

# Caractérisation physico-chimique de la baie de M'diq en relation avec l'activité aquacole

Jaouad Lakhdar Idrissi<sup>1</sup>, Abdellatif Orbi<sup>1</sup>, Fatiha Zidane<sup>1</sup>,  
Karim Hilmi<sup>1</sup> & Farida Sarf<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut National de Recherche Halieutique (INRH)- 02, rue Tiznit, Casablanca (Maroc).

<sup>2</sup> Faculté des Sciences Aïn Chock- km 7, route d'El Jadida Casablanca (Maroc).

**Résumé.** Une étude physico-chimique et sédimentaire de la baie de M'diq a été réalisée en juin 1997 dans le but de connaître les processus qui régissent le fonctionnement de l'écosystème de la baie d'une part, et d'évaluer l'impact des apports terrigènes en provenance de deux oueds sur le site d'élevage de thon rouge d'autre part. Ce site d'élevage a subi en hiver 1997, sous l'effet de tempête brutale, une mortalité de la ressource aquacole dans l'ancien site d'élevage. Afin d'identifier un autre site plus propice à l'élevage de thon rouge dans cette baie, une étude comparative des différents paramètres de la qualité de l'eau et de la nature du fond a été entreprise au niveau de l'ancien et du nouveau site d'élevage. Les résultats obtenus ont montré que l'ancien site d'élevage se trouve dans une zone turbide caractérisée par des sables coquilliers et des eaux de fond moins oxygénées et riches en matières organiques d'origine anthropique. Le nouveau site d'élevage se trouve dans une zone abritée et le fond sédimentaire présente un faciès vaseux sableux qui est généralement représentatif des zones hydrodynamiquement plus stables.

**Mots clés:** Apports terrigènes, baie, physico-chimique, site d'élevage, tempête.

## Physical and Chemical characterization of the M'diq Bay in relation with the fisheries activity

**Abstract.** Physical, chemical and sedimentological study of Mdiq bay carried out in June 1997 in order to understand different processes of the functioning of the ecosystem, and to assess the influence of terrestrial input with fluvial origin on aquacultural area of blue fin tuna. This area was subject of heavy storm in winter 1997, causing mortality within the previous location of the aquacultural site. With the aim to identify another better site in the bay for blue fin tuna mariculture, a comparison study of different parameters : water quality and sediment nature was performed in both areas : the previous and the new place of mariculture. Results show that the old site is located in a turbid region featured by shelly sand deep water, less oxygenated and rich in organic water, anthropogenic origin. The new location of aquaculture is located in a sheltered zone and from a sedimentological point of view consists in clay sand composition which is representative of hydrodynamically stable zone.

**Key words:** terrestrial contributions, bay, physical, chemical, site of raising, storm.

## INTRODUCTION

La façade Méditerranéenne Marocaine est bordée par de nombreux sites qui constituent pour la plupart des zones de production aquacole. La baie de M'diq, faisant partie de ces sites, abrite depuis 1992 un projet d'élevage de géniteurs de thon rouge. Sous l'effet de conditions météorologiques particulières, ce site a subi en 1997 une augmentation brutale de la turbidité, ce qui a provoqué des mortalités importantes de thon rouge. Il s'est avéré donc impératif de changer ce site et d'identifier une zone plus propice à l'élevage de cette espèce dans la baie.

Etant donné que peu d'études de l'écosystème de la baie ont été réalisées jusqu'à présent (Jaaidi & al, 1993; Merzouk, 1993; Arid et al, 1996) et, dans le but de déterminer la cause principale de cette mortalité, une étude pluridisciplinaire regroupant les aspects sédimento-logique, physico-chimique et biologique de la baie a été réalisée en juin 1997.

Etant donné que notre travail consiste à expliquer la mortalité du thon rouge dans l'ancien site d'élevage "ASE" et de choisir, à la lumière des résultats obtenus, un nouveau site d'élevage "NSE", nous avons procédé à une étude de comparaison entre les deux sites "ASE" et "NSE". Les paramètres de comparaison ont porté essentiellement sur les résultats de température, de l'oxygène dissous, des matières en suspension, des nitrates, des phosphates et du sédiment.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude

La baie de M'diq est située dans la partie Nord-Ouest du Maroc Méditerranéen, entre Sebta au Nord (35°54' N, 5°17'10" W) et Cap Negron au Sud (35°40' N, 5°16'40" W) (Figure n°1). D'une longueur de 23 Km, la baie est limitée par la mer Méditerranéenne à l'Est et par la chaîne du Rif à l'Ouest.

