

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdel Hamid Ibn Badis de Mostaganem



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Magister

En : Biologie

Option: Ecosystèmes Côtiers Marins et Réponses aux Stress

Thème:

Modélisation statistique de la pêche de Mostaganem et des flux de nutriments (N, P, Si) de l'Oued Chélif pour la mise en œuvre d'une gestion Ecosystémique de la Côte Ouest Algérienne (Mostaganem).

Présenté par :
Mlle KIES Fatima

Soutenu à Mostaganem le / /2012

Devant le jury composé de :

Président :	Pr. N. BENDERDOUCHE	Université de Mostaganem (Algérie)
Encadreur :	Dr. K. MEZALI	Université de Mostaganem (Algérie)
Examineurs:	Pr. M. HALBOUCHE Pr. M. BOULAHIDID	Université de Mostaganem (Algérie) Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (Algérie)
	Dr. D. SOUALILI-MEZALI	Université de Mostaganem (Algérie)
Invité :	Dr H. RYBARCZYK	Université de Pierre et Marie Curie, Paris VI (France)

Année Universitaire 2011-2012

" La sagesse de la terre est une complicité totale entre l'homme et son environnement"

« Les autres et les miens, Pierre Jakez-Hélias »

Résumé

Notre étude est basée sur l'analyse des données physico-chimiques, hydro-biologique et de la pêche maritime de la région de Mostaganem, qui a permis de mener une étude comparative à grande échelle sur une période de deux années (2009 et 2010), de manière à caractériser les écosystèmes où opèrent les apports d'Oued Chéouiff en nutriments (N, P, Si) et de polluants provenant de l'environnement urbain, agricole et industriel. Notre suivi a révélé la présence de substances azotées, phosphorées et soufrées et une concentration importante en matière en suspension au niveau de l'oued Chéouiff.

La biodiversité des organismes phytoplanctoniques a été discutée et comparée entre les deux milieux « Oued Chéouiff et la Baie de Mostaganem ». Par ailleurs, l'état de l'abondance des ressources halieutiques des pêcheries de Mostaganem a été analysé et discuté en quantifiant la production halieutique en relation avec la disponibilité des nutriments (base de la chaîne alimentaire) et des organismes phytoplanctoniques autotrophes en tenant en compte de la présence ou de l'absence de la connectivité « Oued Chéouiff - Baie de Mostaganem ». A l'issue du jeu de données physico-chimiques, hydro-biologiques et de pêche, et par analyse multi-variée en utilisant le logiciel statistique "R libre". Ainsi, nous avons mis en évidence des contrastes spatiaux importants entre les trois secteurs de la région de Mostaganem [le secteur ouest (W), le secteur centre (C) et le secteur Est (E)]. Nos résultats révèlent une surexploitation des espèces marines démersales et généralement, une domination des captures des petits pélagiques.

Mots clés: Ecosystème côtier marin, Pêche durable, nutriments (N, P, Si), phytoplancton, Oued Chéouiff, Baie de Mostaganem, distribution spatiale, modélisation statistique.

Abstract

Our study is based on physicochemical, hydrobiologic and fisheries datas, for a comparative analysis to large scales over two years period (2009 and 2010), in order to characterize the complex ecosystems where Oued Cheliff estuary discharge its nutrients (N, P, Si) and pollutants coming from the urban, agricultural and industrial environments.

Our survey revealed the presence of nitrogenized, phosphorated and sulphur substances and an important concentration of suspended matter at the Cheliff River. The biodiversity of the phytoplankton organisms was discussed and compared between the two medium “Cheliff River and the Bay of Mostaganem” and the state of the abundance of the fishing resources of the Mostaganem fisheries were analyzed and discussed by quantifying fish production in relation to the availability of nutrients (which form the basis of the food web) and the phytoplankton autotrophic organisms while taking in account on the presence or of the absence of connectivity “between the Cheliff River and the Bay of Mostaganem”.

The physicochemical, hydrobiological and fishing data's were analyzed using multivariate statistics using the statistical software "R".

Our results and the obtained model highlighted important space contrasts between the three sectors of the Mostaganem area [the western sector (W), the Central sector (C) and the Eastern sector (E)]. The survey reveals an overexploitation of the marine benthic species and generally, a domination of small pelagic captures.

Key words: Coastal marine ecosystem, *Sustainable Fisheries* , Nutrients (N, P, Si), Phytoplankton, Cheliff River, Bay of Mostaganem, Spatial distribution, Statistical modeling.

ملخص

تستند دراستنا على نتائج التحاليل الكيميائية، الفيزيائية، البيولوجية و الصيد البحري، والتي سمحت بإجراء تحليل مقارنة على نطاق واسع على مدى فترة سنتين (2009 و 2010)، وذلك لتمييز الأنظمة الإيكولوجية و المتعلقة بتدفقات واد شلف، الحاملة للأملاح المعدنية (N, P, Si) والملوثات البيئية من المناطق الحضرية، الزراعية والصناعية .

تم من خلال هذه الدراسة، الكشف عن وجود مركبات النيتروجين والفوسفور والكبريت بتركيز كبير إلى جانب العوالق في وادي الشلف. وجرى تحليل و مناقشة التنوع البيولوجي من العوالق النباتية مقارنة بين مختلف الوسطين " وادي الشلف و خليج مستغانم".

تحليل ومناقشة حالة وفرة المخزونات السمكية على مستوى مصايد الأسماك في مستغانم، جرى وفقا للإنتاج السمكي الكمي و علاقته مع توافر المواد الغذائية (قاعدة السلسلة الغذائية)، والعوالق النباتية ذاتية التغذية، مع الأخذ بعين الاعتبار وجود أو عدم وجود اتصال "الواد - خليج مستغانم".

من خلال دراستنا لنتائج التحاليل الكيميائية، الفيزيائية، البيولوجية ومصائد الأسماك ، بتحليل المتغيرات المتعددة باستخدام البرنامج الإحصائي " R "، وكشفت لنا وجود تباين مكاني كبير بين القطاعات الثلاث في منطقة مستغانم : الغربي (W)، قطاع المركز (C) والشرقي (E).

عموما، نتائجا كشفت عن الاستغلال المفرط لأنواع البحرية من مصايد أسماك القاع، مع هيمنة من مصايد أسماك السطح الصغيرة.

كلمات البحث: النظم البيئية الساحلية، مصايد الأسماك المستدامة، والمغذيات (N, P, Si)، العوالق النباتية، وادي الشلف، خليج مستغانم، التوزيع المكاني، والنمذجة الإحصائية.

Liste des abréviations

Stations de prélèvement en eau de mer

E: Est de l'embouchure de Chélif (Sokhra plage) (codif.: E)

W: Ouest de l'embouchure de Cheliff (Sonactère plage) (codif.: W)

Emb: Embouchure de Cheliff (codif.: Emb)

Stations de prélèvement eau d'oued Cheliff

S: Sour (codif.: S)

S.B: Sidi Belatar (codif.: SB)

Zones de captures des espèces commercialisables selon la carte établie en 2004 par le navire océanographique VISCONDE DI EZA:

W: Ouest de la côte de Mostaganem;

C: Centre de la côte de Mostaganem;

E: Est de la côte de Mostaganem.

Directions

W.N.W: Ouest Nord-Ouest

N.N.E: Nord Nord-Est

Eléments analysés

NO₃⁻: Nitrates (codif.: NO3)

NO₂⁻: Nitrites (codif.: NO2)

NH₄⁺: Ammonium (codif.: NH4)

PO₄⁻³: Ortho-phosphates (codif.: PO4)

SiO₂: Ortho-silicates (codif.: SIO2)

MES: Matière En Suspension (codif.: MES)

Turb.: turbidité (codif.: TURB)

OD : Oxygène dissous (codif.: OD)

T: Température (codif.: T)

pH: potentiel d'hydrogène (codif.: PH)

DBO₅: Demande biologique en oxygène en 5jours (codif.: DBO5)

Chloa.: Chlorophylle a (codif.: Chloa)

Unités de mesures

μ.mol/l: micromole par litre

mg/l: milligramme par litre

m: mètre

cm: centimètre

ha: hectare

ml: millilitre

CV: Cheveaux

Unités de mesure en navigation marine

° : Degré

` : Minute

`` : Seconde

Termes généraux

Inf.: inférieur à

Sup.: supérieur à

Lat.: latitude

long.: longitude

ACP : Analyses en Composantes Principales

AFC : Analyses Factorielles des Correspondances

Codifications utilisées en analyses physico-chimiques

Statemp: c'est mot qui regroupe trois autre mots (stat : station, temp : an et mois) ex₁ :

WJv09 (Ouest, janvier, 2009) ex₂ : SSp10 (Sour, Septembre, 2010)

Connex: connectivité oued-mer (codif.: Connex)

Administrations

DEM : Direction de l'environnement de Mostaganem

DPRH : Direction de pêche et des ressources halieutiques de Mostaganem

ANRH : Agence nationale des ressources hydrauliques.

LISTE DES FIGURES

Liste des Figures

Figure	Page
Figure 01: Quelques espèces de poissons de fond de nature rocheux et sablonneux (Espèces Démersales) (www.marseille-sympa.com).	13
Figure 02: Quelques espèces de poissons d'entre deux eaux (Espèces Benthiques) (www.marseille-sympa.com).	13
Figure 03: Quelques espèces de poissons de surface (Espèces pélagiques) (www.marseille-sympa.com).	14
Figure 04: Relation entre les composants de l'environnement et la biocénose aquatique (Kenkelin <i>et al.</i> , 1985).	20
Figure 05: Carte de situation de la wilaya de Mostaganem (Logiciel MaxSea).	23
Figure 06: Carte des températures moyennes (16-17° C en périodes printanières) de la surface de l'eau de mer de la wilaya de Mostaganem (Logiciel MaxSea).	25
Figure 07: Esquisse morphologique du secteur Oran- Ghazaouet (<i>in Grimes et al.</i> , 2003).	26
Figure 08: Circulation de l'eau de mer d'origine atlantique (en flèches rouges) (<i>in Grimes et al.</i> , 2003).	28
Figure 09: Carte de situation de la zone côtière de la wilaya de Mostaganem (DEM, 2011).	30
Figure 10: (à droite) Géomorphologie et stratification relative au séisme d'El Asnam à côté d'Oued Chélif (d'après Douglas, 2001), (à gauche) Oued Chélif amont (A) et aval (B) (photos prises en 2011, présent travail).	31
Figure 11: Rapport des deux Débarquements (D. pélagiques et D. démersaux) pendant dix ans (Données obtenus de la DPRH de Mostaganem, présent travail).	33
Figure 12: Carte des captures des poissons marins (Etablie par le Navire Océanographique VIZCONDE_DI_EZA_ 2004).	35
Figure 13: Carte de l'estuaire de Chélif (wilaya de Mostaganem) (Etablie par le Navire Océanographique VIZCONDE_DI_EZA_ 2004).	36

Figure 14:	Les Points (S, SB, Emb, E, et W) de prélèvements de la phase liquide pour les analyses physico-chimiques et hydro-biologiques (Présent travail).	43
Figure 15:	Carte de situation géographique des stations d'études (points rouge) dans l'estuaire de Chélif (photos à gauche, google earth et présent travail) et la baie de Mostaganem (Mezali, 2007).	44
Figure 16:	Méthode d'analyse de la chlorophylle (a) réalisé au laboratoire ANRH (Oran). A. centrifugeuse; B. appareil de filtration; C. spectrophotomètre.	48
Figure 17:	Détermination des espèces phytoplanctonique à l'aide d'un microscope inversé au Gr. X 400 à gauche et au Gr. X 320 à droite, (présent travail réalisé à l'ANRH, Oran).	49
Figure 18:	Evolution de la flottille (A: Ch. Chalutiers, Sar. Sardiniers et P.M. Petits Métiers), du Collectif Marin (B: CM. Collectif Marin) et de la Production par espèces (C: PS. Pièces, Cru: Crustacées, P. Bla: Poissons Blancs et P. Ble: Poissons Bleus sur 10 ans (Présent travail).	50
Figure 19:	Le Port de pêche et de commerce de la wilaya de Mostaganem (Photos prises en avril 2011). A: Vue générale du port; B: chalut de pêche sur quai; C: Ramandage des chaluts de pêches par les marins pêcheurs.	51
Figure 20:	Le Port de pêche et de plaisance de Sidi Lakhdar (Petit port) (DPRH, 2011). A: vue générale montrant deux sardiniers; B: bateaux de pêches sur quai (photos prises en mai 2011).	52
Figure 21:	Les flottilles du port de Mostaganem (A, photo prise en mai 2011) et les navires de pêche du port de Sidi Lakhdar (B, photo prise en juillet 2011). L'analyse faite sur l'état de la flottille de pêche confirmée par une enquête sur terrain nous donne les résultats suivants (Tab. 09).	52
Figure 22:	Le collectif marin au port de Sidi Lakhdar (photos prises en juillet 2011).	54
Figure 23:	Sortie en Mer (Côté Est de Mostaganem) avec le Sardinier Rais-Hocine, depuis le port de Sidi Lakhdar jusqu'au port de Ténès. A: Filage; B: Virage; C: débarquements du sardinier (Photos prises en juillet 2011).	55
Figure 24:	Carte de localisation des zones traditionnelles des activités de pêches des principales espèces commerciales (Modifiée, 2012)	59

Figure 25:	Organigramme réalisé à partir du tableau source le plus complexe (des deux sites Oued-Mer pendant les deux années 2009-2010). Les périodes de connectivités et les périodes de non connectivités pendant les mêmes périodes (2009-2010) et même sites (Oued-Mer).	67
Figure 26:	Variations mensuelles des températures de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	73
Figure 27:	Variations mensuelles du pH de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	73
Figure 28:	Variations mensuelles des nitrates de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	74
Figure 29:	Variations mensuelles des nitrites de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	75
Figure 30:	Variations mensuelles d'ammonium de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	76
Figure 31:	Variations mensuelles des phosphates de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	77
Figure 32:	Variations mensuelles des silicates (SiO_2) de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	78
Figure 33:	Variations mensuelles des matières en suspension de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	79
Figure 34:	Variations mensuelles de demande biologique en oxygène de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.	80

Figure 35:	Variabilité des paramètres physico-chimiques pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem (voir liste des abréviations pour les paramètres de l'abscisse).	81
Figure 36:	Variabilité des paramètres physico-chimiques pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem (pendant les périodes de connectivités) (voir liste des abréviations) pour les paramètres de l'abscisse).	81
Figure 37:	Variabilité des paramètres physico-chimiques pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem (pendant les périodes de non connectivités) (voir liste des abréviations pour les paramètres de l'abscisse).	81
Figure 38:	Variabilité de la chlorophylle (a) pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem.	82
Figure 39:	Variabilité des concentrations en sels nutritifs des eaux de surface et de la chlorophylle (a) pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem en périodes de connectivités Oued-Mer.	83
Figure 40:	L'abondance relative des phylums algaux durant la période d'étude dans les deux stations étudiées (2009-2010).	86
Figure 41:	Abondance des poissons et crustacées retrouvés dans la baie de Mostaganem et dans l'Oued Chélif pendant les deux années d'étude 2009 et 2010.	88
Figure 42:	Histogramme des captures marines par secteurs de pêche (W : Ouest, C: Centre et E : Est) dans la région de Mostaganem (profondeurs de 50m).	90
Figure 43:	Histogramme des captures marines par secteurs de pêche (W : Ouest, C: Centre et E : Est) dans la région de Mostaganem (profondeurs de 100m)	91
Figure 44:	Tonnages des captures par zones de pêche de la wilaya de Mostaganem, Ouest (W), Centre (C), et Est (E) par profondeurs (50m et 100m) durant 2009 et 2010 pour Toutes espèces confondues.	93
Figure 45:	Tonnages des captures de poissons par région de Mostaganem [par secteur (W, E, C)] et par profondeurs.	94

Figure 46:	Les Débarquements Pélagiques, Débarquements Démersaux et le rapport entre les deux durant les deux années d'études 2009 et 2010 dans la pecherie de Mostaganem (les différents secteurs sont pris en considération a des profondeurs de 50m et de 100m).	94
Figure 47:	ACP montrant la relation entre les paramètres physicochimiques en période de « Connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2009.	96
Figure 48:	ACP montrant la relation entre les paramètres physicochimiques en période de « Connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2010.	96
Figure 49:	ACP montrant la relation entre les paramètres physicochimiques en période de « de non connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2009.	97
Figure 50:	ACP montrant la relation entre les paramètres physico-chimiques en période de « de non connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2010	97
Figure 51:	Analyse de la variation spatio-temporelle des écosystèmes Oued-Mer (Année 2009) (d: degré de liberté).	99
Figure 52:	Analyse de la variation spatio-temporelle des écosystèmes Oued-Mer (Année 2010).	100
Figure 53:	AFC montrant le degré de relation des espèces ichtyologique en périodes de connectivités Oued-Mer.	101
Figure 54:	AFC montrant le degré de relation des espèces ichtyologique par Secteur de pêche Ouest (W), Centre (C) et Est (E).	102
Figure 55:	AFC montrant le degré de relation des espèces de poissons par types d'Engins (Les Chalutiers « CH », les sardiniers « SpR » et les petits métiers « PM ») de pêche par profondeur (50m et 100m).	103

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableaux		Pages
Tableau 01:	Richesse spécifique phytoplanctonique des eaux algériennes (d'après Grimes <i>et al.</i> , 2003).	09
Tableau 02:	Répartition selon les régions des principales espèces phytoplanctoniques des côtes Algériennes (d'après Grimes <i>et al.</i> , 2003).	09
Tableau 03:	Espèces de poissons capturées à Mostaganem (d'après la DPRH, 2010 <i>in</i> DEM, 2011).	37
Tableau 04:	Tailles minimales marchandes des principales espèces des petits pélagiques autorisés en Algérie donc à Mostaganem (d'après Le J.O Algérien N° 18, 2004).	40
Tableau 05:	Evolution de la flottille de pêche sur 10 ans dans la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2011).	50
Tableau 06:	Evolution du collectif marin sur 10 ans dans la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2011).	50
Tableau 07:	Evolution de la Production de pêche sur 10 ans dans la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2011).	50
Tableau 08:	Engins de pêches à Mostaganem (FAO, 2003) confirmé par enquête sur terrain (présent travail).	51
Tableau 09 :	La puissance motrice des navires de pêche (d'après, DPRH, 2011, modifié).	53
Tableau 10:	Normes, Biologie et Ecologie des espèces pêchées à Mostaganem (Luther et Fiedler, 1965; Fischer et al., 1987; Darley, 1992 ; J.O N°18,2004; Louisy, 2006). (Modifié).	56
Tableau 11:	Découpage de la côte de Mostaganem en Zones Traditionnelles des Activités des Pêches (Z.T.A.P) des principales espèces marines commerciales (Présent travail).	58
Tableau 12:	Grille d'interprétation des eaux de rivières (Aminot & Chausspied, 1983; Rodier, 1996).	60

Tableau 13:	Grille des interprétations des eaux de mer naturelle (Nisbet & Verneaux, 1970; Aminot & Chaussied, 1983; Rodier, 1996).	61
Tableau 14:	Valeurs limites maximales des paramètres de rejets des installations de déversement industrielles (J.O. de la république algérienne N° 93, 1993).	61
Tableau 15 :	Les tailles minimales de captures autorisées pour la pêche marine à Mostaganem (J.O. de la république algérienne N° 18, 2004).	62
Tableau 16:	Enregistrement du tableau (Format Excel) sous format Bloc - Notes.	66
Tableau 17:	Enregistrement du tableau (Format Excel) sous format Bloc-Notes.	69
Tableau 18:	Variations des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'Oued Chélif et d'eau de Mer des côtes de Mostaganem pendant les périodes de connectivités et de non connectivités des deux années 2009 et 2010 (voir liste des abréviations pour les paramètres du tableau).	80
Tableau 19:	Distribution saisonnière des microalgues dans les stations d'étude (Oued-Mer).	86
Tableau 20:	Liste des espèces phytoplanctoniques par secteur de la wilaya de Mostaganem.	87
Tableau 21:	Classification des espèces selon intérêt de débarquement (tonnages) par région (W,C, E) et profondeur (50m, 100m) pendant les deux années 2009 et 2010.	92
Tableau 22:	Analyses de la variation spatio-temporelle des écosystèmes « Oued-Mer » et sa relation avec les activités de pêche par secteur (W, C, E), par profondeurs (50m, 100m) et par métiers (Ch, Sar, PM) [Connectivité Oued-Mer (Oui + / Non -)].	105

SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i>	01
Chapitre I : Recherche bibliographique	05
1. Paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques	05
1.1. Paramètres physico-chimiques	05
1.1.1. La température	05
1.1.2. Le pH	05
1.1.3. L'Oxygène dissous	05
1.1.4. Les sels nutritifs	05
1.1.4.1. Les composés Azotés	05
1.1.4.1.1. Les Nitrates (NO_3^-)	06
1.1.4.1.2. Les Nitrites (NO_2^-)	06
1.1.4.1.3. L'Ammonium (NH_4^+)	06
1.1.4.2. Les Phosphates (PO_4^{3-})	07
1.1.4.3. Le silicium (SiO_2)	07
1.1.5. Les Matières en suspension (M. E. S)	08
1.2. Paramètres hydro-biologiques	08
1.2.1. Les organismes phytoplanctoniques	08
1.2.1.1. Définition	08
1.2.1.2. Composition du phytoplancton	08
1.2.1.2.1. Les Diatomées ou Bacillariophycées	10
1.2.1.2.2. Les Péridiniens ou Dinophycées	10
1.2.1.2.3. Les Coccolithophoridés	11
1.2.1.2.4. Les Cyanophycées	11
1.2.1.3. Influence de la pollution sur le phytoplancton	11
1.2.1.3.1. Conséquence de la pollution thermique sur le phytoplancton	11
1.2.1.3.2. Conséquence de la pollution des substances minérales sur le phytoplancton	12
1.2.2. L'Ichtyo faune	12

1.2.2.1.	Définition	12
1.2.2.2.	Composition : les différents groupes	12
1.2.2.2.1.	Les poissons de fond	12
1.2.2.2.2.	Les poissons d'entre deux eaux	13
1.2.2.2.3.	Les poissons de surface	14
1.2.2.3.	Influence de la pollution sur la faune ichtyologique	14
1.2.2.4.	Impact de la pêche sur l'écosystème	15
1.2.2.5.	Voie institutionnelle de la gestion écosystémique de la pêche	16
2.	Voix d'accès, influence de la pollution et de la pêche sur les espèces marines	18
2.1.	Voie d'accès de la pollution	19
2.1.1.	Voie atmosphérique	19
2.1.2.	Ruissellement	20
2.1.3.	Fleuves et Oueds	20
2.2.	Relation entre les composantes de l'environnement marin	20
2.3.	Relation entre la gestion écosystémique et la notion de développement durable	21

Chapitre II : Caractérisation du littoral de Mostaganem 23

1.	Présentation du littoral de Mostaganem : situation et limites	23
2.	Caractéristiques physiques et naturels	24
2.1.	Climatologie de la région de Mostaganem	24
2.1.1.	Température	24
2.1.2.	Les Vents	25
2.2.	Géomorphologie	26
2.3.	Réseau Hydrographique	27
2.4.	Hydrodynamisme	28
2.4.1.	Les Courants	28
2.4.2.	Les Houles	29
3.	Paramètres biologiques	29
4.	Présentation de la zone d'étude	29
4.1.	La côte de Mostaganem	29
4.1.1.	L'Oued Chélif	30

4.2.	Activités de pêches	32
4.2.1.	Les ports de pêches de Mostaganem	37
4.2.2.	Cadre juridique : Environnement et pêche	37
4.2.2.1.	Stratégie nationale pour la protection du littoral	37
4.2.2.2.	Les principales réglementations appliquées au secteur de la pêche	38
4.2.2.2.1.	Autorisation de pêche	39
4.2.2.2.2.	Zones de pêche	39
4.2.2.2.3.	Engins de pêche	39
4.2.2.2.4.	Tailles minimales marchandes	39

Chapitre III : Matériel et méthodes 41

1.	Intérêts des analyses physico-chimiques et hydro-biologiques	41
1.1.	Prélèvements	42
1.1.1.	Choix des sites de prélèvements et laboratoires d'analyses	43
1.1.2.	Méthodes de prélèvements d'eau de mer pour les analyses physico-chimiques	44
1.1.3.	Méthodes de prélèvement d'échantillons pour les analyses hydro-biologiques	45
1.1.4.	Réactifs utilisés pour les prélèvements d'eau	45
1.1.5.	Conditionnement et transport des échantillons	45
1.2.	Mesure des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques	45
1.2.1.	Mesure de la température	45
1.2.2.	Mesure du pH	46
1.2.3.	Mesure de l'Oxygène dissous	46
1.2.4.	Mesure des sels nutritifs	46
1.2.4.1.	Les composés azotés	46
1.2.4.1.1.	Les Nitrates	46
1.2.4.1.2.	Les Nitrites	46
1.2.4.1.3.	L'Ammonium	47
1.2.4.2.	Les ions Orthophosphates	47
1.2.4.3.	Les Orthosilicates (SiO ₂)	47
1.2.5.	La Matière en suspension (MES)	47
1.2.6.	La Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅)	48
1.3.	Analyses hydro-biologiques	48

1.3.1.	Détermination de la Chlorophylle (a)	48
1.3.2.	Le Phytoplancton	49
2.	Analyses du secteur de la pêche de la wilaya de Mostaganem	49
2.1.	Place du secteur de la pêche dans la Wilaya de Mostaganem	51
2.2.	Potentialités du secteur de pêche de la wilaya de Mostaganem	51
2.2.1.	Infrastructures portuaires	51
2.2.1.1.	Le port mixte de Mostaganem	51
2.2.1.2.	Port de pêche et de plaisance de Sidi-Lakhdar	52
2.2.1.3.	Port de pêche et de plaisance de Salamandre	53
2.2.2.	Flottes actives aux ports de Mostaganem	53
2.2.2.1.	Motorisation des navires de pêche	54
2.2.2.2.	Age des bateaux	54
2.2.3.	Collectif marin	54
2.2.4.	La Production	54
2.2.4.1.	Description des espèces pêchées dans la côte de Mostaganem	55
2.3.	Localisation des zones traditionnelles des activités de pêche marine	57
3.	Normes de la qualité de l'eau (Pollution) et des captures marines (Pêche)	60
3.1.	Normes de la qualité de l'eau (Pollution)	60
3.1.1.	Eau de rivière	60
3.1.2.	Eau de mer	60
3.1.3.	Rejets industriels	61
3.2.	Normes Algériennes des captures marines (Pêche)	61
4.	Analyses statistiques des données	62
4.1.	Analyses statistiques réalisées « sous R »	63
4.1.1.	Analyses en Composantes Principales (ACP)	64
4.1.1.1.	Analyses statistiques des données récoltées	65
4.1.1.1.1.	Codification des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques	65
4.1.1.1.2.	Périodes de connectivités	67
4.1.1.1.3.	Périodes de non connectivités	68
4.1.1.2.	Analyses Bio statistiques de la pêche (ACP)	68
4.1.1.3.	Analyses statistiques pollution-pêche (AFC)	70
4.1.1.3.1.	Périodes de connectivités	70
4.1.1.3.2.	Périodes de non connectivités	71

Chapitre IV : Résultats et discussions	72
1. Analyses physico-chimiques et hydro-biologiques	72
1.1. Paramètres physico-chimiques	72
1.1.1. Température	72
1.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)	73
1.1.3. Les sels nutritifs (N, P, Si)	74
1.1.3.1. Les substances azotées	74
1.1.3.1.1. Les Nitrates (NO_3^-)	74
1.1.3.1.2. Les Nitrites (NO_2^-)	74
1.1.3.1.3. L'Ammonium (NH_4^+)	75
1.1.3.2. Eléments phosphorés (PO_4^{3-})	76
1.1.3.3. Silicates (SiO_2)	77
1.1.4. Matière en suspension	78
1.1.5. Demande Biologique en Oxygène (DBO_5)	79
1.2. Analyses hydro-biologiques	82
1.2.1. La chlorophylle (a)	82
1.2.2. Le phytoplancton	85
1.2.2.1. L'abondance du phytoplancton	85
1.3. Analyses du secteur de la pêche de la wilaya de Mostaganem	88
2. Analyses statistiques de l'influence de l'Oued Chélif sur l'évolution de la pêche	95
2.1. Analyses statistiques des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques (ACP)	95
2.1.2. Périodes de « connectivités » Oued-Mer	95
2.1.3. Périodes de « non connectivités » Oued-Mer	96
2.2. Analyses bio statistiques des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques -pêche (AFC)	100
<i>Conclusion générale</i>	106
<i>Références Bibliographie</i>	108
<i>Annexe</i>	117

Introduction

Les impacts parfois irréversibles de la pollution et de la pêche sur les écosystèmes sont devenus une préoccupation majeure. L'évaluation et la modélisation des flux de nutriments (N, P, Si) et des ressources halieutiques des pêcheries ainsi qu'une meilleure compréhension des écosystèmes marins côtiers sont devenues aujourd'hui des outils essentiels pour l'aide à la décision des gestionnaires.

La modélisation visant à l'évaluation de la pollution et de la richesse des ressources halieutiques des pêcheries ainsi qu'une meilleure compréhension des écosystèmes marins a joué un rôle essentiel dans l'aide à la décision.

Il existe plusieurs modèles utilisés dans les méthodes d'évaluations indirects. Ces modèles reposent sur l'analyse de séries temporelles de captures et de paramètres de l'exploitation (effort de pêche, sélectivité, etc...) pour reconstituer l'abondance des stocks ainsi que les taux d'exploitation, à travers de modèles mathématiques de dynamique des populations. Parmi ces modèles citons : (a) les modèles globaux ; (b) les modèles structuraux (le rendement par recrue, les analyses de cohortes, les modèles multi-spécifiques et le modèles d'écosystèmes).

Les modèles multi-spécifiques permettent de modéliser les effets de mesures de gestion très variées (changement de sélectivité, distribution de l'effort de pêche entre métiers, etc...) sur les ressources exploitées et sur les captures de chacun des métiers. Il peut ainsi être mis en évidence que telle mesure peut être bénéfique pour un stock de poissons mais néfaste pour un autre, procurer des bénéfices à certains métiers mais être pénalisante pour d'autres.

La mise en application de ces modèles impose de disposer de séries de données, en particulier des compositions des captures par espèces et par métiers dont l'obtention peut s'avérer difficile et coûteuse en termes d'échantillonnage. Ils sont cependant très largement utilisés, notamment pour l'évaluation des stocks de l'Atlantique Nord et leurs résultats sont très souvent à la base de décisions de gestion (dans le cadre de la politique commune des pêches de l'Union Européenne notamment). Appartenant à cette catégorie, le modèle ISISFish par exemple intègre les dimensions spatiales et saisonnières de la dynamique des ressources, de l'exploitation et de la gestion. Il permet de comparer les impacts respectifs de mesures de gestion conventionnelles comme les totaux admissibles de capture (TAC), des contrôles sur l'effort de pêche, des mesures techniques sur les engins. Les modèles décrits jusqu'à présent ne prennent pas en compte les interactions entre les espèces elles-mêmes, et notamment les relations prédateurs/ proies ou les compétitions entre espèces pour une même nourriture. De plus, elle fournit une image incomplète de l'écosystème et de sa dynamique. Pour tenter de

pallier les inconvénients des études Eco-systémiques et de représenter la complexité d'un écosystème, différents modèles types ont été développés, comme ceux dit « d'équilibre de masses » dont le modèle ECOPATH. Ces modèles et leurs différents développements permettent d'analyser le fonctionnement des écosystèmes (Leontief, 1951; Hannon, 1973; Finn, 1976a; SzyrMer & Ulanowicz, 1987; Rybarczyk & Elkaim, 2003), d'évaluer l'impact de la pêche sur les écosystèmes, de simuler différentes options de gestion (comme l'impact des aires marines protégées) et d'explorer les effets des changements climatiques. Malgré leur capacité à mieux comprendre comment les écosystèmes peuvent évoluer sous l'effet de la pêche, les modèles de simulation d'écosystèmes ont été relativement peu utilisés. Probablement à cause de la difficulté à renseigner tous les paramètres qu'exige le modèle, et de leur sensibilité aux données d'entrée, pouvant aboutir à des résultats incohérents. Les modèles les plus utilisés pour l'évaluation des stocks et des pêcheries (depuis les plus simples aux plus complexes), sont pour la plupart d'entre eux, utilisés en fonction des questions qui se posent et des données disponibles. Tous ces outils ont leurs limites, mais il serait illusoire d'y voir la seule cause de la surexploitation de nombreux stocks, d'autres pouvant être largement évoquées [divergence des objectifs de gestion, conditions d'accès aux ressources mal contrôlées, biais dans les processus de décision, déficit d'application des mesures, (Forest, 2003)]. Sortant de son cadre traditionnel (gestion mono-spécifique, stock par stock), on s'oriente maintenant vers une approche éco-systémique des pêches, dont les concepts fondateurs ont été inscrits dans différents textes internationaux. Ces derniers imposent de mieux comprendre les systèmes et exigent la mise en œuvre de modèles plus élaborés capables de prendre en compte plus de facteurs. Mais au-delà de la sophistication des modèles, qui représente en soit un vrai défi intellectuel et qui sera source de production de connaissance, se posera la question du choix des objectifs de gestion, la question devenant encore plus difficile dans le cadre d'une vision globale des écosystèmes.

Depuis des décennies, l'Oued Chélif reçoit des eaux usées non traitées résultant de l'activité industrielle, agricole et urbaine de neuf (09) Wilayas du pays qui les achemine jusqu'à la Mer pour les déverser au niveau de l'embouchure (DEM, 2011). À quel point, ces polluants peuvent-ils altérer la qualité de l'eau de Mer et de la vie aquatique marine, à côté des activités de pêche marines dans cette zone? Chercher des éléments de réponse à cette question est l'objectif du présent travail de mémoire. On se propose d'y répondre, en se basant sur des *analyses physico-chimiques (excès en nutriments et pollution) et hydro-biologiques ainsi que sur des analyses statistiques des pêches. Toutes ces analyses ont pour finalité de déterminer*

le degré d'impact de l'Oued Chélif sur le phytoplancton et sur les poissons marins capturés. Par ailleurs, les polluants peuvent entraîner des modifications des caractères organoleptiques de l'eau ainsi que des phénomènes toxiques. Que la pollution par ces dérivés soit attribuée aux activités agricoles, industrielles, pêches ou aux besoins domestiques, nous avons jugé utile de réunir les méthodes d'analyses des paramètres indicateurs de « Pollution » et de « Pêche ». Les rejets aqueux industriels et agricoles de l'Oued Chélif dans l'environnement marin de la wilaya de Mostaganem, constituent un apport important de matières organiques [Chlorophylle (a), Demande Biologique en Oxygène (DBO₅), Matière en suspension (MES), etc...] et minérales (spécialement les sels nutritifs) qui sont les substances azotées, phosphorées et silicatées (N, P, Si) (DEM, com. Personnel, 2011). Il est donc nécessaire de connaître le flux qualitatif et quantitatif entrant, ainsi que la dissipation de cette pollution dans la partie liquide afin d'obtenir une bonne appréciation de la qualité des eaux naturelles réceptrices (Oued Chélif, Estuaire de Chélif et la baie de Mostaganem) et son influence sur le secteur de la pêche.

Ce travail de recherche est considéré comme une étude pionnière de la région Ouest Algérienne (baie de Mostaganem). Il constitue un exemple de modélisation statistique. Nous avons utilisé pour cela, un langage puissant qui est « le "R" libre » avec lequel on traite à la fois, les flux de nutriments (N, P, Si) provenant de l'Oued Chélif et leurs relation dans le développement des organismes phytoplanctonique et nectoniques. L'impact des activités de la pêche ont été également considérés. Deux types d'analyses ont été aussi appliqués :

(a) Analyses en Composantes Principales (ACP) pour traiter la première partie c'est-à-dire les flux de nutriments (N, P, Si) et (b) Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) pour traiter la deuxième partie, qui concerne la gestion de la pêche.

Notre objectif principal dans cette étude est de déterminer le degré de l'influence de l'Oued Chélif sur l'évolution des activités de pêche. Notre question est : A quel niveau existe-il le lien « pollution- pêche » ? Et quelles sont les réponses de l'écosystème côtier marin Mostaganemois face aux stress causés par ces deux facteurs « pollution-pêche » ?

La réalisation des analyses physico-chimiques, hydro-biologiques des deux sites « Oued-Mer » ainsi que des analyses de l'évolution de la pêche, nous a poussées à faire des analyses bio-statistiques sous « R » pour pouvoir comprendre le lien qui existe entre les apports en sels nutritifs de l'Oued Chélif et l'écosystème marin Mostaganemois. Aussi l'analyse de l'influence de l'Oued Chélif sur l'évolution de la pêche en périodes de connectivités et en

périodes de non connectivités, a été réalisée en utilisant les *Analyses Factorielles des Correspondances (AFC)*.

Notre étude est donc axée sur la caractérisation du littoral Mostaganemois et l'évaluation du degré de pollution dans cette zone.

Le travail que nous présentons s'articule en deux parties principales:

(a) La première partie, essentiellement théorique, comporte deux chapitres, le premier chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude. Le deuxième chapitre concerne des généralités sur les eaux côtières et les ressources biologiques marines, ainsi que les caractéristiques physico-chimiques des eaux d'Oued Chélif et de son embouchure;

(b) La deuxième partie de cette étude est intitulée partie expérimentale, est composée de deux chapitres. Dans le troisième chapitre nous présentons les méthodes (principes) d'analyses utilisées (analyses physico-chimiques, hydro-biologiques, et bio-statistiques). Le dernier chapitre rassemble les résultats expérimentaux obtenus, suivis des interprétations et discussions.

Chapitre I:

Recherche bibliographique

2. Paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques

2.1. Paramètres physico-chimiques

1.1.1. La température

Elle est fonction de l'éclairement solaire qui est la source d'énergie. Des échanges thermiques entre les océans et l'atmosphère se produisent par friction de l'eau avec l'air (Ramade, 2000; 2008; Garnier *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2011). Ensuite, la part d'énergie solaire conservée dans les eaux superficielles des océans est communiquée aux eaux sous-jacentes qui à leur tour la répartissent en profondeur.

