtout sur les plages et dunes fossiles comprises entre Oued-El-Hamiz et les ondines.

3. Problèmes d'aménagement :

* Dans le cas où il y aura de future urbanisation, ou la construction de n'importe quels édifices destinés à l'industrie ou au tourisme; il est préférable et a conseiller d'éviter de construire trop près du rivage.

* Ces édifices doivent en premier lieu protéger le littoral contre l'action destructrice de la mer et en second lieu, favorisent l'engraissement et le développement des largeurs des plages.

II. PROTECTION ET AMENAGEMENT :

Tenant en considération les transits latéraux dominant devant la zone étudiée, nous suggérons une protection à l'aide d'un système d'épis en enrochement naturel sous forme de (T).

Ils ont pour rôle de réfracter la houle avant qu'elle n'atteigne le rivage ce qui implique la dispersion de l'énergie de celle-ci.

Ces épis agissent sur le transit sédimentaire parallèle à la côte

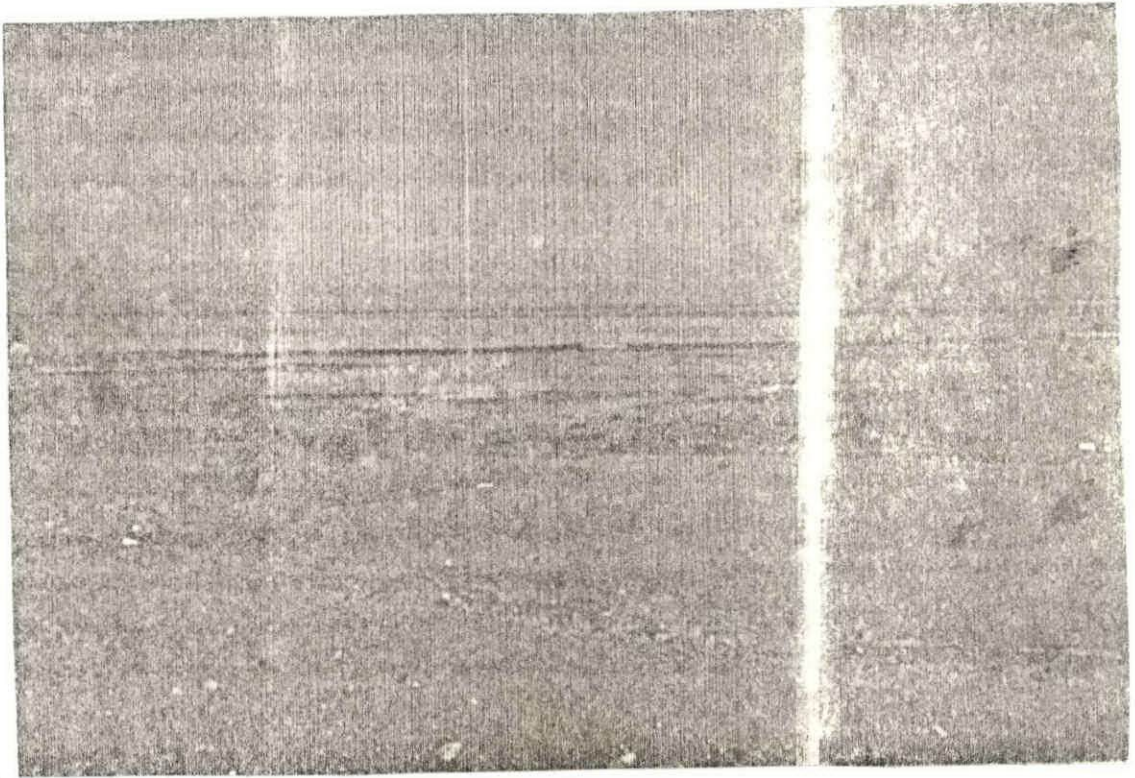


Photo n° 7 : Vue de l'embouchure de l'Oued-El-Hamiz.