Le climat de la région étudiée est de type méditerranéen. Il est caractérisé par une saison chaude et sec en été et une saison aux précipitations souvent brutales en hiver (El Gharbaoui, 1981). La température moyenne annuelle de l'air est de 18°C. La pluviométrie moyenne est de 800 à 1000 mm/an (Jaaidi et al, 1992).

La zone étudiée se présente comme un grand bassin versant, ce qui engendre pendant l'hiver un grand écoulement et des ruissellements des eaux de pluies au niveau de l'ancien site d'élevage (ASE).

Deux principaux Oueds dont l'Oued Smir et l'Oued Negron alimentent la baie en eaux douces. Ce dernier n'est principalement actif qu'en hiver. Les apports terrigènes, en provenance de ces deux oueds, sont importants et ont un impact direct sur la ressource aquacole dans l'ancien site d'élevage (ASE).

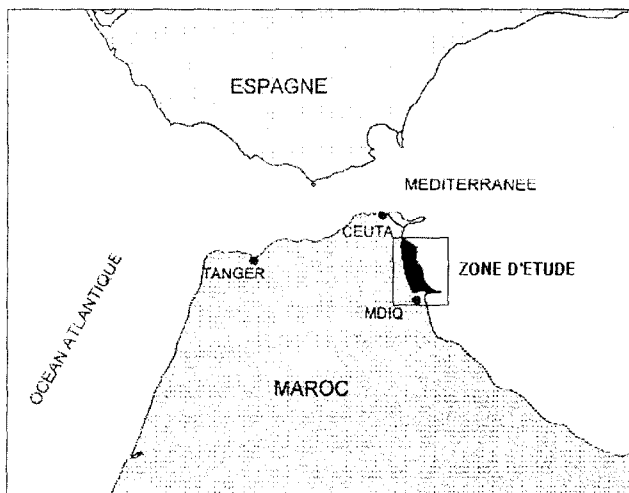


Figure n° 1 Situation géographique de la Baie de M'diq

**Paramètres physico-chimiques**

Un réseau de 43 stations a été réparti en dix (10) radiales perpendiculaires à la côte et a couvert la totalité de la baie de M'diq allant de l'isobathe 10 m à l'isobathe 70 m (Fig 2). Chaque radiale comporte 3 à 5 stations réparties de la côte vers le large. Les stations sont positionnées par un GPS de marque GARMIN et leur profondeur est prélevée à l'aide d'un sondeur de marque WTW.

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés directement sur le terrain en surface et au fond. La température et la salinité ont été mesurées in-situ à l'aide d'une sonde T/S de marque WTW. L'oxygène dissous a été déterminé au laboratoire par la méthode chimique de WINKLER (Aminot et Chaussepied, 1983).

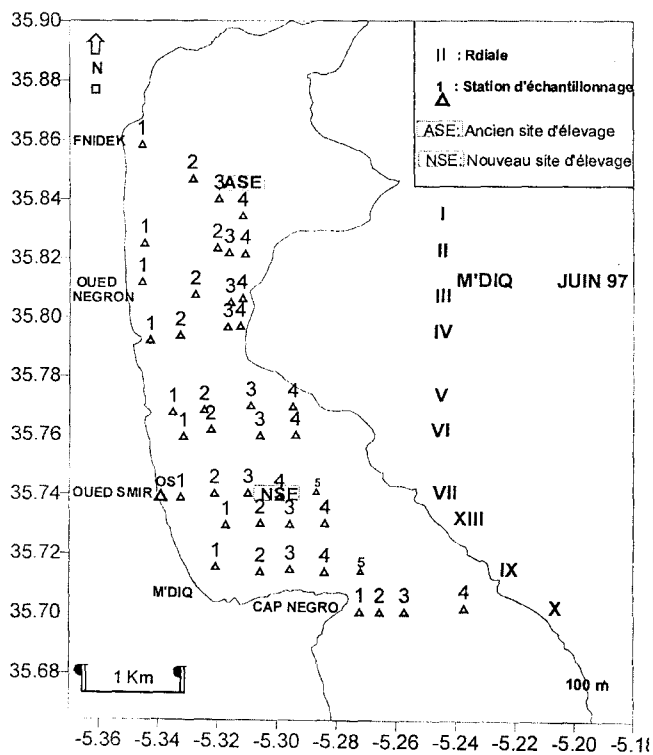


Figure n°2 : Emplacement des stations d'étude dans la baie de M'diq Juin 1997

Les échantillons d'eaux concernant les éléments nutritifs et les matières en suspension ont été effectués et analysés selon les méthodes suggérées par Aminot & Chaussepied (1983)

**Sédiments**

Les sédiments ont été prélevés en surface, dans les deux premiers centimètres, sur l'ensemble des stations hydrologiques, à l'aide d'une benne de marque chipart. Les méthodes de dosage utilisées dans cette étude sont également décrites dans le manuel des analyses chimiques en milieu marin (Aminot & Chaussepied, 1983).