1.1.2. Le pH

Le potentiel d'Hydrogène le plus favorable à la vie aquatique se situe entre 7 et 8 en eau douce, tandis qu'en eau de mer, le pH normal est de 8,2 à 8,3. Le plancton semble être perturbé par des pH compris entre 6,5 et 7,5 (Bougis, 1974; Ramade, 2008).

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre (électrode) ou du papier pH. Pour déterminer le pH *in situ*, il faut tenir compte des variations de la température et de la pression, qui ont une action directe sur les constantes de dissociation de l'acide carbonique (Rodier, 1996; Ramade, 2000).

1.1.3. L'Oxygène dissous

C'est un facteur écologique essentiel (facteur bio-limitant). Les rejets polluants sont souvent pauvres en oxygène (Rodier, 1996; Ramade, 1998; 2000).

Dans le milieu récepteur, la diminution de l'oxygène dissous ne se fait pas forcément au niveau du rejet: il y a un retard dû à la dégradation des matières organiques. Dans les milieux naturels, l'oxygène est produit grâce à l'activité photosynthétique des végétaux chlorophylliens aquatiques selon l'équation: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{matières organiques} + \text{O}_2$.

Une autre alternative est la dissolution de l'oxygène atmosphérique dans le milieu aquatique.

1.1.4. Les sels nutritifs

1.1.4.1. Les composés Azotés

L'azote se trouve dans les eaux de mer à l'état de gaz dissous, sous forme d'ions d'ammonium (NH_4^+), Nitrite (NO_2) et Nitrate (NO_3) (Rodier, 1996; Ramade, 2000).

L'azote est assimilé par les plantes, les algues benthiques et le phytoplancton, pour être transformé ainsi en matière organique, servant en grande partie de nourriture au zooplancton

et aux poissons. Le premier stade de minéralisation de l'azote organique est l'ammoniaque (Redfield *et al.*, 1963 ; Ramade, 2008; Garnier *et al.*, 2010; Lancelot *et al.*, 2011).

1.1.4.1.1. Les Nitrates (NO₃⁻)

Les Nitrates résultent de la réaction d'oxydation suivante: $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{NO}_3^-$

C'est la forme la plus répandue dans l'eau de mer (570×10^9 tonnes) car c'est l'étape finale de régénération de l'azote; en général les Nitrates (NO₃⁻) sont préférés par les différentes espèces végétales (Rodier, 1996; Ramade, 2000; 2008; Garnier *et al.*, 2010), ils représentent l'eau équilibrée ; quelques exemples de quantité de nitrates dans la Mer Méditerranée: 0-40 µmol/l, l'Océan Indien : 40 µmol/l, l'Océan pacifique : 48 µmol/l (Redfield *et al.*, 1963; Garnier *et al.*, 2010).

1.1.4.1.2. Les Nitrites (NO₂⁻)

Ils proviennent de l'oxydation de NH₄⁺, par les bactéries dites nitrifiantes, qui a lieu principalement dans la couche superficielle où s'effectue la photosynthèse du phytoplancton. C'est là, que les nitrites sont généralement les plus abondants avec des concentrations excédant 10, voire 20 µmol/l dans les cas exceptionnels; les nitrites peuvent indiquer soit une pollution, soit une production primaire très importante (Redfield *et al.*, 1963; Garnier *et al.*, 2010; Lancelot *et al.*, 2011).

1.1.4.1.3. L'Ammonium (NH₄⁺)

Les ions d'ammonium (NH₄⁺), dont la concentration est généralement faible et ne semble pas varier systématiquement avec la profondeur, sont directement utilisables par certains végétaux, les algues unicellulaires en particulier (Redfield *et al.*, 1963; Garnier *et al.*, 2010).

Leur présence dans l'eau de mer s'explique par la régénération de la matière organique (processus d'ammonification). Les ions ammonium sont aussi présents dans les excréments des organismes ; ils peuvent provenir de la réduction des nitrates, dans certains cas les concentrations sont élevées comme dans les zones polluées (tellurique, eaux usées) (Deniges, 1940; Redfield *et al.*, 1963; Aminot *et al.*, 1998; Garnier *et al.*, 2010).

1.1.4.2. Les Phosphates (PO₄³⁻)

Le phosphate est un constituant de la matière vivante et il apparaît sous forme organique et minérale (Aminot & Guillaud, 1990; Aminot *et al.*, 1993; 1998). Le passage à la minéralisation se fait soit sous l'effet du métabolisme des plantes ou des animaux, soit sous celui des bactéries. Il se trouve dans l'eau de mer sous forme de divers composés organiques en suspension ou en solution et sous forme inorganique insoluble (Aminot *et al.*, 1985; 1988; Glibert *et al.*, 2008 ; Garnier *et al.*, 2010).

Le phosphore inorganique est assimilé par les plantes et transformé en matière organique pour servir principalement de nourriture aux zooplanctons et aux autres animaux marins. Il repasse à l'état minéral, soit sous l'action d'enzymes sécrétées par les cellules végétales (phosphatases) ou par l'appareil digestif des animaux (Redfield *et al.*, 1963), soit sous l'action des bactéries sur les produits éliminés et les déchets organiques (Aminot *et al.*, 1993; 1998).

1.1.4.3. Le Silicium (SiO₂)

Des études différentes ont montré le rôle important qui joue le Silicium (Si) (Officer & Ryther, 1980; Aminot & Guillaud, 1990; Conly *et al.*, 1993; Turner & Rabalais, 1994; Justic *et al.*, 1995a;b; Turner *et al.*, 1998; Cugier *et al.*, 2005 ; Billen & Garnier, 2007; Humborg *et al.*, 2000; 2008). Le silicium n'est pas un composant de la matière vivante, mais il est le constituant essentiel des squelettes de divers organismes marins comme les algues siliceuses, certains radiolaires, les diatomées (Rousseau *et al.*, 2002) dont les minuscules carapaces, ou *frustules*, sont en silice. Ce dernier est un facteur limitant pour les diatomées des écosystèmes (Garnier *et al.*, 2010; Lancelot *et al.*, 2011), estuaire (embouchure) (Aminot *et al.*, 1998; Garnier *et al.*, 2010; Lancelot *et al.*, 2011; Kies & Taibi, 2011), mer (Wu & Chou, 2003; Lancelot *et al.*, 2011; Kies & Taibi, 2011) et rivière (Aminot *et al.*, 1993, 1998; Garnier *et al.*, 1995; Lancelot *et al.*, 1987, 2011; Shen *et al.*, 2011; Kies & Taibi, 2011). La majeure partie du silicium dissous dans l'eau de mer se présente sous forme de sels de l'acide orthosilicique Si(OH)₄, sa concentration se situe entre 0,01 et 0,02 mg/l, au printemps dans la couche superficielle, lorsque les diatomées en consomment beaucoup, par contre elle est de 3 à plus de 4 mg/l dans les eaux océanique profondes.

D'une manière générale, la teneur des eaux en silicates augmente avec la profondeur, ceci est dû à la remise en solution des carapaces siliceuses après leur sédimentation.

1.1.5. Les Matières en suspension (M. E. S)

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau. Elle peut être mesurée visuellement par la hauteur de l'eau en utilisant le disque de Secchi ou le fil de platine, dans ce cas elle s'exprime en mètres (Rodier, 1996; Ramade, 2000).

Elle peut aussi être déterminée à l'aide d'instruments électroniques (néphélométrie), dans ce cas elle est exprimée en NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). La turbidité varie selon le type et la quantité de matières en suspension dans l'eau (M.E.S) (Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996).

Une forte turbidité, si elle est souvent signe de pollution (Garnier *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2011), peut également être naturelle (vase, développements planctoniques, sable) (Garnier *et al.*, 2008). La turbidité a un rôle écologique complexe à savoir la diminution de la lumière du jour, le pouvoir adsorbant, la sédimentation et le support bactérien (Ramade, 2000; 2008; Garnier *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2011).

2.2. Paramètres hydro-biologiques

2.2.1. Les organismes phytoplanctoniques

2.2.1.1. Définition

Le phytoplancton est le plancton de nature végétale donc il est capable de produire sa propre substance par photosynthèse à partir de l'eau, du gaz carbonique (CO₂) (Bougis, 1974; *in* Grimes *et al.*, 2003), des nutriments minéraux et de l'énergie solaire. Le phytoplancton est donc à l'origine de l'essentiel de la production primaire en matière organique de l'écosystème marin avec la faible participation des algues benthiques (Angelier, 2000; Ramade, 2008). Du fait que la lumière du jour perd rapidement de son intensité (absorption) lorsqu'elle traverse les profondeurs marines, le phytoplancton est limité à une couche épaisse de 150 mètres au maximum et de 50 mètres en moyenne sous toute la surface des mers libres (Angelier, 2000). Toute perturbation au niveau de ce premier maillon de la chaîne trophique provoquera un déséquilibre dans l'écosystème marin considéré (Bougis, 1974; Aubi *et al.*, 1994; Ramade, 1996; 2008; Belin & Raffin, 1998; Angelier, 2000; Belin *et al.*, 2001).

2.2.1.2. Composition du phytoplancton

Dans sa presque totalité, il s'agit d'algues unicellulaires isolées ou réunies en forme de chaîne dont la stabilité est faible. Quatre groupes d'algues signalés dans les cotes algériennes (Tab. 01) jouent un rôle quantitativement essentiel (Grimes *et al.*, 2003). Ce sont

les Diatomées, les Péridiniens (Dinophycée et Silicoflagellés), les Coccolithophoridés et les Cyanophycées (Bougis, 1974; Angelier, 2000; Grimes *et al.*, 2003; Kies & Taibi, 2011). Selon le tableau 01, on note une dominance des deux groupes (diatomées et dinoflagellés) avec un pourcentage total de 87, 91%, représenté par 215 espèces, tandis que les deux autres groupes représentent que 12,09%. La répartition de ces groupes est différente dans les côtes algériennes selon les régions (Tab.02).

Tableau 01: Richesse spécifique phytoplanctonique des eaux algériennes (d'après Grimes *et al.*, 2003).

Groupe	Familles	genres	espèces	Abondance (%)
Diatomées	13	27	72	33, 49
Dinoflagellés	20	30	117	54, 42
Silicoflagellés	01	03	05	02, 33
Coccolithophoridés	03	08	21	09, 77
Total	37	68	215	100, 00

Tableau 02: Répartition selon les régions des principales espèces phytoplanctoniques des côtes Algériennes (d'après Grimes *et al.*, 2003).

Principales espèces	Région Ouest	Région Centre	Région Est
Diatomées			
<i>Thalassiosira partheneia</i>	TA	NS	NS
<i>Rhizosolenia alata</i>	TA	A	PA
<i>R. fragilissima</i>	TA	A	R
<i>R. stoltherfotil</i>	A	A	PA
<i>Nitzshia seriata</i>	A	TA	R
<i>N. delicatissima</i>	R	TA	R
<i>Pseudo- Nitzshia multiseriis</i>	NS	NS	TA
<i>N. bicapitata</i>	TA	NS	NS
<i>Hemilaulus sinensis</i>	A	PA	R
<i>H. hauckii</i>	A	PA	A
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	R	A	TA
<i>Coccinodiscus radiatus</i>	R	R	A
<i>Leptocylindrus danicus</i>	TA	TA	TA
<i>Skeletonema costatum</i>	PA	PA	A
<i>Guinardia falccida</i>	PA	PA	TA
Dinoflagellés			
<i>Ceratium fusus</i>	PA	PA	R
<i>C. furca</i>	PA	PA	R
<i>C. macroceros</i>	PA	PA	R
<i>C. belone</i>	R	PA	R
<i>Gymnodinium punctatum</i>	NS	PA	NS
<i>Protoperidinium depressum</i>	R	R	A
<i>Dinophysis caudata</i>	R	R	A
Coccolithophoridés			
<i>Hemiliana huxleyi</i>	TA	TA	R
<i>Coccolithus fragilis</i>	TA	TA	R
<i>Syracosphaera pulchra</i>	TA	TA	R
<i>S. mediterranea</i>	TA	TA	R
<i>Algirosphaera oryza</i>	NS	TA	R
Silicoflagellés			
<i>Dictyocha fibula</i>	PA	PA	R

TA : Très abondante, A : Abondante, PA : Peu abondante, R : Rare, NS : Non signalée

1.2.1.2.1. Les Diatomées ou Bacillariophycées

Cette classe de phytoplancton joue le premier rôle dans la production végétale marine (Lancelot *et al.*, 1987; 2011; Aminot *et al.*, 1993; 1998; Garnier *et al.*, 1995; 2010; Angelier, 2000; Ramade, 2000; Wu & Chou, 2003; Grimes *et al.*, 2003; Shen *et al.*, 2011); elle se présente comme une boîte avec deux valves, un cingulum valve et un cingulum formant deux thèques: *l'épithèque* et *l'hypothèque* (Bougis, 1974 ; Angelier, 2000) (Tab. A-annexe & Fig. A- annexe).

Ce sont des algues unicellulaires munies d'une enveloppe siliceuse bivalve externe à structure très particulière : *la frustule*. La classe se subdivise en deux ordres, les centriques à symétrie généralement radiale ; et les pennées à symétrie bilatérale. Elles contiennent des pigments de chlorophylle (a) et (c), de carotènes et de xanthophylles. On identifie actuellement entre 5.000 et 10.000 espèces réparties en 150 à 200 genres ; les espèces présentes dans les eaux algériennes figurent dans le tableau 01, elles se rencontrent partout (Tab. 02) (Grimes *et al.*, 2003) mais préfèrent plutôt les eaux tempérées et froides (Bougis, 1974), essentiellement les eaux riches en silicium (Si) (Officer & Ryther, 1980; Lancelot *et al.*, 1987; 2011; Conly *et al.*, 1993; Aminot *et al.*, 1993; 1998; Turner & Rabalais, 1994; Garnier *et al.*, 1995; Justic *et al.*, 1995a ;b; Turner *et al.*, 1998; Humborg *et al.*, 2000; 2008; Rousseau *et al.*, 2002; Wu & Chou, 2003; Cugier *et al.*, 2005; Billen & Garnier, 2007; Shen *et al.*, 2011; Kies & Taibi, 2011), dans les trois écosystèmes qui sont les Oueds (l'eau douce), les estuaires (l'eau saumâtre) et les mers ou océans (l'eau salée).

1.2.1.2.2. Les Péridiniens ou Dinophycées

Ce groupe de micro-organismes présente un cycle saisonnier et prolifèrent essentiellement durant les périodes estivales (Ryther & Hulbust, 1960; *in* Grimes *et al.*, 2003).

Ce sont des protistes flagellés typiquement munis de plastes, des végétaux qui se classent dans les pyrrophytes du fait de leurs caractères biochimiques, morphologiques et de leurs flagelles dissemblables. Les pigments photosynthétiques contiennent de la chlorophylle (a) et (c) et des caroténoïdes qui leurs donnent une teinte rouge orangée (Bougis, 1974 ; Angelier, 2000 ; Ramade ; 2000; 2008). Ils constituent aussi une classe isolée avec 130 genres et 1.300 espèces ; ils se situent à la limite entre le règne animal et le règne végétal et sont nommés *Dinophycées*. Ils sont des flagellés de la classe dinoflagellés. Ce groupe (Fig. A-annexe & Tab. A-annexe), globalement euryhalin, se rencontrent aussi bien dans l'eau douce que dans des milieux sur salés; certaines espèces sont toxiques (Aminot *et al.*, 1994; Belin & Raffin, 1998; Belin *et al.*, 2001).

Les espèces déterminées en Algérie sont représentées dans le tableau 02 (*in Grimes et al., 2003*).

1.2.1.2.3. Les Coccolithophoridés

Ce sont des flagellés minuscules qui jouent un rôle important dans le nanoplancton. Il se distingue par la possession d'une coque externe complexe formée d'éléments calcaires, les coccolites (Bougis, 1974; Angelier, 2000). C'est le groupe fossile qui présente le meilleur enregistrement en termes de continuité spatiale et temporelle (*in Grimes et al., 2003*). D'autres part, en tant que principaux producteurs primaires, toute modification importante dans ce groupe aura des conséquences sur la quasi-totalité de la faune marine (Grimes *et al.*, 2003). Leurs cellules, de formes ovoïdes, sont peu ou pas du tout déformables. La membrane de ces cellules est gélifiée et très épaisse.

Les Coccolithophoridés prolifèrent lorsque quatre conditions sont réunies dont, l'absence du vent; eau de température supérieure à 5° C; eau basique; et enfin eau riche en éléments nutritifs. Elles sont typiquement autotrophes, mais il existe des populations abondantes à des profondeurs de 1.000 à 4.000 m, ce qui permet de dire que leur mode de nutrition est hétérotrophe. Le nombre d'espèces en Algérie est représenté dans le tableau 01 (Bougis, 1976; Grimes *et al.*, 2003).

1.2.1.2.4. Les Cyanophycées

Les Cyanophycées (Fig. A- annexe & Tab. A-annexe) sont caractérisées par l'absence d'un véritable noyau (Bougis, 1974). Ce sont des organismes unicellulaires coloniaux possédant une pigmentation bleue verte diffusées dans leur cytoplasme, due à la présence de la chlorophylle a, des carotènes et phycobilines (phycocyanine). Elles réalisent l'assimilation de l'azote atmosphérique par des hétérocystes.

1.2.1.3. Influence de la pollution sur le phytoplancton

1.2.1.3.1. Conséquences de la pollution thermique sur le phytoplancton

Un cas particulier de l'influence des rejets chauds dans le milieu marin est l'accroissement des populations phytoplanctoniques qui conduit au phénomène des « *Red Tides* » (marées rouges). Cette forme de pollution est néfaste pour la mer car la dégradation du phytoplancton, après sa mort, provoque une diminution abrupte du taux d'oxygène (Gagneur & Kara, 2001; Al-Asadi & Randerson, 2006; Lancelot *et al.*, 2011).

Ainsi, le réchauffement des eaux à différents endroits de la côte, pollués par des effluents domestiques ou organiques et par des rejets d'eau de refroidissement, risque de reproduire des conditions propices au déclenchement des « *Red-Tides* ». Celles-ci sont caractérisées par la pullulation de certains dinoflagellés sécrétant de la saxitoxine provoquant une altération des écosystèmes benthiques, telle la toxicité des bivalves comestibles et l'apparition d'épidémies de rhinopharyngites et de bronchites causés par les aérosols marins qui transportent la toxine vers les lieux habités (Ryther & Hulbust, 1960; Smayda, 1990).

1.2.1.3.2. Conséquence de la pollution des substances minérales sur le phytoplancton

Un taux important de matières en suspension de l'ordre de 90 g/jour, favorise la turbidité de l'eau et la diminution de l'épaisseur de la couche ou la photosynthèse a lieu. Cette perturbation (Videau *et al.*, 1998; Gohin *et al.*, 2010) provoque l'augmentation de sels minéraux nutritifs tels que les produits azotés et phosphorés. Ces derniers favorisent à leur tour le phénomène de l'eutrophisation (prolifération du phytoplancton) (Bougis, 1974; Officer & Ryther, 1980; Smayda, 1990; Justic *et al.*, 1995b; Menesguen, 1999; Cugier *et al.*, 2005; Fisson, 2007; Billen & Garnier, 2007; Garnier *et al.*, 2008, 2010; Gohin *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2011).

2.2.2. L'Ichtyofaune

1.2.2.1. Définition

Les poissons intéressants et qui sont pêchés à Mostaganem (Tab. B « Annexe ») sont nombreux. Ils représentent les principaux produits de pêche du point de vue économique. On peut dire qu'il y a trois types de poissons selon leurs modes de vie, les poissons de fond, les poissons d'entre deux eaux, et les poissons de surface (Luther & Fiedler, 1965 ; Fischer *et al.*, 1987 ; Darley, 1992; Louissy, 2006).

1.2.2.2. Composition : les différents groupes

1.2.2.2.1. Les poissons de fond

Il importe, au départ, de faire une distinction entre les espèces fréquentant les fonds rocheux (et les épaves), et les hôtes des fonds sablonneux ou vaseux (bien que certains habitats soient polyvalents en ce qui concerne quelques espèces: exemple la Morue) (Luther & Fiedler, 1965; Fischer *et al.*, 1987; Darley, 1992; Louissy, 2006).

Fonds Rocheux (R) : Ceux-ci, qui vont du simple enrochement couverts de végétations et de coquillages, hébergent de nombreuses variétés comprenant principalement, le Congre, la Morue, Rouget plus rarement le merlu, et des squales, petits (Roussette), et grands, qui se capturent également sur d'autres fonds. On peut noter dans ce types d'aires les Mollusques, tels que, le Poulpe, Sépia et le Calamar (Tab. B « Annexe » et Fig. 01).

Fonds Sablonneux (S) ou Vaseux (V): Sont principalement fréquentés par tous les poissons plats appartenant à l'importante famille des Pleuronectidés (Sole, Turbot, Limande, etc...), et autres tels que, les Raies, le Rouget Barbet ou Surmulet (Fig. 01) les Triglidés, le Sar, etc... On peut trouver aussi les crustacés tels que les Crevettes Rouges, Blanches, Grises, Langouste et Langoustine, etc... (Tab. B « Annexe »).

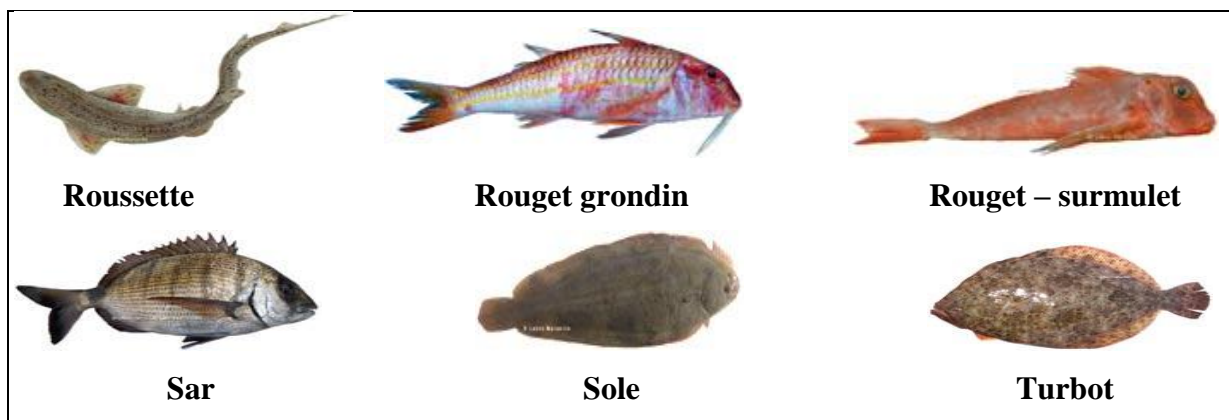


Figure 01: Quelques espèces de poissons de fond de nature rocheux et sablonneux (Espèces Démersales) (www.marseille-sympa.com).

1.2.2.2.2. Les poissons d'entre deux eaux

Moins nombreux, en variétés, que les précédents, les poissons d'entre deux eaux sont cependant, et de beaucoup, les plus intéressants car se prêtent le mieux aux modes de pêche aux petits métiers. Ils sont, en plus, d'une excellente qualité gastronomique. Ils comprennent, le Bar, la Daurade, Mulet (Luther & Fiedler, 1965; Fischer *et al.*, 1987; Darley, 1992; Girard, 2005; Louissy, 2006) (Fig. 02).

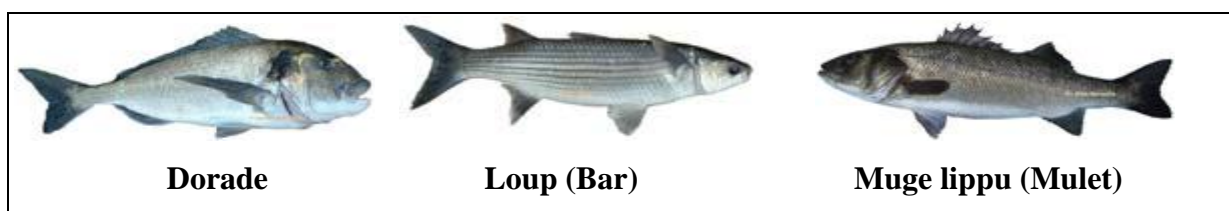


Figure 02: Quelques espèces de poissons d'entre deux eaux (Espèces Benthiques) (www.marseille-sympa.com).

1.2.2.3. Les poissons de surface

Les espèces dites de surface sont généralement flottantes à la surface de l'eau, possédant un appareil respiratoire adapté à ce mode de vie. Parmi ces espèces, on peut trouver des herbivores comme celles appartenant à la famille des clupéidés tels que, la sardine, l'allache et l'anchois, on peut trouver d'autres espèces omnivores tels que le Maquereau qui se nourrit des poissons en été (Hareng, sardine, anchois) crustacés et phytoplancton en printemps, ou encore carnivores tels que le Brochet, qui se nourrissent des poissons et crustacés. En plus des espèces dites pièces tels que le Bonitou, Espadon et le Thon (Luther & Fiedler, 1965; Fischer *et al.*, 1987; Darley, 1992; Louissy, 2006) (Tab.06. du chapitre III; Tab. B. Annexe et Fig. 03).

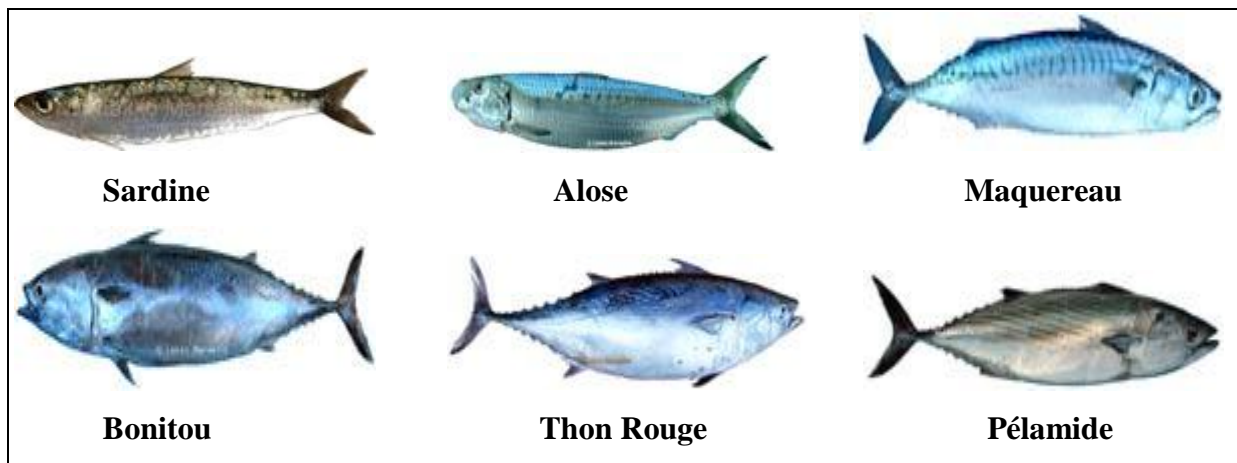


Figure 03: Quelques espèces de poissons de surface (Espèces pélagiques) (www.marseille-sympa.com).

1.2.2.3. Influence de la pollution sur la faune ichthyologique

La pollution peut être définie comme la présence d'un altéragène dans un milieu déterminé et le résultat de son action, c'est-à-dire l'introduction de certaines substances chimiques néfastes ou la modification de certains paramètres physiques.

On distingue trois types de pollution : les physico-chimiques (Redfield *et al.*, 1963; Ganzin & Mangin, 2008; Garnier *et al.*, 2008; 2010; Gouri, 2011) et biologique (Redfield *et al.*, 1963; Person-Le Ruyet, 1986; Rousseau *et al.*, 2002; Gohin *et al.*, 2010; Shen *et al.*, 2011; Lancelot *et al.*, 2011; *in* Haouchine, 2011; Gypens, 2011). Ces trois catégories peuvent être d'origine anthropogènes (*in* Belhadj, 2001; Shahidul Islam & Tanaka, 2004; Shen *et al.*, 2011), donc causées par les activités de l'homme (Ramade, 1998; 2000; 2008; Sigg *et al.*, 2000; *in* Belhadj, 2001), ou naturelles tels que les gaz émis par les volcans ou bien l'évolution d'une

espèce au détriment d'une autre (Keeling *et al.*, 1985). L'augmentation de la température correspondrait à une contamination physique (Garnier *et al.*, 2008; Shen *et al.*, 2011).

En résumé, la pollution anthropogène (Menesguen, 1992; 1999; Ramade, 2000; 2008; Fisson, 2007; Shen *et al.*, 2011), qui reste la plus impactante, est l'introduction de substances ou d'énergie dans le milieu naturel dont les effets sont négatifs et souvent irréversibles (Menesguen, 1992; Shen *et al.*, 2011).

Parmi les conséquences et impacts, on a les dommages aux ressources biologiques (faune et flore marines) (Redfield *et al.*, 1963; Kenkelin *et al.*, 1985; Collignon, 1991; Sparre, 1991; Lacaze, 1996; FAO, 2003; Villalobos-Ortiz, 2008), les risques pour la santé de l'homme (Sparre, 1991; Ramade, 2000; FAO, 2003; Ugen, 2009; Steinmetz, 2010) l'entrave aux activités maritimes, y compris la pêche (Shahidul Islam & Tanaka, 2004; Mchich *et al.*, 2006; Rypel, 2011) et les autres utilisations légitimes de la mer (FAO, 2003), l'altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation, et enfin la dégradation des valeurs d'agrément (Redfield *et al.* 1963; FAO, 2003; Uguen, 2009; Steinmentz, 2010).

1.2.2.4. Impact de la pêche sur l'écosystème

La pêche diminue les populations de poissons sauvages, abaisse les dimensions des populations à un niveau inférieur à celui du stock inexploité (Laurec & Le Guen, 1981; Villalobos-Ortiz, 2008). Cela peut affecter non seulement la population exploitée mais aussi les espèces interdépendantes, qui sont les prédateurs, les proies ou des espèces en compétition avec la population ciblée en tant que ressource alimentaire (FAO, 1998; Forest, 2003; Devineau, 2007). Il importe donc de suivre en permanence l'évolution de la communauté ichthyque, ainsi que celle du stock exploité pour veiller à ce que l'écosystème ne soit pas endommagé par la pêche (Mensil, 2003; Shahidul Islam & Tanaka, 2004; Mchich *et al.*, 2006; Steinmentz, 2010; Rypel, 2011). Des données sur les captures, sur l'effort de pêche (Lanco Bertrand, 2005; Mchich *et al.*, 2006), sur les rejets (Kelleher, 2008) et des données biologiques (Collignon, 1991) sont nécessaires pour suivre les effets directs de l'exploitation (Noeky & Lenselin, 2004; Lanco Bertrand, 2005; Mchich *et al.*, 2006); un suivi autre que de la pêche (Mchich *et al.*, 2006) et un suivi écologique (Shahidul Islam & Tanaka, 2004; Ould Mohamed Vall, 2004; Mchich *et al.*, 2006; Rypel, 2011) peuvent être également nécessaires pour repérer toutes les modifications de l'environnement (Person-Le Ruyet, 1986; FAO, 1998 ; 2003; Shahidul Islam & Tanaka, 2004; Mchich *et al.*, 2006; Ganzin & Mangin, 2008; Rypel, 2011). Dans le cas des pêches marines, la création et la perte d'habitats sont souvent un aspect déterminant de la production (Chlaida, 2009; Mchich *et al.*, 2006).

Les variations saisonnières et à long terme des zones de pêche excessives doivent être surveillées pour rendre compte des différents facteurs qui influent sur les stocks de poissons (FAO, 1998; Lanco Bertrand, 2005; Devineau, 2007). Un suivi spécial de l'environnement peut être nécessaire si une pêcherie marine est à même d'entraîner des modifications appréciables de l'habitat sous-jacent (FAO, 1998; Villalobos-Ortiz, 2008).

C'est une particulière préoccupation en matière de conservation car les modifications de l'habitat sont la principale cause d'extinction des espèces (Redfield *et al.*, 1963; Rousseau *et al.*, 2002; Gohin *et al.*, 2010 ; Shen *et al.*, 2011; Lancelot *et al.*, 2011). Les engins qui ont un impact physique sur les habitats benthiques, comme les chaluts de fond et les dragues, peuvent requérir un suivi spécial (FAO, 1998).

1.2.2.5. Voie institutionnelle de la gestion écosystémique de la pêche

La Conférence technique de la FAO réalisée à Rome (1970) sur la pollution des mers et ses effets sur les ressources biologiques et la pêche a donné la première alarme sur les sources de pollution et de dégradation des pêcheries que constituent certaines activités basées à terre.

La Conférence d'experts sur l'aménagement et le développement de la pêche, organisée par la FAO à Vancouver (Canada), en 1972, a mis l'accent à la fois sur les problèmes de surexploitation halieutique et de dégradation de l'environnement par des sources autres que la pêche. Elle invitait par ailleurs les pays à adopter de nouvelles méthodes de gestion fondées sur la précaution et le règlement des problèmes de la pêche multi spécifique. Elle proposait d'intégrer la nouvelle gestion halieutique dans le cadre plus large de l'aménagement des océans.

En 1992, la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement a achevé ces travaux et a créé le plan Action 21 comme base de mise en œuvre. La conférence a abouti à l'adoption de plusieurs conventions et accords qui présentent un rapport avec l'approche écosystémique, tels que la Convention cadre sur le changement climatique, la Convention sur la diversité biologique et l'Accord des Nations Unies sur les stocks de poisson.

La Déclaration de Rio met les êtres humains «au centre des préoccupations» (principe n° 1) et reconnaît le droit souverain des États d'exploiter leurs ressources (principe n° 2) ainsi que leur devoir de le faire sans causer de dommages à l'environnement au-delà de leur Zones d'Extension Environnementale (ZEE) principe n° 2). Elle reconnaît, entre autres, la nécessité: de ménager les besoins des générations futures (principe n° 3) ; d'intégrer la protection de l'environnement dans le développement (principe n° 4) ; d'internaliser les coûts de protection

de l'environnement (principe n° 16 - principe du pollueur-payeur); de réaliser des études d'impact sur l'environnement (principe n° 17).

Le plan Action 21 de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, préconise une approche écosystémique de la gestion des océans. Le chapitre 17 préconise «l'adoption de nouvelles stratégies de gestion et de mise en valeur des mers et océans et des zones côtières, stratégies qui doivent être intégrées et axées à la fois sur la précaution et la prévision». Le plan reconnaît que l'utilisation des ressources marines et la protection de l'environnement sont indissociables et que la gestion intégrée est nécessaire aux deux.

La Convention de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement de 1992, sur la diversité biologique définit les principes fondamentaux de la gestion des usages multiples de la biodiversité. Elle met l'accent sur la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses composantes et le partage juste et équitable des avantages. La Convention prévoit le droit des parties d'exploiter et d'utiliser les ressources biologiques. Mais, aussi, le devoir de gérer les activités susceptibles de menacer la biodiversité, quel que soit l'endroit où se produisent leurs effets, et celui de coopérer lorsqu'ils se produisent au large. D'autre part, elle recommande la création d'un système de zones marines protégées, considérée comme une mesure essentielle pour préserver la diversité biologique. La «diversité biologique» y est définie comme la «variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie» (article 2).

La diversité biologique est importante du point de vue de l'approche écosystémique parce qu'elle est en rapport avec la résilience, capacité de résister à un choc ou de revenir à un état initial une fois le choc passé. Il est, donc, intéressant pour la pêche de maintenir, voire de favoriser la diversité dans les habitats exploités et entre les espèces, à titre «d'assurance» contre les conséquences négatives de changement futurs.

La Déclaration de Kyoto (1995) sur la contribution durable des pêches à la sécurité alimentaire souligne l'importance de la pêche, comme, source de nourriture pour la population mondiale. Elle expose plusieurs principes centrés sur le développement durable des ressources halieutiques, en vue de maintenir la sécurité alimentaire. Les participants conviennent de prendre des mesures immédiates, entre autres pour «conduire des évaluations intégrées des pêcheries afin d'évaluer les opportunités et de renforcer la base scientifique pour la gestion multispécifique et des écosystèmes ainsi que pour minimiser les pertes après captures...».

Le Sommet mondial sur le développement durable de Johannesburg, Afrique du Sud (2002), a adopté une Déclaration politique et un plan d'application. Dans la Déclaration, les Chefs d'État sont «d'accord pour protéger et restaurer l'intégrité du système écologique de notre planète, en insistant sur la protection de la diversité biologique, et des mécanismes naturels qui commandent toute vie sur terre. Dans le plan d'application, il a été convenu d'encourager l'application jusqu'à 2010 de l'approche écosystémique, en prenant note sur une pêche responsable dans l'écosystème marin» [(paragraphe 30 d)]; de «maintenir la productivité et la diversité biologique des zones marines et côtières importantes et vulnérables, y compris dans les zones situées au-delà des limites de la juridiction nationale» [(paragraphe 32 a)]; de «développer et faciliter l'utilisation de divers méthodes et outils, y compris l'approche écosystémique, l'élimination des pratiques de pêche destructrices, la création de zones marines protégées... et l'intégration de la gestion des zones marines et côtières dans les secteurs clefs» [(paragraphe 32 c)].