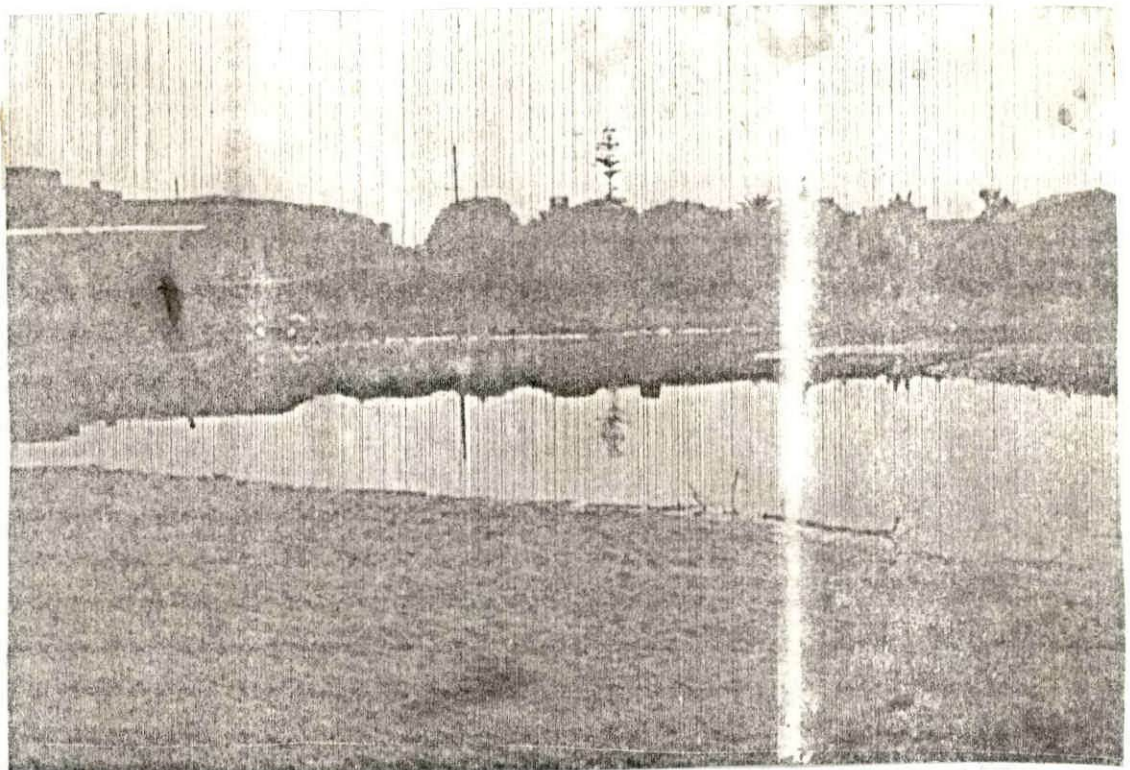


Photo n° 8 : Vue du lit de l'Oued-El-Hamiz.

retenant une partie considérable du matériel favorisant l'engraissement des plages.

En fonction des paramètres de houle retenus on peut estimer le dimensionnement des épis, l'amplitude de la houle et la granulométrie du sédiment fixent leur longueur.

Plus l'amplitude de la houle est forte et le sédiment est fin, plus ils seront plus longs, et inversement.

Les épis courts permettent d'atténuer l'érosion mais ne provoquent pas le dépôt massif des matériaux.

1. Structure des épis :

1.1. L'enracinement :

La côte supérieure de la partie extrême supportée vers le large par un brise lame formant un (T) avec l'épi doit être arasée à +2.5 mètres bloquant ainsi tout transfert par jet de rive pouvant entraîner un déchaussement de l'épi et le recul du rivage par contournement.

1.2. La longueur :

Afin d'obtenir une réduction du transport solide, il est nécessaire de dépasser la zone de déferlement qui se situe d'après une étude du L.E.M à des profondeurs de -1.5 à -2.0 mètres soit 120 mètres en moyenne de la côte; la longueur moyenne des épis sera ainsi de l'ordre de 130 mètres auxquels s'ajoute la largeur du brise-lame vers le large à des profondeurs supérieures à -1.5 mètres, ce brise-lame qui a une longueur de l'ordre de 100 mètres (Carte n° 23).

1.3. L'espacement :

Les épis trop ou peu espacés entraînent une érosion inter-épis, pour des épis courts, un espacement voisin du double de la longueur est adopté.

Dans notre zone d'étude, les épis doivent être distants de 260 mètres et parallèles entre eux.

1.4. L'orientation :

Les épis seront orientés normalement aux houles dominantes et de plus fortes amplitudes.

Prenant en considération la situation géographique du littoral et les données hydrodynamiques, il s'agit des houles du secteur Ouest (N 280°).

1.5. Les endroits d'installation :

Connaissant les endroits où les houles frontales du secteur Ouest créent un courant de retour et connaissant la direction du transit sédimen-

2000

2200

200

000

1800

2000



I. S. M. A. L

Projet: PROTECTION et AMENAGEMENT
ALGER-PLAGE

MODELE DE PROTECTION

Echelle: 1/2000 | Date: 09/1993 | Carte n° 23

taire, l'installation des épis doit être réalisée progressivement débutants en aval de celui-ci, c'est à dire au niveau des Ondines ce qui permet de connaître pas à pas la réaction de l'environnement vis à vis de cet édifice de protection.

Vu l'étendue du littoral étudié et la connaissance détaillé de la zone, nous suggérons un système de protection constitué de six (06) épis en forme de (T) espacés de 260 mètres les un des autres et de longueurs moyennes égales à 130 mètres et de brises-lames en extrémité vers le large de longueurs moyennes égales à 100 mètres (Carte n° 23).

La présence du platier rocheux jusqu'à des profondeurs moyennes de -1.5 mètres environ sur un étendu supérieur à 150 mètres, le long de la zone d'Alger-Plage permet une meilleure portance, favorable à la stabilité de ces épis.

2.Critiques :

En général, le long d'un épi nous remarquons un dépôt du côté faisant face au transit sédimentaire et une érosion de l'autre côté.

La protection par ces ouvrages ou édifices doit être complété par un rechargement artificiel de la plage ce qui compense le déficit d'apports naturels et permet également la protection des zones adjacentes jusqu'à ce que le profil de plage se rétablisse.

La réalimentation du système d'épis doit être au moins par des matériaux de même granulométrie que ceux qui sont en place.

La longueur des épis déjà installés et la vérification de leur orientation sont à revoir puisque les zones les plus touchées par l'érosion sont a proximité de ceux-ci vers le Sud.

Il faudrait procéder à l'allongement de ces épis selon les dimensionnements étudiés, leur redressement et leur orientation selon la prédominance des houles annuelles ou bien à enlever intégralement.

Par ailleurs nous tenons à montrer que le processus d'érosion s'est amplifié après l'installation de ces épis destinés au Ski-nautique en 1963.

Enfin, cette étude constitue une modeste contribution a la reconnaissance des différents facteurs favorisant le phénomène d'érosion dans la zone d'étude et d'en tirer les procédés de protection et d'aménagement du littoral Bordj-El-Bahri (ex : Alger-Plage).

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

A.

*AYME. A (1956)

Le quaternaire littoral des environs d'Alger.
Actes Congr. Panafricain rechist. Ile sess. Alger 1952 (Publier en 1956).