**RESULTATS**

**Caractérisation physico-chimique**

**Température**

Durant la période d'étude (du 06 au 21 Juin 1997), la température de surface dans la baie fluctue entre 19,9°C et 21,2°C (Figure3 a). La distribution spatiale des températures montre la présence d'une masse d'eau chaude au nord (Radiales RI et RII) (entre 20,1°C et 21,1°C), une autre masse d'eau légèrement rafraîchie au centre (entre 20,1 °C et 20,5°C), puis une légère augmentation de la température des eaux au sud de la baie, de la côte vers le large (Radiales RIX et RX) où les températures passent de 20,4°C à 21,2°C. Les températures du fond varient entre 18,5°C et 20,8°C (Figure 3 a).

**Salinité**

La distribution spatiale de la salinité dans la baie montre une structure homogène.

La salinité mesurée montre que les eaux de la baie sont plutôt d'origine atlantique; les valeurs fluctuent entre 36 et 36,6 ‰ aussi bien en surface qu'au fond (Figure 3 b).

Cependant, un taux élevé de la salinité (de l'ordre de 37 ‰) a été observé au niveau de l'Oued Rio Smir (R VII). Ce qui signifie que le renouvellement des masses d'eaux dans cette zone se fait lentement; le phénomène d'évaporation explique bien cette élévation.

**Oxygène dissous**

Les résultats de dosage de l'oxygène dissous montrent que les eaux sont bien oxygénées, ce qui confirme l'absence de toute forme d'eutrophisation de la baie. Les valeurs sont comprises entre 6,2 mg/l et 8,7 mg/l pour les eaux de surface et entre 6,5 mg/l et 9,7 mg/l pour les eaux du fond (Figure 3 c).

Les masses d'eaux du fond, à température et à salinité plus basses, se trouvent donc plus oxygénées que celles situées en surface. La distribution des concentrations en surface montre que les fortes teneurs en oxygène se trouvent au nord de la baie (RI) et au sud au niveau de M'diq. Par contre, les faibles teneurs se situent au nord de l'Oued Negron (RIV) et au large de la Radiale RV.