2. Voix d'accès, influence de la pollution et de la pêche sur les espèces marines

Les différents types de pollution qu'on peut rencontrer dans un écosystème, que ce soit d'eau douce ou d'eau de mer sont :

(a) Pollution des eaux, la survie de toutes les espèces dépend de la disponibilité de l'eau, pour cela la pollution de cet élément reste la plus inquiétante. Elle peut être provoquée par l'introduction, dans le milieu aquatique ou terrestre, de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques et/ou biologiques de l'eau (Pesson *et al.*, 1976; Waldichuk, 1977; Ramade, 2000; 2008). Les conséquences seraient la mise en cause de l'état de santé de l'homme (Smayda, 1990) et des autres êtres vivants, et de porter atteinte à l'agrément des sites ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux (Pesson *et al.*, 1976; FAO, 2003; Chassot, 2005; Sferratore *et al.*, 2008; Uguen, 2009; Steinmentz, 2010);

(b) Pollution mécanique (physique), la pollution mécanique comporte toutes les activités physiques que provoque un polluant dans le milieu. Un bon exemple est la matière en suspension (Waldichuk, 1977; Shen *et al.*, 2011) dont les composantes sont de différentes tailles et formes, d'origine minérale ou organique, vivante ou détritique (apports fluviaux, produits d'érosion des côtes, débris déversés par l'homme), soit éolienne (particules transportées par les courants atmosphériques pour terminer leur chemin en mer). Les effets de

la matière en suspension sont multiples provoquant la turbidité de l'eau qui empêche ainsi la pénétration des rayons solaires si importants pour la photosynthèse et la survie du monde végétal, l'augmentation de la charge minérale de l'eau, la diminution de la visibilité, la stimulation de la prolifération de certaines espèces algales, et l'augmentation de la biomasse bactérienne (Kies & Taibi, 2011; Shen *et al.*, 2011) ;

(c) Pollution chimique, l'origine de ce type de pollution est principalement dû aux rejets des eaux usées produites par les usines, les activités agricoles (riche en pesticides et DDT), le déballastage des hydrocarbures et certaines activités ménagères. Ces rejets contiennent des substances chimiques qui une fois déversées en mer, ont des conséquences néfastes sur l'environnement ;

(d) Pollution minérale, la pollution minérale est due principalement aux apports des oueds et des fleuves qui transportent des quantités importantes d'éléments organiques en suspension. Ces éléments sont dégradés et transformés par les bactéries en minéraux. L'abondance des sels minéraux permet aux espèces algales de proliférer rapidement, ce qui provoque une anoxie du milieu. De ce fait, elles empêchent les autres espèces de se développer ;

(e) Pollution organique, ce type de pollution est riche en matières organiques comme le sont les eaux domestiques. Les rejets d'eaux en provenance des installations d'aquaculture sont aussi riches en produits de désassimilation des espèces élevées. Ces polluants produisent les mêmes effets que les sels minéraux (Aminot & Guillaud, 1990; Aminot *et al.*, 1994 ; Angelier, 2000).

2.1. Voie d'accès de la pollution

La distribution des polluants dépend avant tout des voies d'accès de ces derniers au milieu qui suivent généralement quatre voies.

2.1.1. Voie atmosphérique

La voie d'accès atmosphérique concerne l'apport des polluants sous forme de retombées sèches ou humides, qui peuvent être le résultat des éléments tel que, les résidus de combustion des hydrocarbures (utilisés dans diverses activités telle la propulsion des avions), les radioéléments (issus des expériences diverses telles les tests d'armes nucléaires) et divers pesticides (utilisés sous forme de pulvérisation). L'atmosphère dépend elle-même de deux

facteurs, d'une part, les précipitations qui tendent à accélérer la chute des polluants, d'autre part, les grands courants atmosphériques dont les plus importants sont les grands circuits anticycloniques des basses et moyennes latitudes. On souligne que la concentration de certains gaz, quelle que soit leur origine, dans l'atmosphère perturbe le microclimat local et notamment le régime des brises solaires sans oublier le réchauffement global qui est d'actualité.

2.1.2. Ruissellement

L'apport par ruissellement est en général peu important, sauf s'il a lieu à proximité du rivage. Plus significatifs, sont les résidus solides ou liquides d'origine industrielle telles que les pesticides, les engrais et autres substances qui sont susceptibles d'être entraînés lors de fortes précipitations.

2.1.3. Fleuves et Oueds

Comparables avec les apports fluviaux qui ont lieu tout au long de la côte (Aminot *et al.*, 1998; Lancelot *et al.*, 2011; Shen *et al.*, 2011; Kies & Taibi, 2011). Les infrastructures portuaires sont de même d'importants foyers de pollution littorale (Ramade, 2000; 2008; *in* Grimes *et al.*, 2003; *in* Kies & Taibi, 2011).

2.2. Relation entre les composantes de l'environnement marin

Il existe une relation très étroite entre les composants de l'environnement aquatique et les espèces vivantes à l'intérieure (Fig. 04). Toute altération de l'environnement peut causer des maladies et des stress aux êtres vivants.

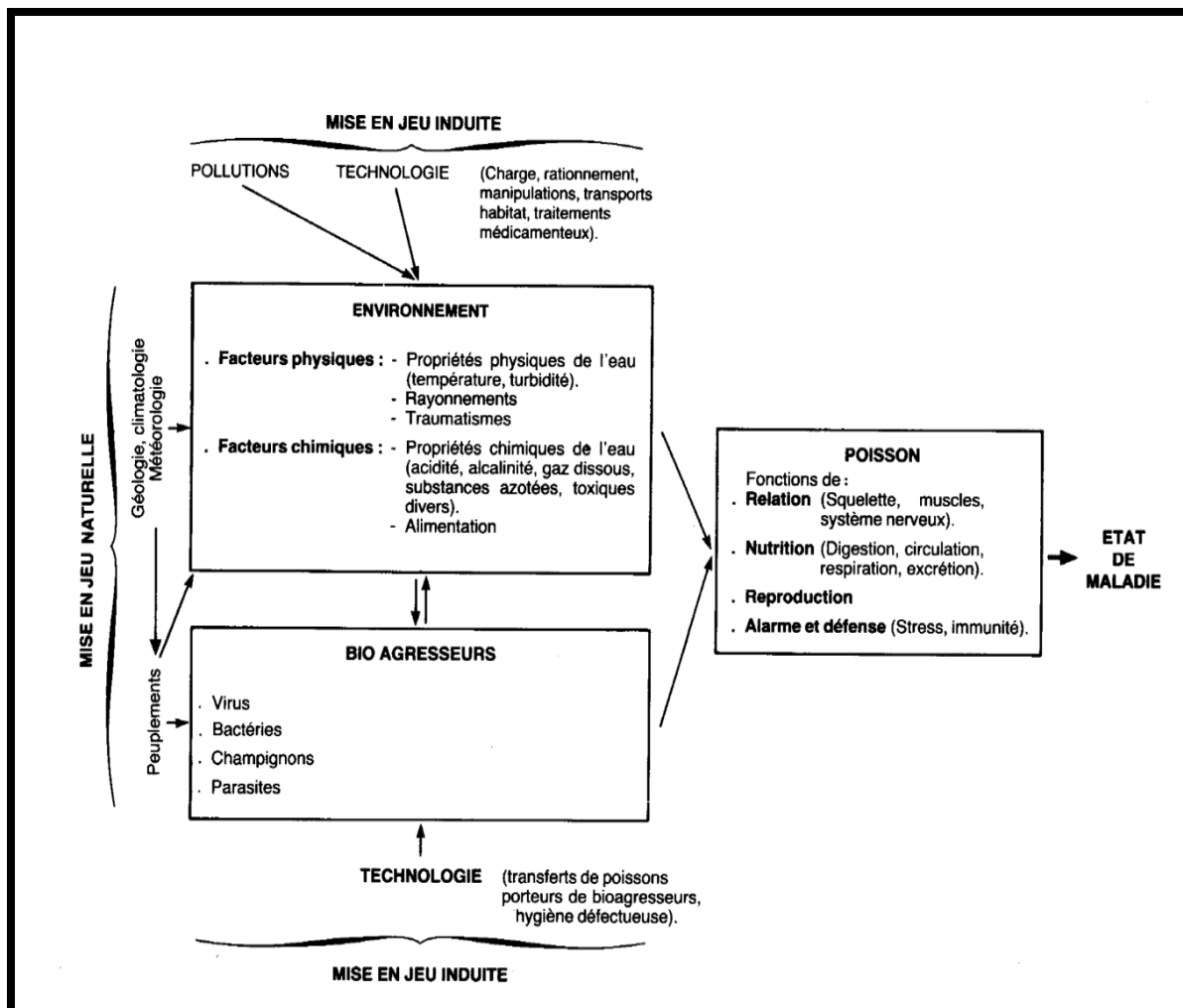


Figure 04: Relation entre les composants de l'environnement et la biocénose aquatique (Kenkelin *et al.*, 1985).

2.3. Relation entre la gestion écosystémique et la notion de développement durable

Le lien entre le développement durable et la gestion écosystémique (FAO, 2003 ; Chassot, 2005; Uguen, 2009; Steinmentz, 2010) est illustré par la définition d'une pratique durable de la pêche donnée par le Comité américain de gestion des écosystèmes pour une pratique durable de la pêche marine à savoir: «des activités de pêche qui ne provoquent ni n'entraînent de changements indésirables dans la productivité biologique et économique (Chassot, 2005; Steinmentz, 2010), la diversité biologique ou la structure et le fonctionnement des écosystèmes d'une génération humaine à l'autre. La pêche est durable lorsqu'elle peut être pratiquée à longue échéance avec un niveau acceptable de productivité biologique et économique sans provoquer des modifications écologiques, qui excluent certaines options pour les générations futures» (Conseil national de la recherche, États-Unis, 1999).

Le développement écologiquement durable a été défini comme résultant du souci d'utiliser, de préserver et de développer les ressources de la communauté de manière à maintenir les processus écologiques dont dépend la vie et à accroître la qualité totale de la vie au présent et à l'avenir (Chassot, 2005; Steinmentz, 2010). Cette approche du développement a trois objectifs principaux, d'abord accroître le bien-être et améliorer la vie des personnes et de la collectivité, en suivant une voie de développement économique qui préserve la prospérité des générations futures; puis respecter une certaine équité au sein des générations présentes et entre celles-ci et les générations futures; et enfin protéger la diversité biologique et maintenir les processus écologiques essentiels ainsi que les systèmes biotiques (FAO, 2003; Chassot, 2005; Uguen, 2009; Steinmentz, 2010).

Chapitre II:

Caractérisation du littoral de Mostaganem

Chapitre II : Caractérisation du littoral de Mostaganem

2. Présentation du littoral de Mostaganem : situation et limites

La wilaya de Mostaganem est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par les wilayas d'Oran et de Mascara, à l'Est par la wilaya de Chélif et au Sud par la wilaya de Relizane. Elle se caractérise par un climat semi-aride en été et tempéré en hiver, avec une pluviométrie variante entre 350mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra (S.D.A.T, 2008 *in* DEM, com. Personnel, 2011). Elle couvre une superficie de 2.269 Km² pour 746.500 Habitants (R.G.P.H 2008 *in* DEM, com. Personnel, 2011). La wilaya de Mostaganem a une façade maritime s'étendant sur 124 Km environ de l'embouchure de la Mactaa à l'Ouest au Cap Nagraoua à l'Est avec une profondeur de cette zone littorale n'excédant pas 3 Km et qui compte une superficie approximative de 300 Km² (soit 13% de la superficie totale de la wilaya de Mostaganem) (D.E.M, 2011). Le plateau sous-marin est très vaste aussi bien en long et en large. Son relief sous-marin est formé de pentes douces avec des fonds sableux et argileux et par endroits isolés avec des fonds rocheux. Vu sa situation géographique (Fig. 05) dans la baie d'Arzew et sa proximité d'Oran, des ports de Bethioua, d'Arzew et de son pôle industriel, Mostaganem recèle beaucoup d'opportunités pour son essor économique. Elle constitue un débouché pour les wilayas telles que Relizane, Tiaret et Mascara.

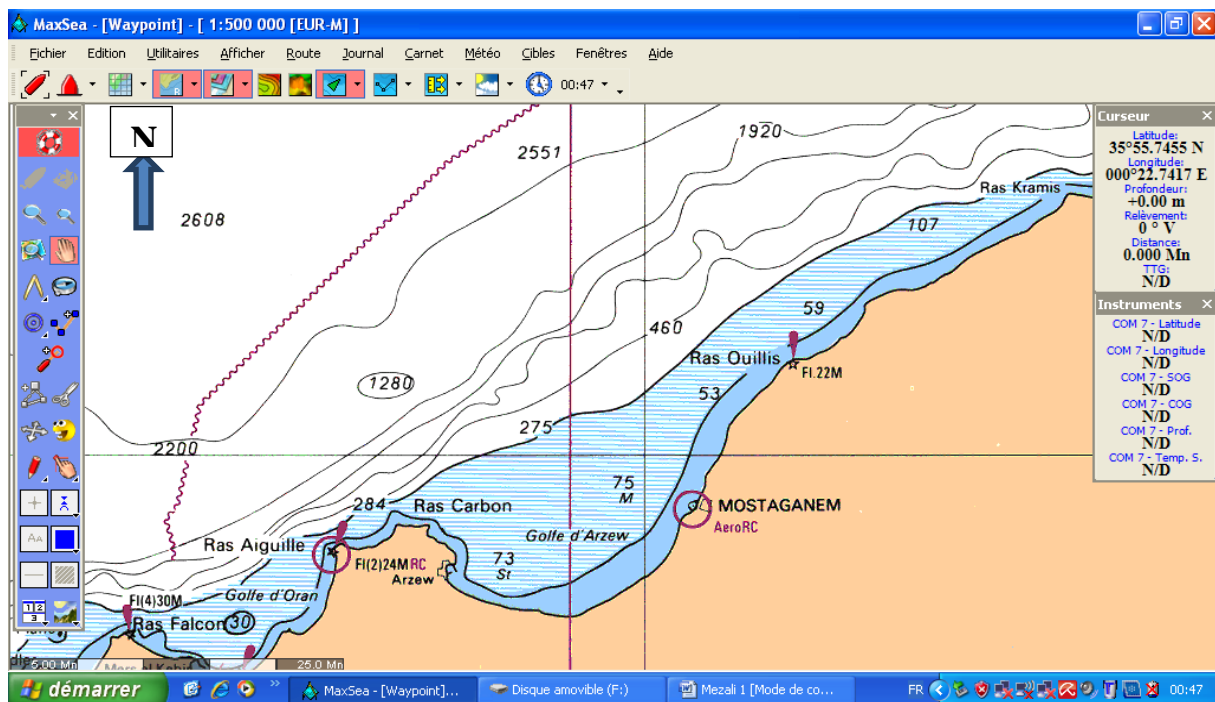


Figure 05: Carte de situation de la wilaya de Mostaganem (Logiciel MaxSea)

2. Caractéristiques physiques et naturels

2.1. Climatologie de la région de Mostaganem

Le climat est saisonnier à l'étage bioclimatique allant du semi-aride au subhumide sur les hauteurs notamment Djebel Diss. La pluviométrie est irrégulière et varie entre 250 et 700 mm/An. La région « Est » est plus arrosée par rapport à la région « Ouest » (400 à 700 mm/An) sur les piémonts Nord du Dahra (D.E.M, 2011).

2.1.1. Température

La température est un élément fondamental en Océanographie. Ce facteur contrôle en surface l'intensité des échanges air-mer et conditionne largement et significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers (*in* Boubenia, 2011). Le milieu marin et l'air ambiant sont en interaction thermique, l'interface air-mer est très sensible aux variations de températures externes. La répartition de la température moyenne de l'air est déterminée principalement par deux facteurs : la distance par rapport à la mer et l'altitude. Il existe aussi des facteurs météorologiques et d'autres d'origine géographiques (substrat, composition du sol, relief) qui influencent également la répartition spatiale de la température (*in* Boubenia, 2011). L'Algérie est caractérisée par un été chaud et un hiver frais (Gagneur & Kara, 2001). La température de l'air bascule entre un minimum de 11.6 °C en hiver (Janvier) et un maximum de 32.7 °C en été (Août) (Al-Asadi & Randerson, 2006). Les températures des couches superficielles de l'eau de mer de Mostaganem varient entre un minimum de 11.6 °C enregistrées en hiver (janvier) et un maximum de 24.7 °C notées en été (Août) (Gagneur & Kara, 2001; Al-Asadi & Randerson, 2006 ; *in* Gorine, 2011) qui se prolonge jusqu'au mois (Fig. 06).

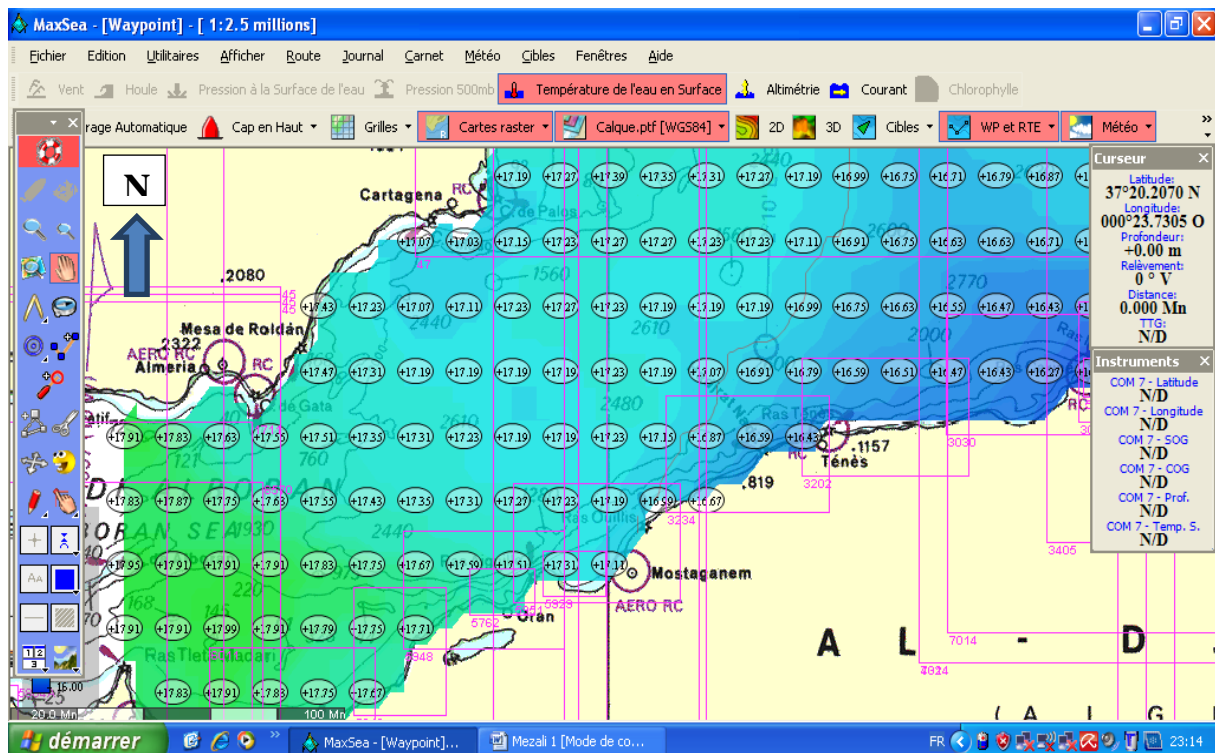


Figure 06: Carte des températures moyennes (16-17° C en périodes printanières) de la surface de l'eau de mer de la wilaya de Mostaganem (Logiciel MaxSea)

2.1.2. Les Vents

Les vents créent des mouvements horizontaux (mouvements ondulatoires) qui agitent la surface de la mer (vagues forcées). Ils sont à l'origine de certains courants marins que l'on appelle « courants d'impulsion ». Ces courants atteignent une vitesse dont la valeur correspond de 1 à 5% à celle des vents qui les génèrent (Collignon, 1991).

Ils sont influencés par la morphologie des côtes (ex: dérives littorales dont la direction est oblique à la côte) et par le relief sous-marin (*in* Kies & Taibi, 2011; *in* Boubenia, 2011). La connaissance de leur direction, force et fréquence est importante pour la mise en valeur de l'hydrodynamisme.

Le vent est l'élément de base des climats tempérés, tel que le littoral Algérien. En fonction de sa direction, il nous amène soit des masses d'air instables et fraîches s'il souffle des directions Nord-Ouest (NW) et Nord-Est (NE), soit des masses d'air doux et relativement humide s'il souffle de directions Ouest (W) ou Est (E) (*in* Boubenia, 2011). Les courants de Sud-Est (SE), et ceux de Sud-Ouest (SW), sont plus ou moins secs et froids en hivers et secs et chauds en été (*in* Boubenia, 2011). Par sa force (ou sa vitesse), le vent accélère la turbulence dans les basses couches et tend à réduire les écarts thermiques d'un lieu à l'autre.

Il existe deux périodes distinctes pour les vents soufflant sur la côte Mostaganemoise; l'une s'étale du mois de septembre au mois d'avril avec des vents froids fréquents de direction Ouest (W) et Nord-Ouest (NW), l'autre avec des vents chauds ou la direction est de l'Est (E) au Nord-Est du mois de mai à août (D.E.M, 2011; *in* Gorine, 2011).

2.3.Géomorphologie

Généralement les vases pures occupent la majeure partie du Golf d' Arzew (Fig. 07) et constituent ainsi une immense vasière qui s'étend des petits fonds vers le large (Boutiba, 2003, *in* Grimes *et al.*, 2003). Cette vasière est la conséquence des apports d'éléments fins de l'Oued Chélif (Boutiba, 2003, *in* Grimes *et al.*, 2003; *in* Kies &Taibi, 2011). Les faciès des graviers sableux, très réduit se localisent en face du massif d'Arzew, alors que celui des sables graveleux occupent principalement les fonds large, c'est le faciès sédimentaire le plus externe du Golf. Les sables graveleux envasés (sédiment de transition) se trouvent dans le secteur occidental et au large entre les fonds de vases pures et ceux de sables graveleux. Au niveau des côtes rocheuses du Golf (Mers El Hadjadj et Stidia), les fonds présentent de nombreux affleurement du substrat constituant des fonds rocheux (Boutiba, 2003, *in* Grimes *et al.*, 2003).

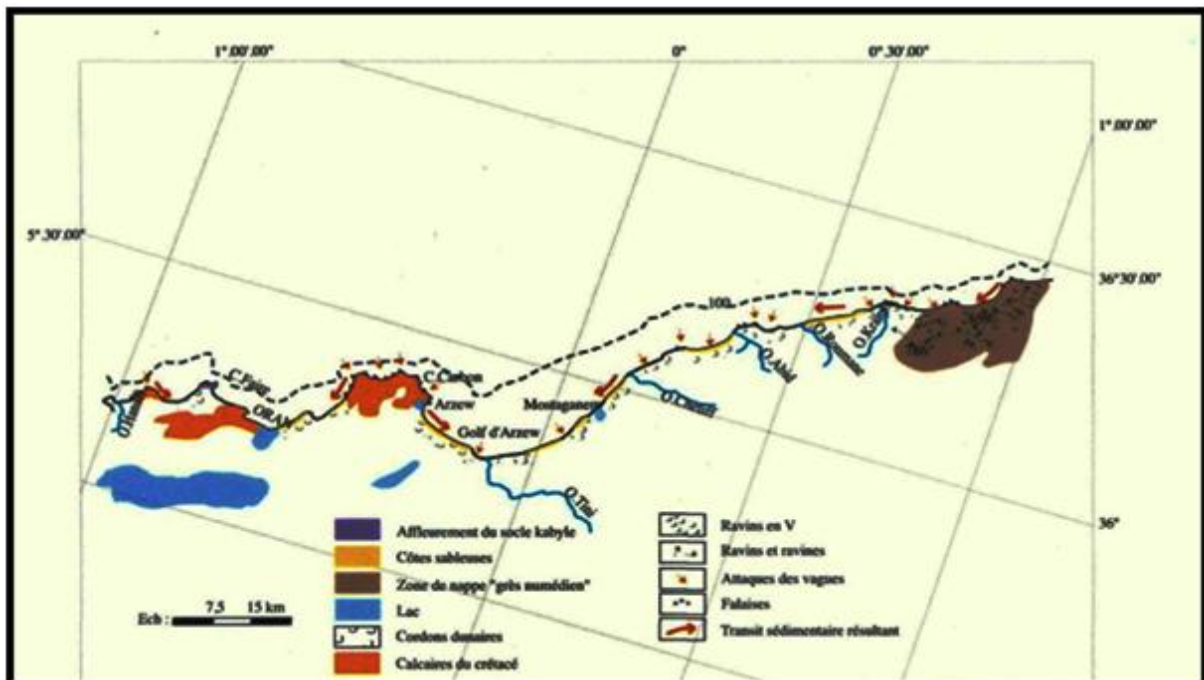


Figure 07: Esquisse morphologique du secteur Oran- Ghazaouet (Boutiba *et al.*, 2003, *in* Grimes *et al.*, 2003)

Localement, la bande littorale est de formations sablonneuses et caillouteuses à éléments gréseux et calcaires. Les formes côtières de la wilaya de Mostaganem s'expriment par l'existence de grandes et belles plages ouvertes, notamment autour des principales zones d'embouchure (Le Chélif et la Mactaa). L'aspect géomorphologique se traduit par la présence de falaises, plus ou moins élevées, soumises à l'érosion marine, participant ainsi à l'alimentation des plages limitrophes. Les processus marins, dont le plus influant est l'hydrodynamisme, qui accélère l'érosion dans les zones de forte concentration d'énergie marine et favorise l'accumulation dans les sites moins agités (D.E.M, 2011).

La combinaison de divers facteurs (tectonique, lithologie, hydrodynamique) a engendré les principales formes et formations actuelles. Les 124 kilomètres de côtes mostaganemoises sont en grande partie constitués par des reliefs rocheux, de plus ou moins forte dénivellation par rapport au niveau marin. Les côtes rocheuses sont plus fréquentes à l'Ouest qu'à l'Est (*in Grimes et al., 2003*). Elles s'observent surtout dans la partie occidentale de la côte mostaganémoise (Stidia) (*in Grimes et al., 2003*). Elles s'estompent par contre, au profit des falaises marines vers l'Est de la côte, alimentés plus particulièrement, par les apports des Oueds de Chélif et autres (*in Grimes et al., 2003; in Kies & Taibi, 2011; D.E.M, 2011*).

La marge continentale mostaganémoise est variable tant par sa dimension que par ses formes. A l'Ouest, le plateau continental est relativement étendu, avec des pentes douces. Vers l'Est, on assiste à une légère augmentation de la pente. Les terrains qui forment le littoral sont très instables à cause de leur sensibilité à l'érosion hydrique et éolienne (roches tendres et roches meubles qui résultent d'un déséquilibre dans les interactions dynamiques entre le « climat », le « sol », la « végétation » et « l'homme ») (*in Kies & Taibi, 2011*), ainsi qu'à des facteurs naturels (forêts dégradées et couvert végétale assez faible).

2.3. Réseau Hydrographique

Sur le plan hydrographique, Mostaganem est délimitée par deux (02) régions : (1) la région « Est » qui est traversée par un réseau d'Oueds (Oued Kramis, Oued Roumane, Oued El Abid, Oued Seddaoua et Oued Zerrifa) ; (2) la région « Ouest » qui est traversée, (hormis l'Oued Chélif et la Mactaa), par un réseau d'Oueds et de cours d'eau plus ou moins importants. Ces oueds et cours d'eau caractérisés par un écoulement irrégulier (avec des périodes des crues hivernales et des étiages estivaux), charries vers la mer divers polluants issues des localités qu'ils traversent.

2.4. Hydrodynamisme

2.4.1. Les Courants

Le courant est maximum en surface et il diminue en profondeur (*in* Boubenia, 2011), le trajet normal du courant au large du golfe d'Arzew est orienté principalement vers l'Est (Fig. 08). Les vitesses calculées au large de ce dernier sont de 30 à 40 km de la côte et de 50 m de profondeur, atteignant 20 à 30 cm/sec à 300 m de profondeur (D.E.M, 2011). Ce courant engendre un contre-courant circulant dans le sens des aiguilles d'une montre, sa vitesse est très faible (*in* Grimes *et al.*, 2003), elle est de 08 cm/s (D.E.M, 2011); elle peut augmenter lorsque les vents soufflent du Nord et ils sont d'origine atlantique et sous l'influence du flux en provenance du détroit de GIBRALTAR qui domine le large de la région de Mostaganem. Ce dernier acquière le nom de *Courant algérien* (*in* Grimes *et al.*, 2003), ce courant coule le long de la côte algérienne (Fig. 08) avec une largeur de 50 Km. Vers 1° E 36° 30' N son caractère devient apparent avec création de tourbillons cycloniques et anticycloniques y associant des upwellings. Ces structures turbulentes provoquent un important mélange des eaux atlantiques et méditerranéennes (*in* Grimes *et al.*, 2003). La figure 08 et la figure C (voir annexe) montrent la circulation de l'eau modifiée d'origine atlantique (Modified Atlantic Water : MAW). Le courant algérien (nom introduit pour souligner le caractère instable de l'écoulement de MAW le long des côtes algériennes) semble pouvoir engendrer des tourbillons de 100 à 200 Km susceptibles de venir ensuite interagir avec lui pendant des mois.

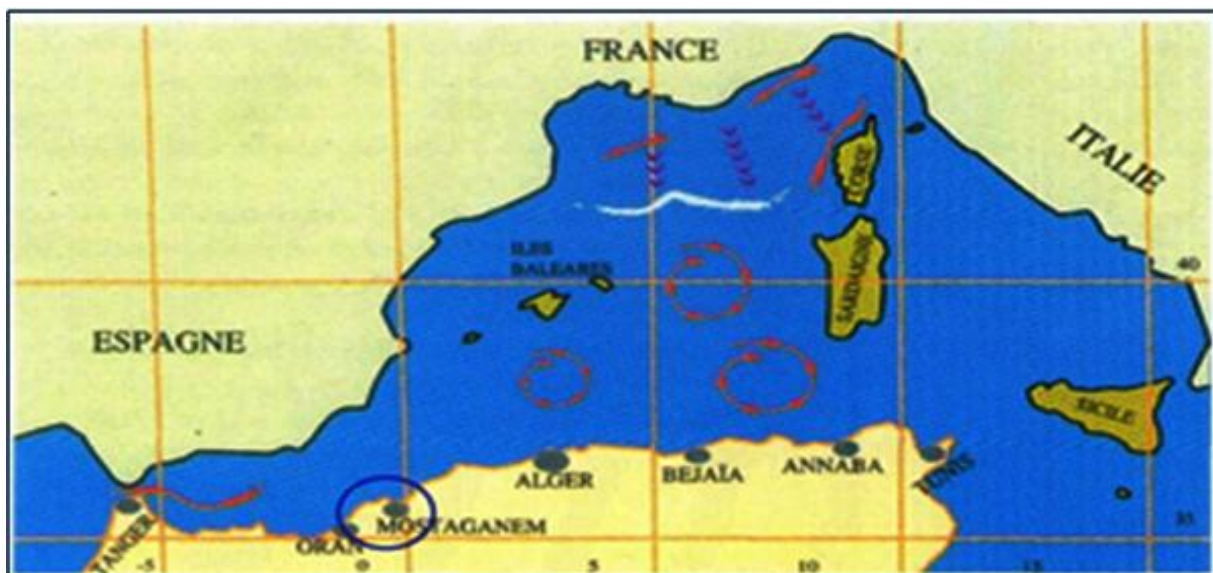


Figure 08: Circulation de l'eau de mer d'origine atlantique (en flèches rouges) (*in* Grimes *et al.*, 2003).

2.4.2. Les Houles

La surface de la mer présente généralement une suite indéfinie d'ondulations parallèles presque identiques qui se propagent de façon sensiblement uniforme vers le rivage. Cet ensemble d'ondulations ou de vagues est appelé houle. Sur le littoral Mostaganemois, les houles constituent un facteur écologique important en l'absence de courants permanents. Elles ont un caractère saisonnier avec 02 directions principales ; une direction W.N.W de 30° et une direction de N.N.E de 20 à 40°. Ces houles se produisent pendant l'hiver et durant en moyenne de 08 à 10 secondes (D.E.M, 2011).

3. Paramètres biologiques

Les travaux de renforcement et d'amélioration du cordon dunaire sur les 150 ha ont touchés presque toutes les zones d'Est en Ouest de la wilaya de Mostaganem, dont la Mactaa a eu un impact de 25 ha et également Sablettes-Ouréah sur 20 ha planté en pin pignon, eucalyptus et l'acacia (D.E.M, 2011).

D'après la direction de l'environnement de Mostaganem les études portant sur l'aménagement ou l'inventaire des différentes espèces faunistiques et floristiques du littoral sont fragmentaires. De ce fait, jusqu'à l'instant il n'existe aucune information sur la répartition et l'abondance des espèces littorales de l'Algérie en générale (Gagneur & Kara, 2001) et delà région de Mostaganem spécialement (Al-Asadi & Randerson, 2006; D.E.M, 2011).

4. Présentation de la zone d'étude

4.1. La côte de Mostaganem

La superficie de la wilaya de Mostaganem (Fig. 09) est de 2.269 Km² pour un nombre d'habitants de 746.500 Habitants (R.G.P.H., 2008 *in* DEM, com. Personnel, 2011). La wilaya de Mostaganem est très touchée par le phénomène de littoralisation (D.E.M, 2011), par la concentration de population et des activités économiques à savoir l'agriculture, le tourisme ainsi que les unités industrielles polluantes. Il y a lieu de signaler que 45% de population totale de la wilaya se concentrent au niveau de la frange littorale qui représente moins de 29% de la superficie totale. On enregistre également 50% de population qui vive au niveau de Chef-lieu de la wilaya de Mostaganem (D.E.M, 2011).



Figure 09: Carte de situation de la zone côtière de la wilaya de Mostaganem (DEM, 2011).

4.1.1. L'Oued Chélif

Les embouchures des rivières sont très dynamiques et fortement variables, ils jouent un rôle très important dans l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes côtiers marins et leurs réponses aux stress (Legleiter, 2012).

Les études physico-chimiques, biologiques et bio statistiques des rivières sont très importants pour l'obtention d'une base de données efficace et utile, afin d'évaluer la qualité de l'eau pour une exploitation rationnelle ultérieure, soit pour développer l'irrigation, la potabilisation des eaux et même l'aquaculture (Al-Asadi, 1991; Grimes *et al.*, 2003). En Algérie ce genre d'études concernant les rivières sont très rares (Gagneur & Kara, 2001; Al-Asadi & Randerson, 2006) spécialement en baie de Mostaganem et entre l'estuaire Chélif (Fig. 07 et Fig. 08) et la mer (D.E.M, 2011; Kies & Taibi, 2011). A l'Ouest Algérien plusieurs travaux (Belhadj, 2001; Al-Asadi & Randerson, 2006; D.E.M, 2011; Kies & Taibi, 2011) ont été réalisés sur Oued Chélif vis-à-vis son importance écologique biologique et économique en plus de sa grandeur. Au centre Algérien, Haouchine, 2011, a travaillé sur le principaux cours d'eau de la Djurdjra Oued Sébaou tandis que Gouri, 2011, a travaillé dans la région Est Algérien, sur la rivière de Seybous. Les études sur les rivières sont devenues le centre d'intérêt des scientifiques et des décideurs ces dernières années (Legleiter, 2012) En France, l'étude de la Rivière de la Seine (Videau *et al.*, 1998; Aminot *et al.*, 2003; Rybarczyk *et al.*, 2003; Rybarczyk & Elkaim, 2003; Thieu, 2009; Garnier *et al.*, 2010) et d'autres à l'étude de la Rivière de la Somme (Rybarczyk *et al.*, 2003; Rybarczyk & Elkaim, 2003) ont été réalisés. En Suède, la modélisation des flux de nutriments du bassin sub-arctique, en comparant les deux rivières Prestine (nommé Kalixalven) et la rivière de

Dammed (nommé Lulealven) localisés au Nord Suédois et drainés vers la mer de Baltique (Sferratone *et al.*, 2008). Au Japon, des études ont été réalisées sur l'influence de la turbidité et de la température de la rivière de Pearl (Shen *et al.*, 2011). Tandis qu'aux USA, la cartographie de la rivière de Laramie localisé à Wyoming a été réalisé (Legleiter, 2012).

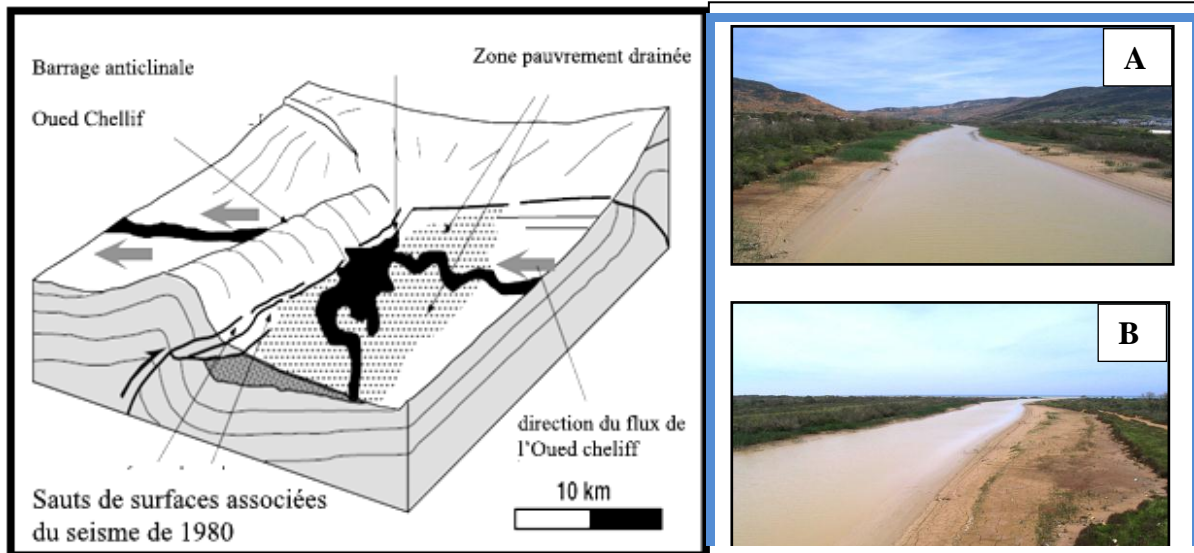


Figure 10: (à droite) Géomorphologie et stratification relative au séisme d'El Asnam à côté d'Oued Chélif (d'après Douglas, 2001, Modifié), (à gauche) Oued Chélif amont (A) et aval (B) (photos prises en 2011, présent travail).

A côté de la Mactaa qui est classé comme zone humide d'importance internationale signé à RAMSAR, l'oued Chélif (Fig. 09 ; Fig. 10) est situé au Nord-Ouest de la côte de Mostaganem entre Chélif Ouest (Sonactère Plage) et le Chélif Est (D.E.M., 2011).