B.

*BENNIE ET PARTNERS (1973)

Reconnaissance des bassins hydrographiques de la région d'Alger-Sebaou.
Rapport n° B1-Volume 1.

*BERTHOIS. L (1975)

Les roches sédimentaires : Etude sédimentologique des roches meubles.
Tome 1. Edition Doine-Paris III.

*BETROUNI. M (1983)

Le pleistocène supérieur du littoral Ouest Algerois.
Thèse de 3^{eme} cycle. Université d'Aix Marseille II.

*BONNEFILLE. R (1980)

Cours d'Hydraulique maritime.
Masson-Paris-2^{eme} edition révisé.

C.

*CAULET. L (1972)

Sédimentation organogène du précontinent algérien.
Thèse d'Etat. Uni Paris-Resu Museum de Paris.

*CAULET. J.C (1972)

Les sédiments organogènes du précontinent algérien.
Mém. Museum. Nat. Hist. Nat. Nouvelle série-C. Sc terre.
Tome XXV-Paris.

*CHIRIAC. Mv (1972)

Recherches et projets pour l'aménagement des eaux.
In : Journées d'études sur les pollution marines (Athene 3-4 Novembre 1972
Problèmes posés par les rejets directes en mer).

E.

*EDIPIDES. Th. GREGORIADOU CAGLIARI (1980)

Le transport de micro-organismes de l'eau de mer vers la terre par l'air.
Edipides. Th. Gregoriadou-Edipides, K-Delidou, K.
In : Les journées d'études sur les pollutions marines en méditerranée.
Cagliari 9-13 Octobre 1980-pp : 1019-1023.

F.

*FRUCHART. A (1970)

Aménagement du littoral en fonction des problèmes d'assainissement.
Journées d'études sur les pollutions marines et d'aménagement du littoral.

C.E.R.B.O.M Septembre 1970-pp : 123-134.

G.

*GAUTHIER. M (1970)

Diffusion de la pollution bactérienne en milieu marin et mécanismes d'auto-
épuration .

Journées d'études sur les pollutions marines et d'aménagement du littoral.

C.E.R.B.O.M Septembre 1970-pp : 57-81.

*GAUTHIER. M.J (1976)

Les pollutions bactériennes en milieu marin.

In : PERES. J.M - Les pollutions des eaux marines.

Paris-Gauthier-Villars : 1976-pp : 117-130.

*GLANGEAUD. L (1932)

Etude géologique de la région littoral de la province d'Alger.

Ann.Alg.Géogr.Alger.1968,3^{eme} ann.n° 5-pp : 77-92.

*GUILCHER. A (1979)

Précis d'hydrologie marine et continentale.

Masson-2^{eme} édition.

L.

*LACOMBE. H (1965)

Cours d'oceanographie physique : Théorie de la circulation générale, houles
et vagues.

Gauthier-Villard-Paris 1965.

*LECLAIRE. L (1972)

La sédimentation holocène sur le versant méditerranéen du bassin Algéro-baléares
(Précontinent algérien).

Mem.Mus.Hist.Nat.Nouvelle serie C-Sciences de la terre.

Tome XXIV,Fasc unique PARIS.

*LE GUYADER. F , CORMIER. M (1988)

Suivi des échanges eau-sédiment en model expérimental.

In : Oceanis- Vol 14- Fascicule 1- 1988- pp : 97-107.

*L.E.M (1991)

Etude de protection du rivage de la Wilaya de Boumerdes (Bordj-El-Bahri).

Septembre 1991.

M.

*MAUCHE. S (1987)

Mécanisme hydro-sédimentaire en baie d'Alger (Algerie) :

Approche sédimentologique, géochimique et traitements statistiques.

*MIGNIOT. C (1981)

Erosion et sédimentation en mer et en rivière.

In : Filliat.G-La pratique des sols et Fondations.

Paris-pp : 650-659.

P.

*PNUE/DMS (1977)

Directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux littorales.

Copenhague 1977-165 p.

*PNUE/DMS (1977)

Lutte contre la pollution des eaux littorales.

Athenes 27 juin- 1 juillet 1977.

Copenhague 1977-20 p.

R.

*RIVIERE. A (1977)

Méthodes granulométriques : Techniques et interprétations.

Masson-Paris 1977.

*RODIER. J et COLL (1984)

L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires et eau de mer.

7^{eme} edition. Ed DUNOD- pp : 790-792 (1365 P).

S.

*SAADALLAH. A (1981)

Le massif cristallophylien d'El-Djazair.

Evolution d'un charriage à vergence Nord dans les internides des maghrébides

Thèse doct. 3^{eme} cycle U.S.T.H.B Alger 1981.

*SAOUDI. N (1982)

Pliocène et pleistocène inférieur et moyen du sahel occidental d'Alger.

Thèse de 3^{eme} cycle. Université d'Aix Marseille II.

*SOGREAH (1982)

Données météorologiques et océanographiques.

Note technique n° 1 : Fevrier 1982.

U.

*U.S.NAVAL WEATHER SERVICE COMMAND (Summary of Synoptic Meteorological Observation)

Tome 2 et Tome 3.

ANNEXES

Annexe n° 01

Milieux de cultures (MARCHAL ET COL 1987)

* Eau peptonnée :

Sa formule est la suivante :

Eau distillée	1 Litre
Peptone tryptique	15 Grammes
NaCl	5 Grammes

* Eau physiologique :

Eau distillée	1 Litre
NaCl	9 Grammes

* Gélose :

- Gélose nutritive :

La gélose n'est qu'un bouillon nutritif solidifié par addition d'agar-agar.