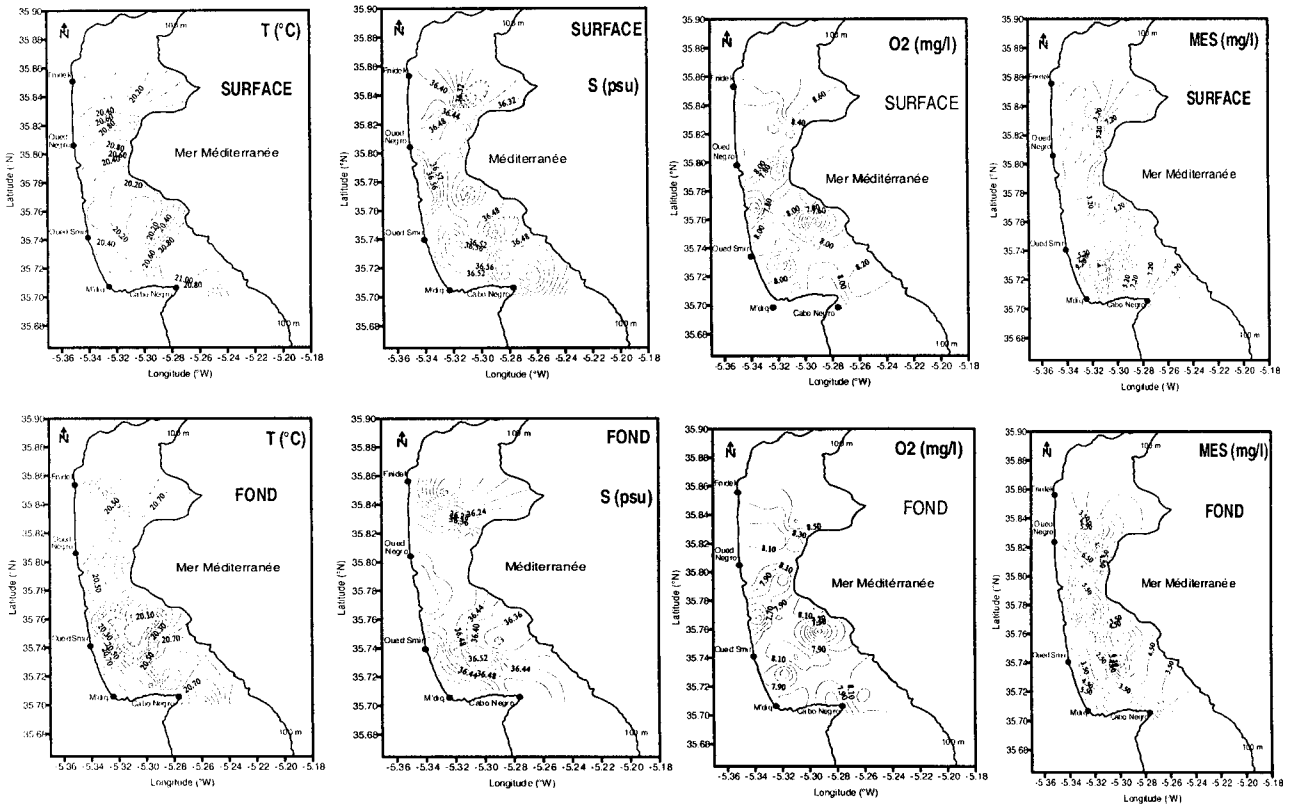


Figure n°3. Cartes de distribution de la température (a), la salinité (b), l'oxygène dissous (c) et la matière en suspension (d) dans la baie de M'diq Juin 1997

**Matières en suspension**

Les valeurs de la matière en suspension dans la baie varient d'une façon hétérogène: entre 2 mg/l et 14 mg/l (Figure 3d). Du Nord au Sud et de la côte vers le large, les eaux superficielles et profondes présentent une différenciation bien nette.

Les eaux superficielles des stations situées entre les isobathes 8 à 15m sont peu turbides (2 mg à 10 mg/l), à l'exception faite pour les radiales RVIII et RIX (RIX encadre la station du NSE) où le taux de matière en suspension est respectivement de 20 mg/l et 14 mg/l. Les deux cartes de distribution de la MES des eaux profondes et superficielles, permettent de déviser la baie en trois zones bien distinctes:

- La zone 1 regroupe les radiales RI, RII et RIII; le large de cette zone présente des eaux superficielles très turbides. Par contre, les eaux profondes sont très riches en MES au niveau de la côte.
- La zone 2, comprise entre les isobathes 19 m et 28 m, comporte les radiales RIV, RV et RVI où les eaux profondes de cette zone sont très riches en MES.
- La zone 3 comporte les radiales RVII, RVIII et RIX, comprise entre les isobathes 8m et 14m, les eaux superficielles sont très riches en MES (Figure 1d).

**Éléments nutritifs**

**Nitrates**

Les concentrations de nitrates dans la baie présente une amplitude de variation allant de 0,4 à 34,9 mg/l. Les fortes concentrations en nitrates sont enregistrées au niveau de l'Oued Negron (22,4 mg/l), au sud de cet Oued (13,3 mg/l)

et au niveau de l'Oued Smir (18,54 mg/l) (Figure 4a). A part ces points sensibles où les teneurs sont élevées, les eaux de la baie se caractérisent par une distribution superficielle comprise entre 0,2 et 4,3 mg/l. La structure du fond montre des gradients de concentrations plus importants surtout au Nord de la baie (RI et RIII). Les concentrations du fond sont généralement plus élevées que celle enregistrées en surface. Le maximum de concentrations est noté à la Radiale RIII (34,9 mg/l). Par contre, les faibles concentrations se retrouvent au Nord de Fnidek (35,86 N) et au Sud de M'diq (35,30N).

Nous remarquons de ce fait que les concentrations en nitrates, enregistrées dans la baie en cette période d'étude, restent relativement peu importantes par rapport à celles enregistrées en période hivernale dans la zone méditerranéenne (Martin et al., 1979). En effet, en période estivale, à faible oxygénation, les nitrates, en plus de leur utilisation pour la croissance du phytoplancton, constituent la source principale d'oxygène pour l'oxydation des matières organiques carbonatées.

**Phosphates**

Les fluctuations des teneurs en phosphates dans la baie sont bien marquées aussi bien en surface qu'au fond; les valeurs sont inférieures à 35,2 mg/l (Figure 4b). En se référant aux travaux de Tahri (1995) et à ceux effectués en mer Méditerranéenne, les teneurs des phosphates enregistrées au cours de cette étude sont faibles. Les gradients les plus importants sont observés à la Radiale RN au nord (31,7 mg/l), au niveau de la Radiale RN (35,2 mg/l) et à la station de l'Oued Smir (31,7 mg/l). A l'exception des stations côtières, sensiblement riches en phosphates, le reste de la

baie présente des concentrations faibles et une distribution relativement homogène. La distribution des phosphates au fond montre des teneurs plus importantes; ceci s'explique principalement par les

échanges qui s'effectuent au fond entre l'eau et le sédiment et, également, par la décomposition de la matière organique en provenance de l'ASE (Figure 4b).