L'Oued Chélif, est le plus long oued en Algérie d'une longueur de 720 Km (D.E.M, 2011), avec un flux de $2700 \text{ m}^3/\text{s}$, et une capacité de 2.8×10^8 million m^3 (Al-Asadi & Randerson, 2006; D.E.M, 2011). Il est considéré comme source de pollution tellurique du littoral de Mostaganem, en raison de la présence de plusieurs unités industrielles et urbaines rejetant leurs effluents en amont (Fig. 10A). Le drainage du bassin se fait en aval (Fig. 10B) vers l'ouest en période de crues et vers l'Est en périodes d'assecs. Cet Oued traverse le bassin versant le plus important du pays avec une superficie de 43.750 (DEM, 2011).

La population totale importante dans le bassin versant du Chélif est estimée à plus de 3.000.000 d'habitants, l'estimation du débit rejeté des eaux usées ayant une incidence sur la qualité des eaux est de $72.000 \text{ m}^3/\text{J}$ (DEM, 2011). La partie Nord Est de la wilaya de Chlef a été interdite à la baignade du fait de la pollution de la plage. Cet oued est le seul cours d'eau Algérien qui prend sa source dans l'Atlas saharien, près d'Aflou dans les monts du

Djebel Amour. L'oued Chélif (Fig. 13) est alimenté par plusieurs affluents et nappes souterraines en périodes d'étiage, et par le barrage Ghrib situé à l'amont ou par les affluents (ex : Oued Mina). L'oued Chélif traverse successivement neuf (09) wilayas qui sont Laghouat, Djelfa (Oued Touil), Tiaret, Tissemsilt côté Ouest (Nahr Ouessel, Oued Mina Haut), Medea, Ain Defla (Oued Chélif), Chlef (Oued Fodda-Oued Sly), Relizane, Oued Rhiau, Oued Mina Bas), Mostaganem où il y a le déversement au niveau de l'embouchure (Fig. 13) (Belhadj, 2001; Kies & Taibi, 2011). Le régime d'écoulement mensuel et annuel de l'Oued Chélif est extrêmement irrégulier, en général, l'apport hydrique de l'Oued Chélif est important de septembre à mai et pratiquement négligeable durant l'été. L'estuaire est la zone extrême du cours d'eau inférieur de l'oued au niveau de laquelle ce dernier se déverse dans la mer en lui apportant des quantités considérables de sables, de boues et de galets. Dans cette zone, la diminution de la vitesse du courant et la différence de densité entre les eaux douces et l'eau de mer font que les sables et les silts en suspension se déposent.

Le dépôt essentiel de l'estuaire est la vase (Grimes *et al.*, 2003 ; Kies & Taibi, 2011). On y rencontre des espèces animales et végétales pouvant appartenir à l'un ou l'autre des écosystèmes (Oued/ Mer). L'estuaire est un biotope présentant une forte productivité biologique; les eaux chargées d'éléments minéraux nutritifs ont donc un caractère d'eutrophie marquée. L'écosystème caractérisant la zone de l'estuaire joue un rôle important pour de nombreuses espèces de poissons migrateurs anadromes comme le loup ou catadromes comme les anguilles (Nisbet & Verneaux, 1970; Sauriau *et al.*, 1997; Fisson, 2007).

4.2. Activités de pêches

La wilaya de Mostaganem faisant partie de la baie d'Arzew à eaux chaudes est considérée comme une zone de fraie par excellence (Fig. 12). La côte Mostaganemoise est très poissonneuse faisant ainsi de la pêche un potentiel économique important qui est mal exploité. La zone de pêche s'étend sur une superficie de 2.700 Km² avec une surface chalutable de 1.750 Km² renfermant une biomasse estimée à 75.000 tonnes et d'un stock halieutique pêchable de l'ordre de 25.000 tonnes (D.P.R.H, 2011 *in com.* Personnel; DEM, 2011). Les recherches sur cette thématique restent limitées sur les publications spécialement à l'échelle locale concernant la wilaya de Mostaganem (d'après la DPRH, 2011; DEM, 2011) à part les évaluations des espèces marines commerciales qui ont été faite par le Navire Océanographique VIZCONDE_DI_EZA dont la dernière évaluation a été établie en 2004 (Fig. 12). A l'échelle internationale, certaines recherches ont s'intéressé au domaine de la dynamique de la pêche marine qui reste une problématique très importante que ce soit

localement, ou à l'échelle régionale ou globale (Laurec & Leguen, 1981; Ould Mohamed Vall, 2004; Girard, 2005; Devineau, 2007; Villalobos-Ortiz, 2008; Chlaida, 2009). D'autres recherches s'intéressent à la modélisation de l'effort de pêche (Mchich *et al.*, 2006; Amar & Guennoun, 2010) et à la zonation du stock pêchable (Mchich *et al.*, 2006) et à l'économie de la pêche (Gilly, 1989; Noeky & Lenselin 2004; Chassot, 2005; Uguen, 2009; Steinmetz, 2010). Peu de recherches traitent l'impact de la pollution sur les écosystèmes côtiers et les pêcheries marines, Shahidul-Islam & Tanaka, 2004 à Kyoto au Japon, ont travaillé sur les différentes formes de la pollution aquatique et leurs impacts sur les écosystèmes et les organismes vivants à l'intérieur.

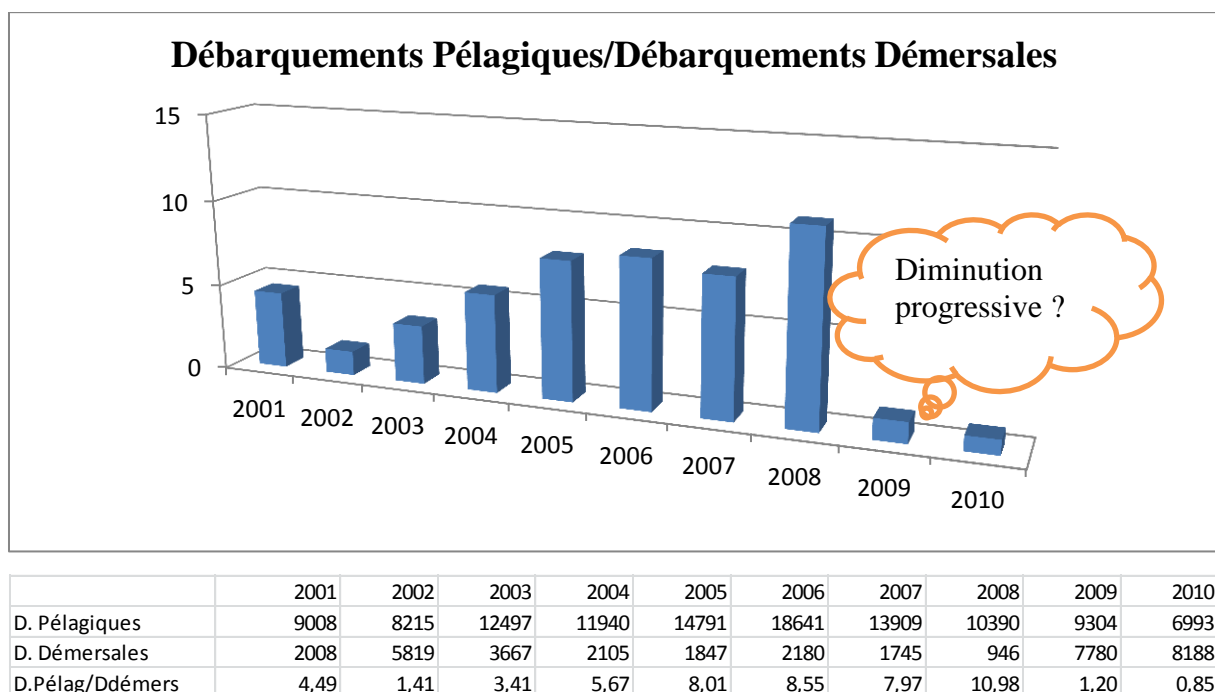


Figure 11: Rapport des deux Débarquements (D. pélagiques et D. démersaux) pendant dix ans (Données obtenus de la DPRH de Mostaganem, présent travail).

A Mostaganem, le secteur de la pêche maritime s'articule autour de trois grands axes: (a) la pêche des « chalutiers » destinée à la capture du poisson démersal (ou poisson de fond) appelé communément poisson blanc. Les filets utilisés sont désignés sous le terme de « chaluts », les zones de pêche se situent essentiellement sur le plateau continental; (b) La pêche à la « sardiniers » destinée à la capture du poisson pélagique ou de surface appelé également poisson bleu est représenté par les sardines, les anchois et les thonidés. Les filets utilisés sont en général de même conception, mais différents sur le plan de montage

de la longueur, et ce, en fonction du type de bateau utilisé, on distingue le lamparo (en voie de disparition), les sennes (filets de grandes dimensions) à sardines, à bonites ou aux thons; (c) la pêche aux petits métiers appellation locale qui désigne la pêche effectuée à l'aide de petits embarcations de pêche côtière (moins de douze mètres). Les captures portent sur de nombreuses espèces. Les engins utilisés sont variés en fonction des espèces capturés, on distingue les trémails, les filets maillants, les bonitières, les lignes hameçons.

En analysant les débarquements depuis l'année 2001 jusqu'à l'année 2008 (Fig. 11), on note une production croissante intense qui dépasse les 14.000 tonnes, dont les débarquements pélagiques dépassent les débarquements démersaux par deux à quatre fois, tandis que les deux années 2009 et 2010 on note une régression de la production halieutique qui ne couvre même pas la demande du consommateur, et cela pour les deux types de débarquements que ce soit pélagiques ou démersaux (Fig. 11).

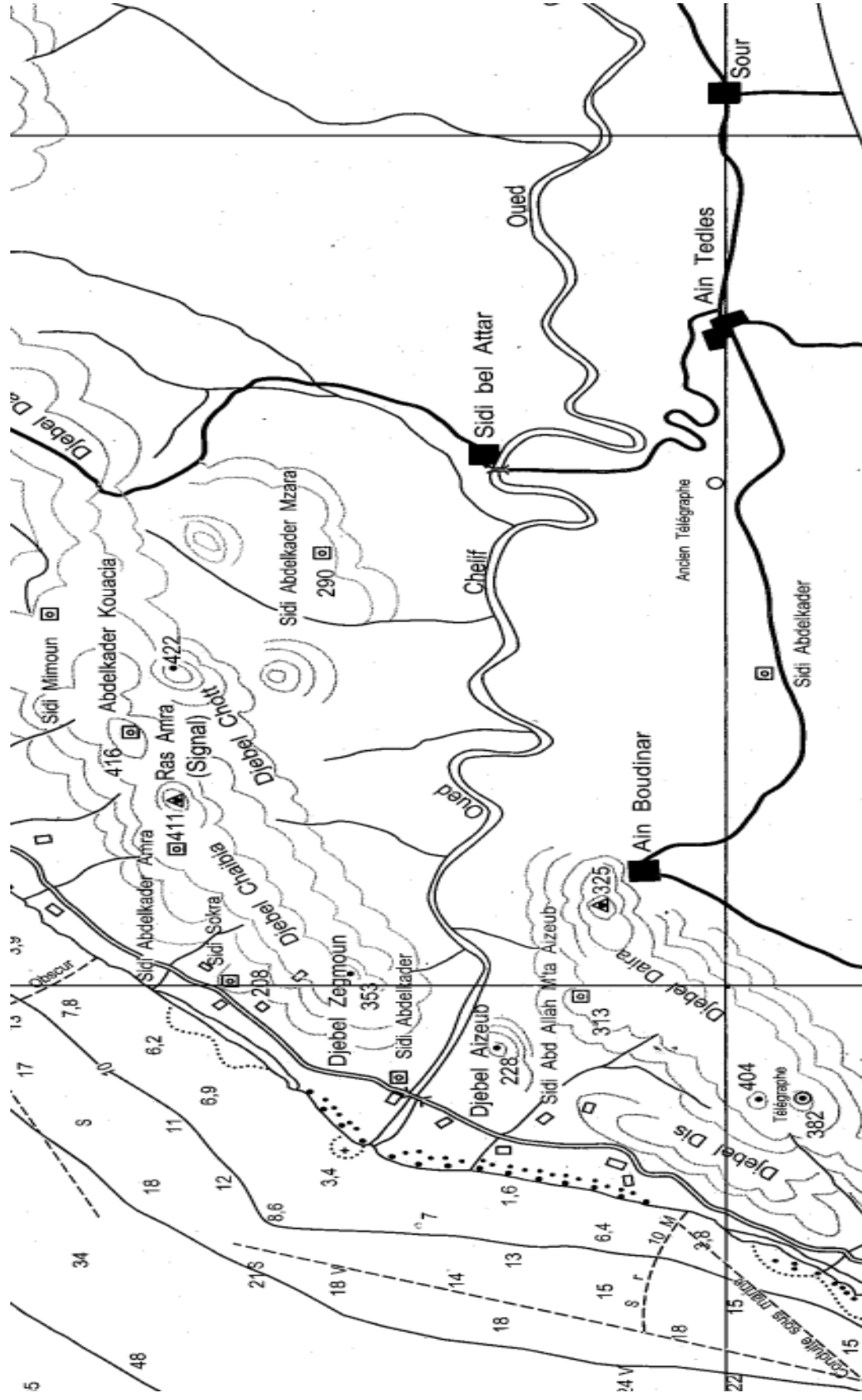


Figure 13: Carte de l'estuaire de Chélif (wilaya de Mostaganem) (Etablie par le Navire Océanographique VIZCONDE_DI_EZA_2004)

4.2.1. Les ports de pêches de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem compte actuellement de deux ports en activité qui sont le port de pêche et de commerce situé à Mostaganem et le port de pêche situé à Sidi Lakhdar; et de deux autres ports en projets dont le port de pêche et de plaisance qui se trouve à la Salamandre (l'avancement des travaux est de l'ordre de 80%) et le port de pêche et de plaisance localisé à Stidia (appel d'offre est en cours de finalisation).

Selon la Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques de la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2009 ; 2010 *in* DEM, 2011), les espèces capturées et commercialisées au niveau de la wilaya sont mentionnées dans le tableau 03.

Tableau 03: Espèces de poissons capturées à Mostaganem (d'après la DPRH, 2010 *in* DEM, 2011).

Poissons démerseaux	Poissons pélagiques	pièces	Crustacés	Mollusques
Rouget, Merlan	Allache, Anchois	Thon, Espadon	Crevette rouge	Sépia
Pageot, Dorade	Sardine, Saurel	Squales, Bonite	Crevette blanche	Calmar
Sole, Pagre	Maquereau, Bogue	Thonine	Langoustine	Poulpe
Bazougue , Raie	Brochet, Limon		Langouste	
Torpille, Mérou	Mulet			

4.2.2. Cadre juridique : Environnement et pêche

4.2.2.1. Stratégie nationale pour la protection du littoral

Du point de vue écologique, l'interface terre/mer constitue un environnement important qui impose une gestion rationnelle et prudente. Le gouvernement algérien a mis une stratégie d'action dans le cadre de la protection du littoral.

Les mesures de protection prises sont : (a) La lutte contre l'extraction illicite et abusive du sable par le renforcement des contrôles au niveau de la circulation routière et au niveau des sites concernés; (b) l'élaboration d'un arrêté portant sur la déclaration de la frange littorale de la wilaya de Mostaganem « Zone à Protéger » n° 36 du 06/02/1996; (c) l'élaboration d'un arrêté de Monsieur le Wali portant sur la mise en défense de la zone littorale n° 953 du 08/12/1998 ; (d) la création d'une commission de wilaya chargée du suivie de l'extraction des

sables par arrêté de Monsieur le Wali n° 720 du 14/07/1999; (e) l'application de la loi n° 02-02 du 05/02/2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral; (f) la création de la commission intersectorielle du programme d'aménagement côtier; (g) l'application du principe de l'aménagement éclaté en laissant des espèces intercalaires à l'état naturel; (h) la réalisation de la fixation des dunes et l'inscription du programme de reboisement; (i) l'application de la réglementation – élaboration des études d'impact sur l'environnement; (j) la proposition du classement de la Réserve Naturelle de la Mactaa; (k) l'élaboration du cadastre littoral de la wilaya de Mostaganem; (l) la création du Commissariat National du Littoral (CNL); (m) la création des Gendarmes Nationaux pour lutter contre la pollution Marine (Plan d'urgence TEL-BAHR) (D.E.M, 2011).

D'Autres actions sont également prises en compte notamment : (a) Le traitement des eaux usées des centres urbains et touristiques côtiers; (b) la reconstitution et la restauration des espaces naturels dégradés. Il faut mettre une stratégie de prévention de la dégradation du littoral et milieu côtier en limitant au strict minimum l'occupation du littoral; (c) la déconcentration spatio-temporelle du tourisme littoral; (d) la mise en place de dispositifs adaptés de défense contre la mer et de dragages des ports; (d) et la connaissance des ressources halieutiques exigeant l'inventaire de celles-ci (D.E.M, 2011).

4.2.2.2. Les principales réglementations appliquées au secteur de la pêche

Le secteur de la pêche en Algérie a inscrit sa politique de gestion et de développement dans un cadre responsable et durable. L'application rigoureuse de cette vision et stratégie est nécessaire au regard de la problématique alimentaire et de la ressource halieutique. C'est dans cette optique que la loi N° 01-11 du 03 juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture a consacré un ensemble de principes et de dispositions devant permettre, entre autres, une exploitation rationnelle et une protection de l'environnement et des ressources halieutiques; de maîtriser la connaissance de nos ressources biologiques à travers leur évaluation scientifique périodique et l'instauration du suivi de l'effort de pêche.

Ainsi la concrétisation des objectifs contenus dans ce nouveau dispositif juridique se fera progressivement à travers la mise en place des textes d'application qui permettra sans doute de pérenniser l'activité de pêche et d'édifier un développement durable, il s'agit notamment des textes traitants les aspects suivants:

4.2.2.2.1. Autorisation de pêche

Selon le décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche. Dans ce décret, il est indiqué que l'exercice de la pêche est subordonné à l'obtention d'une autorisation ou permis de pêche délivré par l'autorité chargée de pêche. L'autorisation ou le permis de pêche fait ressortir: le type de pêche; la liste des équipements et engins de pêche autorisés; la zone d'exercice de la pêche et les espèces ciblées; les quotas et leurs lieux de débarquement éventuels.

4.2.2.2.2. Zones de pêche

Le décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche. Le régime relatif aux zones de pêche prévoit trois zones de pêche : une zone située à l'intérieur de 6 milles marins à partir de la ligne de base mesurée du cap à cap; une zone allant de 6 milles à 20 milles marins; alors que la dernière zone est située au-delà de 20 mille marins. L'exercice de la pêche dans chaque zone est relatif aux caractéristiques techniques des navires de pêche.

4.2.2.2.3. Engins de pêche

Le décret Arrêté du 04 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 24 avril 2004 fixant les limitations d'utilisation des chaluts pélagiques, semi-pélagiques et du fond dans le temps et dans l'espace. Outre la nomenclature des engins de pêche dont l'importation, la fabrication, la détention et la vente sont interdites dans l'article 51 de la loi cadre du 01-11 du 03 juillet 2001, ce décret traite les interdictions relatives à l'utilisation des chaluts dans le temps et dans l'espace. Dans ce décret il est interdit l'emploi des arts traînants (chaluts) à l'intérieur des 3 milles marins dans la période allant du 1er Mai au 31 Août de chaque année sur tout le littoral Algérien. Sont prohibés, également, les chaluts de fond, dont la petite maille étirée est inférieure à 40 mm et les chaluts crevettier ainsi que les chaluts pélagiques doivent avoir une maille étirée de 20 mm.

4.2.2.2.4. Tailles minimales marchandes

Le décret exécutif n° 04-188 du 19 Joumada El Oula 1425 correspondant au 7 juillet 2004 fixant les modalités de capture, de transport et de commercialisation des produits de pêche n'ayant pas atteint la taille minimale réglementaire (Tab. 04). Dans ce cadre sont prohibés la capture, le transport et la commercialisation des espèces qui n'ayant pas atteint la taille minimale marchande. Celle-ci est indispensable pour empêcher la capture des immatures,

éviter la surexploitation des stocks et assurer la pérennité de la ressource. Le tableau 04 montre les tailles minimales marchandes des principales espèces des petits pélagiques.

Tableau 04: Tailles minimales marchandes des principales espèces des petits pélagiques autorisée en Algérie donc à Mostaganem (d'après Le J.O Algérien N° 18, 2004).

Espèce	Taille minimale marchande (cm)
Sardine (<i>Sardina pilchardus</i>)	11
Anchois (<i>Engraulis encrasicolis</i>)	09
Saurel (<i>Trachurustrachurus</i>)	15
Allache (<i>Sardinelle aurita</i>)	14

Chapitre III:

Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériel et méthodes

Le but de ce chapitre est d'une part de donner une idée globale sur les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques et hydro-biologiques qui peuvent être utilisées et d'autre part d'exposer celles que nous avons utilisées depuis le choix des points de prélèvements jusqu'à l'analyse, afin de déterminer les particularités (qualitatif et quantitatif) des eaux des trois milieux (Oued Chélif, Estuaire de Chélif et la Mer).

Les données sur la pêche (effort de pêche, les tonnages des captures des espèces marines, les engins de pêches utilisés, les collectifs marins,...) ont été collectés par le biais de la direction de la pêche et des ressources halieutiques de la wilaya de Mostaganem, en plus des enquêtes personnels sur terrains et sorties en mer. Et cela, avant et après le contact « Oued-Mer » c'est-à-dire en périodes de connectivités et en périodes de non connectivités. La qualité de l'eau doit être une préoccupation centrale qui justifie un effort de recherche particulier.

L'augmentation dangereuse des pollutions tant pour les ressources des eaux marines que pour l'Oued Chélif et la diminution des captures marines nous ont conduits à entreprendre ce travail qui concerne une évaluation qualitative et quantitative de la qualité des eaux (d'Oued Chélif, de l'Estuaire et de la Mer) et des captures marines, et d'en faire une analyse statistique « sous le logiciel R libre » du lien « Oued Chélif-Pêche » pour évaluer qualitativement et quantitativement la qualité de la pêche en périodes de connectivités et en périodes de non connectivités « Oued-Mer ».

1. Intérêts des analyses physico-chimiques et hydro-biologiques

L'augmentation excessive des sels nutritifs et de la matière en suspension, constitue une forme de pollution non négligeable ayant des conséquences négatives sur la faune et la flore marine et d'eau douce (Bougie, 1974; Persson, 1976; Waldichuk, 1977; Rodier, 1996; Sauriau *et al.*, 1996; Angelier, 2000; Sigg *et al.*, 2000; Billen & Garnier, 2007).

A cet effet, pour les évaluer et les analyser, on ne peut que les mesurer pour les quantifier (Nisbet & Verneaux, 1970; Aminot & Chausspiéd, 1983; Smayda, 1990; Rodier, 1996; Sigg *et al.*, 2000; Ramade, 2000; 2008). C'est ce qui constitue l'analyse *physico-chimique* (Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996; Sigg *et al.*, 2000; Ramade, 2000; Kies & Taibi, 2011) et *hydro-biologiques* (Nisbet & Verneaux, 1970; Bougis, 1974; Ramade,

1998; Aminot & Chausspied, 1983; Angelier, 2000) pour déterminer et caractériser la qualité de l'eau. L'analyse physico-chimique se base sur l'utilisation des méthodes, qui représentent l'ensemble des techniques destinées à évaluer les caractéristiques physiques de l'eau (température, hydrodynamismes, etc...) et la composition chimique de certains constituants (sels nutritifs, MES, etc...) pour un *biotope aquatique donné*. Deux de ces méthodes classiques d'analyse sont la spectrophotométrie et la gravimétrie (Aminot & Chausspied, 1983; Rodier, 1996; Kies & Taibi, 2011).

Quant à l'analyse hydro-biologique, cette dernière est basée sur la détermination de la composition quantitative du plancton, notamment le phytoplancton (Menesguen, 1992; 1999; Lacaze, 1996; Belin & Raffin, 1998; Belin *et al.*, 2001; Fisson, 2007; Gohin *et al.*, 2010) et qualitative en déterminant les peuplements de divers organismes propres aux *biocénoses aquatiques* (Al-Asadi & Randerson, 2006).

Il est à noter que, la détermination de l'interaction de ces paramètres physicochimiques et leurs influences sur la faune et la flore, permet de caractériser les différents milieux aquatiques. Aussi, les organismes vivants soumis aux variations de ces paramètres, mémorisent la qualité des eaux dans le temps (Nisbet & Verneaux, 1970; Bougis, 1974; Aminot & Chausspied, 1983; Rodier, 1996; Ramade, 1998; 2000).

Par ailleurs, il existe d'autres méthodes d'évaluation de la qualité des eaux à partir de *l'imagerie satellitaire* (Fisson, 2007; Ganzin & Mangin, 2008; Bachari-Houma, 2009; Gohin *et al.*, 2010) que nous avons aussi utilisés.

a. Prélèvements

Nous avons procédé aux prélèvements de la phase liquide pour des analyses physico-chimiques et hydro-biologiques, en chaque point illustré dans la figure 14.

Le point **S** désigne le point de prélèvement à la commune du Sour située à Oued Chélif;

- Le point **SB** désigne le point de prélèvement à la commune de Sidi Belattar située à Oued Chélif;
- Le point **Emb** désigne le point de prélèvement à l'embouchure de Chélif;
- Le point **W** désigne le point de prélèvement à l'Ouest (Sonactère plage) ;
- Le point **E** désigne le point de prélèvement à l'Est (Sokhra plage).

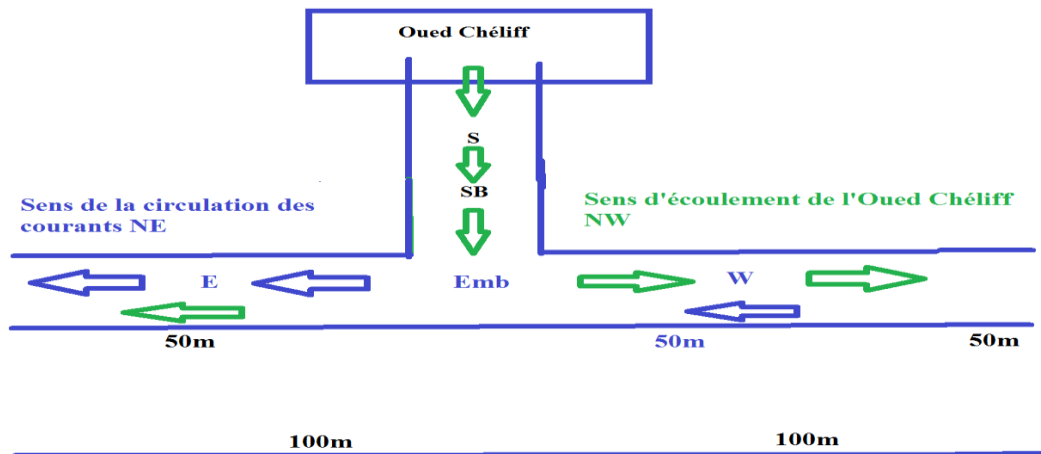


Figure 14: Les Points (S, SB, Emb, E, et W) de prélèvements de la phase liquide pour les analyses physico-chimiques et hydro-biologiques (Présent travail).

i.Choix des sites de prélèvements et laboratoires d'analyses

Les prélèvements (Voir Figure D- Annexe) ont été effectués à différentes stations qui ont été choisies en fonction de leur éloignement de l'embouchure de l'Oued Chélif ; c'est-à-dire à une certaine distance de cette dernière. On a trois stations, l'Est (E), l'Embouchure (Emb) et la station Ouest (W) (Fig. 15).

Les échantillons *d'eau de mer* destinés aux analyses physico-chimiques et hydrobiologiques ont été effectués à différentes périodes de l'année 2009 et 2010. Leurs analyses ont été confiées à l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'ORAN (ANRH).

Les prélèvements, analyses et résultats *d'eau douce* des stations situées à l'Oued Chélif, ont été de même réalisés par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Oran (ANRH) qui suit un contrôle régulier de l'oued au niveau des deux stations Sidi Belaatar (S.B) et Sour.



Figure 15: Carte de situation géographique des stations d'études (points rouge) dans l'estuaire de Chélif (photos à gauche, google earth et présent travail) et la baie de Mostaganem (Mezali, 2007).

ii. Méthodes de prélèvements d'eau de mer pour les analyses physico-chimiques

Pour ce type de prélèvements, on emploie des flacons en verre ou en plastique, qui doivent être rincés 3 fois avec de l'eau à prélever et analyser avant chaque utilisation puis remplis jusqu'au bord. L'ouverture des bouteilles se fait sous la surface de l'eau pour exclure toute contamination de l'échantillon. Ensuite ils sont mis dans une glacière afin de les conserver à basse température (4°C) et d'éviter toute réaction entre les composés chimiques et aussi l'assimilation des éléments par les microorganismes (Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996; Sigg *et al.*, 2000). Le mode de prélèvement varie selon l'origine de l'eau (Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996). Dans le cas d'une rivière ou de l'eau de mer, la bouteille sera plongée complètement immergée. Sur chaque bouteille doivent figurer les renseignements concernant le nom de la région où a été prélevée l'eau à analyser, le nom du point de prélèvement, la date de prélèvement, la température de l'eau, et le pH. Pour compléter les données concernant le site de prélèvement, on porte sur le cahier de station les informations suivantes: La position géographique du lieu de prélèvement; l'état du climat; la direction du vent; l'état de la mer, le débit de l'oued (Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996).

iii. Méthodes de prélèvement d'échantillons pour les analyses hydro-biologiques

La même technique de prélèvement de l'eau de mer est suivie. Les échantillons d'eau de mer et de l'oued sont conservés dans des flacons en verres auxquels, on ajoute du formol (70%) pour fixer le phytoplancton qui sera observé plus tard au microscope optique (x 400) (Nisbet & Verneaux, 1970; Aminot & Chauss pied, 1983; Rodier, 1996).

iv. Réactifs utilisés pour les prélèvements d'eau

Pour préserver nos échantillons (Aminot & Chauss pied, 1983; Rodier, 1996), on doit ajouter des réactifs *immédiatement* après le remplissage du flacon d'échantillonnage tel que: 3 ml de carbonate de magnésium (hydroxycarbonate) à 1% pour la *chlorophylle a*; 1 ml de sulfate de manganèse (Réactif 1) et 1 ml d'iodure de potassium (Réactif 2) pour l'*oxygène* dissous et quelques gouttes de formol à (70%) pour le *phytoplancton*.

1.2.5. Conditionnement et transport des échantillons

Le conditionnement et transport des échantillons s'effectuent dans une glacière portative avec une réserve de froid suffisante, notamment pendant les périodes chaudes et cela pour éviter toute réaction chimique et altération de la valeur initiale des différents paramètres à mesurer (Aminot & Chauss pied, 1983; Menesguen, 1992; 1999; Lacaze, 1996; Rodier, 1996; Al-Asadi and Randerson, 2006; Fisson, 2007; Gohin *et al.*, 2010). Donc, une température de 4 °C convient pour le stockage de courte durée (quelques heures à quelques jours); au-delà, il est préférable d'avoir recours à la congélation. On peut conserver les échantillons dans le réfrigérateur à une température de 4°C si leur analyse devrait avoir lieu plus tard (mêmes conditions pour les analyses hydro-biologiques).

1.3. Mesure des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques

Les analyses des principaux paramètres de pollution sont effectuées conformément aux normes CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans) (Aminot & Chauss pied, 1983) et normes AFNOR.

1.2.1. Mesure de la température

La température T° de la surface de l'eau a été mesurée *in situ* à l'aide d'un thermomètre spécial environnement, selon les recommandations d'Aminot & Chauss pied (1983) et Rodier (1996).

1.2.2. Mesure du pH

Le pH est mesuré *in situ* à l'aide d'un papier pH. Les mesures sont exprimées en unités de PH à la Température égale à 20 °C, et la lecture est faite après stabilisation du pH selon les recommandations d'Aminot & Chausspied (1983) et Rodier (1996).

1.2.3. Mesure de l'Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre vital « bio limitant ». Pour le dosage de ce dernier, la méthode de Winkler est utilisée (Person-Le Ruyet, 1986; Rodier, 1996 ; Aminot & Chausspied, 1983; Garnier *et al.*, 2008 ; 2010). Le prélèvement est réalisé dans un flacon spécialement conçu de 200 ml muni d'un bouchon rodé en verre. Après le prélèvement de l'eau, on introduit très près du fond du flacon 1 ml de sulfate manganéux (réactif 1) puis 1 ml d'iodure de potassium (réactif 2). Ensuite, on ferme le flacon en prenant soin d'exclure les bulles d'air. L'échantillon et les réactifs sont mélangés par retournement et puis laissés au repos. On obtient environ 100 ml de phase limpide. Le principe de la méthode de Winkler: le précipité d'hydroxyde manganéux fixe complètement l'oxygène pour former de l'oxyde manganique (qui, en milieu acide, oxyde l'iodure de potassium préalablement introduit). L'iode libéré est titré par le thiosulfate de sodium.

1.2.4. Mesure des sels nutritifs

1.2.4.1. Les composés azotés

Les composés azotés sont des éléments biolimitants qui entrent dans la composition des protéines des organismes autotrophes (algues vertes et phytoplancton) et autres microorganismes (bactéries et champignons) (Aminot & Chausspied, 1983; Aminot *et al.*, 1985; Menesguen, 1992; Aminot & Guillaud, 1990; Aminot *et al.*, 1994; Rodier, 1996; Aminot *et al.*, 1998).

2.2.4.1.1. Les Nitrates

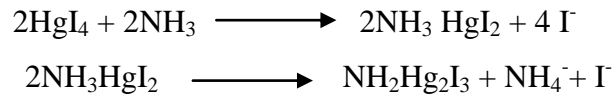
Principe: en présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

2.2.4.1.2. Les Nitrites

Nous avons utilisé la méthode de Zambelli (Rodier, 1996). L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions nitrites (NO_2^-) un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites.

2.2.4.1.3. L'Ammonium

La méthode de Nessler (Rodier, 1996) a été utilisée. Le réactif de Nessler (iodo-mercure de potassium alcalin) en présence d'ions ammonium (NH_4^+) est décomposé avec formation d'iodure de dimercuriammonium qui permet le dosage colorimétrique des ions NH_4^+ selon les réactions suivantes :



1.2.4.2. Les ions Orthophosphates

Le phosphore est un élément chimique entrant dans la composition des acides nucléiques, en plus il est indispensable à la prolifération des espèces (Aminot, 1988; Aminot & Guillaud, 1990; Menesguen, 1992; Aminot *et al.*, 1993; Lacaze, 1996 ; Billen & Garnier, 2007; Garnier *et al.*, 2008 ; 2010; Gypens, 2011; Lancelot *et al.*, 2011).

En milieu acide et en présence d'heptamolybdate d'ammonium, les ions orthophosphates (PO_4^{3-}) donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduits par l'ascorbate de sodium, développent une coloration bleue pouvant être dosée par un colorimètre.

1.2.4.3. Les Orthosilicates

Le silicium est absorbé par les diatomées et incorporé dans leurs exosquelettes (Humborg *et al.*, 2000 ; 2008; Billen & Garnier, 2007; Garnier *et al.*, 2008 ; 2010; Gypens, 2011; Lancelot *et al.*, 2011). Pour cela, la quantité de diatomées est proportionnelle à la concentration de silicium. Ils entrent dans la composition des acides aminés cystéines et histidine.

L'anhydride silicique (SiO_2) donne avec le molybdate d'ammonium à pH égale à 1.2 une coloration jaune due à la formation d'acide silico-molybdique. Cet acide est réduit à l'aide d'ascorbate de sodium en anhydride silico-molybdique de coloration bleue pouvant être dosée par un colorimètre.

1.2.5. La Matière en suspension (MES)

Les MES influent directement sur les autres paramètres environnementales tel que la transformation des sels nutritifs (N, P, Si) (Garnier *et al.*, 2008 ; 2010). Pour connaître le poids de MES par unité de volume d'eau, on doit préparer un papier filtre qu'on rince à l'eau distillée pour éliminer le sel. Celui-ci est séché dans une étuve à 105 °C pendant 1h, puis refroidit dans un dessiccateur. Sa masse (m_1) est obtenue par pesée. On place après le papier filtre dans un système de filtration pour filtrer l'échantillon. Une fois le filtrat obtenu, il est

séché à 105°C/ 1h, puis refroidit dans un dessiccateur et le tout est pesé (m_2). Le poids de MES est obtenu par la formule suivante (Aminot & Chaussapied, 1983; Rodier, 1996; Angelier, 2000; Ramade, 2000).

$$[M.E.S] = \frac{m_2 - m_1}{Volume} = mg/l$$

1.2.6. La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

C'est la mesure de l'oxygène nécessaire à la décomposition des produits organiques et non organiques dans les écoulements des rejets industriels. On l'appelle « Demande en Oxygène Biochimique » parce que les bactéries dans l'échantillon sont des catalyseurs principaux pour la conversion des matières organiques et la consommation d'oxygène dans l'échantillonnage. Des taux élevés de DBO₅ dans les rejets industriels sont dus à une chute de concentration en oxygène dissous, inhibant souvent la vie aquatique. La DBO₅ est la valeur de la demande biologique en cinq jours qui représente le nombre de milligrammes d'oxygènes nécessaires aux micro-organismes mis en incubation avec les résidus, à métaboliser les matières assimilables organiques et minérales (Rodier, 1996; Garnier *et al.*, 2008 ; 2010) contenues dans un litre de milieu de dispersion homogène à 20 °C et dans l'obscurité.

1.3. Analyses hydro-biologiques

1.3.1. Détermination de la Chlorophylle (a)

La méthode de détermination de la chlorophylle a utilisée par les phytoplanctonologistes repose sur plusieurs étapes dont, la fixation et l'extraction de la chlorophylle (a) est effectuée à l'aide de l'acétone (90%). La concentration de la chlorophylle (a) est assurée par la centrifugation (Fig. 16.A), suivie par une filtration (Fig. 16.B) ou sédimentation. L'absorbance de l'extrait est déterminée au spectrophotomètre (Fig. 16.C) de type UV/VIS aux longueurs d'ondes 665, 645 et 630 nm (Aminot & Chaussapied, 1983; Rodier, 1996).