Milieu :

. Macération de viande (ou eau distillée + extrait de viande)	1 Litre
. Peptone tryptique	15 Gr
. NaCl ou KCl	5 Gr
. Agar-agar	15 à 20 Gr

- Gélose Hektoen :

C'est un milieu de choix pour l'isolement des entéro-bactéries pathogènes.

Milieu :

Commercialisé sous forme déshydratée; ce milieu a la formule suivante (en gramme par litre d'eau distillée) :

. Protéose	12	Grammes
. Extrait de levure	03	"
. Chlorure de Sodium	05	"
. Thiosulfate de Sodium	05	"
. Sels biliaires	03	"
. Citrate de Fer ammoniacal	15	"
. Salicine	02	"
. Lactose	12	"
. Saccharose	12	"
. Eushine acide	00.1	"
. Bleu de Bromothymol	00.065	"
. Agar	14	"

* Milieu de Rothe :

Sa formule (en grammes par litre d'eau distillée) est la suivante :

. Hydrolyst tryptique de caséine	12.6	Grammes
. Peptone bactériologique	08	"
. Glucose	05	"
. Chlorure de Sodium	05	"
. Phosphate dipotassique	02.7	"
. Phosphate monopotassique	02.7	"
. Azide de Sodium	02	"

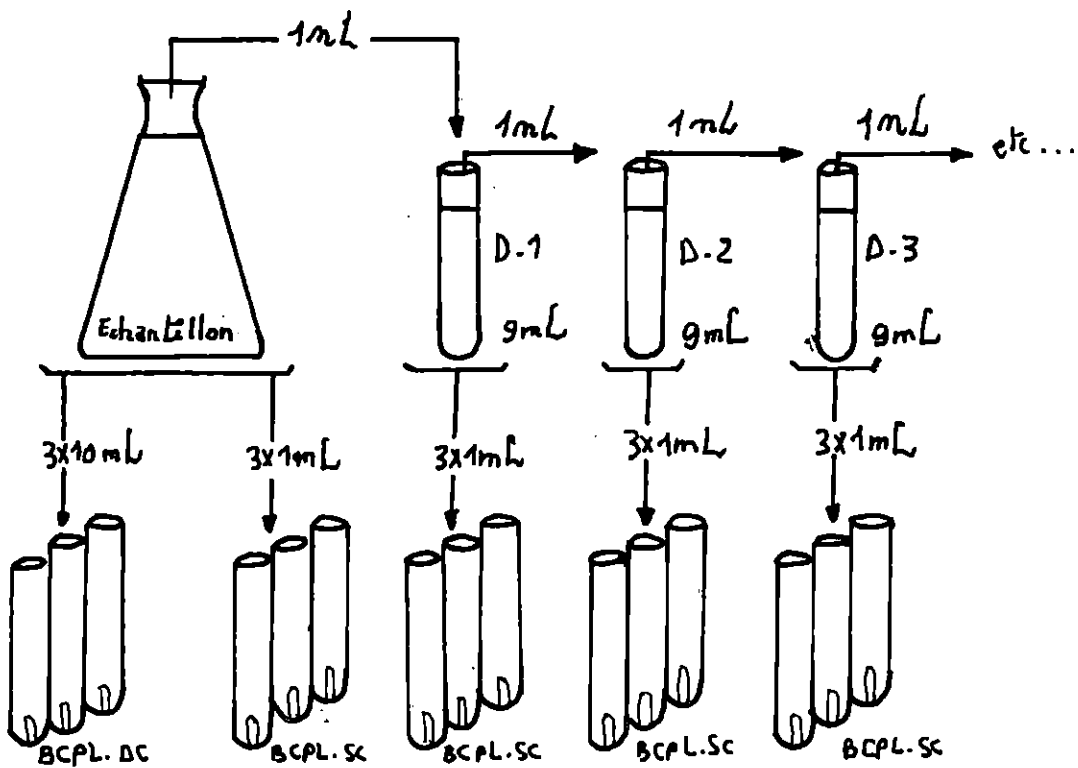
* Milieu de Litsky :

Sa formule (en grammes par litre d'eau distillée) est la suivante :

. Peptone	20	Grammes
. Glucose	05	"
. Chlorure de Sodium	05	"

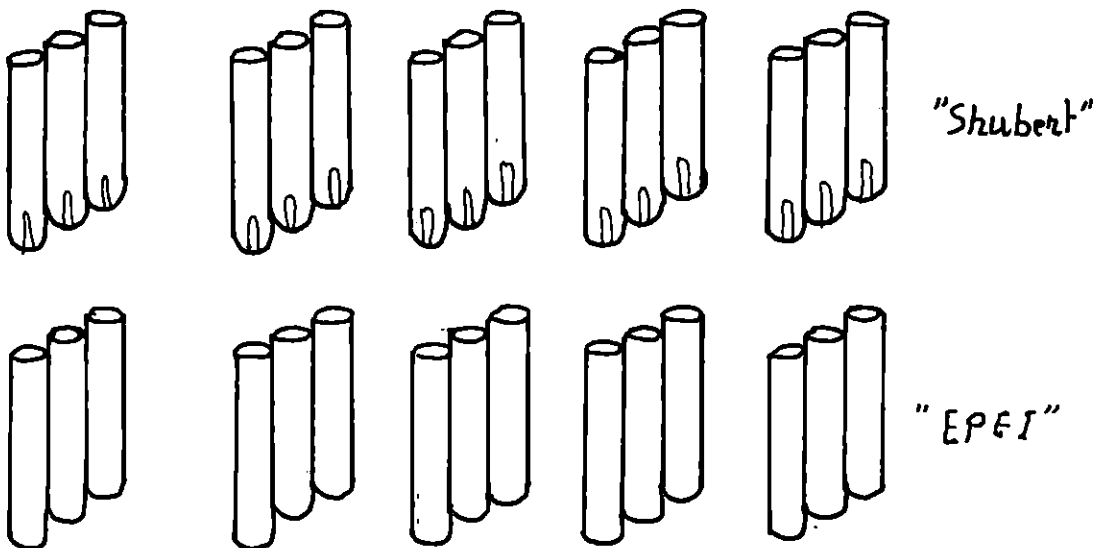
* Réactif de Kovacs :