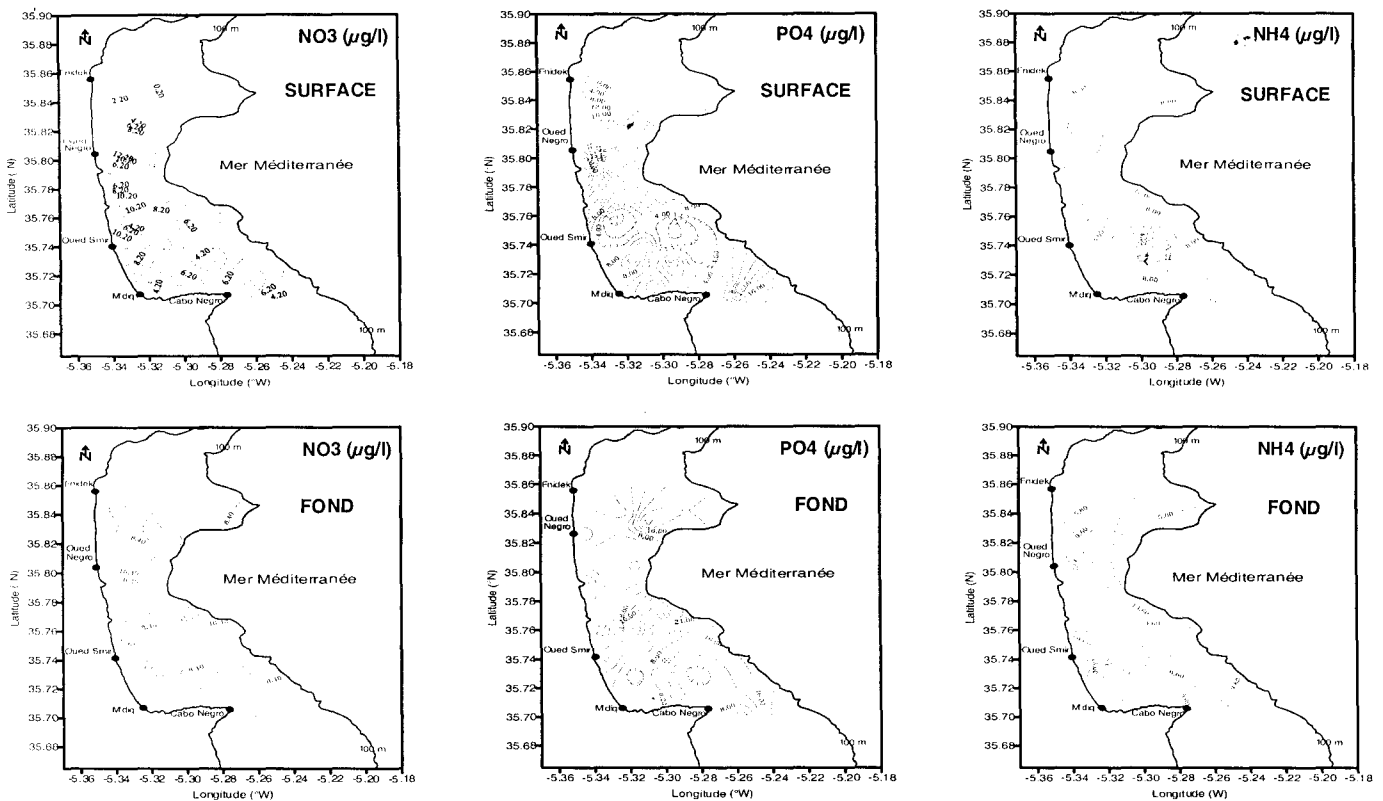


Figure 4. Cartes de distribution des nitrates (a), des phosphates (b) et d'ammoniums(c) dans la baie de M'diq juin 1997 que les coquilles caractérisent la zone nord, située entre 26 et 70 m.

**Ammonium**

La distribution de l'ammonium montre des concentrations variables le long de l'axe de la baie et de la côte vers le large (Figure 4c). Les concentrations en ammonium sont comprises entre 35 mg/l au fond et 44,8 mg/l en surface. Les concentrations les plus élevées sont relevées au niveau des stations côtières de l'Oued Negron (22,5 mg/l), de l'Oued Smir (35 mg/l) et un maximum est enregistré au niveau de la station no3 du nouveau site d'élevage (NSE) (82,8 mg/l). Celui-ci se trouve sous l'influence simultanée des charges des eaux de l'Oued Smir et des émissaires urbains issus de la ville de M'diq. Les taux d'ammonium enregistrés dans la baie en cette période d'étude montrent que les eaux sont exemptes de toute pollution ammoniacale.