Figure 16: Méthode d'analyse de la chlorophylle (a) réalisé au laboratoire ANRH (Oran).
A. centrifugeuse; B. appareil de filtration; C. spectrophotomètre.

1.3.2. Le Phytoplancton

Après le prélèvement d'un échantillon de l'eau de mer et de l'estuaire, quelques gouttes de formol sont ajoutées pour assurer la fixation du phytoplancton (Aminot & Chaussied, 1983; Rodier, 1996 ; Ramade, 2008). Des observations quantitatives ont été réalisées en utilisant un microscope inversé et une clé de détermination des espèces phytoplanctoniques (Fig.17).



Figure 17 : Détermination des espèces phytoplanctonique à l'aide d'un microscope inversé au Gr. X 400 à gauche et au Gr. X 320 à droite, (présent travail réalisé à l'ANRH, Oran).

2. Analyses du secteur de la pêche de la wilaya de Mostaganem

La Wilaya de Mostaganem, dispose pour ces activités liées au secteur de la pêche, d'un seul port (avec un quai de 250 millions de litres et un appontement de 180 millions de litres destiné à l'accostage des navires de pêche), utilisé conjointement pour le commerce et la pêche. Sa façade maritime est de 104 Km, allant de la Mactaa à l'Ouest jusqu'au cap Nagrawa à l'Est. Sa superficie terrestre est de 2269 Km² avec un potentiel hydrique non négligeable, constitué de plans d'eau, pouvant accueillir des projets d'aquaculture continentale. La zone économique de pêche est de 2679 Km². La côte de Mostaganem se caractérise par une zone poissonneuse, renfermant une biomasse estimée à 75 000 tonnes et dont le stock pêchable avoisine les 25 000 tonnes/an (DEM, 2011). C'est au niveau du port de pêche de Mostaganem que la majorité de nos données a été collectée sur une période de deux années (2009 et 2010), en suivant les différentes activités de pêches exercées, et cela dans le but d'évaluer l'état actuel des différentes zones de pêches traditionnelles et de prévoir de nouvelles zones de pêches.

L'évolution du secteur de la pêche de Mostaganem est indiquée dans les tableaux 05, 06 et 07 et figure 18 (A, B et C).

Tableau 05: Evolution de la flottille de pêche sur 10 ans dans la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2011).

Flottille \ Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Chalutier	31	31	34	30	32	32	39	40	43	43
Sardinier	41	42	45	50	54	55	63	72	81	82
Petits Métier	83	90	91	26	28	28	54	54	55	90
Total	155	163	170	106	114	115	156	166	179	195

Tableau 06: Evolution du collectif marin sur 10 ans dans la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2011).

Collectif \ Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	1722	2022	2258	2424	2643	2661	4785	4886	5087	5161

Tableau 07: Evolution de la Production de pêche sur 10 ans dans la wilaya de Mostaganem (DPRH, 2011).

Production \ Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Poisson Bleu	8559	8183	12338	11860	14667	18543	13853	10291	9267	6828
Poisson Blanc	1788	5640	3439	1899	1635	1902	1580	840	7591	8046
Crustacés	220	179	228	206	212	278	165	106	189	142
Pièces	449	32	159	80	124	98	56	99	37	165
Total	11016	14034	16164	14045	16638	20821	15654	11336	17084	15181

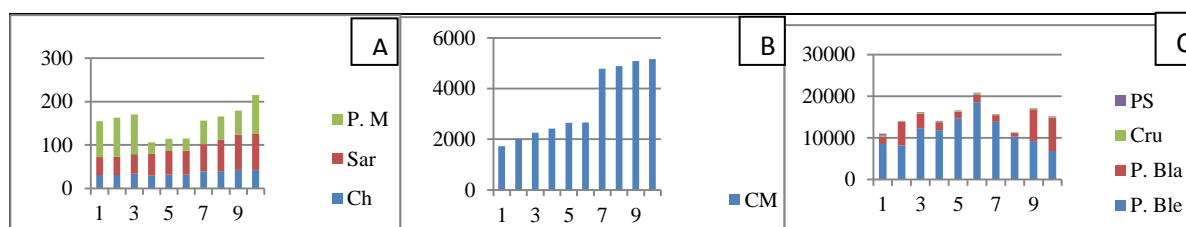


Figure 18: Evolution de la flottille (A: Ch. Chalutiers, Sar. Sardiniers et P.M. Petits Métiers), du Collectif Marin (B: CM. Collectif Marin) et de la Production par espèces (C: PS. Pièces, Cru: Crustacées, P. Bla: Poissons Blancs et P. Ble: Poissons Bleus sur 10 ans (Présent travail).

2.1. Place du secteur de la pêche dans la Wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem se trouve dans une zone riche en potentialités halieutiques. Ainsi le secteur de la pêche, de part ces richesses, contribue activement dans le développement économique de la wilaya voir même du pays. Sa production avoisine les 16 000 tonnes par an et assure de l'emploi pour environ 7000 familles (DPRH, 2010).

2.2. Potentialités du secteur de pêche de la wilaya de Mostaganem

La ressource dominante pour le secteur de la pêche dans la wilaya de Mostaganem est la pêche maritime avec 70 à 80% de petits pélagiques, 15 % de poissons blancs et 5 % de crustacés représentant 5.000 tonnes en 1994, 16.000 en 2003, tandis qu'il y a une production qui dépasse 19.000 tonnes en 2010 (DPRH, 2011). L'outil de production en 2010 pour le secteur de la pêche dans la wilaya de Mostaganem est constitué par une flottille composée de **215** unités de pêche dont : **43** Chalutiers ; **82** Sardiniers ; **90** petits métiers (Tab. 08); **244** Plaisanciers et **44** Navires de pêche or Wilaya (DPRH, 2011).

Tableau 08: Engins de pêches à Mostaganem (FAO, 2003) confirmé par enquête sur terrain (présent travail).

(12) Sites	Unités de pêche	Collectif marin	Engins	Espèces capturées
(03) Ports (09) Sites d'échouages	215	3984	Trémail	Mérou, Pageot, Rouget, Bazouge, Merlu, Rascasse, Raie, Sole, Mustelle, Pagre,
			Senne coulissante	Sardine, Allache, Saurel
			Palangre dérivant	Espadon, Bonite, Thon, "Chien de Mer"
			Palangre de fond	Mérou, Murène, Merlon, Pagre, Mustelle, Congre, Sar,

2.2.1. Infrastructures portuaires

La wilaya de Mostaganem dispose de trois ports, le premier est le port mixte de Mostaganem et le second est le port de pêche et de plaisance de Sidi-Lakhdar, le troisième est le port de plaisance de la Salamandre (DPRH, 2010).

2.2.1.1. Le port mixte de Mostaganem

C'est un port à caractère commercial, industriel et de pêche. Sa capacité théorique est de 1.600.000 tonnes/an. (Arrêté du wali N° 553 du 28/06/2003) portant extension du port de Mostaganem complétant l'arrêté N° 426 du 30/10/1996 relatif à la délimitation du domaine

public du port de Mostaganem (Fig. 19). Sa position géographique est de 00°05'00" E et 35°56'00" N. Il a été construit en 1890 avec un tirant d'eau de 12 mètres, d'une surface de terre pleine de 65 400m², un premier bassin de 14 hectares et un deuxième de 16 hectares. Le linéaire d'accostage est composé d'un appontement de 180 mètres linéaires et d'un quai de 250 mètres linéaires. Son activité principale est le commerce et la pêche. Sa capacité d'accueil est de l'ordre de 110 unités de pêche entre chalutiers, sardiniers et petits métiers.



Figure 19 : Le Port de pêche et de commerce de la wilaya de Mostaganem (Photos prises en avril 2011). A: Vue générale du port; B: chalut de pêche sur quai; C: Ramandage des chaluts de pêches par les marins pêcheurs.

2.2.1.2. Port de pêche et de plaisance de Sidi-Lakhdar

C'est un port dans les travaux de réalisation ont débuté au deuxième semestre de l'année 1997 dans la commune de Sidi-Lakhdar (Fig. 20), nommé aussi petit port. Son tirant d'eau est de 3,50 m et son linéaire d'accostage est 496 mètres linéaires entre quais et appontements. Son bassin est d'une superficie de 06 hectares avec une terre pleine de 4,02 hectares. Sa capacité d'accueil est de 106 unités avec 18 chalutiers, 32 sardiniers et 56 petits métiers et qui a débuté son activité durant l'année 2010.

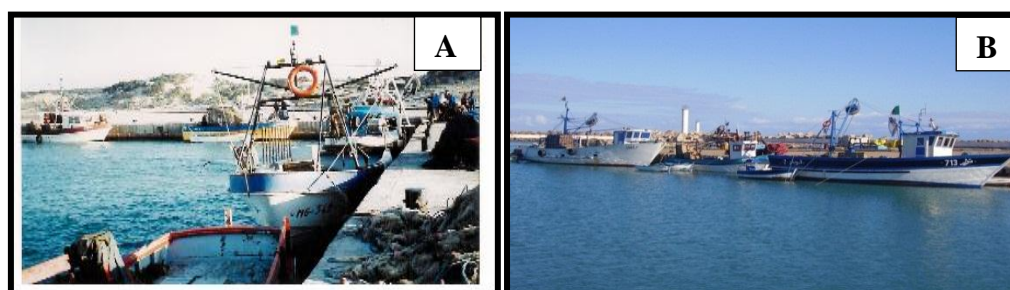


Figure 20 : Le Port de pêche et de plaisance de Sidi Lakhdar (Petit port) (DPRH, 2011). A: vue générale montrant deux sardiniers; B: bateaux de pêches sur quai (photos prises en mai 2011).

2.2.1.3. Port de pêche et de plaisance de Salamandre

Le bassin du port de pêche et de plaisance de Salamandre est d'une superficie de 7,5 hectares avec une terre pleine de 03 hectares. Sa capacité d'accueil est de 155 unités avec 33 chalutiers, 37 sardiniers, 85 petits métiers et 50 plaisanciers. La production attendue des activités de pêche est estimé à 10.500 tonnes.

2.2.2. Flottes actives aux ports de Mostaganem

La pêche maritime à Mostaganem (Fig. 21 A et B) est répartie en trois types de métiers à savoir, **les chalutiers, les sardiniers et les petits métiers**. Les chalutiers utilisent les arts traînants tels que les chaluts sous leurs différentes formes et pêchent pratiquement toutes les espèces. Les sardiniers de leur côté utilisent les sennes et capturent généralement le poisson bleu notamment les petits pélagiques. Quant aux petits métiers, ils utilisent différents engins entre autre les filets maillants et les lignes et capturent généralement les espèces vivants dans des zones accidentées. Les espèces capturées par l'ensemble des métiers sont regroupées comme suit: les poissons démersaux; les petits pélagiques; les grands pélagiques; les requins et squales ; les crustacés et mollusques. Les navires de pêche activant dans le port de Sidi Lakhdar sont seulement des sardiniers et des petits métiers. On note une absence des chalutiers dans ce port, et cela à cause du phénomène d'ensablement dans ce port.



Figure 21 : Les flottilles du port de Mostaganem (A, photo prise en mai 2011) et les navires de pêche du port de Sidi Lakhdar (B, photo prise en juillet 2011).

L'analyse faite sur l'état de la flottille de pêche confirmée par une enquête sur terrain nous donne les résultats suivants (Tab. 09).

Tableau 09 : La puissance motrice des navires de pêche (d'après, DPRH, 2011, modifié).

Les chalutiers		Les sardiniers		Les Petits Métiers	
Supérieur 400 CV	inférieur 400 CV	supérieur 300CV	inférieur 300CV	supérieur 100CV	inférieur 100CV
80%	20%	33%	67%	48%	52%

2.2.2.1. Motorisation des navires de pêche

Il existe plusieurs types de moteurs des navires de pêche. Soixante-dix-sept (77%) des chalutiers et trente-neuf (39%) des sardiniers sont équipés de moteurs BAUDOIN. Pour les petits métiers, c'est les constructeurs italiens LOMBARDINI et IVECO qui se partagent le marché avec respectivement quarante (40%) et trente-deux (32%).

2.2.2.2. Age des bateaux

Pour les chalutiers, soixante-seize (76%) de la flottille, leurs âges dépassent les vingt ans. Il en est de même pour les sardiniers où l'on enregistre quarante-huit (48%) de bateaux ayant un âge dépassant les vingt ans. On déduit que la flottille est « vétuste ». D'après les résultats obtenus, il en ressort que la flottille de pêche (outil de production) se trouve dans un état de vétusté avancé, avec plus du tiers des bateaux dont l'âge dépasse les 20 ans. Ce qui explique les pannes fréquentes et par conséquent, son impact sur l'effort de pêche qui reste nettement faible. Seuls les petits métiers ont un âge relativement jeune puisque 60% de la flottille a moins de 10 ans.

2.2.3. Collectif marin

Le collectif marin est constitué de 3984 inscrits maritimes et est réparti comme suit: quatre-vingt-trois (83) Patrons dont leurs âges dépassent quarante-cinq ans (45 ans); cent-soixante-deux (162) Mécaniciens et 3680 marins pêcheurs. Cette catégorie est dominée par les jeunes pêcheurs dont l'âge est compris entre dix-huit (18) et vingt-cinq ans (25) (Fig. 22).



Figure 22 : Le collectif marin au port de Sidi Lakhdar (photos prises en juillet 2011).

2.2.4. La Production

Les données ont été collectées à partir : (a) de la Direction de Pêche et des Ressources Halieutiques de la wilaya de Mostaganem ; (b) des enquêtes sur terrains (interview) et (c) des sorties en mer (Fig. 22 et Fig. 23) avec les pêcheurs de la wilaya de Mostaganem sous

une autorisation des gardes de côtes de la wilaya de Mostaganem, qui m'ont revalidés mon fascicule de pêche scientifique (portant le N° 4139), dans le cadre d'une thèse de Recherche Scientifique, toute en me facilitant, l'accès libre aux différents ports de pêche de la wilaya de Mostaganem, avec une permission ouverte pour naviguer avec les différents navires de pêche de la wilaya de Mostaganem.

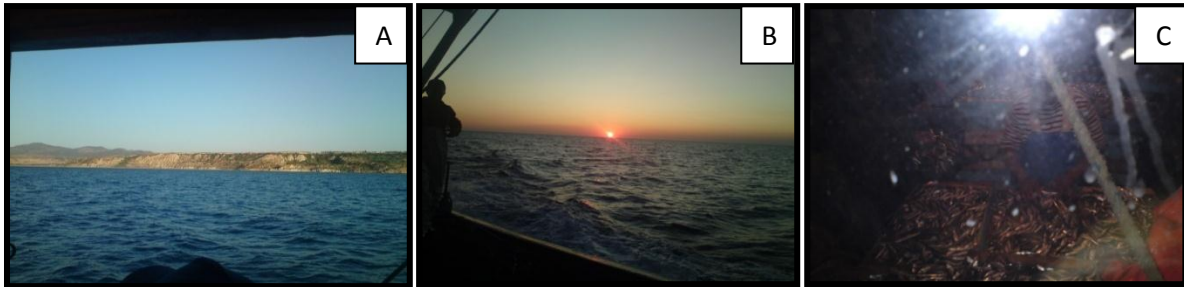


Figure 23: Sortie en Mer (Côté Est de Mostaganem) avec le Sardinier Rais-Hocine, depuis le port de Sidi Lakhdar jusqu'au port de Ténès. A: Filage; B: Virage; C: débarquements du sardinier (Photos prises en juillet 2011).

2.2.4.1. Description des espèces pêchées dans la côte de Mostaganem

Les espèces pêchées à la wilaya de Mostaganem, sont décrites dans le tableau suivant (Tab. 10) où on a cité: (a) les différentes normes de captures autorisées pour la pêche à Mostaganem ou de tailles minimales marchandes des ressources biologiques normes (J.O N° 18, 2004) ; (b) les données biologiques des espèces vivantes dans les écosystèmes côtiers marins (i.e. tailles maximales de maturités sexuelles et le régime alimentaire de chaque espèce) et (c) l'écologie des espèces (i.e. les profondeurs auxquelles les espèces ont été pêchés , avec une description des natures des différents habitats, etc...).

Tableau 10: Normes, Biologie et Ecologie des espèces pêchées à Mostaganem (Luther et Fiedler, 1965; Fischer et al., 1987; Darley, 1992 ; J.O N°18,2004; Louisy, 2006). (Modifié)

Especies de	Taille maximale	Taille minimale	Profondeur	Regime alimentaire	Habitat
poissons	de l'espece (cm)	de capture (cm)	(m)		
Rouget	18-30 (45)	15	10-100 (300)	crustacés (crevettes, crabe nageur) et des vers polychètes	Roche, vase, sable, ou gravier
Merlan	40-50 (75)	16	30-100 (200)	poissons (splats, anchois,lançons), des petits crabes, de mollusques	Vase, gravier, parfois les roches
Pageot	30-40 (60)	15	20-100 (300)	divers crabes et de poissons	Vase, sable, parfois les roches
Sole	25- 40 (70)	20	10-120 (200)	crustacés et bivalves vivants sur le fond marin	Sable, vase, parfois les algues
Bazg (P.acamé)	25-30 (36)	15	20-100 (500)	petits poissons et invertébrés	Prés du fond rocheux, et pleine eau
Raie	60-72 (75)	50	50-200 (500)	petits crustacés	Sable (large)
Allache	25-30 (33)	15	10-80 (350)	plancton, phytoplancton,zooplancton (copépodes et euphausiacés)	Pleine eau
Anchois	15-17 (20)	9	2-50 (250)	plancton, phytoplancton	Pleine eau, estuaire
Sardine	18-20 (25)	11	5-60 (180)	plancton, œufs et les larves des crustacés	Pleine eau (surface)
Saurel (Chinchard)	30-40 (50)	14	10-100 (500)	poissons (gobies,lançons,sprats,sardines), des céphalopodes et des crustacés	pleine eau (littorale)
Maquereau	35-40 (50)	20	10-100 (250)	poissons en été (anchois, hareng, sardine), crustacés, phytoplancton en printemps, en hivers il s	Pleine eau
Bogue	20-25 (36)	15	5-30 (300)	Crustacées, planctons	Vie roche, se nourit la nuit en pleine eau
Brochet	100-120 (150)	25	1-5 (10)	poissons, des crustacés	Pleine eau, estuaire
Poulpe	20-50 (60)	12	0-30 (40)	Mollusques	Profond vase, ou sable
Sépie	14-18 (30)	10	0-40 (50)	Poissons, crustacées	Vase, sable
Calam	20-40 (60)	8	0-17 (20)	zooplancton,petits poissons (splats, harengs), crustacés (surtout crevettes)	Vase, sable
C.R	4-6 (8)	4	0-20 (30)	plancton, matière organique en suspension, fragments d'algues, détritius des animaux morts	Vase
C.B	4-5.5 (8)	2.5	0-20 (50)	fragments d'algues, restes d'autres crevettes et poissons morts	Vase
Langouste	30-35 (55)	10	20-100 (150)	mollusques, vers marins, poissons morts entiers ou en morceaux	Vase
Langoustine	16-18 (20)	5	50-200 (250)	petits crustacés, isopodes, amphipodes, vers marins, chairs des poissons morts	Vase
Thon	200-250 (320)	70	0-70 (500)	poisson et des crustacés	Large
Espadon	250-350 (450)	120	10-125 (800)	chasse les poissons	Pleine eau au large, profond dans la côte
Bonite	70-80 (95)	30	0-50 (200)	sardines, mullets, poissons volants chassés en surface	Pleine eau

2.3. Localisation des zones traditionnelles des activités de pêche marine

Sur la carte (Fig. 24) qui montre les principaux résultats des campagnes de chalutages effectués en hivers 2004 par le Navire Océanographique Vizconde De Eza, et par la coopération des pêcheurs de la wilaya de Mostaganem (spécialement les pêcheurs de la commune de Sidi Lakhdar), qui nous ont fournis les données sur les coordonnées géographiques de pêche soulevées par leurs GPS (Système de Positionnement Global), toute en utilisant un logiciel de navigation maritime appelé MaxSea, on a pu localiser les Zones Traditionnelles d'Activités de Pêche (Z.T.A.P) à des fonds souvent exploités, situés entre 50 et 100 m de profondeur (Tab. 11) (Fig. 24) des principales espèces commerciales. Sur cette base, on a effectué un découpage de la côte de Mostaganem en trois zones principales d'exercice de pêche qui sont, l'Est (E), le Centre (C), et l'Oust (W) (Tab. 11).

Tableau 11: Découpage de la côte de Mostaganem en Zones Traditionnelles des Activités des Pêches (Z.T.A.P) des principales espèces marines commerciales (Présent travail).

Lieux de pêche	Bathymétrie (pêche)	Latitude	Longitude	Zonation (pêche)
Oued Roumane	50m	36° 16.3285 N	000° 28.8666 E	30' à 20' (E)
Oued Roumane	100m	36° 17.7012 N	000° 28.8666 E	
Petit port	50m	36° 14.5567 N	000° 23.3734 E	
Petit port	100m	36° 16.2179 N	000° 23.3734 E	
Kaf el asfer	50m	36° 13.3826 N	000° 20.3796 E	20' à 10' (C)
Kaf el asfer	100m	36° 15.5312 N	000° 20.3796 E	
Hadjadj	50m	36° 11.2327 N	000° 17.5232 E	
Hadjadj	100m	36° 13.8477 N	000° 17.5232 E	
Sokhra	50m	36° 07.0856 N	000° 09.6405 E	10' à 00' (W)
Sokhra	100m	36° 10.6785 N	000° 09.6405 E	
Embouchure	50m	36° 05.4435 N	000° 07.0038 E	
Embouchure	100m	36° 07.5516 N	000° 07.0038 E	
Mostaganem	50m	35° 59.9137 N	000° 03.2959 E	
Mostaganem	100m	36° 03.8008 N	000° 03.2959 E	
Salamandre	50m	35° 56.6461 N	000° 02.4445 E	
Salamandre	100m	36° 03.5921 N	000° 02.4445 E	
Stidia	50m	35° 54.9782 N	000° 00.4669 E	
Stidia	100m	36° 02.6906 N	000° 00.4669 E	
Références de la Carte Bathymétrique :			Les trois zones sont :	
Projection : Mercator			(E) : c'est la zone Est de 30' à 20'	
Ellipsoïde : International			(C) : c'est la zone Centre de 20' à 10'	
Système Géodésique : WGS 84			(W) : c'est la zone Ouest de 10' à 00'	
Les sondes exprimées en mètres .				
Echelle : 120.000 (Lat 36° 03'/long 00° 00')				

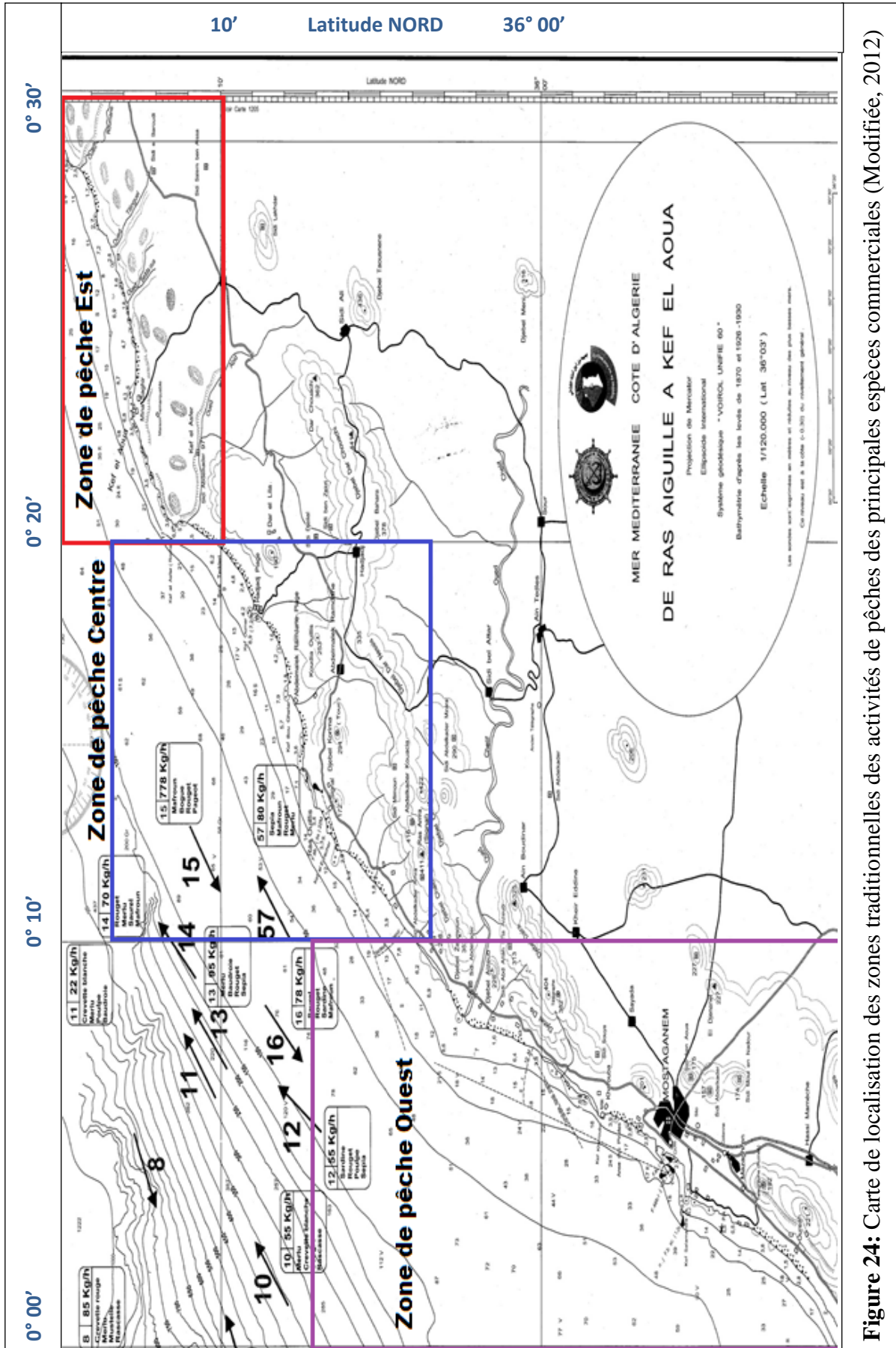


Figure 24: Carte de localisation des zones traditionnelles des activités de pêches principales espèces commerciales (Modifiée, 2012)

3. Normes de la qualité de l'eau (Pollution) et des captures marines (Pêche)

3.1. Normes de la qualité de l'eau (Pollution)

Les normes de la qualité de l'eau ont été établies par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) selon le type d'utilisation, qui sont généralement : source de vie pour l'homme (eau potable); agriculture (irrigation); aquaculture (élevage des organismes aquatiques); industrie ; loisirs ; etc...

3.1.1. Eau de rivière

La grille d'interprétation de la qualité des eaux de rivières en fonction des paramètres physico-chimiques est signalée dans le tableau 12.

Tableau 12: Grille d'interprétation des eaux de rivières (Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996).

Classe de qualité physico-chimique	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
MES (mg/l)	-	< 25	< 70	< 150	-
DCO (mg O ₂ /l)	< 20	< 25	< 40	< 80	-
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	< 3	< 5	< 10	< 25	-
NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,1	< 0,5	< 2	< 8	-
NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0,1	< 0,3	< 1	< 2	-
NO ₃ ⁻ (mg/l)	< 3	< 10	< 25	< 50	< 100
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	-	-	< 250	-	-
O ₂ dissous (mg/l)	< 7	< 5	< 3	-	-
O ₂ % de saturation	< 90	< 70	< 50	-	-
Chlorophylle (a) (mg/m ³)	< 10	< 60	< 120	< 300	-
P total (mg/l)	< 0,1	< 0,3	< 0,6	< 1	< 2,5
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	< 0,2	< 0,5	< 1	< 2	< 5

3.1.2. Eau de mer

La Grille des interprétations des eaux de mer de Salinité (35 ‰) et de Température (25°C) en fonction des paramètres physico-chimiques est mentionnée dans le tableau 13.

Tableau 13: Grille des interprétations des eaux de mer naturelle (Nisbet & Verneaux, 1970; Aminot & Chausspiéd, 1983; Rodier, 1996).

Salinité = 35 ‰ ; T = 25°C ; valeurs en mg/litre		
Nom	Formule	Eau de mer naturelle
Ammonium	NH ₄	0,003
Nitrite	NO ₂	0,002
Nitrate	NO ₃	0,003
Azote organique	DON	0,140
Azote gazeux	N ₂	11
Phosphore organique	DOP	0,060
Phosphates	PO ₄ :P	0,060

3.1.3. Rejets industriels

Le décret exécutif N° 93 – 160 du 10 juillet 1993 réglemente les rejets d’effluents liquides industriels, publié dans le journal officiel de la république algérienne N° 46 (Tab. 14). Cette loi détermine les valeurs maximales des paramètres polluants dans les rejets industriels (normes algériennes) de ces paramètres figurent dans le tableau 14.

Tableau 14: Valeurs limites maximales des paramètres de rejets des installations de déversement industrielles (J.O. de la république algérienne N° 93, 1993).

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
pH	-	5,5 à 8,5
MES	mg/l	30
DBO ₅	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Nitrates	mg/l	20
Nitrites	mg/l	0,1
Phosphates	mg/l	0,2

3.2. Normes Algériennes des captures marines (Pêche)

Les normes Algériennes des tailles minimales de captures autorisées pour la pêche marine à Mostaganem se trouve dans le Journal Officiel Algérien N°18, Décret Exécutif N° 04-86, fixant les tailles minimales marchandes des ressources biologiques (Tab. 15)

Tableau 15 : Les tailles minimales de captures autorisées pour la pêche marine à Mostaganem (J.O. de la république algérienne N° 18, 2004).

Espèces	Taille Minimales de capture (cm)	Espèces	Taille Minimales de capture (cm)
Rouget	15	Brochet	25
Merlan	16	Poulpe	12
Pageot	15	Sépia	10
Sole	20	Calamar	8
Bazouge (Pageot acarne)	15	Crevette Rouge	4
Raie	50	Crevette Blanche	2.5
Allache	15	Langouste	10
Anchois	9	Langoustine	5
Sardine	11	Thon	70
Saurel (Chinchard)	14	Espadon	120
Maquereau	20	Bonite	30
Bogue	15	/	/

4. Analyses statistiques des données

Dans l'acception française, la terminologie « analyse des données » désigne un sous-ensemble de ce qui est appelé plus généralement la statistique multivariée. L'analyse des données est un ensemble de techniques descriptives, dont l'outil mathématique majeur est l'algèbre matriciel, et qui s'exprime sans supposer *a priori* un modèle probabiliste.

Les pionniers de l'analyse des données modernes sont Jean-Paul Ben Zécri, Louis Guttman, Chkio Hayashi (concepteur des méthodes dénommées « Data Sciences » (Morand, 2009). Jean-Paul Benzécri et Brigitet Escofier-Cordier proposèrent l'analyse factorielle des Correspondances en 1962-65.

L'analyse des données est un domaine des statistiques qui se préoccupe de la description de données multidimensionnelles. Certaines méthodes, pour la plupart géométriques, aident à faire ressortir les relations pouvant exister entre les différentes données et à en tirer une information statistique qui permette de décrire de façon plus succincte les principales informations contenues dans ces données. D'autres techniques permettent de regrouper les données de façon à faire apparaître clairement ce qui les rend homogènes, et ainsi mieux les connaître et les définir.

L'analyse des données permet de traiter un nombre très important de données et de dégager les aspects les plus intéressants de la structure de celles-ci. Le succès de cette discipline dans les dernières années est dû, dans une large mesure, aux représentations graphiques fournies par les méthodes d'analyse des données. Ces schémas graphiques peuvent mettre en évidence des relations difficilement saisies par l'analyse directe des données; mais surtout, ces représentations ne sont pas liées à une opinion « *a priori* » sur les lois des phénomènes analysés contrairement aux méthodes de la statistique classique.

La représentation des données multidimensionnelles dans un espace à dimension réduite est le domaine des analyses factorielles des correspondances, analyse en composantes principales et autres. Ces méthodes permettent de représenter le nuage de points à analyser dans un plan ou dans un espace à trois dimensions, sans trop de perte d'informations, et sans hypothèse statistique préalable (Morand, 2009). En mathématiques, elles exploitent le calcul matriciel et l'analyse des vecteurs et des valeurs propres.

L'analyse des données modernes ne peut être dissociée de l'utilisation des ordinateurs ainsi que de nombreux logiciels permettant d'utiliser les méthodes d'analyses des données tels que Statistica et XLStat qui fournissent des modules complets d'analyses des données. Nous avons utilisé le logiciel "R" avec des manuels sous forme de bibliothèques comme ade4, FactoMineR ou Mass, etc...

4.1. Analyses statistiques réalisées « sous R »

Le langage et l'environnement de programmation R version 2.14.1 du 22 Décembre 2011 (Marin, 2006; R Development Core Team, 2011; Venables & Smith, 2011), est utilisé dans notre étude dans le but de réaliser le traitement ou l'analyse statistique des paramètres physico-chimiques, hydro-biologiques et de pêche. Le logiciel « R » est un logiciel commercialisé par MathSoft et développé par Statistical Sciences autour du langage S (conçu par les laboratoires Bell). Ce logiciel performant a été initié durant les années 1990 par Robert Gentleman et Ross Ihaka (Département de Statistique, Université d'Auckland, Nouvelle-Zélande). Le logiciel « R » constitue aujourd'hui un langage de programmation intégré d'analyse statistique, très puissant (Venables & Smith, 2011). Ce logiciel interprète et oriente une très large collection de méthodes. Il fournit ainsi des statistiques et des facilités graphiques importantes (Venables & Smith, 2011). C'est un logiciel gratuit (<http://www.r-project.org>; ce site présente de nombreuses bibliothèques de fonctions et des manuels d'aide).

Des bibliothèques supplémentaires sont aussi disponibles sur le « comprehensive R archive network » (CRAN) <http://lib.stat.cmu.edu/R/CRAN/> (Venables & Smith, 2011). Le logiciel « R » intègre toutes les caractéristiques: données simples et structurées ; opération « d'entrée-sortie » ; etc... En particulier, il nous sera possible de créer de nouvelles fonctions de traitement de données avec le langage « R ».

Le logiciel « R » est à la fois un logiciel de statistique et un langage de programmation. C'est un logiciel de traitement statistique des données. Il fonctionne sous la forme d'un interpréteur de commandes (Scripts) (Marin, 2006; R Development Core Team, 2011; Venables & Smith, 2011). Il dispose d'une bibliothèque très large de fonctions statistiques, d'autant plus large qu'il est possible d'en intégrer de nouvelles par le système des « packages » (Venables & Smith, 2011), que l'on peut télécharger gratuitement sur internet. Le logiciel « R » propose également une palette étendue de fonctionnalités graphiques (Venables & Smith, 2011). Il est possible d'utiliser R en mode interactif sans jamais avoir à programmer.

Dans notre cas, nous avons fait appel à deux types d'analyses: (1) l'**Analyses en Composantes Principales (ACP)** qui traite la partie paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques afin d'étudier l'état des ressources marines et leurs évolutions possibles, difficilement observables. Ainsi, la modélisation statistique dans ce cas joue un rôle important dans l'aide à la décision pour une gestion éco-systémique ; (2) l'**Analyses Factorielles des Correspondances (AFC)** qui vont nous permettre de déterminer ou d'estimer la relation qui existe entre l'Oued Chélif et l'évolution de la pêche exercée dans la wilaya de Mostaganem.

4.1.2. Analyses en Composantes Principales (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) est l'une des méthodes d'analyse de données multivariées les plus utilisées. Dès lors que l'on dispose d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel "n" observations sont décrites par "p" variables (des mesures). L'analyse en composantes principales est utilisée pour réduire "p" variables corrélées en un nombre "q" de variables non corrélées de telles manières que les "q" variables soient des combinaisons linéaires des "p" variables initiales, que leur variance soit maximale et que les nouvelles variables soient orthogonales entre elles suivant une distance particulière (Morand, 2009). Les composantes, les nouvelles variables, définissent un sous-espace à "q" dimensions sur lequel sont projetés les individus avec un minimum de pertes d'informations (Morand, 2009; Venables & Smith, 2011). Dans cet espace le nuage de points est plus facilement représentable et l'analyse est plus aisée (Morand, 2009). En analyse des

correspondances, la représentation des individus et des variables ne se fait pas dans le même espace. Plus les variables sont proches des composantes et plus elles sont corrélées avec elles. L'analyste se sert de cette propriété pour l'interprétation des axes (Morand, 2009). De même, plus l'angle engendré par l'individu et l'axe de la composante est petit et mieux l'individu est représenté. Si deux individus, bien représentés par un axe, sont proches, ils sont proches dans leur espace. Si deux individus sont éloignés en projection, ils sont éloignés dans leur espace (Morand, 2009). L'ACP peut être considérée donc comme une méthode de projection qui permet de projeter les observations depuis l'espace à "p" dimensions des "p" variables vers un espace à "k" dimensions ($k < p$) tel qu'un maximum d'information soit conservée (l'information est ici mesurée au travers de la variance totale du nuage de points) sur les premières dimensions. Si l'information associée aux 2 ou 3 premiers axes représente un pourcentage suffisant de la variabilité totale du nuage de points, on pourra représenter les observations sur un graphique à deux ou trois dimensions, facilitant ainsi grandement l'interprétation (Venables & Smith, 2011). L'ACP utilise une matrice indiquant le degré de similarité entre les variables pour calculer des matrices permettant la projection des variables dans le nouvel espace (Morand, 2009). Il est commun d'utiliser comme indice de similarité le coefficient de corrélation de Pearson, ou la covariance. La corrélation de Pearson et la covariance présentent l'avantage de donner des matrices semi-définies positives dont les propriétés sont utilisées en ACP (Venables & Smith, 2011). Dans le cas où il ne serait disponible qu'une matrice de similarité, et non un tableau observations/variables, ou dans le cas où on souhaite utiliser un autre indice de similarité, on peut réaliser une ACP en partant de la matrice de similarité. Les résultats obtenus ne concernent alors que les variables et aucune information sur les observations n'étant disponible. Dans le cas où l'ACP est réalisée sur une matrice de corrélation, on parle d'ACP normée (Venables & Smith, 2011).