. Paradiméthylamino-benzaldéhyde	05	Grammes
. Alcool amylique	75	ml
. Hcl	25	ml

Numération des coliformes totaux et E. COLI.Test présomptif:

Lecture: Après incubation à 37°C pendant 24h.
 - Virage du milieu BCPL au jaune
 - Présence de gaz dans la cloche de DURHAM } ⇒ Présence de COLIFORMES

Test confirmatif Prélever quelques gouttes de chaque tube positif et en semencer les milieux "Shubert" et "EPEI" Exempt d'Indole



Après 24h d'incubation à 44°C.

Confirmation de E. coli: Apparition d'un anneau rouge en présence du réactif de KOVACS.

Annexe n° 03

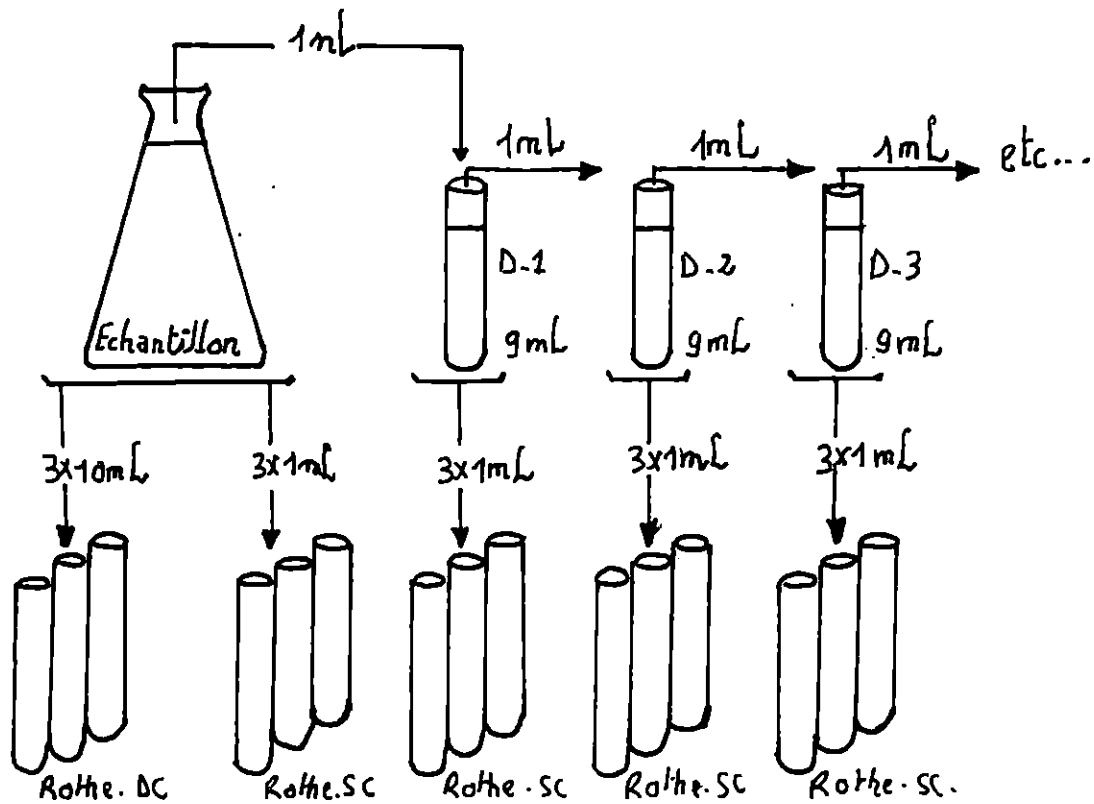
Table de détermination du nombre le plus probable (N.P.P)

Combinaison de tubes positifs	Nombre le plus probable /100 ml	Limites de confiance de 95%	
		Inférieur	Supérieur
0-0-0	3		
0-0-1	3	0.5	9
0-1-0	3	0.5	13
0-2-0			
1-0-0	4	0.5	20
1-0-1	7	1	21
1-1-0	7	1	23
1-1-1	11	3	36
1-2-0	11	3	36
2-0-0	9	1	36
2-0-1	14	3	37
2-1-0	15	3	44
2-1-1	20	7	89
2-2-0	21	4	47
2-2-1	28	10	150
2-3-0			
3-0-0	23	4	120
3-0-1	39	7	130
3-0-2	64	15	380
3-1-0	43	7	210
3-1-1	75	14	230
3-1-2	120	30	380
3-2-0	93	15	380
3-2-1	150	30	440
3-2-2	210	35	470
3-3-0	240	36	1300
3-3-1	460	71	2400
3-3-2	1100	150	4800
3-3-3	2400		

Source : APHA-AWWA-WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater, Fourteenth edition, Washington, D.C., 1975

Numération des streptocoques fécaux:

Test présomptif:



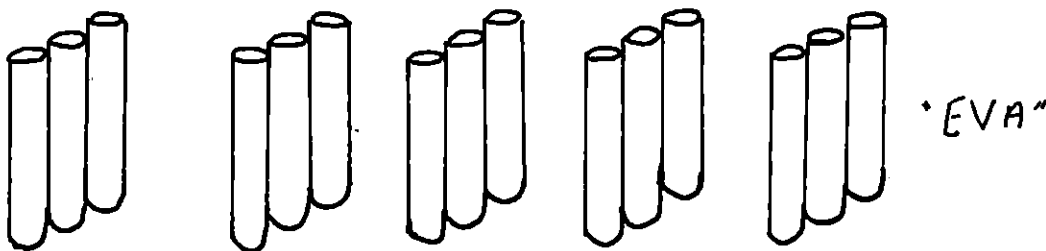
Lecture:

Après incubation à 37°C pendant 24h

- Présence d'une culture dans toute la masse liquide.