Laporte & al. (1982) rapporte dans ses travaux de laboratoire qu'en milieu oxygéné, l'azote ammoniacal est donc vite oxydé par les bactéries nitrifiantes en azote nitreux puis nitrique.

**Les sédiments**

Les sédiments du substrat de cette frange littorale récoltés et analysés présentent une nature variable en fonction de la profondeur (Figure n°5). Les sables occupent la bordure littorale jusqu'à la profondeur 26 m. La fraction fine (vase) dans cette zone est très faible. Les sables coquilliers ainsi

Les roches repérées dans la baie occupent les zones en face de Kabila et de Cap Negron à une profondeur comprise entre 24 et 54 m (Figure n°5).

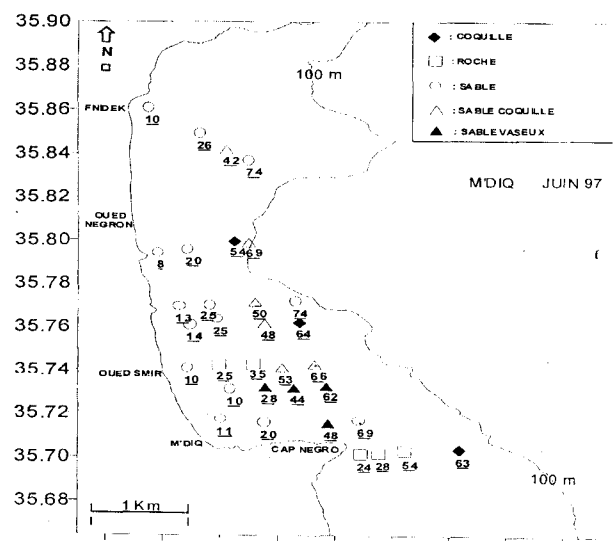


Figure n°5: Nature du fond et profondeurs (m) d'échantillonnage Juin 1997

Les sables vaseux et les vases sableuses apparaissent au sud de la baie entre Kabila et Cap Negron. On remarque que la zone de dépôt de la fraction fine se trouve au Sud-Est de l'Oued Smir, au niveau de Kabila. L'étude sédimentaire réalisée en 1997 dans la baie a permis de localiser des zones hydrodynamiques différentes

Les zones rocheuses, où la forte dynamique du milieu ne laisse déposer aucune fraction meuble, sont situées en face de Kabila et de Cap Negron ;

Les zones à grandes turbulences des courants périodiques sont caractérisées par un faciès de sables coquillers et apparaissent surtout en profondeur entre Kabila et Restinga La zone calme est celle qui montre un faciès de sable vaseux et surtout de vases sableuses

**Etude comparative des paramètres étudiés au niveau des deux Radiales I (ASE) et VIII (NSE).**

L'étude comparative des différents paramètres étudiés au niveau des deux radiales I et VIII qui concernent respectivement l'ancien site d'élevage (ASE) et le nouveau site d'élevage (NSE) a montré que:

- La zone située au niveau de la radiale 1 (ASE), présente des températures plus froides et des gradients thermiques surface-fond plus importants (écart maximal=0,8 CC) que ceux observés au niveau de la radiale VIII (NSE) où l'écart de température ne dépasse pas 0,3°C (Figure 6a).
- Les eaux du fond de la radiale 1, sont plus chaudes que celles de la surface. Cette situation se trouve généralement inversée au niveau de la radiale VIII. Les mêmes remarques ont été faites pour la salinité.