4.1.2.1. Analyses statistiques des données récoltées

4.1.2.1.1. Codification des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques

On a reporté toutes les données (physico-chimiques et hydro-biologiques) récoltées durant les deux années (2009 et 2010), dans les différents sites étudiés (Oued Cheliff ou en Mer), sous forme de tableau sur une Nouvelle feuille Excel Starter 2010. Ensuite, ce tableau a été enregistré sous format bloc-Notes (Tab. 16), pour que le « R » *Console* puisse le lire. Les données physico-chimiques et hydro-biologiques sont mentionnées sur un tableau (en lignes) et décrites par différentes variables (en colonnes). Les variables sont codifiées par

les symboles suivants : "An" ; "Mois" ; "Stat" ; "T" ; "PH" ; "TURB" ; "MES" ; "OD" ; "DBO5" ; "NO3" ; "NO2" ; "NH4" ; "SIO2" ; "PO4" ; "Ptot" ; "Chloa" ; "Fond" ; "statemp" et "Connex".

Tableau 16: Enregistrement du tableau (Format Excel) sous format Bloc-Notes.

An	Mois	Stations	T	PH	Turb	MES	OD	DBO5	NO3	NO2	NH4	SIO2	PO4	Ptot	Chloa	Fonds	STATEMP
A09	J9	SB	11	7.8	6063	2288	6.5	10.8	15	1.39	8	19.6	1.25	2.71	2	OV	J9SB
A09	J9	S	10	7.6	5900	3010	6.4	12.5	12	1.1	5.7	13	1	1.95	3	OV	J9S
A09	F9	SB	10	7.8	28800	14096	6.6	3.8	9	0.42	1.79	6.9	0.05	0.18	6	OV	F9SB
A09	F9	S	11	7.8	25400	14439	5.7	4.6	13	0.48	2.33	7.9	0.32	0.59	12	OV	F9S
A09	M9	SB	11	7.5	5900	3816	8.1	2.5	12	0.41	1.05	11.6	0.14	0.37	5	OV	M9SB
A09	M9	S	12	7.5	9500	5952	7.9	4.2	23	0.41	0.62	12.7	0.28	0.36	10	OV	M9S
A09	A9	SB	14	7.7	364	116	8.5	2.2	23	0.46	0.26	7.6	0.57	0.99	7	OV	A9SB
A09	A9	S	16	7.7	260	86	8.1	2.3	24	0.67	0.37	7.9	0.48	0.75	23	OV	A9S
A09	Mi9	SB	17	7.6	1018	500	8.3	10.1	21	1.44	2.52	12.2	0.62	1.02	5	OV	Mi9SB
A09	Mi9	S	17	7.5	1002	493	8.2	11.3	19	1.2	2.63	13.3	0.5	0.87	10	OV	Mi9S
A09	J9	SB	17	7.7	954	346	8.4	8.7	15	1.05	3.4	12	0.5	0.86	12	OV	J9SB
A09	J9	S	17	7.7	860	351	8.5	8.6	13	0.95	2.8	12.5	0.35	0.62	15	OV	J9S
A09	Jt9	SB	22	7.9	530	77	8.1	9.9	16	0.83	4.6	8.9	0.77	1.82	18	OV	Jt9SB
A09	Jt9	S	22	7.8	456	111	8	11.1	16	0.7	4.2	8.7	0.5	1.64	22	OV	Jt9S
A09	At9	SB	24	8	204	57	7.8	10.4	9.9	1.2	3.3	11.8	0.01	0.85	10	OV	At9SB
A09	At9	S	24	8.1	188	57	7.8	10.8	8.2	0.9	2.8	9.7	0.01	0.53	8	OV	At9S
A09	S9	SB	21	8	1400	369	7.9	13.1	10	1.4	5.3	6.6	0.5	0.32	7	OV	S9SB
A09	S9	S	21	8	1320	392	8	14.2	8	1.1	4.9	4.7	0.3	0.2	5	OV	S9S
A09	O9	SB	21	8	1830	1250	8	334	6	0.02	0.01	3.1	0.04	0.1	5	OV	O9SB
A09	O9	S	21	8	1710	1025	8.2	352	9	0	0	1.1	1.01	0.05	3	OV	O9S
A09	N9	SB	12	7.9	1200	709	7.8	9.3	13	1.2	8.8	12.1	1.52	2.34	3	OV	N9SB
A09	N9	S	12	8	1100	620	7.2	8.6	12	1.04	7.9	11.1	1.35	2.15	2	OV	N9S
A09	D9	SB	11	8	5300	2071	6.3	8.3	15	1.37	5	15.7	0.7	0.76	2	OV	D9SB
A09	D9	S	12	8	6000	2560	5.6	13.4	13	0.53	6.5	21.2	0.5	0.6	0	OV	D9S
A10	J10	SB	11	8	6200	2580	6.1	10	15	1.49	8.1	20.6	1.38	2.95	4	OV	J10SB
A10	J10	S	11	8	6000	3240	6.6	11.6	14	1.37	6	14.1	1.21	2.15	3	OV	J10S
A10	F10	SB	10	7.8	4560	1439	8.4	11.2	25	0.96	6.1	12	0.1	0.33	10	OV	F10SB
A10	F10	S	11	7.7	5780	1967	7.4	9.8	26	0.48	6.45	8.4	0.15	0.38	8	OV	F10S
A10	M10	SB	12	8.1	5160	1571	6.9	11.5	11	0.95	0.22	11.3	0.36	0.45	15	OV	M10SB
A10	M10	S	15	8	8300	3792	6.2	7.7	24	0.7	0.32	14	0.51	0.81	18	OV	M10S
A10	A10	SB	22	7.5	65	22	14.8	48.7	10	0.41	0.12	3.4	0.01	0.23	22	OV	A10SB
A10	A10	S	22	7.6	250	78	9	2.2	22	0.67	0.3	7.66	0.5	0.85	35	OV	A10S
A10	Mi10	SB	21	7.6	1010	500	8.2	10	20	1.44	2.5	12.5	0.66	1.02	20	OV	Mi10SB
A10	Mi10	S	21	7.5	1007	492	8.3	11	19	1.2	2.63	13.3	0.5	0.87	25	OV	Mi10S
A10	J10	SB	23	7.8	910	374	8.3	9.1	14	1.15	3.6	12.2	0.5	0.88	15	OV	J10SB
A10	J10	S	23	7.7	866	291	8.5	8.8	12	0.9	2.9	12.5	0.4	0.62	10	OV	J10S
A10	Jt10	SB	24	7.9	538	66	8.1	9.9	15	0.8	4.6	8.5	0.77	1.82	12	OV	Jt10SB
A10	Jt10	S	24	7.8	435	89	8	11.1	15	0.7	4.2	8.7	0.5	1.64	8	OV	Jt10S
A10	At10	SB	25	8.1	194	50	7.9	10.4	10	1.2	3.3	11.8	0.01	0.85	9	OV	At10SB
A10	At10	S	25	8	198	56	7.8	10.5	8	0.9	2.8	9.7	0.01	0.53	7	OV	At10S
A10	S10	SB	20	8.1	1498	364	7.9	13	10	1.4	5.3	6.6	0.5	0.32	6	OV	S10SB
A10	S10	S	20	8	1326	392	8	14	8	1.1	4.9	4.7	0.3	0.2	4	OV	S10S
A10	O10	SB	16	8.1	1888	1254	8	344	9	0.02	0.01	3.1	0.04	0.1	5	OV	O10SB
A10	O10	S	16	8	1717	1056	8.1	339	10	0	0	1.1	1.01	0.05	3	OV	O10S
A10	N10	SB	12	7.7	1250	630	7.6	8.3	12	1.35	9.1	12.4	1.54	2.2	4	OV	N10SB
A10	N10	S	12	7.8	1130	438	7.3	7.5	12	1.1	8.3	11.7	1.41	1.65	2	OV	N10S
A10	D10	SB	11	8	5460	2410	6.4	7.1	15	1.46	5.3	15.9	0.9	0.8	0	OV	D10SB
A10	D10	S	11	7.9	6070	2718	5.5	12.4	14	0.67	6.8	22.8	0.67	0.76	4	OV	D10S
A09	Jv09	E	16	8.2	916	418	8.3	273	4.5	0.02	0.04	2.1	0.11	0.15	0	R	Jv09E
A09	Jv09	Emb	15	7.8	1495	991	7.7	110	17	0.57	6.1	11	0.63	0.56	0	V	Jv09Emb

Puisque le tableau établi est caractérisé par une grande dimension (120 lignes, 19 colonnes), donc on a pensé à extraire d'autres tableaux à partir de ce tableau source jusqu'à l'obtention de deux tableaux plus simples dont le premier regroupe les périodes de connectivités (80 lignes; 19 colonnes) et le deuxième tableau contient seulement les périodes de non connectivités des deux années des différents sites (40 lignes ; 19 colonnes); en suivant l'organigramme qu'on a réalisé en figure 25.

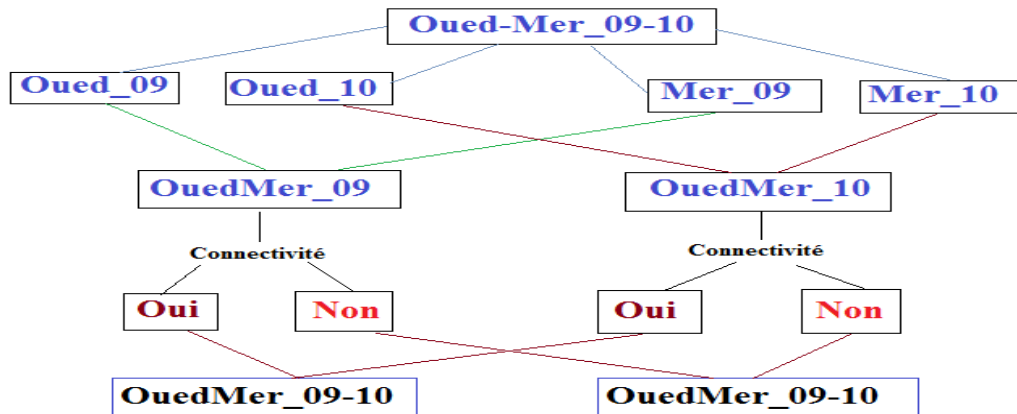


Figure 25: Organigramme réalisé à partir du tableau source le plus complexe (des deux sites Oued-Mer pendant les deux années 2009-2010). Les périodes de connectivités et les périodes de non connectivités pendant les mêmes périodes (2009-2010) et même sites (Oued-Mer).

En analyses biostatistiques pour les paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques, on a téléchargé pour les Analyses en Composantes Principales (ACP) les deux bibliothèques dites packages (ade4, Vegan) pour les périodes de connectivités et de non connectivités (Oued-Mer_09-10).

4.1.1.1.2. Périodes de connectivités

Pour la période de connectivité (Oued-Mer_09-10). Les étapes suivantes consistent en la lecture du fichier et son chargement (`data<-read.table()`), l'attachement des noms de colonnes et du contenu (`attach(data)`), puis l'affichage du fichier data (`data`) avec ses dimensions (lignes, colonnes) (`dim(data)`) de sorte que le nombre de lignes soit supérieur à celui des colonnes, dans notre cas (80 lignes, 19 colonnes).

Les valeurs propres: dans notre cas, on affiche seulement les valeurs qui sont supérieures à 1 (les plus intéressantes).

Les représentations graphiques : l'environnement « R » possède différents types de graphes, dans notre cas d'ACP concernant les paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques, les représentations graphiques sont sous formes de graphes du cercle des corrélations entre variables, graphe des observations, graphe des groupes.

4.1.1.1.3. Périodes de non connectivités

Pour la période de non connectivité (Oued-Mer_09-10), les étapes suivantes consistent en la lecture du fichier et son chargement (`data<-read.table`), l'attachement des noms de colonnes et du contenu (`attach(data)`), puis l'affichage du fichier `data` avec ses dimensions (lignes,colonnes) (`dim(data)`) de sorte que le nombre de lignes soit supérieur à celui des colonnes, dans notre cas (40 lignes, 19 colonnes). Concernant les valeurs propres et les représentations graphiques, la même procédure a été réalisée.

4.1.1.2. Analyses Bio statistiques de la pêche (ACP)

On a reporté tous nos résultats collectés de la pêche marine, des deux années (2009 et 2010), sur une Nouvelle feuille Excel Starter 2010. Ensuite, le tableau a été enregistré sous format bloc-Notes (Tab. 17), pour que le *R Console* puisse le lire (Venables & Smith, 2011).

Les observations (des résultats collectés de la pêche marine) ont été mentionnées sur un tableau, situées en lignes et décrites par différentes variables situées en colonnes de ce dernier. Les variables sont codifiées par les symboles suivants:

"Merlan" ;"Pageot" ;"Sole" ;"Bazoug" ;"Raie" ;"Allach" ;"Anchois" ;"Sardine" ; "Saurel" ;
"Maquereau" ;"Bogue" ;"Poulp" ;"Sepia" ;"Calmare" ;"CrevetteR" ;"CrevetteB" ;"Langouste"
;"Thon" ;"Espadon" ;"Rouget" ;"Langoustine" ;"Brochet" ;"Bonite" ;"Nb" ;"Sortie" ;"Equipage"
;"FA" ;"AN" ;"Mois" ;"Stations" ;"Fonds" ;"Profondeur" ;"Tsurface" ;"Station" ;"Connex";
"Secteur".

L'opération de codification nous a permis de faciliter la lecture des données *sous R*, pour rendre le traitement par l'ACP possible (Venables & Smith, 2011).

Tableau 17 : Enregistrement du tableau (Format Excel) sous format Bloc-Notes.

The screenshot shows a Notepad window titled 'OUI-NON_09-10.txt - Bloc-notes'. The window contains a large table with the following columns: An, Mois, Stat, Fonds, statemp, Profondeur, Rouget, Merlan, Pageot, Sole, Bazoug (pageot acarné), Raie, Allach, Anchois, Sardine, Saurel, Maquereau. The rows represent data for various vessels (e.g., A09, A10) and dates (e.g., Jv09, Fe09, Ma09, Av09, Sp09, Oc09, Nv09, D09, Jv10, Fe10, Ma10, Av10). The data values are numerical, representing catch or effort metrics.

Puisque le tableau établi est caractérisé par une grande dimension (340 lignes, 36 colonnes), on a pensé donc à le scinder en deux tableaux plus simples. Le premier tableau regroupe les périodes de pêche pendant les temps de connectivités (220 lignes; 36 colonnes) et le deuxième tableau contient seulement les périodes de non connectivités des deux années (2009 et 2010) des différents profondeurs (de « 0m-50m » et de « 50m-100m »), et des différents navires de pêches (120 lignes ; 36 colonnes), que ce soit « les chalutiers », « les sardiniers » et « les petits métiers ». Pour les paramètres des résultats de pêche marine, on a téléchargé pour les Analyses en Composantes Principales (ACP) les deux packages (ade4, vegan) (R Development Core Team, 2011; Venables & Smith, 2011) aussi bien pour les périodes de connectivités et de non connectivités (Oued-Mer_09-10). Pour la période de connectivité (Oued-Mer_09-10), les étapes suivantes sont réalisées : la lecture du fichier et son chargement (`data<-read.table`) ; l'attachement des noms de colonnes et du contenu (`attach(data)`), puis l'affichage du fichier data (data) avec ses dimensions (lignes, colonnes) (`dim(data)`) de sorte que le nombre de lignes soit supérieur à celui des colonnes, dans notre cas (340 lignes, 36 colonnes). Même chose pour cette période de non connectivité concernant les valeurs propres et les représentations graphiques.

4.1.1.3. Analyses statistiques pollution-pêche (AFC)

Le but de l'AFC tel que définie par Benzécri est de trouver des liens ou correspondances entre deux variables qualitatives (nominales). Cette technique traite les tableaux de contingences de ces deux variables (Morand, 2009).

Le principe de l'AFC est identique à celui de l'ACP. Les axes explicatifs des deux variables qualitatives sont recherchés et présentés dans un graphique. Il y a au moins deux différences entre une ACP et une AFC: la première est qu'on peut représenter les individus et les variables dans un même graphique ; la seconde concerne la similarité (Morand, 2009), deux points-lignes sont proches dans la représentation graphique, si les profils-colonnes sont similaires.

«...Interpréter un axe, c'est de trouver ce qu'il y a d'analogue d'une part entre tout ce qui est écrit à droite de l'origine, d'autre part, entre tout ce qui s'écarte à gauche; et exprimer, avec concision et exactitude, l'opposition entre les deux extrêmes. Souvent l'interprétation d'un facteur s'affine par la considération de ceux qui viennent après lui ».

La qualité de la représentation graphique peut être évaluée globalement et expliquée par chaque axe (mesure de la qualité globale), par l'inertie d'un point projetée sur un axe divisé par l'inertie totale du point (mesure de la qualité pour chaque modalité). La contribution d'un axe à l'inertie totale ou le rapport entre l'inertie d'un nuage (profils_lignes ou profils_colonnes) projeté sur un axe par l'inertie totale du même nuage (Escofier & Pagès, 2008; Morand, 2009). En analyses biostatistiques pour les paramètres « Pêche-Pollution », on a téléchargé pour les analyses AFC les deux packages (ade4 et FactoMineR) pour les périodes de connectivités et de non connectivités (Oued-Mer_09-10).

4.1.1.3.1. Périodes de connectivités

A l'origine, l'AFC sert à analyser des tableaux de contingence, technique très proche de celle de l'ACP, L'AFC permettra de décrire la représentation des espèces suivant les stations. Dans notre cas, il s'agit des espèces pêchées près des côtes mostaganemoise pendant les périodes de connectivités (et les périodes de non connectivités). Dans l'AFC, les lignes et les colonnes jouent le même rôle puisque l'AFC est une double ACP donc ACP sur les lignes et ACP sur les colonnes, et puisque on a déjà parlé (décrit) les deux ACP, la première « ACP - Pollution » et la deuxième « ACP - Pêche », donc on superpose les graphiques préparés avant. On raisonne en fait sur les « profils » des lignes et des colonnes. Les différents types des graphiques permettent de visualiser les proximités entre les points « pollution-pêche » pendant les périodes de connectivités (et même chose pour les périodes de non connectivités)

donc et de cette manière les représentations graphiques vont mettre en évidence des attractions et des répulsions entre des éléments d'un même ensemble.

Pour la période de connectivité (Oued-Mer_09-10), les étapes suivantes sont d'abord l'enregistrement du tableau sous format Bloc-notes puis sa lecture et son chargement (`data<-read.table`), l'attachement des noms de colonnes et du contenu (`attach(data)`), puis l'affichage du fichier data (`data`) avec ses dimensions (lignes,colonnes) (`dim(data)`) de sorte que le nombre de lignes soit supérieur à celui des colonnes, dans notre cas (80 lignes, 19 colonnes).

Les valeurs propres : dans notre cas, on affiche seulement les valeurs qui sont supérieures à 1 (les plus intéressantes) sont prises en considération.

Les représentations graphiques : l'environnement *R* possède différents types de graphes, dans notre cas d'AFC concernant les paramètres «Pollution-Pêche», les représentations graphiques sont sous formes de graphe des groupes. On a essayé à les modéliser sous forme de graphes des groupes les différents liens entre «Espèces-Connectivités», «Espèces-Secteurs» et enfin «Espèces-Métiers», et cela dans le but d'analyser l'état de la côte mostaganemoise, proposer des nouvelles zones de pêche et de cette manière la mise en œuvre d'une gestion éco systémique de la côte de Mostaganem.

4.1.1.3.2. Périodes de non connectivités

Le même principe a été appliqué pour les analyses en composantes principales des données résultantes pendant les périodes de non connectivités des deux années (2009 et 2010).

Chapitre IV:

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

Une grande partie des données est présentée sous forme de graphiques en fonction du temps et de l'espace, couvrant les périodes de 2009 et 2010 pour les paramètres physico-chimiques, hydro-biologiques ou des débarquements. Chaque fois que c'est possible, des valeurs repères sont indiquées pour apprécier les niveaux des résultats. Compte tenu de la masse de données obtenues, et pour simplifier les données, des représentations graphiques statistiques établies à l'aide du logiciel « *R libre* », et qui nous a permis d'obtenir une appréciation spatio-temporelle globale de la qualité du milieu en relation avec la répartition des organismes marins à savoir les organismes phytoplanctoniques et nectoniques.

L'architecture globale repose sur un découpage géographique du littoral de la wilaya de Mostaganem en trois niveaux : un niveau très exploité qui est l'Ouest de la wilaya de Mostaganem (W), un niveau moyennement exploité qui est le centre (C) et enfin un niveau faiblement ou non exploité qui est l'Est de la wilaya (E). C'est un découpage plus « Marin », car chacun d'entre eux possède une certaine homogénéité de géographie littorale, surtout du point de vue morphologie et hydrologie. Outre le bilan synthétique des résultats, la réalisation de ce chapitre poursuit aussi un objectif d'optimisation des activités de pêches.

3. Analyses physico-chimiques et hydro-biologiques

a. Paramètres physico-chimiques

1.1.1. Température

La température de la zone étudiée est comprise entre 10 et 25°C à l'Oued Chélif et elle est de l'ordre de 11 à 24°C en eau de Mer sur les côtes de Mostaganem. Durant toute la période de prélèvement, la moyenne de température obtenue dans les eaux marines de Mostaganem est de l'ordre de 16.85 °C (Tab. 18) pendant les périodes de connectivités (Fig.36) et de 20,91 °C pendant les périodes de non connectivités (Fig. 37). Cette variation est normale, à l'exception des mois de décembre 2009 et décembre 2010 qui présentent une température de 17°C, alors que celle-ci devrait être normalement de 14°C (Fig. 26). Ces variations sont probablement dues au changement climatique que subit le globe terrestre.

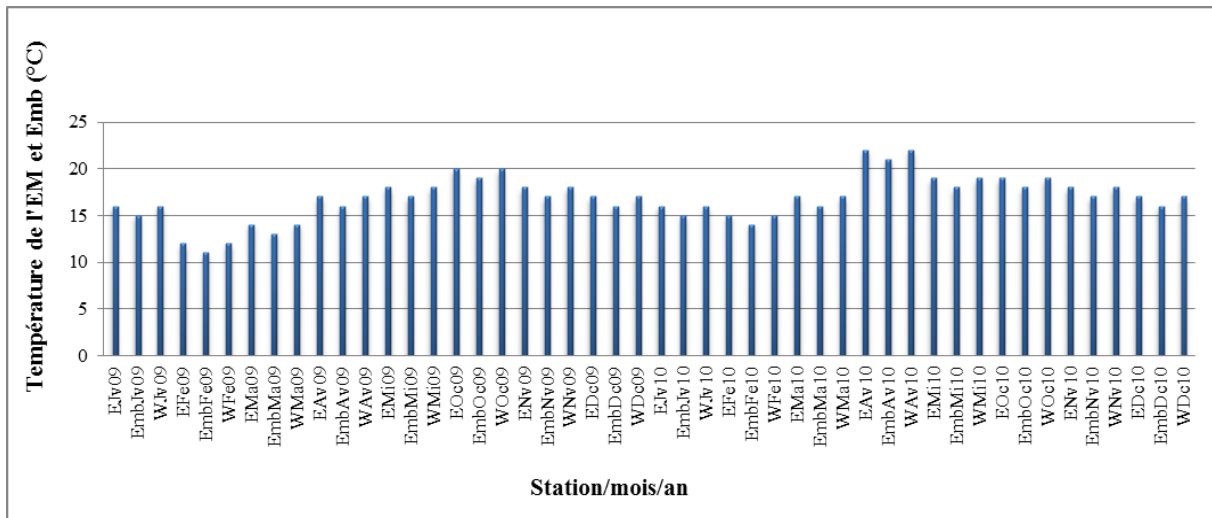


Figure 26 : Variations mensuelles des températures de l’eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l’embouchure (Emb) de l’Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

1.1.2. Le potentiel d’hydrogène (pH)

La mesure du pH donne approximativement la même valeur (Tab. 18) pour tous les points de prélèvements et elle est comprise entre 7,5 et 8,2 en eau d’Oued Chélif et elle est de 7,01 à 8,3 en eau de Mer des côtes de Mostaganem (Fig. 27). La moyenne en eau de Mer est de 7,88 pendant les périodes de connectivités Oued-Mer (Fig.36) et de 8,02 pendant les périodes de non connectivités (Fig. 37). Un pH alcalin est dû à la présence d’éléments basiques transportés par l’oued Chélif. Pour que la vie aquatique soit possible en eau douce, le pH du milieu doit se situer entre 7 et 8. Dans l’eau de Mer, le pH favorable à la vie est de 8,2 à 8,3, ce qui correspond à des valeurs normales.

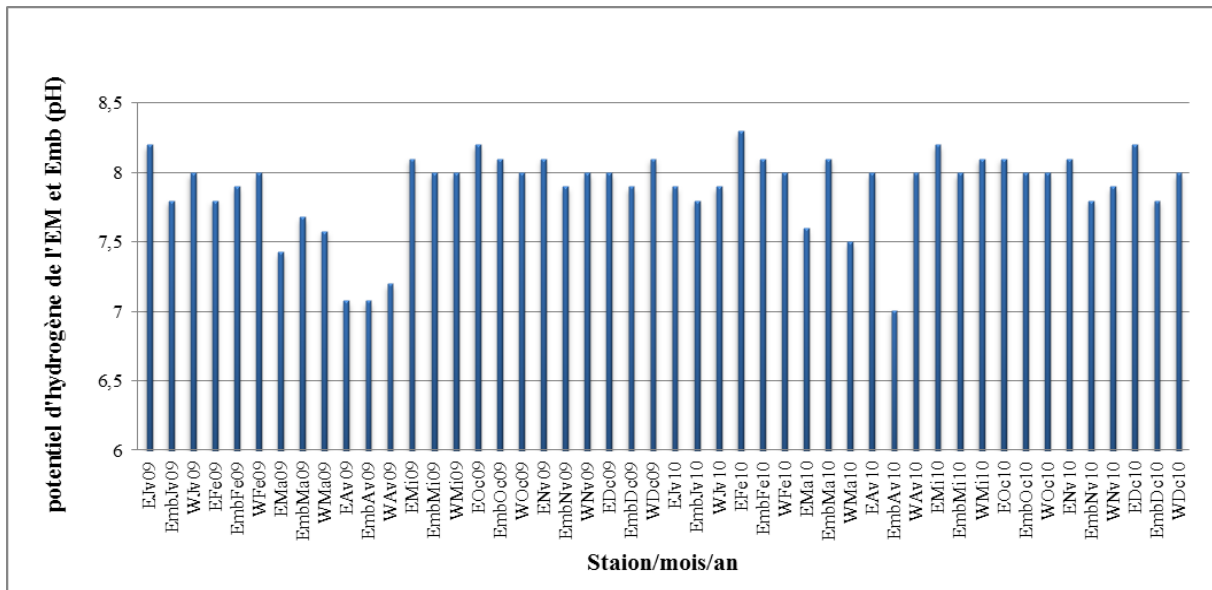


Figure 27 : Variations mensuelles du pH de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chéiff durant les années 2009 et 2010.

1.1.3. Les sels nutritifs (N, P, Si)

1.1.3.1. Les substances azotées

1.1.3.1.1. Les Nitrates (NO₃⁻)

Le tableau 01 montre que les apports en nitrates (Fig. 28) sont très élevés. Les valeurs enregistrées dépassent la norme (0,003 mg/l) et laissent supposer que c'est le lessivage des sols qui a conduit à l'enrichissement de l'Oued Chéiff par les nitrates surtout au mois de février 2010 (27 mg/l). Au mois de décembre 2009, la concentration atteint 26 mg/l à l'embouchure, 19 mg/l à l'Ouest de l'embouchure et 16 mg/l à l'Est de l'embouchure. De ce fait, on peut dire que la consommation de l'azote sous forme de nitrates est activée vers l'Est plus que vers l'Ouest et ce, durant toute la période de l'étude (2009 – 2010).

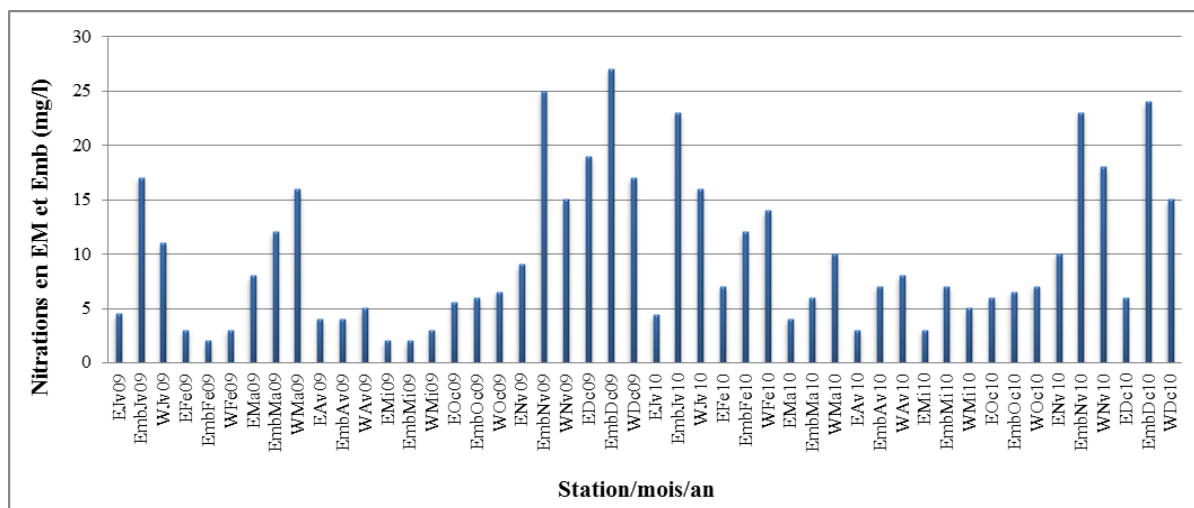


Figure 28 : Variations mensuelles des nitrates de l’eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l’embouchure (Emb) de l’Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

1.1.3.1.2. Les Nitrites (NO₂⁻)

Comme pour les nitrates, les valeurs des nitrites (Fig. 29) dépassent aussi la norme (0,002 mg/l) pour les échantillons prélevés à l’embouchure (et même à la Mer), à savoir 0,96 mg/l au mois de février 2010 et 0,90mg/l au mois de mars 2010. À l’Ouest de l’embouchure et durant la même période, les concentrations des nitrites sont de 0,50mg/l et de 0,75 mg/l. À l’Est, elles atteignent successivement 0,5mg/l et 0,2 mg/l.

La concentration mesurée des nitrites est comprise entre un minimum de 0 mg/l et un maximum de 0,96 mg/l en eau de Mer tandis qu’elle est comprise entre 0 et 1,49 mg/l en eau d’Oued Chélif. Cette variation est due à la richesse de la zone en matières azotées provenant des terres agricoles qui s’étendent sur 7.620 hectares, selon la direction de l’environnement de la wilaya de Mostaganem. Les nitrites proviennent des engrais utilisés pour fertiliser les terrains agricoles. Lorsque ces terrains sont lessivés par l’action du ruissellement des eaux de pluie, les nitrites sont transportés par l’oued jusqu’à la Mer. Selon les Figures 36 et 37, on peut déduire que le taux des nitrites augmente lorsque le taux de l’ammoniaque diminue en périodes de non connectivités (Fig.37). Cela est dû à la transformation de l’ammoniaque en nitrites. Il est à noter, que l’épuisement des nitrites en périodes de connectivités (Fig. 36) est dû à de l’évolution des composés azotés (ammonification : $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+$) ; de ce fait, on peut déduire qu’il représente un indice de pollution.

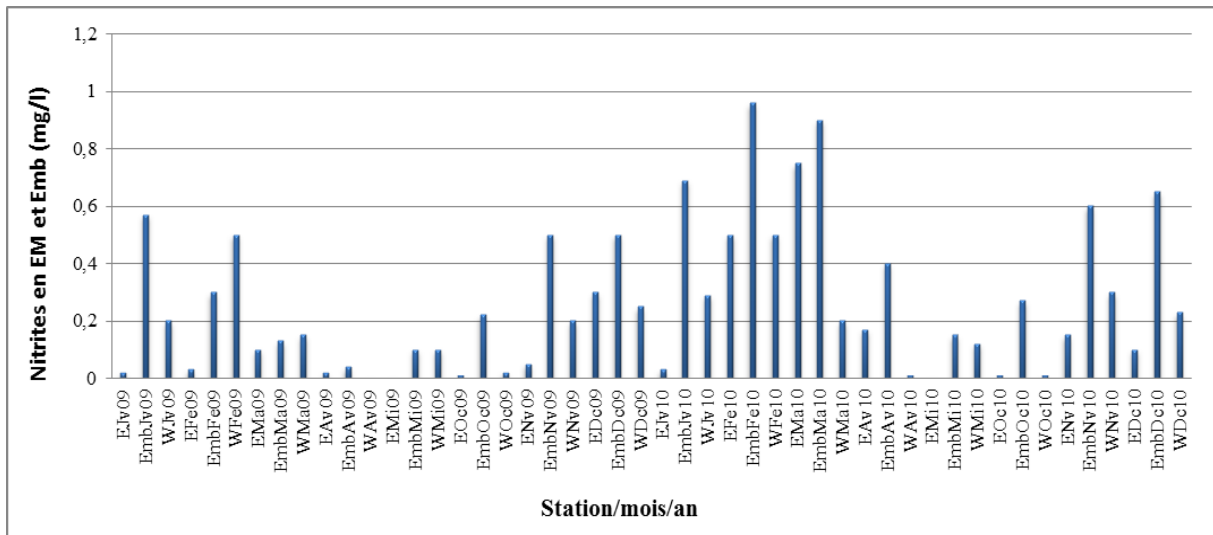


Figure 29 : Variations mensuelles des nitrites de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

1.1.3.1.3. L'Ammonium (NH_4^+)

Les figures 36 et 37 confirment que les apports en ammonium sont dus à l'apport de l'Oued Chélif car la valeur enregistrée à l'embouchure (6,1mg/l au mois de janvier 2009) correspond à un échantillon prélevé à environ 20 m en aval de l'oued, donc en eau de Mer.

Au mois de janvier 2010, les apports évalués à 6,4 mg/l (valeur maximale dépassant la norme 0,003 mg/l) atteignant l'Ouest à une valeur de 0,6 mg/l. On remarque l'épuisement d'ammonium en périodes de non connectivités ($\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^-$) car l'apport en nitrates est faible (en période d'assec). A partir du mois de mars 2009 et mars 2010 avec l'apparition du *bloom* phytoplanktonique printanier et la diminution du débit et de l'apport de l'Oued Chélif en ammonium, on remarque l'épuisement de cet élément à l'Est ainsi qu'à l'Ouest de l'embouchure de l'Oued Chélif, tandis qu'au mois de février et mois d'avril des années 2009 et 2010, cette situation se présente seulement à l'Est de l'embouchure (Fig. 30).

La concentration d'ammonium déterminée dans les échantillons prélevés se situe entre 0,2mg/l et 0,85 mg/l (valeur minimale dépassant la norme 0,003 mg/l) en périodes de non connectivités (Fig. 37) tandis qu'en périodes de connectivités (Fig. 36) elle est limitée entre 0 mg/l et 6,4 mg/l (Tab. 18). Comme pour les nitrites, c'est l'Oued Chélif qui transporte les substances azotées provenant des activités agricoles, à des moyennes évaluées à 0,43 mg/l

en eau de Mer en périodes de non connectivités mais elle sont très élevées pendant les périodes de connectivités Oued-Mer (périodes de crues) et évaluées à 1,15 mg/l (Tab. 18).

Cela s'explique par le fait que l'Oued Chélif est chargé en matières organiques et azotés juste avant de se déverser en Mer. Une fois que les eaux déversées se mélangent avec ceux de la Mer, les substances organiques et azotés se diluent et sont réparties dans le milieu marin par les courants verticaux et horizontaux, conduisant ainsi à la diminution de leur concentration. Cependant, les échantillons prélevés durant le mois d'avril présentent un taux élevé d'ammoniaque de part et d'autre de l'embouchure à cause des déchets produits lors de la prolifération des espèces phytoplanctoniques ; durant cette période, s'observe une grande productivité due à l'enrichissement des eaux en sels minéraux (Tab. 18 ; Fig. 30).

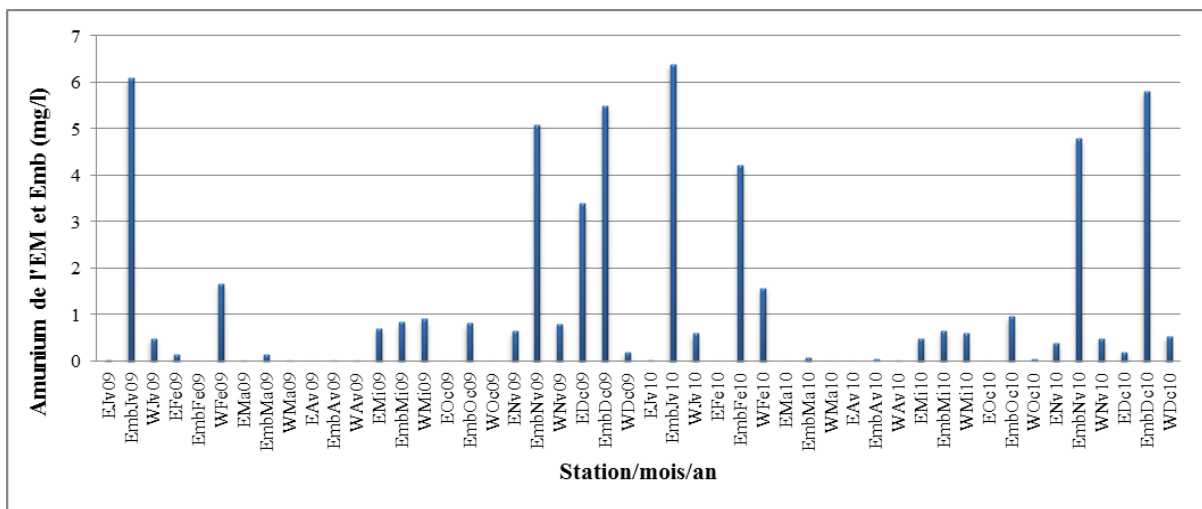


Figure 30 : Variations mensuelles d'ammonium de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

1.1.3.2. Eléments phosphorés (PO_4^{3-})

L'évolution des concentrations en phosphates durant la période d'étude est illustrée dans les figures 31, 36 et 37. Les valeurs enregistrées sont élevées et très variables. Elles sont comprises entre 0 - 6,4 mg/l pour la Mer en périodes de connectivités, et entre 0- 0,65 mg/l pour les périodes de non connectivités Oued-Mer.