Test confirmatif:

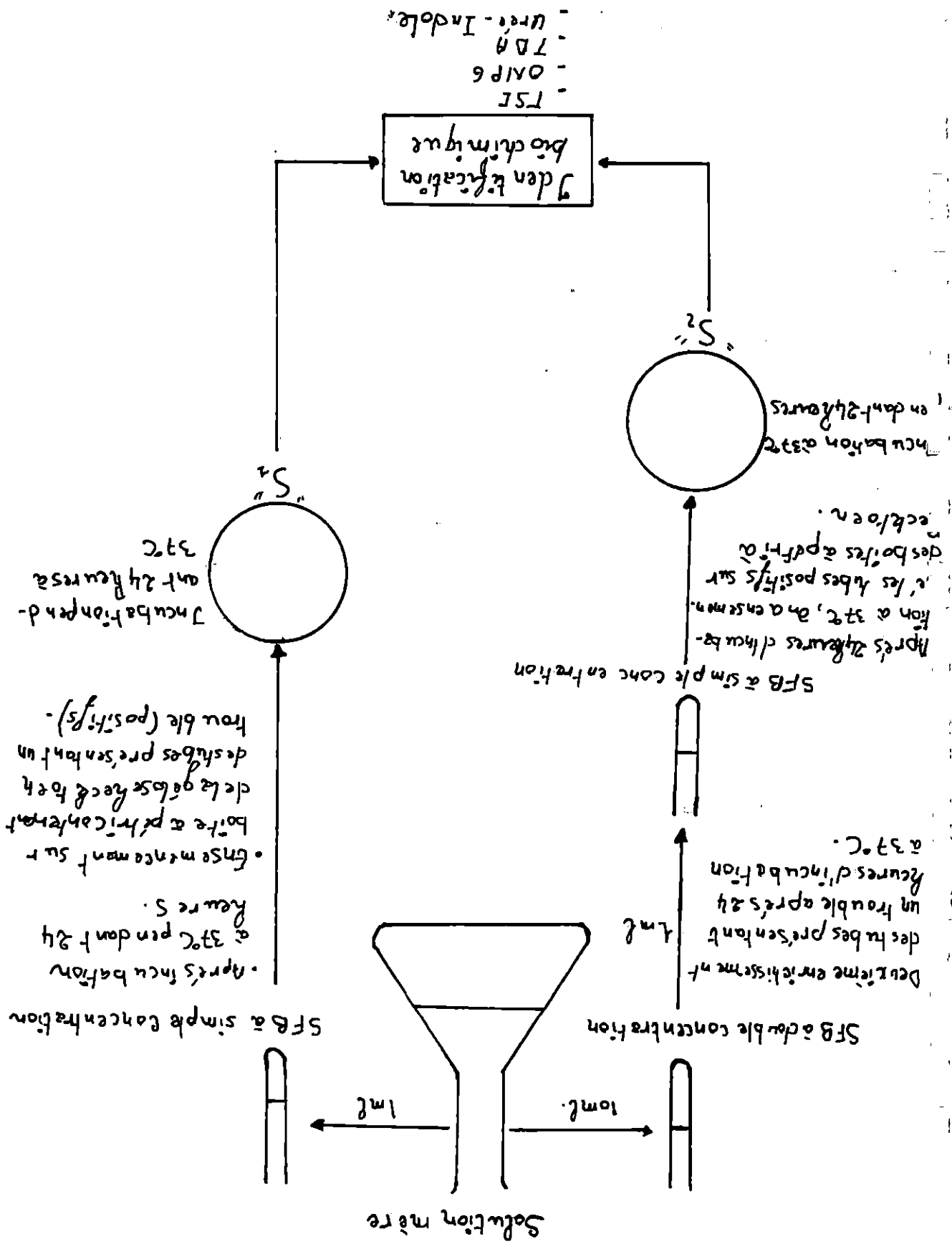
Prélever quelques gouttes de chaque tube positif et ensemerer le milieu EVA "Litisky"