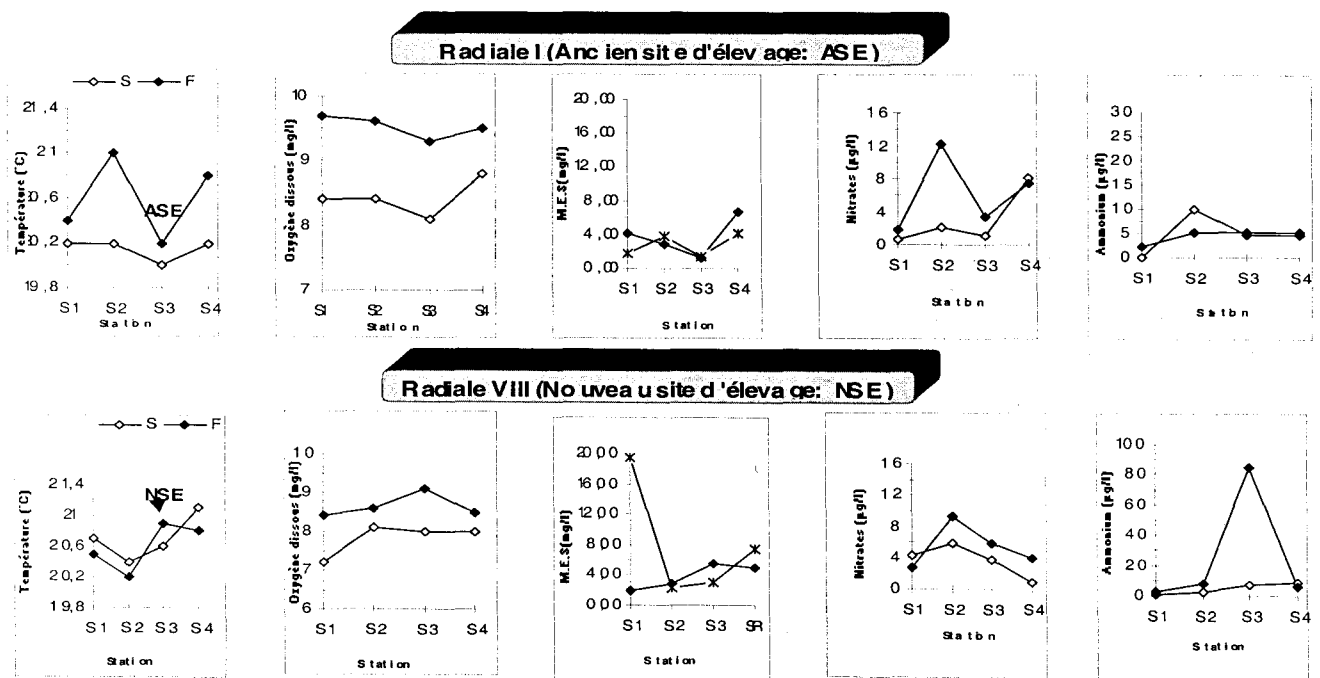


Figure 6 : Variation des paramètres de la qualité de l'eau au niveau des deux radiales I (ASE) et VIII (NSE) (Juin 1997)

- La teneur en oxygène dissous au niveau de la radiale 1 révèle un écart très important entre la surface et le fond qu'est de l'ordre de 1,2 mg/l. Par contre, la teneur enregistrée au niveau de la radiale VIII est relativement constante. Les valeurs fluctuent entre 7,2 mg/l et 8,1 mg/l en surface et entre 8 mg/l et 8,6 mg/l au fond (Figure 3b).

- La matière en suspension dans l'ASE présente des eaux superficielles turbides et assez riches en MES (2 mg/l). Par contre, au niveau du NSE, ce sont les eaux profondes qui présentent un taux élevé en MES (6 mg/l) (Figure 6c). Les deux Oueds Smir et Negron, encadrent une zone calme.

Les apports d'eaux continentales sont faibles pour l'Oued Smir et absents pour l'Oued Negron pour cette période d'étude.

La zone prévue pour l'installation du NSE est calme et les apports continentaux sont négligeables.

- La distribution des nitrates au niveau de la radiale 1 montre que la station 2 située à l'isobathe 26-28 m, est la station la plus riche en nitrates (13 mg/l) (Figure 6d). En général, la radiale VIII est la plus riche en nitrates; cette richesse peut être expliquée par une alimentation de la zone par l'arrivée massive des eaux de l'Oued Smir riches en matières organiques.

- Pour l'ammonium, les concentrations varient entre 0,2 et 10,1 mg/l pour la radiale 1 et entre 0,8 et 82,8 mg/l pour la radiale VIII; la station 3 de la radiale VIII présente la valeur la plus élevée et l'écart le plus important entre la surface et le fond qui atteint 70 mg/l (Figure 6e).

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'évolution des paramètres physico-chimiques révèle que l'écosystème de la baie de M'diq est sous l'influence de processus d'ordres naturel et anthropique.

L'étude comparative effectuée au niveau des deux sites d'élevage (ASE et NSE) montre que ces sites présentent des caractéristiques physico-chimiques différentes. Les principaux résultats dégagés, à partir de cette étude réalisée durant l'été 1997, montrent que l'ancien site d'élevage "ASE" se trouve dans une zone instable. Les eaux sont généralement froides et présentent des écarts thermiques et halins surface-fond importants; les eaux du fond plus chaudes que celles observées en surface confirment le fait que ce site se trouve dans une zone soumise à l'influence des eaux atlantiques.