Les moyennes de chacune des deux périodes sont de 0,25mg/l (périodes de connectivités) et de 0,68mg/l (périodes de non connectivités). Ces valeurs semblent varier en fonction du débit de l'oued et du lessivage des sols. Elles sont élevées lorsque le débit est fort et elles atteignent leur minimum lorsqu'il est faible. Au mois d'octobre 2010, les concentrations en phosphates

sont les plus élevées (3,30 mg/l dans les eaux de l'embouchure et 6,35mg/l à l'Ouest de l'embouchure). À l'Est par contre, les valeurs enregistrées (0,02 mg/l) sont relativement faibles; ces mêmes valeurs (0-0,02 mg/l) apparaissent aussi au mois d'avril 2010 où le débit de l'Oued Chélif était assez faible. La concentration des phosphates diminue jusqu'à l'épuisement de cet ion à l'Est ainsi qu'à l'Ouest de l'embouchure de l'oued Chélif, c'est le cas des mois de février et avril 2010, ainsi qu'en mars 2009 (Fig.31). La concentration des phosphates est comprise entre 0 et 6,4 mg/l, donc supérieure à la norme (0.06 mg/l). Cette concentration résulte des engrais agricoles qui, dans ce cas, sont composés principalement d'azote, de phosphate et de potassium (NKP). Durant les mois d'octobre, novembre et décembre, la concentration des phosphates est élevée à cause de la houle qui provoque une augmentation de la matière en suspension riche en sels minéraux dont les phosphates. Cette période est caractérisée par un grand apport en sels nutritifs (N, P, Si) pour un développement des espèces phytoplanctoniques pendant les périodes chaudes (Février, mars, avril et mai) qui se traduit par une diminution des concentrations des phosphates (Fig. 31).

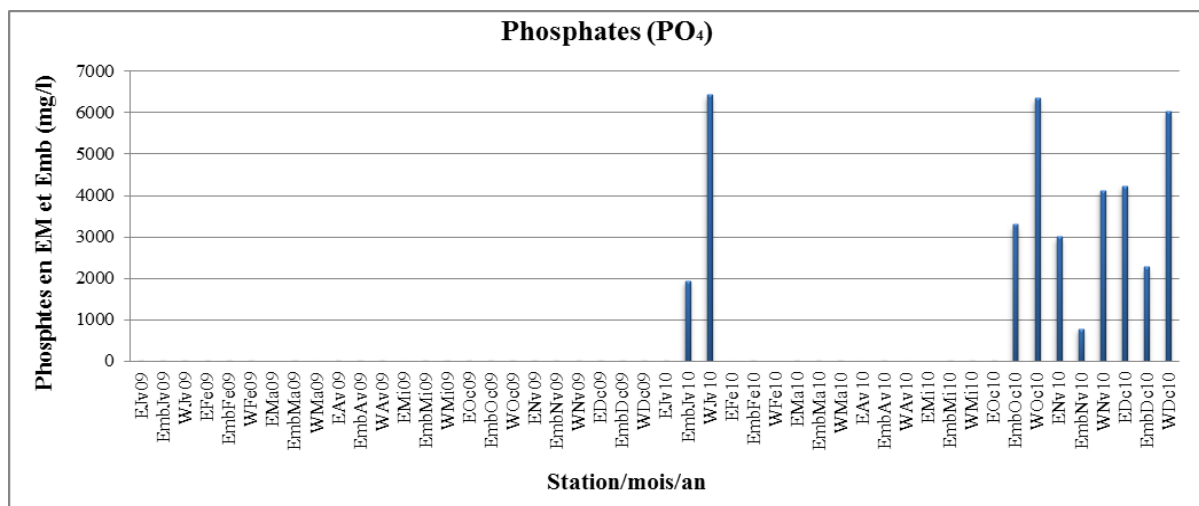


Figure 31 : Variations mensuelles des phosphates de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

1.1.3.3. Silicates (SiO₂)

Les silicates varient très fortement en fonction du débit de l'Oued Chélif qui entraîne le lessivage des sols depuis SOUR jusqu'à l'embouchure, où on remarque des valeurs élevées qui atteignent 19,3 mg/l en mars 2009, 13,3 mg/l en novembre 2010, 10,4 mg/l en décembre 2010 et 12,8 mg/l en janvier 2010.

L'épuisement des silicates à l'Ouest et l'Est de l'embouchure de l'Oued Chélif se situe entre 0 et 0,15 mg/l en mai 2010 et entre 0 et 1 mg/l au mois d'avril. Ceci pourrait être dû à la consommation par le phytoplancton de ces silicates (Fig. 32 ; Fig. 36 ; Fig. 37). Cependant, durant les mois de février, mai et juin de l'année 2009, un épuisement total de ces silicates est observé à la région marine Est (E) de la wilaya de Mostaganem. La silice varie dans toute la zone de prélèvement entre 0 et 19,3 mg/l, cette valeur dépasse la norme fixée à 0,14 mg/l. Le taux élevé de la silice résulte de la présence massive de composants siliceux dans la roche littorale, qui sont lessivés et transportés par l'Oued jusqu'à la Mer. La concentration maximale est mesurée dans les échantillons prélevés dans l'embouchure au mois de mars 2009, ces taux élevés de silice ont été confirmés par l'identification des espèces phytoplanctoniques à tests siliceux, telles que les Diatomées.

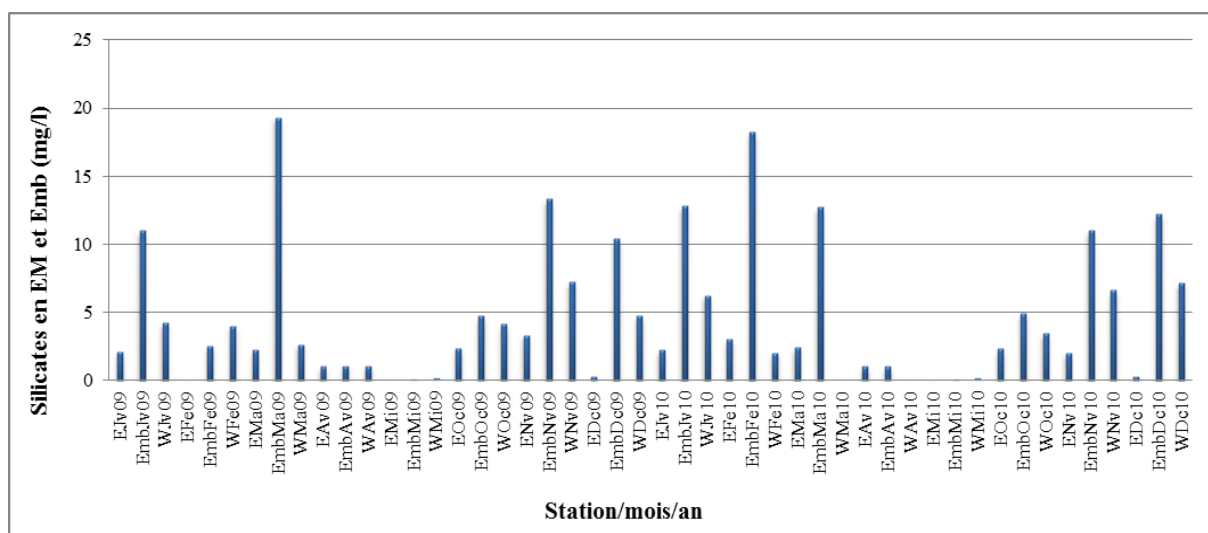


Figure 32 : Variations mensuelles des silicates (SiO_2) de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

Le flux annuel d'azote minéral dissous et de silicate est nettement plus élevé durant la période de suivi de l'écoulement de l'Oued entre 2009 et 2010, montrant l'importance du lessivage des sols pour ces deux nutriments. Le flux de phosphate, au contraire, est resté relativement stable.

1.1.4. Matière en suspension

En dehors des périodes de crue, la teneur en matière en suspension est presque toujours inférieure à 50 mg/l (d'avril à septembre 2009). On peut considérer qu'à partir de 300 mg/l, la situation est particulière ou anormale. Dans les stations situées en eau de Mer, elle atteint 3974 mg/l au mois de février 2009 à l'Ouest, à cause des courants marins horizontaux qui se dirigent principalement vers l'Ouest (Fig. 33) et (Fig. 36 et Fig. 37).

Donc, les particules solides peuvent présenter une action inhibitrice sur les espèces ichthyologiques soit directement en compromettant le développement de leurs œufs (asphyxie), ou en réduisant le stock de nourriture disponible. L'absence de restes de macro - végétaux sur la côte laisse supposer que le fond marin de la zone est dépourvu de flore.

Ce facteur est limitant à la fois pour l'installation et le développement de la faune et surtout de la flore benthique puisque la lumière du jour y accède difficilement à ce genre de biotope. Par ailleurs, la matière en suspension est un bon support pour les bactéries qui sont généralement responsables de la destruction partielle ou totale des organes respiratoires des espèces ichthyologiques.

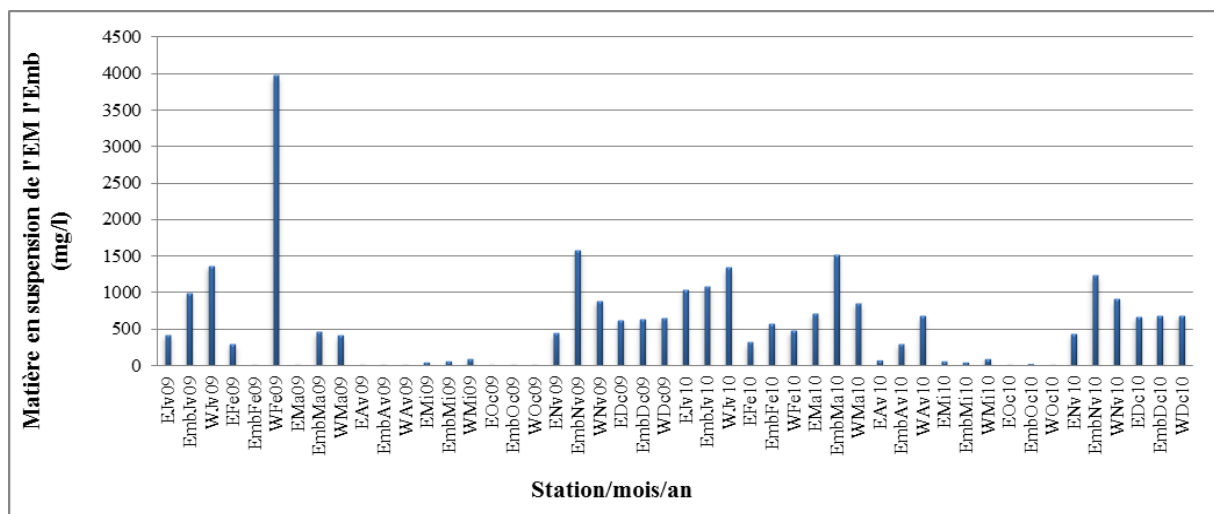


Figure 33 : Variations mensuelles des matières en suspension de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

1.1.5. Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

L'histogramme (Fig. 34) présente des valeurs de la DBO₅ dépassant la norme pour les périodes de crues ou de connectivités Oued-Mer. Pour l'eau de Mer, la valeur de la DBO₅ est supérieure à 10 mg/l. Ces valeurs de la DBO₅ sont de l'ordre de 976 mg/l en octobre 2010

à l'Ouest de l'embouchure de l'Oued Chélif, et de 430 mg/l à l'Est de celle-ci. Ce qui pourrait correspondre donc à une eau de Mer de mauvaise qualité. L'augmentation de la charge en matière biodégradable (DBO) entraîne une augmentation des bactéries et Cyanophycées qui sont hétérotrophes, donc qui exigent de la matière organique pour se développer. Il est aussi à noter que la biodégradabilité est activée surtout à partir de l'embouchure soit avec la même concentration comme c'est le cas au mois d'avril 2009 (338,2 mg/l à l'embouchure, 346,8 mg/l à l'Ouest et 309,2 mg/l à l'Est). Soit avec des concentrations différentes atteignant à l'Ouest au mois d'octobre 2009 (976 mg/l) et des valeurs de 430 mg/l à l'Est et 139 mg/l à l'embouchure (Fig. 34, 36, 37). Des valeurs minima sont observées pendant les périodes de non connectivités (Oued-Mer) aux mois de février 2010 (6,7 mg/l à l'embouchure) et en août 2009 (28 mg/l à l'embouchure).

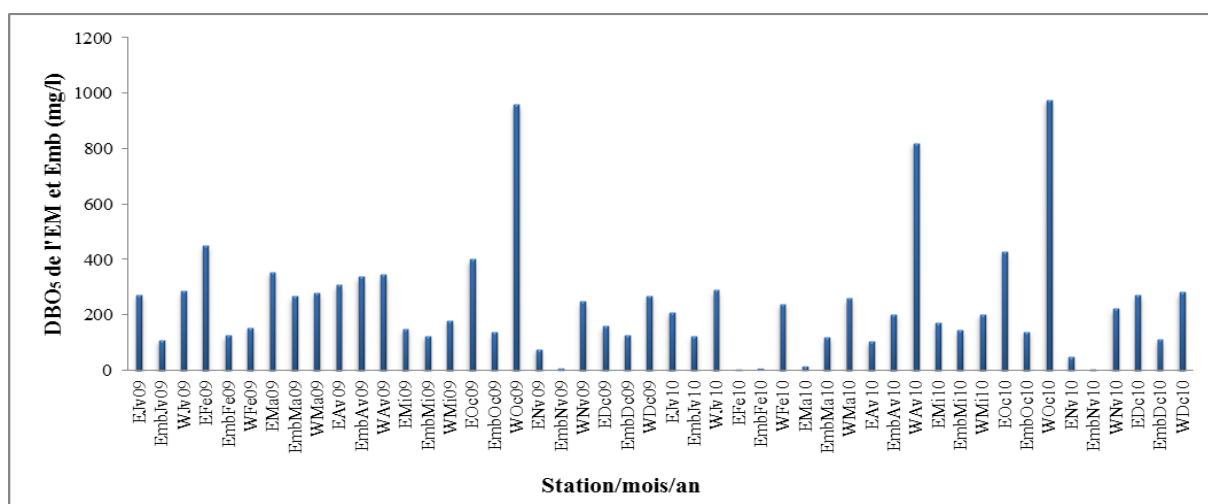


Figure 34 : Variations mensuelles de demande biologique en oxygène de l'eau de Mer (EM) des côtes de Mostaganem et de l'embouchure (Emb) de l'Oued Chélif durant les années 2009 et 2010.

Tableau 18 : Variations des paramètres physico-chimiques de l'eau de l'Oued Chélif et d'eau de Mer des côtes de Mostaganem pendant les périodes de connectivités et de non connectivités des deux années 2009 et 2010 (voir liste des abréviations pour les paramètres du tableau).

	Oued		Non Connectivité		Mer	Non Connectivité		
	Min	Max	Moyenne	Ecart-types	Min	Max	Moyenne	Ecart-types
T	17	25	21,764706	2,634611256	17	24	20,913043	2,087038865
PH	7,7	8,2	7,9294118	0,15718105	7,8	8,2	8,026087	0,121421098
TURB	104	1498	704,76471	475,7091456	27	292	92,391304	73,47401466
MES	50	392	206,47059	151,2514949	14	112	46,695652	28,52500463
OD	7,8	8,5	8,0764706	0,238561868	7,9	8,3	8,1304348	0,129456144
DBO5	8,6	106	16,447059	23,14519706	5	156	57,543478	46,49273478
NO3	4	16	11,3	3,52242814	2	8	5,3478261	1,741438686
NO2	0	1,4	0,9576471	0,325567378	0	0,7	0,23	0,192282935
NH4	0,6	5,3	3,7352941	1,204128926	0,2	0,85	0,433913	0,196208125
SIO2	0	12,5	8,8	3,442927533	0	0,5	0,1873913	0,155013706
PO4	0	0,77	0,3488235	0,259828846	0	0,65	0,2530435	0,207198517
Ptot	0,1	1,82	0,8117647	0,580196468	0,1	0,9	0,506087	0,213642419
Chloa	4	25	11,352941	5,936551782	5	28	11	5,00908266

	Oued		Connectivité		Mer	Connectivité		
	Min	Max	Moyennes	Ecart-types	Min	Max	Moyenne	Ecart-types
T	10	22	14,125	4,062019202	11	22	16,854167	2,36993207
PH	7,5	8,1	7,803125	0,20077973	7,01	8,3	7,8866667	0,302825934
TURB	65	28800	4912,3125	6417,125145	13	8185	1079,1667	1324,649232
MES	22	14439	2413,0625	3393,075472	4	3973	557,36667	679,1096488
OD	5,5	14,8	7,56875	1,638929135	3,7	9,2	7,79375	0,989391872
DBO5	2,2	352	51,309375	112,0235671	10,5	976	240,60625	209,7164442
NO3	6	26	15,53125	5,558976321	2	27	9,8208333	6,914091634
NO2	0	1,49	0,8253125	0,486196458	0	0,96	0,25625	0,253558714
NH4	0	9,1	3,6165625	3,255326761	0	6,4	1,1589583	1,894762366
SIO2	1,1	22,8	11,289375	5,51191082	0	19,3	4,4379167	4,948346794
PO4	0,01	1,54	0,665	0,477398866	0	6,4302	0,6892639	1,464199728
Ptot	0,05	14,125	1,3985938	2,464770235	0,03	0,69	0,3035417	0,209878279
Chloa	0	35	8,625	8,488132132	0	45	13,25	13,55289087

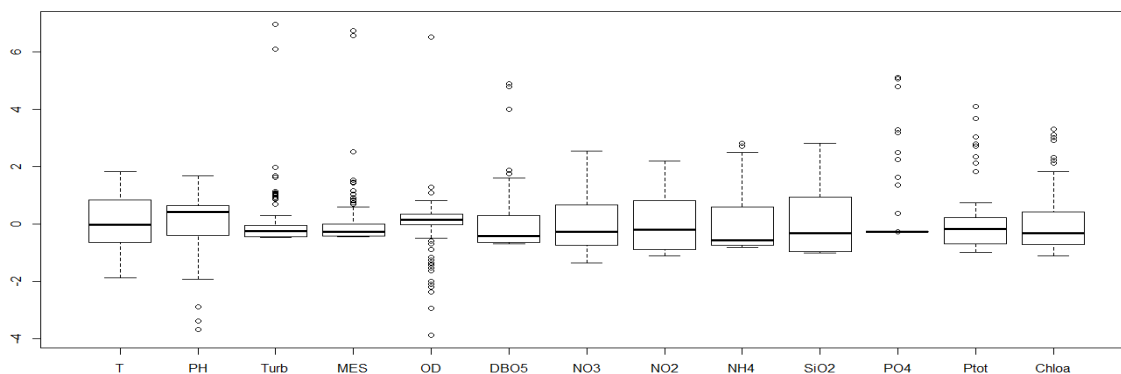


Figure 35 : Variabilité des paramètres physico-chimiques pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem (voir liste des abréviations pour les paramètres de l'abscisse).

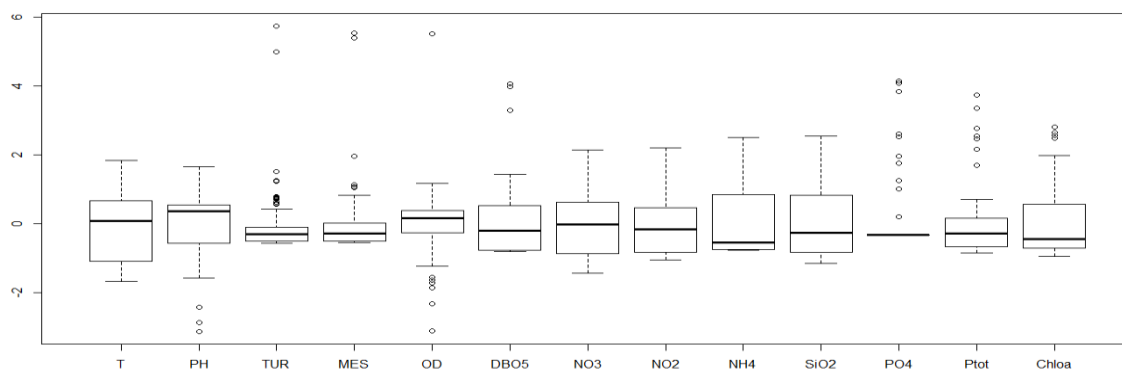


Figure 36 : Variabilité des paramètres physico-chimiques pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l’Oued Chélif et de l’eau de Mer de Mostaganem (pendant les périodes de connectivités) (voir liste des abréviations) pour les paramètres de l’abscisse).

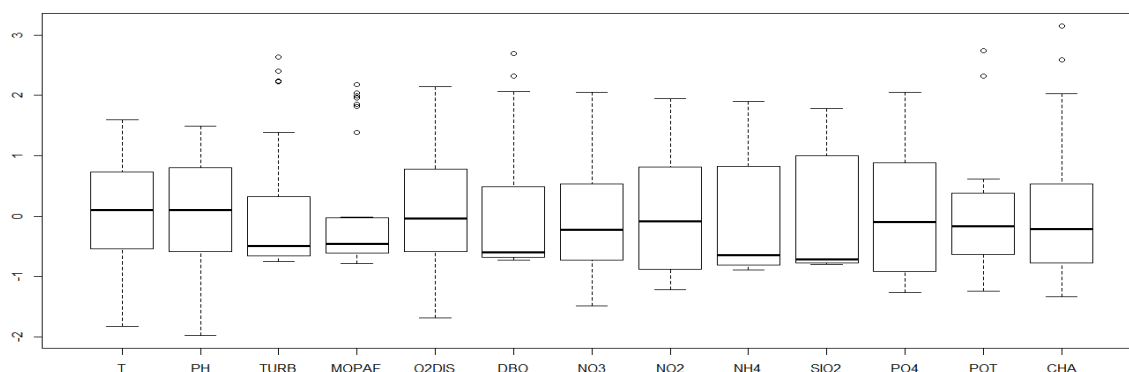


Figure 37: Variabilité des paramètres physico-chimiques pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l’Oued Chélif et de l’eau de Mer de Mostaganem (pendant les périodes de non connectivités) (voir liste des abréviations pour les paramètres de l’abscisse).

1.2. Analyses hydro-biologiques

Les résultats présentés ici concernent essentiellement la zone de l’Embouchure de l’oued Chélif, comme représentative de l’écosystème saumâtre (eau douce et eau de Mer). L’étude s’est centrée surtout sur les paramètres d’eutrophisation qui sont la chlorophylle (a) et le phytoplancton (micro algues) qui est le premier maillon de la chaîne trophique.

1.2.1. La chlorophylle (a)

La chlorophylle (a) de la zone étudiée est comprise entre 0 et 35 $\mu\text{g/l}$ à l'Oued Chélif et elle est de 0 à 45 $\mu\text{g/l}$ en eau de Mer de la côte de Mostaganem. Par ailleurs, durant toute la période de prélèvement, la valeur moyenne de la chlorophylle (a) en eau de Mer est de 13,25 $\mu\text{g/l}$ et de 08,62 $\mu\text{g/l}$ en eau d'Oued Chélif pendant les périodes connectivités (Fig. 36) et (Tab. 18). Cette variation est normale, à l'exception des mois de janvier 2009 qui présente une concentration de chlorophylle (a) égale à 0 $\mu\text{g/l}$, dans les trois régions de la côte mostaganémoise (W, Emb et C) (Fig. 13). Ces variations sont probablement dues au chargement élevé de l'eau de Mer en matières en suspensions, ce qui est traduit par un taux élevé de la turbidité de l'eau.

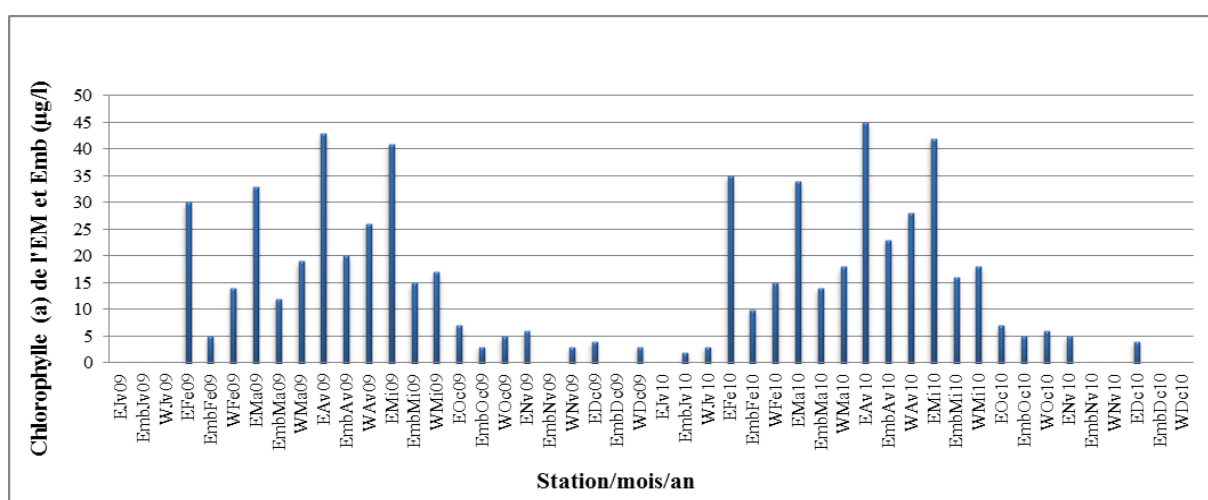


Figure 38: Variabilité de la chlorophylle (a) pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem.

L'augmentation de la concentration en sels nutritifs (N, P, Si) entraîne une augmentation de la biomasse de la chlorophylle (a) (Fig. 39). Les valeurs des sels nutritifs (N, P, Si) varient en fonction du débit de l'Oued Chélif et du lessivage des sols, elles sont élevées lorsque le débit est fort et elles atteignent leur minimum lorsqu'il est faible.

La concentration des phosphates est comprise entre 0 et 6,4 mg/l, donc supérieure à la norme (0,06 mg/l). Cette concentration résulte des engrais agricoles qui, dans ce cas, sont composés principalement d'azotes, de phosphates et de potassium (NPK). Durant les mois d'octobre, novembre et décembre, la concentration des phosphates est élevée à cause de la houle qui provoque une augmentation de la matière en suspension riche en sels minéraux dont

les phosphates. Cette période est caractérisée par un grand apport en sels nutritifs (N, P, Si) pour un développement des espèces phytoplanctoniques pendant les périodes chaudes (février, mars, avril et mai) qui se traduit par une diminution des concentrations des phosphates (Fig. 31). La silice varie dans toute la zone de prélèvement entre 0 et 19,3 mg/l, cette valeur dépasse la norme fixée à 0,14 mg/l. Le taux élevé de la silice résulte de la présence massive de composants siliceux dans la roche littorale qui sont lessivés et transportés par l'Oued jusqu'à la Mer. La concentration maximale est mesurée dans les échantillons prélevés dans l'embouchure de l'Oued Chélif au mois de mars 2009, ces taux élevés de silice ont été confirmés par l'identification des espèces phytoplanctoniques à tests siliceux, telles que les Diatomées.

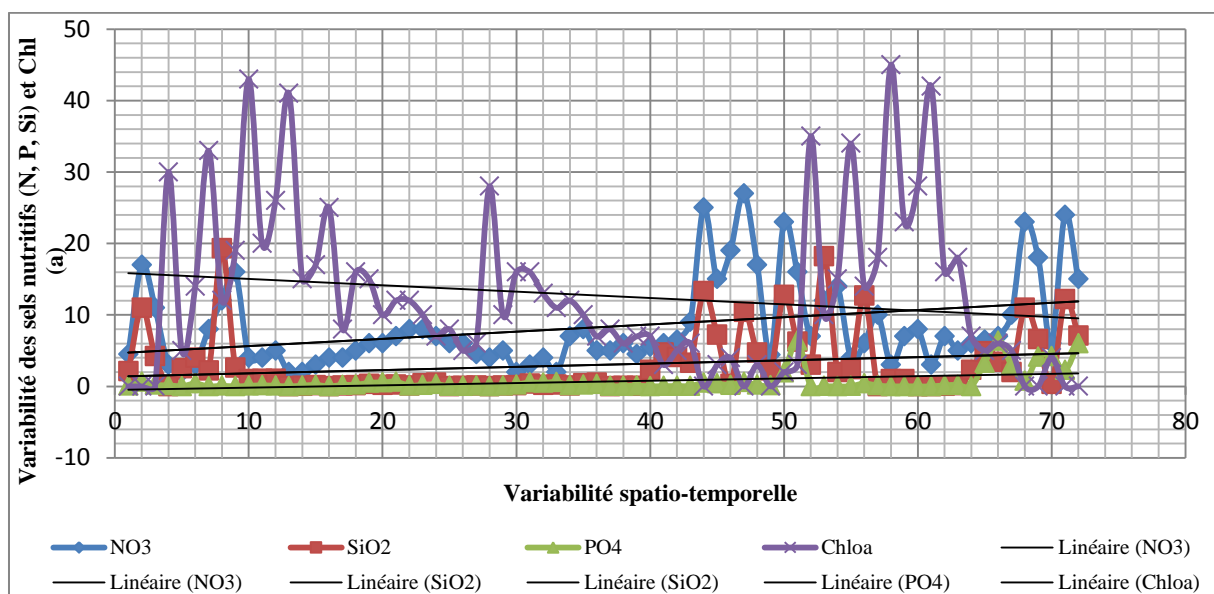


Figure 39: Variabilité des concentrations en sels nutritifs des eaux de surface et de la chlorophylle (a) pendant les deux années 2009 et 2010, dans les différentes stations de l'Oued Chélif et de l'eau de Mer de Mostaganem en périodes de connectivités Oued-Mer.

Au premier échelon de la chaîne alimentaire, le développement du phytoplancton est conditionné par la présence des éléments nutritifs, essentiellement l'azote et le phosphore nécessaires à toutes les espèces, mais également le silicium, indispensable aux algues à squelette siliceux, telles que les diatomées (Aminot *et al.*, 1985; Aminot & Guillaud, 1990; Turner *et al.*, 1998; Rousseau *et al.*, 2002; Wu & Chou, 2003; Humborg *et al.*, 2008; Garnier *et al.*, 2010 ; Gohin *et al.*, 2010).

Dans les eaux côtières, les apports continentaux peuvent enrichir considérablement le milieu en azote et en phosphore (rejets industriels, urbains et agricoles). Un enrichissement excessif en un ou plusieurs éléments peut avoir des conséquences sur l'équilibre et la densité des populations naturelles (Aminot & Guillaud, 1990; Rousseau *et al.*, 2002; Garnier *et al.*, 2010 ; Gohin *et al.*, 2010). La Baie de Mostaganem représente un exemple de domaine côtier influencé par d'importants apports continentaux. Il est donc intéressant de connaître la répartition des différents éléments nutritifs à plusieurs époques de l'année.

Nous nous intéressant principalement aux éléments nutritifs minéraux à l'état dissous, qui représentent la majorité des éléments chimiques disponibles pour le phytoplancton.

Nous examinerons l'influence des eaux douces (Oued Chéouli) sur la Baie de Mostaganem en étudiant leur dilution pendant les périodes de connectivités et de non connectivités (Tab.18) et (Fig. 36, 37 et 39).

L'étude des concentrations en azote minéral dissous et en phosphate montre qu'au sein de l'estuaire, ce rapport se trouve à des valeurs élevées, ces fortes valeurs durant les périodes étudiées sont essentiellement dues à l'importance des apports fluviaux en nitrates (Aminot *et al.*, 1994; 1998; Angelier, 2000; Ramade, 2008) L'ensemble de ces valeurs tend à montrer qu'au sein de l'estuaire et surtout vers l'Ouest, les rapports restent élevés et traduisent une influence nette de la qualité des eaux du bassin versant sur les caractéristiques des eaux estuariennes. En ce qui concerne l'équilibre des sels azotés et phosphorés. Ces fortes valeurs du rapport N/P, en comparaison à la valeur théorique optimale de 16 (Rapport de Redfield) pour la croissance du phytoplancton, tendent à montrer que le phytoplancton pourrait être limité dans l'estuaire par le phosphore (Aminot *et al.*, 1994; 1998; Angelier, 2000; Belin *et al.*, 2001; Billen & Garnier, 2007) Néanmoins, les concentrations en phosphore au sein de l'estuaire ne tombent jamais à des valeurs suffisamment basses pour être limitantes. Les résultats obtenus montrent qu'il y a une augmentation des sels nutritifs dans l'eau de Mer de la région de Mostaganem, surtout en ce qui concerne les nitrites et les phosphates. Leur concentration est due à plusieurs facteurs, tels que l'apport de l'Oued Chéouli, les courants horizontaux et les courants verticaux, les échanges entre les différentes interfaces (atmosphère-Mer, terre-Mer et sédiment-Mer) (*in* Boubenia, 2011). Ces facteurs contribuent à l'enrichissement de l'eau de Mer en sels nutritifs, sans oublier la dégradation des déchets par les bactéries et le lessivage des roches. Tout cela a conduit au développement de la biodiversité du phytoplancton marin (Bougis, 1974; Videau *et al.*, 1998; Gohin *et al.*, 2010;

Shen *et al.*, 2011) Par rapport à la Mer, les Oueds ont, par contre, une faible densité due à la petite quantité de sels nutritifs dissous (représentés dans les figures 36 37 et 39) ainsi que le tableau 18.

1.2.2. Le phytoplancton

Les paramètres retenus pour la présentation des résultats de cette étude, concernent les points de surveillance échantillonnés tout le long des deux années (2009 et 2010). Selon le cas, il peut s'agir de points « eau de l'Oued Chélif » ou « eau de Mer ». Il n'est pas toujours possible d'agréger les résultats de tous les points de prélèvements d'un site. Ceux-ci sont alors regroupés en secteurs homogène soit d'eau de Mer ou d'eau d'Oued Chélif voir le lien entre les deux secteurs (Tab. 20). A chaque secteur correspond une série de résultats identifiée lors de la période d'étude. Les différents paramètres analysés dans le cadre de cette étude correspondent à un double objectif représenté par le suivi de l'environnement marin côtier et la protection de sa santé (suivi de la biodiversité) A cet effet, on a procédé d'une part, à la détermination de l'ensemble des espèces phytoplanctoniques qui caractériserait l'écosystème côtier marin de la wilaya de Mostaganem, et d'autre part à la mesure du niveau de la production primaire de la côte de Mostaganem [chlorophylle (a)]. Aussi, un suivi particulier des espèces toxiques a été réalisé, en raison des conséquences néfastes sur la santé humaine que peuvent engendrer les toxines produites par ces dernières [i.e. l'espèce *Alexandrium minutum* responsables de la production de toxines de types PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)] (Smayda, 1990; Belin & Raffin, 1998; Angelier, 2000, Ramade, 2008).

1.2.2.1. L'abondance du phytoplancton

Un total de 74 espèces phytoplanctoniques a été identifié durant la période d'étude dans les stations Oued-Mer. Le groupe dominant est celui des chlorophycées (le long de la période d'étude spécialement en été) suivi par le groupe des chrysophycées, qui ont proliféré en automne 2009 (Fig. 40). A la station 1, le maximum de groupe des Cyanophycées (les algues bleues-vertes) a été observé en mai 2009, et un minimum en janvier 2010 (Tab. 19). A la station 2, le maximum des espèces appartenant au groupe d'Euglenophycées a été identifié en novembre 2009, et un minimum en février 2010 (Tab. 19). Les espèces d'Euglenophycées ont été identifiées à la station 1 (Oued Chélif), durant la période d'étude,

avec un maximum en août 2009 et un minimum en janvier 2010 (Tab. 19). L'espèce du genre *Euglena* a été observée durant la période d'étude à la station 2 (La baie de Mostaganem), avec des valeurs comprises entre un maximum en juillet 2009 et un minimum en décembre 2010 (Tab. 19). Les algues vertes (Chlorophycées) ont été dominantes à la station 1 plus que la station 2 (avec 42 et 38 espèces respectivement). En mai 2009, un maximum de nombre des algues vertes a été retrouvé dans les deux stations (Tab. 19), et un minimum des espèces algales vertes ont été trouvées en janvier 2010 à la station 1, et en mois de mars 2010 à la station 2 (Tab.19). Un maximum de nombre des diatomées (Bacillariophycées) a été identifié en juin 2010 dans les stations Oued-Mer (Tab. 19). Des minima de diatomées ont été trouvés en novembre 2009 dans la station 01 et en mars 2009 dans la station 2 durant la période d'étude 2009-2010 (Tab. 19). Ce phylum a été observé à plusieurs reprises à la station 2. La rivière de Chélif est dominé par Chlorophylle (a) (Gagneur& Kara, 2001; Al-Asadi *et al.*, 2005c), tandis que la baie de Mostaganem possède des égales proportions des espèces de diatomées (i.e. genres *Nitzschia acicularis*, *Cyclotella eneghiana*) et les espèces des algues vertes(i.e. genres *Oocystis*, *Scenedesmus*).