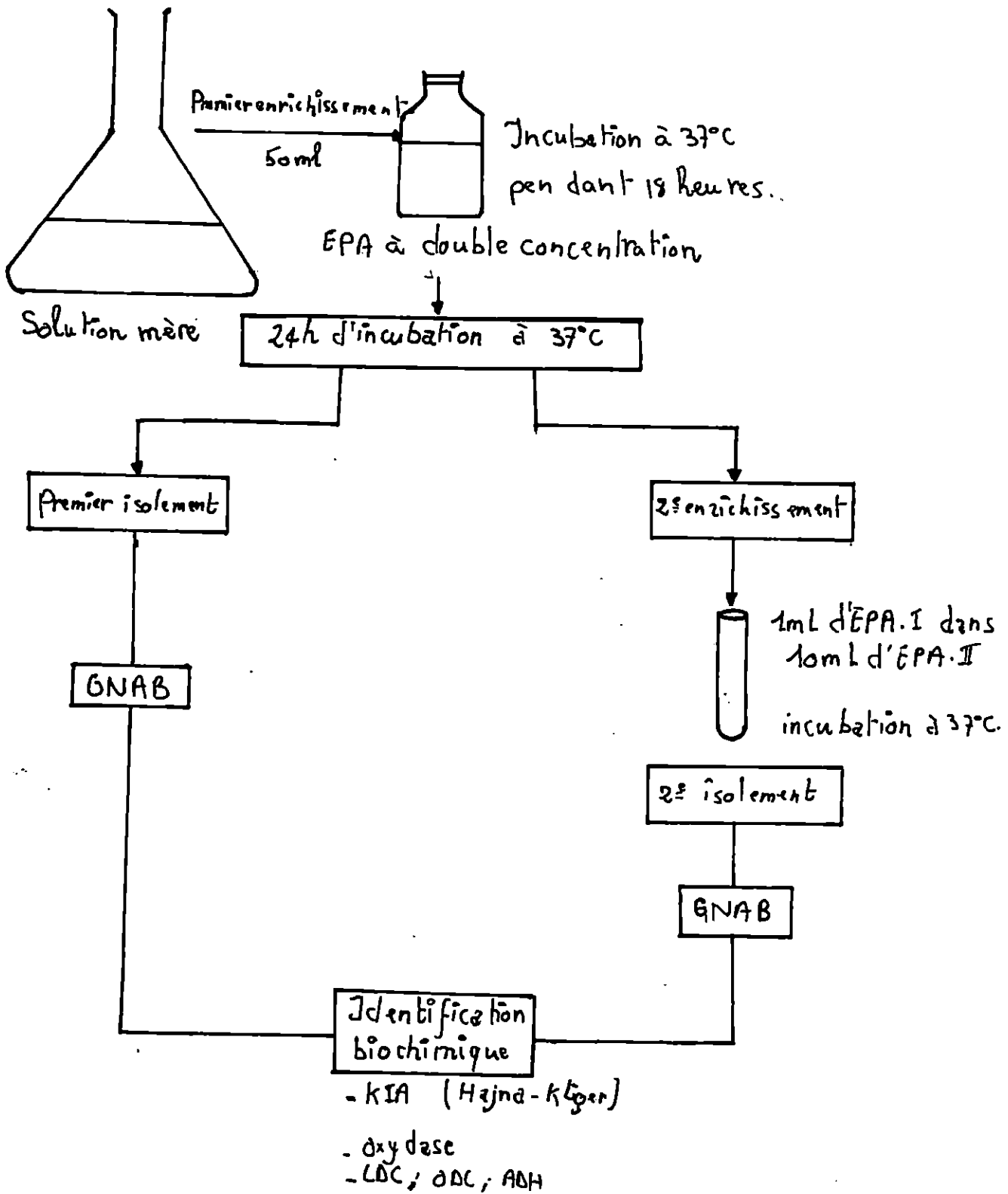
Après incubation à une température de 37°C pendant 24h

Apparition d'une pastille violette au fond du tube.

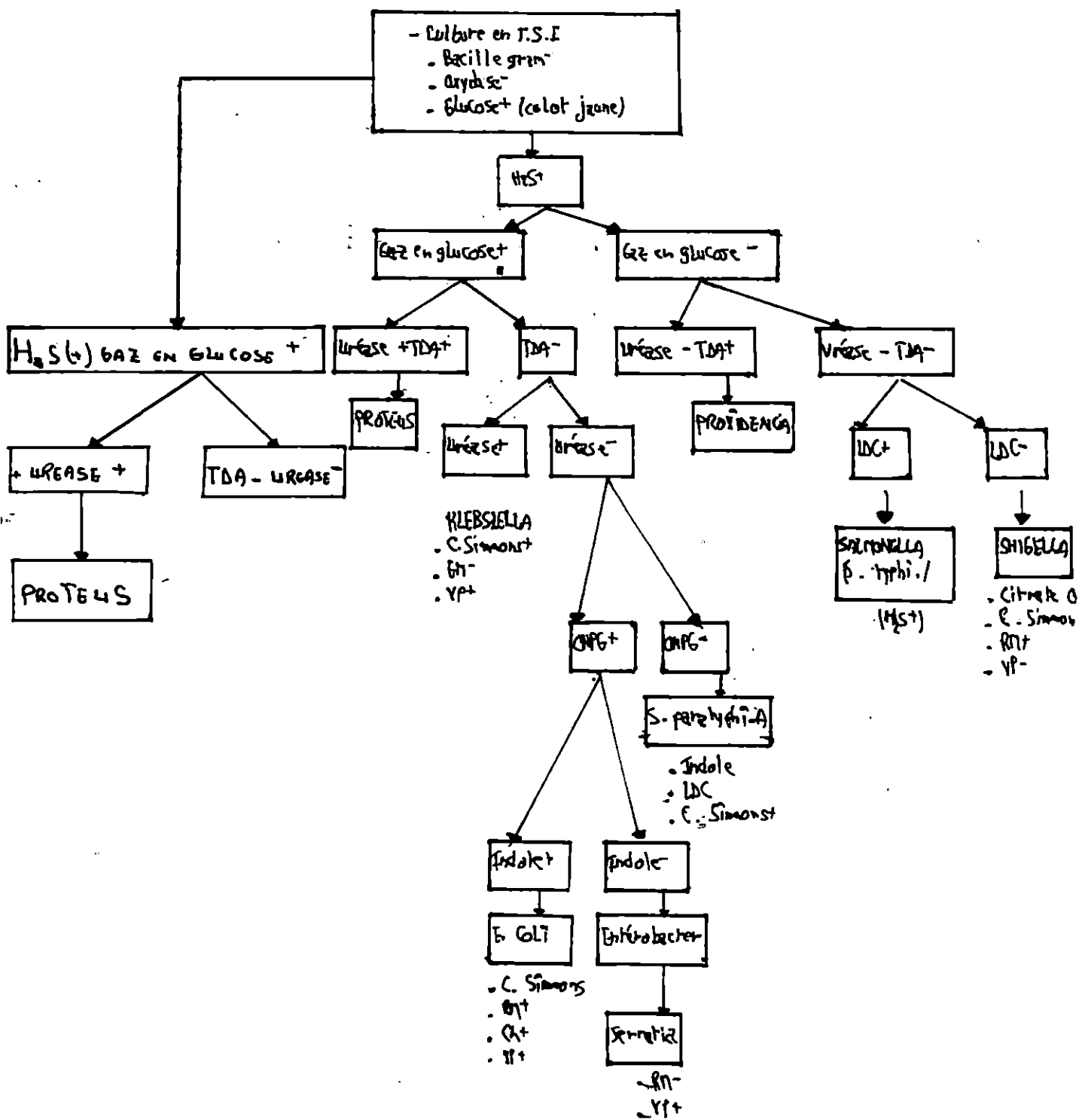
Technique de recherche des Salmonelles.