Les résultats des paramètres de la qualité de l'eau montrent que les eaux du fond sont moins oxygénées, riches en nitrates d'origine anthropique (activité aquacole) et présentent des concentrations moyennes en ammoniums et en phosphates. D'après Nisbet (1970), une concentration en nitrate supérieure à 12 mg/l implique certainement l'influence d'une activité aquacole. C'est le cas de la zone située à proximité du site d'élevage (ASE) où l'accumulation de la matière organique au fond et des déchets des exploitations aquacoles (matières fécales) permet l'enrichissement de la zone en nitrates. Le déficit d'oxygène est du probablement au processus de minéralisation de la matière organique au fond. De même, la zone présente des eaux de surface riche en chlorophylle "a" et en MES (Orbi & *al.*, 1997).

Ces résultats combinés à la nature du fond, caractérisée par des sables coquilliers, témoignent d'une zone turbide, due au brassage des eaux par l'action des vents. El Sabh, cité par Orbi *et al.* (1997), rapporte dans ses travaux que le déferlement des ondes internes "Breaking of Internal Waves" seraient également un facteur de la majeure partie de la turbidité dans un écosystème côtier.

Le nouveau site d'élevage "NSE" se situe dans une zone calme. Les eaux, relativement plus chaudes, présentent des concentrations importantes en nitrates, en phosphates et particulièrement un taux élevé en ammonium. Il apparaît donc que la qualité de l'eau au niveau de cette zone se trouve sous l'influence combinée de rapports terrigènes de l'Oued Smir et les décharges de l'effluent de la ville de M'diq.

Contrairement aux résultats de l'ASE, ce sont les eaux profondes qui présentent un taux élevé de matière en suspension. De plus, le fond sédimentaire présente un faciès vaseux sableux qui est généralement représentatif des zones Hydrodynamiquement plus stables (Orbi & *al.*, 1995).

Il apparaît donc que l'agitation qui a provoqué la mortalité des géniteurs de Thon Rouge peut être reliée aux décharges en provenance du continent par l'Oued Negron. La position de l'ancien site, situé au Nord par rapport à l'Oued Negron, laisse supposer que les décharges de l'Oued ne peuvent influencer le site d'élevage que si les courants de houles (N-E) combinés aux tempêtes particulières, dominant sur les courants de marée qui sont de direction Sud Sud-Est. Durant cette période, les panaches d'eaux douces influenceraient également cette circulation locale.

## Références

- Aminot, A., & Chaussepied, M. (1983). -Manuel des analyses chimiques en milieu marin. C.N.E.X.O., Brest. 395 p.
- Arid, H., Ibrahimi, Ouabi, M., & Ibrahimi, M. (1996). - Complémentarité des données satellitaires avec les données Radarsat pour l'étude des phénomènes Hydro sédimentaire le long du littoral de Tétouan.. Globesar Campendium Régional (Maroc, Tunisie, Jordanie), Février 1996, 20-50.
- El Gharbaoui, A. (1981). -la terre et l'Homme dans la péninsule triangulaire, étude sur l'Homme et le milieu naturel dans le Rif occidental. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 15, 2-20.
- Jmidi, B., Ahmamou, M., & Zougary, R. (1993). -Impact des aménagements Aménagement littoral et évolution des côtes. *Com. nat. de géog du Maroc.*, Rabat, 21-33.
- Laporté, J., Derouville, M., Rodier, J., & Rodi, I. (1982). - Approche expérimentale de la capacité d'acceptation du milieu marin pour la charge biodégradable des eaux usées urbaines. *T.S.M- l'EAU*.1, 43-52
- Martin, J-M & Meybeck, M. (1979). -Elemental mass-balance of material carried by world major rivers. *Marine chem. Amsterdam*, 7, 173-206.
- Merzouk, A. (1993). -littoral Nord du Maroc: Données sédimentologistes. Edition INOC Izmir. Turquie, 271-276.
- Orbi, A., Lakhdar Idrissi, J., Himl, K., et Sarf, F. (1997). -Etude Hydrodynamique (courantologique) dans la baie de M'diq. *Trav. INRH*. 104, 83p.
- Orbi, A., Dafir J-E & Breeaho, A. (1995). -Etude pluridisciplinaire de la baie de Dakhla. *Trav et Doc. INRH*, 86, 110p.
- Tahri, J-I. (1995). -Etude de surveillance du phytoplancton toxique sur la Méditerranée Marocaine dans la région de Tetouan (Restinga - Kâa Sras). Thèse. IAV. Rabat, 104p.