Technique de recherche des vibrions cholériques.



CLEF D'IDENTIFICATION DES ENTEROBACTERIES A L'AIDE DE QUELQUES CARACTERES BIOCHIMIQUES



Annexe n° 08 :

CARACTERES BIOCHIMIQUES DIFFERENTIELS OBTENUS A 37°C APRES 24 HEURES AU MAXIMUM.

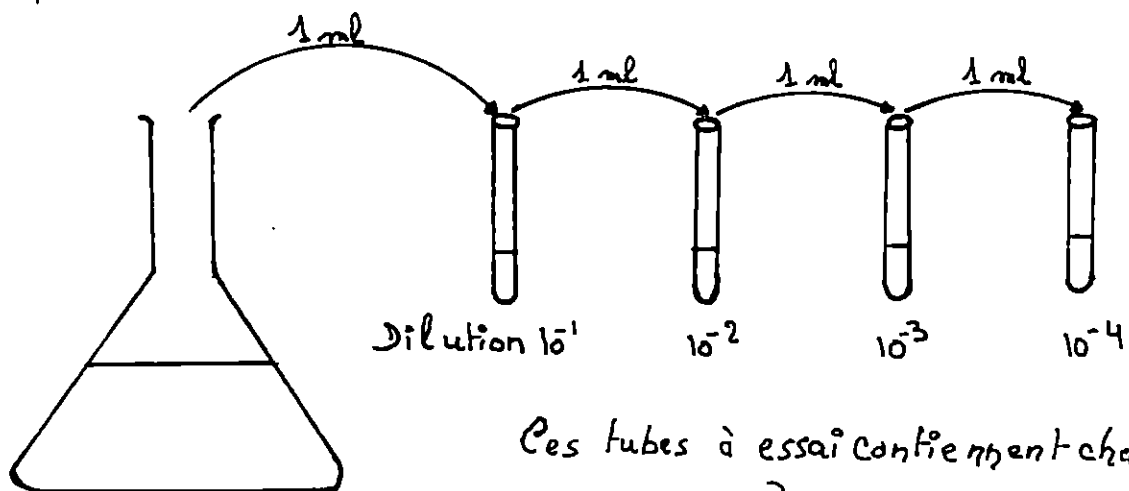
ENTEROBACTERIACEAE

	GNPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H2S	URE	TD4	IND	VP	GAZ	GEL	GLU	MAN	IND	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX	NTT	
<i>Escherichia coli</i>	+1	-	d	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Shigella</i>	d	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Escherichia tarda</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lysinella (Citrobacter diversus)</i>	+	+	d	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Citrobacter freundii</i>	+	+	d	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salmonella 56 I</i>	-	+	20	d	+	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salmonella 55 II (S. stanislaus)</i>	+	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Enterobacter aerogenus</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>E. cloacae</i>	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>E. hafniae</i>	+	-	+	+	d4	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>E. agglomerans (Erwinia)</i>	+	-	-	-	d	-	-	-	-	d4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Serratia liquefaciens</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Smaronescens</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Proteus vulgaris</i>	-	-	-	-	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. mirabilis</i>	-	-	-	-	d	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. morganii</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. rettgeri</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Providencia stuartii</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. alcalifaciens</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Yersinia enterocolitica</i>	±	-	-	±5	+	+	+	+	+	±5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Y. pseudotuberculosis</i>	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

+ Caractère en général positif
 - Caractère en général négatif
 ± Caractère le plus souvent positif
 d. Caractère définissant différents types biochimiques.

1. Les *E. coli* immobiles agglomérés (*Alcalascens-dispar*) sont ONPG- ou ONPG+.
2. *Salmonella paratyphi A* est LDC-, CIT-, H2S-.
3. *Klebsiella pneumoniae* biotype *Oxyfoca* est IND+.
4. *E. hafniae* est CIT+, VP+ après 24-48 heures d'incubation à 22°C.
5. *Y. enterocolitica* est ODC+, VP+ après 24-48 heures d'incubation à 22°C.

Réalisation Des Dilutions.



réceptient contenant
le mélange homogénéisé
(180 ml)

Ces tubes à essai contiennent chacun
9 ml d'eau physiologique stérile.