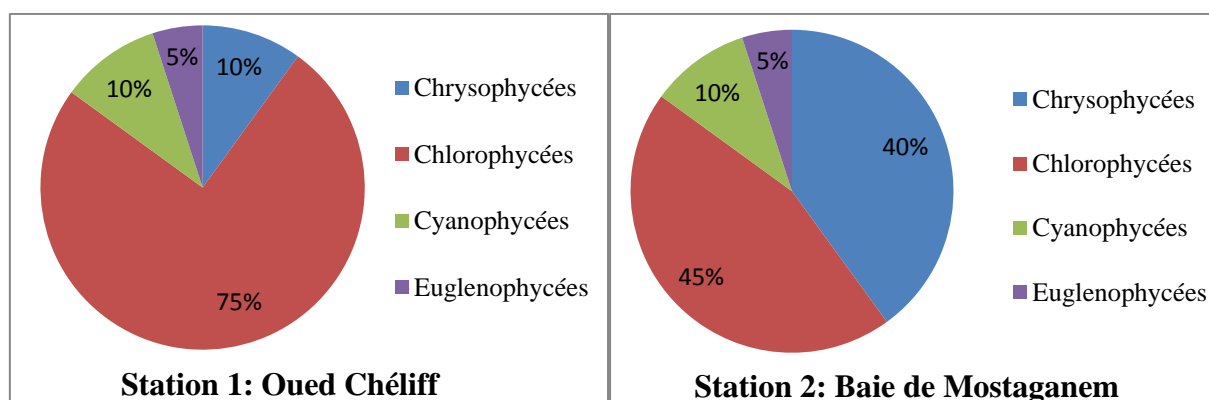


Figure 40 : L'abondance relative des phylums algaux durant la période d'étude dans les deux stations étudiées (2009-2010).

Tableau 19 : Distribution saisonnière des microalgues dans les stations d'étude (Oued-Mer).

Phylum	Station 1 (Oued Chélif)		Station 2 (Baie de Mostaganem)		Les Genres dominants dans les stations 1 & 2	Les genres et les espèces rares dans la station 1
	Max	Min	Max	Min		
<u>Chrysophycées</u>	06.2010	11.2009	06.2010	03.2009	<i>Nitzschia</i>	<i>Melosira granulata</i>

					<i>Navicula</i> <i>Cyclotelle</i> <i>Gyrosigma</i>	
<u>Chlorophycées</u>	05.2009	01.2010	05.2009	03.2010	<i>Strombomonas</i> <i>Scenedesmus</i> <i>Oocystis</i> <i>Dictyococcus</i> <i>Tetrahedron</i> <i>Coelastrum</i>	<i>Pediastrum</i> <i>Tetraedron</i> <i>Staurastrum</i> <i>Cosmarium</i> <i>Monoraphidium</i> <i>Chlamidomonas</i>
<u>Cyanophycées</u>	05.2009	01.2010	06.2010	01.2010	<i>Oscillatoria subsalsa</i> <i>Nostocopsis</i> <i>Microcystis</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>
<u>Euglenophycées</u>	08.2009	01.2010	07.2009	12.2010	<i>Euglena</i>	<i>Trachelomonas</i>

Tableau 20 : Liste des espèces phytoplanctoniques par secteur de la wilaya de Mostaganem.

Espèces du secteur Est (E)	Espèces des secteurs Embouchure (Emb) et Ouest (W)
Diatomées	Chrysophytes
<i>Coxinodiscus radiatus P. (Coxinodiscaceae)</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>
<i>Nitzoshia seriata V</i>	<i>Nitzschia sigma</i>
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	<i>Melosira granulata</i>
<i>Naviola elegans W (Naviculaceae)</i>	<i>Navicula sp</i>
<i>Nitzshia acicularis N (Ehzysophytes)</i>	<i>Navicula cuspidata</i>
<i>Navicula sp. M (Ehzysophytes)</i>	<i>Navicula confervacea</i>
<i>Chlamidomonas sp. C</i>	<i>Navicula subtilissima</i>
<i>Coclastrum microporium d. (Chlorophytes)</i>	<i>Gyrosigma balticum</i>
<i>Scenedesmus javanensis a (Chlorophytes)</i>	<i>Cyclotelle meneghiana</i>

<i>Scenedesmus quadricauda b (Chlorophytes)</i>	
<i>Oocystis crassa F (Chlorophytes)</i>	Chlorophytes
<i>Asteranphalus heptactis (Asterolampraceae)</i>	<i>Pediastrum simplex</i>
<i>Oocystis lacustris (Chlorophytes) lenia acuta</i>	<i>Pediastrum duplex</i>
<i>Rhizolenia acuta (Rhizoleniaceae)</i>	<i>Pediastrum sp.</i>
<i>Rhizolenia styliformis R</i>	<i>Tetraedron minimum</i>
<i>Chaetoceros didynus</i>	<i>Staurastrum sebaldi</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Staurastrum orbiculare</i>
<i>Ditylumbrig htwellii</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>
<i>Ehaetoceras danicum S</i>	<i>Scenedesmus flexuosis</i>
	<i>Scenedesmus javanensis</i>
Dinophycées : Dinoflagellés	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Escuviella marina j</i>	<i>Closterium limneticum</i>
<i>Trachelomonas megalacantha (Euglenophytes)</i>	<i>Closterium acutum</i>
<i>Trachelomonas armata (Euglenophytes)</i>	<i>Coelastrum microsporum</i>
<i>Euglena sp. K (Euglenophytes)</i>	<i>Dictyococcus varians</i>
<i>Peridinium oblongum</i>	<i>Oocystis crassa</i>
<i>Prorocentrum micansa</i>	<i>Cosmarium granatum</i>
<i>Tetraspora gelatnosa (Euchlorophycées)</i>	<i>Chlamidomonas sp.</i>
<i>Euastropsis richleri (Hydrodictyacées)</i>	<i>Monoraphidium contortum</i>
<i>Prorocentrum lima</i>	<i>Strombomonas sp.</i>
Coccolithophoridés	Cyanophytes
<i>Pontosphaera roscoffensis q</i>	<i>Microcystis sp.</i>
<i>Haptophycée colonial phaeocystis T</i>	<i>Microcystis elaschista</i>
<i>Chroococcus sp. X</i>	<i>Oscillatoria subsalsa</i>
<i>Microsystis elashista o (Cynaphytes)</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>
<i>Oscillatoria tenuis L (Cynaphytes)</i>	<i>Nostocopsis lobatus</i>

<i>Dictyochafibula (Silicoflagellés)</i>	
<i>Cyanophycée oscillatoria</i>	Euglenophytes
	<i>Euglena sp.</i>
Autres espèces	<i>Euglena variabilis</i>
<i>Conococcus elongatus</i>	<i>Trachelomonas armata</i>
<i>Stichococcus sp.</i>	<i>Trachelomonas megalacantha</i>
<i>Korshikoviella shaefernai</i>	
<i>Didymogene spalatina</i>	Pyrrhophytes
<i>Pearsoniella variabilis</i>	<i>Peridinium sp.</i>
	<i>Peridinium volzii</i>
	<i>Diplopsalis acuta</i>
	<i>Ceratium herundinella</i>

1.3. Analyses du secteur de la pêche de la wilaya de Mostaganem

L'étude de la pêcherie de Mostaganem a été réalisée sur la base des données de débarquements commerciaux collectés par la Direction de Pêche et des Ressources Halieutique de la wilaya de Mostaganem des deux années 2009 et 2010 (DPRH, 2011).

De plus une enquête a été faite sur le terrain auprès des pêcheurs de la wilaya de Mostaganem.

Cette étude a montré que les captures sont influencées par l'interaction de plusieurs paramètres. Parmi ces paramètres, on retrouve les sels nutritifs (N, P, Si) et la chlorophylle (a) (liés à la production primaire de la côte de Mostaganem); l'abondance des espèces phytoplanctoniques et les débarquements marins pélagiques et démersaux (qui sont liés à l'état de l'écosystème marin en périodes de connectivités et de non connectivités Oued-Mer) (Fig. 41).

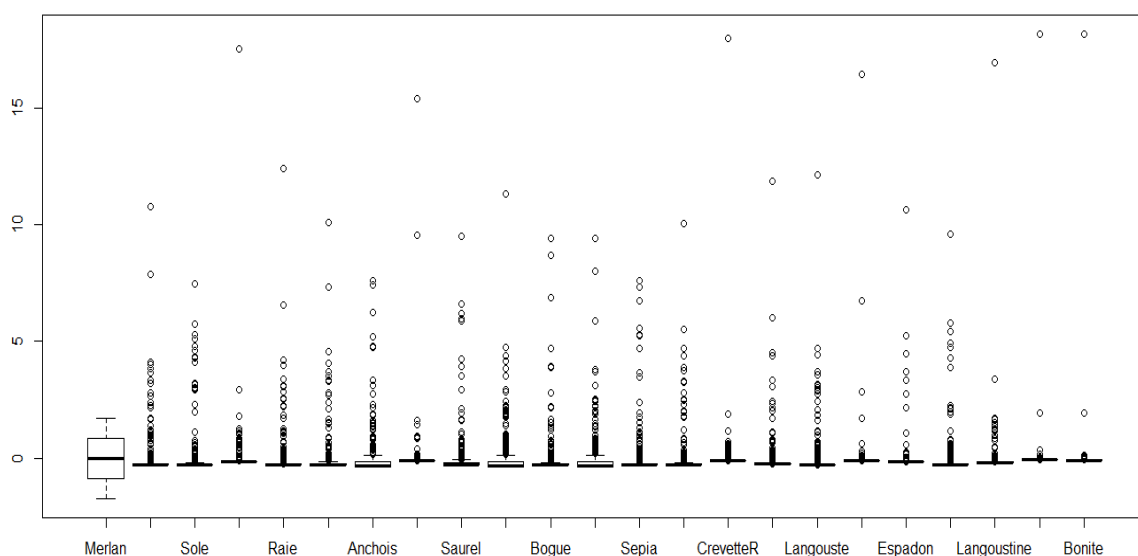


Figure 41 : Abondance des poissons et crustacées retrouvés dans la baie de Mostaganem et dans l'Oued Chéliff pendant les deux années d'étude 2009 et 2010.

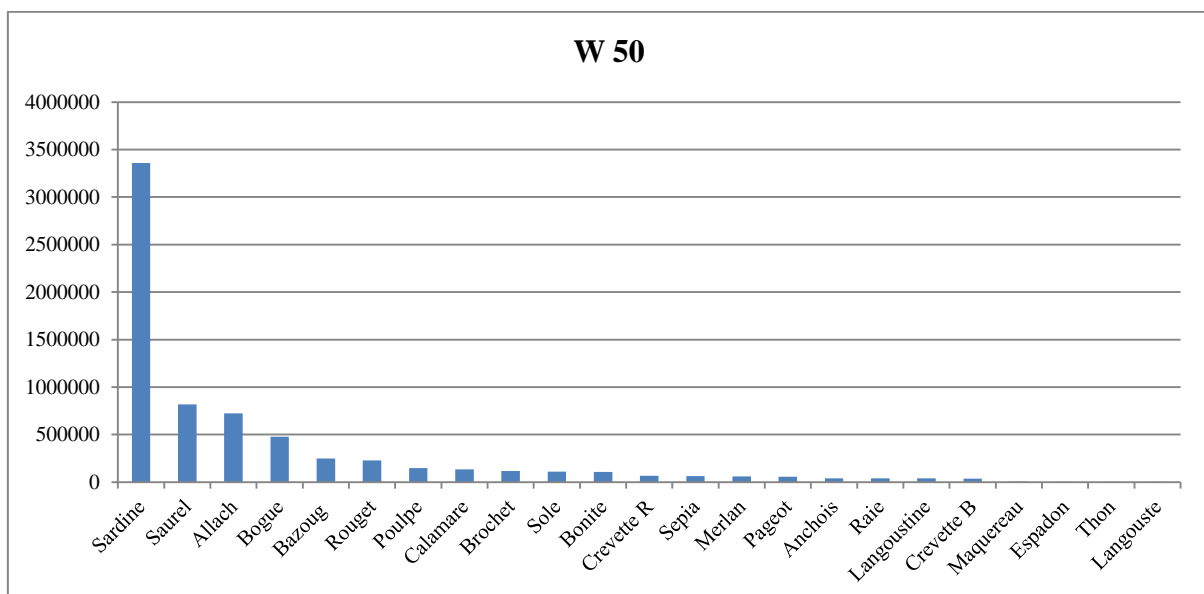
La période de « non connectivité » qui s'étale du mois de juin au mois de septembre, coïncide avec la période de fermeture de la pêche marine côtière allant du 1^{er} mai au 31 août de chaque année surtout le littoral Algérien, pour les chalutiers et les sardiniers dans les profondeurs de 50 m, sauf pour les petits métiers ou les petites embarcations marines. A cet effet, la pêche marine se concentre durant la période estivale dans les profondeurs située à 100m.

La pêche mensuelle est réalisée par trois types d'engins de pêche: les chalutiers, les sardiniers, et les petits métiers ; au niveau de deux zones de pêches essentielles: de 20 m à 50 m (50M) (Fig. 42) et de 50 m à 100m (100M) (Fig. 43).

Dans chaque zone, il y a trois secteurs de pêche marine: le secteur Ouest (W), le secteur Centre (C), et le secteur Est (E).

L'identification des profondeurs de captures (50m ou 100m) et des secteurs de pêche (W, C, E) (Fig. 42 ; Fig. 43), n'a pu être réalisée qu'après une intense enquête sur le terrain auprès des pêcheurs, les gardes de côtes, les inspecteurs de pêches, les agents statisticiens, ainsi que des sorties en Mer réalisées par nous-même.

Ces résultats sont reportés sur une nouvelle feuille appelée Codification_09-10 (chapitre III). Ainsi, la classification des espèces a été faite selon l'intérêt de débarquement (tonnages) par secteur de pêche (W, C, E) et par profondeur de captures (50m, 100m) pendant les deux années 2009 et 2010 (Tab 21). L'analyse de ce tableau, montre une dominance des captures des espèces telles que : la Sardine, l'allache, le Saurel et le Bogue aux différents secteurs de pêches (W, C, E) et à différentes profondeurs (50 m et 100 m).



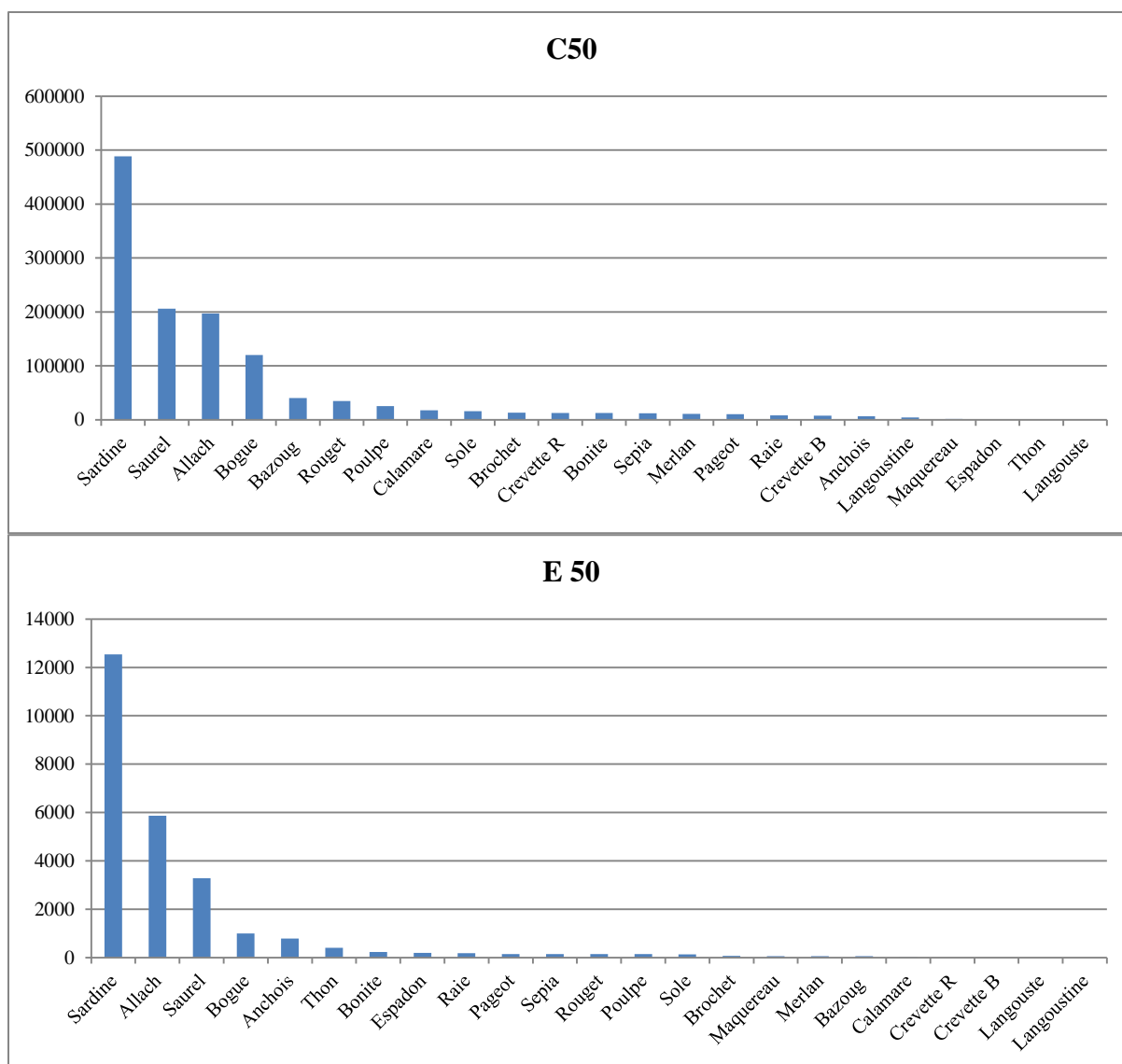


Figure 42 : Histogramme des captures marines par secteurs de pêche (W : Ouest, C : Centre et E : Est) dans la région de Mostaganem (profondeurs de 50m).

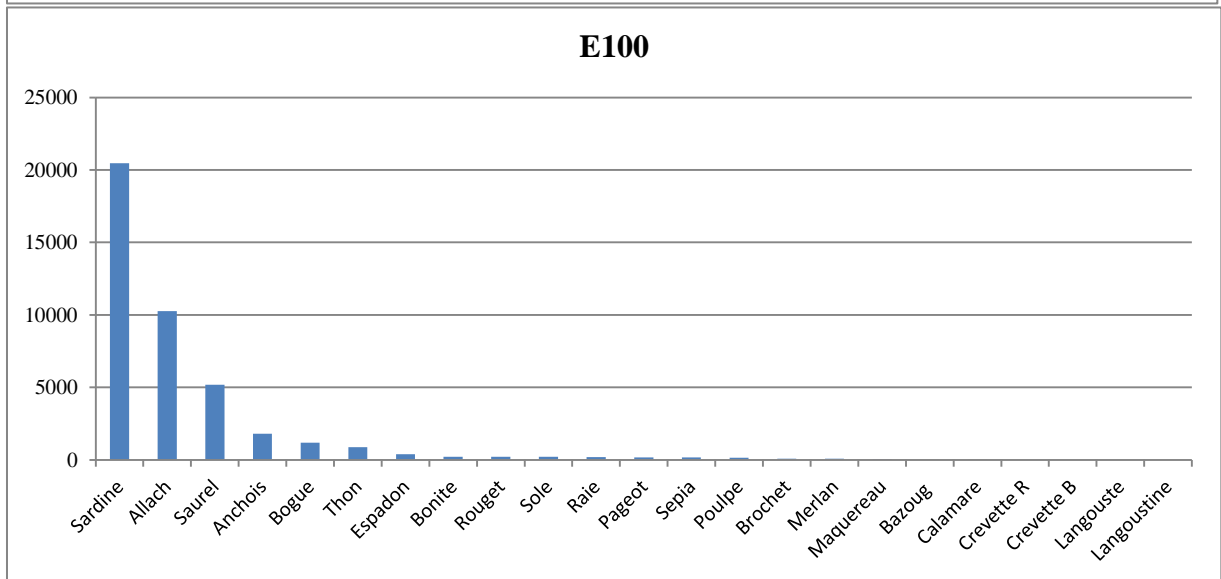
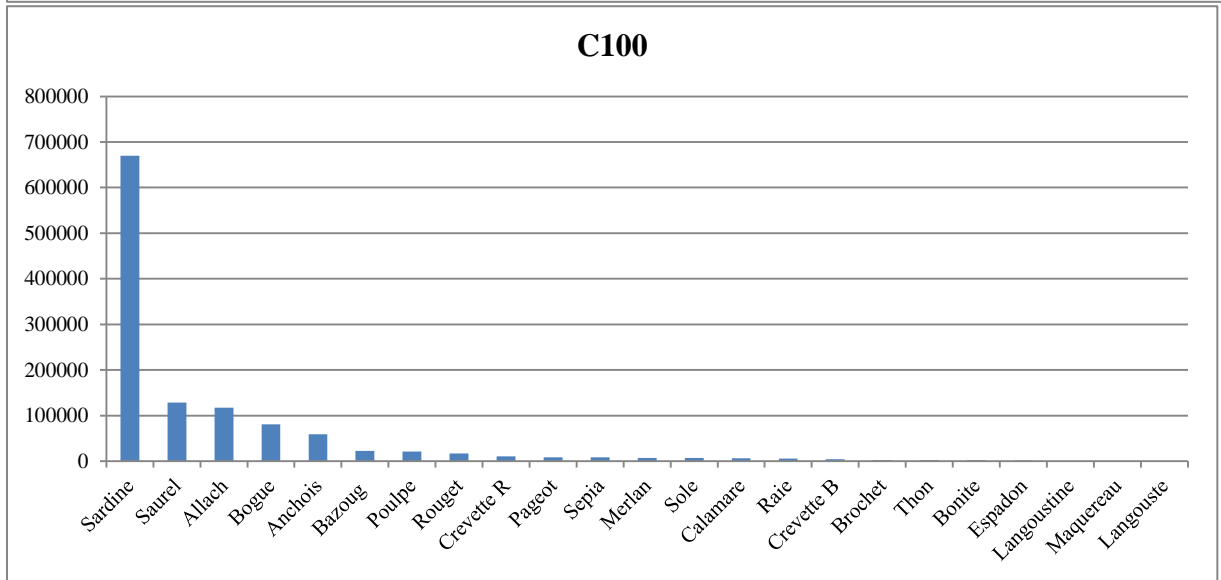
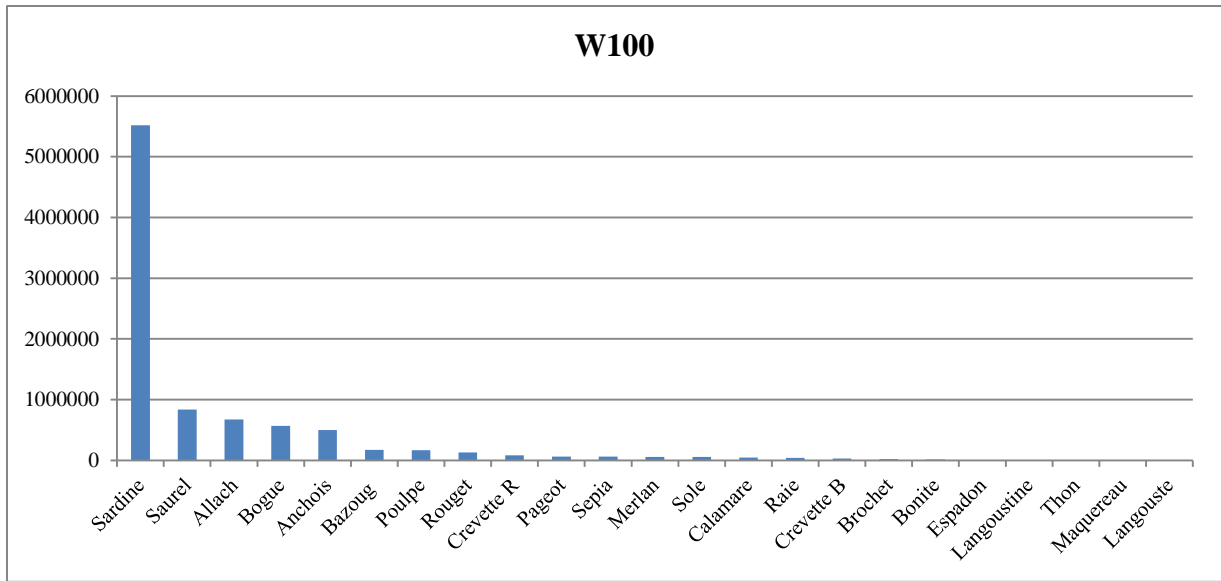


Figure 43 : Histogramme des captures marines par secteurs de pêche (W : Ouest, C : Centre et E : Est) dans la région de Mostaganem (profondeurs de 100m)

Tableau 21: Classification des espèces selon intérêt de débarquement (tonnages) par région (W,C, E) et profondeur (50m, 100m) pendant les deux années 2009 et 2010.

	C50	E50	Tot	W100	C100	E
Merlu	488295,72	Sardine 12538,42	Sardine 3860118,9	Sardine 5518826,34	Sardine 670139,78	204
Merlu	205942,23	Allach 5861	Saurel 1027372,2	Saurel 884770,38	Saurel 128489,42	102
Merlu	198850,35	Saurel 3278,75	Allach 926148,8	Allach 675478,95	Allach 117246,55	51
Merlu	119842	Bogue 997435	Bogue 599166,545	Bogue 566846,19	Bogue 80996,35	17
Merlu	40161,74	Anchois 782,9	Bazoug 289525,7	Anchois 500487,24	Anchois 58946,76	115
Merlu	34596,01	Thon 401,41	Rouget 263454,43	Bazoug 171323,24	Bazoug 22131,56	87
Merlu	25105,01	Bonite 228,54	Poulpe 172459,4	Poulpe 167968,67	Poulpe 20974,59	38
Merlu	17556,24	Espadon 199,59	Calamare 150955,605	Rouget 131408,12	Rouget 17171,24	22
Merlu	15680,48	Raie 180,52	Brochet 129688,7	Crevette R 82052,82	Crevette R 10428,18	21
Merlu	13364,46	Pageot 148,31	Sole 125110,355	Pageot 63427,44	Pageot 8270,48	20
Merlu	12645,72	Sepia 147,695	Bonite 118478,81	Sepia 61265,65	Sepia 8238,61	15
Merlu	12484,22	Rouget 146,54	Crevette R 79254	Merlan 56063,9	Merlan 7346,54	18
Merlu	12074,24	Poulpe 138,66	Sepia 75481,385	Sole 54782,98	Sole 7205,62	17
Merlu	10835,31	Sole 131,555	Merlan 70880,07	Calamare 47369,96	Calamare 5957,96	14
Merlu	10411,17	Brochet 76,76	Pageot 67476,24	Raie 42642,39	Raie 5782,71	71
Merlu	7942,84	Maquereau 64	Raie 49200,97	Crevette B 31806,96	Crevette B 4363,04	71
Merlu	7401,06	Merlan 55,86	Anchois 48952,9	Brochet 17364,72	Brochet 2101,04	53
Merlu	6601,84	Bazoug 52,7	Crevette B 44169	Bonite 12700,45	Thon 1893,48	2
Merlu	4373,55	Calamare 11,525	Langoustine 43687,5	Espadon 6272,94	Bonite 1805,33	14
Merlu	1475,27	Crevette R 0	Maquereau 6779,21	Langoustine 5582,85	Espadon 1493,58	
Merlu	1221,07	Crevette B 0	Espadon 4421,62	Thon 3052,12	Langoustine 621,65	
Merlu	990,02	Langoustie 0	Thon 2855,51	Maquereau 2085,76	Maquereau 485,28	
Merlu	111,6	Langoustine 0	Langoustie 1010,4	Langoustie 1225,5	Langoustie 139,1	

analyse des captures par zones de pêche, Ouest (W), Centre (C), et Est (E) par secteurs (50m et 100m) durant 2009 et 2010 pour toutes espèces confondues, a montré l'existence d'un déséquilibre de la pêcherie de Mostaganem en terme de tonnage des espèces pêchées par secteur de pêche de la wilaya de Mostaganem. Les chiffres d'analyses de la pêcherie de Mostaganem montrent qu'il y a environ 86 % des débarquements (pour toutes espèces confondues) à l'Ouest (W), 14% au Centre (C) et que la pêche à l'Est (E) reste faible (Fig. 44).

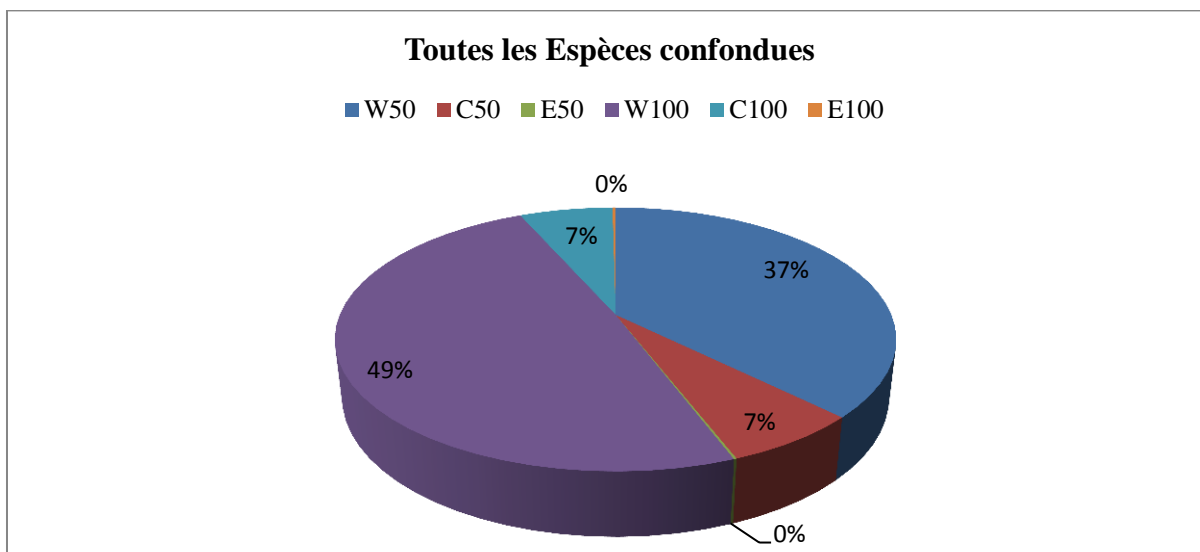


Figure 44: Tonnages des captures par zones de pêche de la wilaya de Mostaganem, Ouest (W), Centre (C), et Est (E) par profondeurs (50m et 100m) durant 2009 et 2010 pour Toutes espèces confondues.

Les espèces de poissons bleues débarquées aux différents secteurs restent majoritaires sur toute la période de l'étude (années 2009 et 2010) dont les espèces les plus ciblées sont la Sardine, l'Allache, le Saurel et le Bogue (Fig. 45). Les poissons blancs prennent une deuxième place après les poissons bleues, tandis qu'on observe une pêche très faible pour les crustacés et les autres pièces. On note également une très faible exploitation de la région ou du secteur Est (E) (Fig. 45).

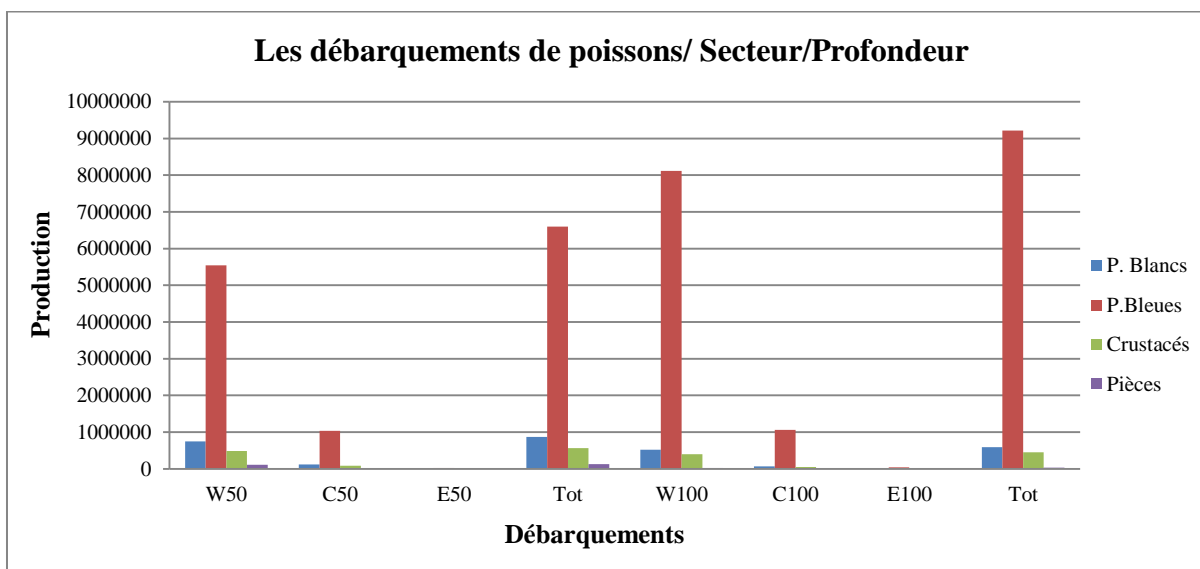


Figure 45: Tonnages des captures de poissons par région de Mostaganem [par secteur (W, E, C)] et par profondeurs.

Les débarquements pélagiques et les débarquements démersaux sont très instable. On note une dominance des captures pélagiques et une faiblesse des captures démersaux (Fig. 46). Cette différence dans la capture revient à l'inconue des zones de pêches productifs par les pêcheurs, marquée par une diminution de la production halieutiques, surtout durant les deux années 2009 et 2010 (Fig. 45 ; Fig. 46), et par une diminution de la consommation du poisson par le citoyen Mostaganemois (le questionnaire établi auprès de 403 familles Mostaganémoises a montré que sur un total des individus de 2.550, la consommation du poisson est d'une moyenne de 4,2 Kg/hab, ce qui prouve une sous consommation des poissons par les Mostaganémois).

Le ratio de consommation a donc diminué par rapport de la norme internationale fixée à 7 kg/hab. Le seuil requis par la FAO est de 6,2 kg par habitant et par an. Cependant, la réalité, faut-il le dire, est tout autre sur le terrain. Bien que, Mostaganem a intensifié ses efforts pour renforcer le secteur de la pêche qui recèle des ressources halieutiques importantes, aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif pour garantir l'efficacité de la stratégie de gestion durable de ces ressources, les prix à la vente des produits de la Mer dépassent tout entendement et restent encore inabordables pour les consommateurs, qui se tournent vers le surgelé et le congelé.

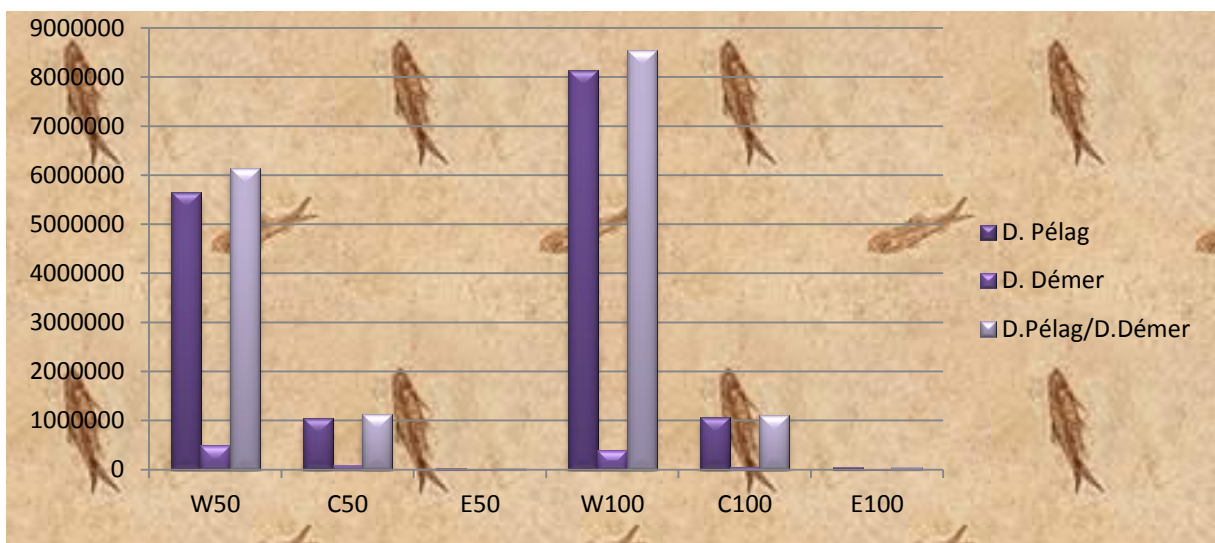


Figure 46: Les Débarquements Pélagiques, Débarquements Démersaux et le rapport entre

les deux durant les deux années d'études 2009 et 2010 dans la pecherie de Mostaganem (les différents secteurs sont pris en considération a des profondeurs de 50m et de 100m).

4. Analyses statistiques de l'influence de l'Oued Chélif sur l'évolution de la pêche

a. Analyses statistiques des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques (ACP)

En utilisant le logiciel statistique « *R libre* », l'analyse statistique des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques récoltés durant les années 2009 et 2010, a montré qu'il existe deux périodes importantes et différentes, dont la première s'appelle période de « connectivité Oued-Mer » et la deuxième période de « non connectivité Oued-Mer ».

2.1.2. Périodes de « connectivités » Oued-Mer

En analysant les graphes du cercle de corrélations des variables des deux années (2009 et 2010), nous remarquons pour cette période « de connectivité » (Fig. 47; Fig. 48) que les nutriments NO_2 (nitrites), NO_3 (nitrates), NH_4 (ammoniaque), P_{tot} (phosphore total) et SiO_2 (silicates) sont des paramètres très liés avec la Chloa. [Chlorophylle (a)], ce qui favorisent l'augmentation de la MO (matière organique) représentée en DBO_5 (demande biologique en oxygène), tandis que les paramètres d'OD. (Oxygène dissous) et T° (température) dépendent de la présence de MES (matière en suspension) et de la Turb. (Turbidité) (Garnier *et al.*, 2008; 2010; Kies & Taibi, 2011, Shen *et al.*, 2011).

Puisqu'il y a une consommation des différents nutriments (N, P, Si) avec presque la même concentration, il y a donc une diversité phytoplanctonique pendant la période de connectivité Oued-Mer (Wu & Chou, 2003; Glibert *et al.*, 2008; Gohin *et al.*, 2010; Kies & Taibi, 2011).

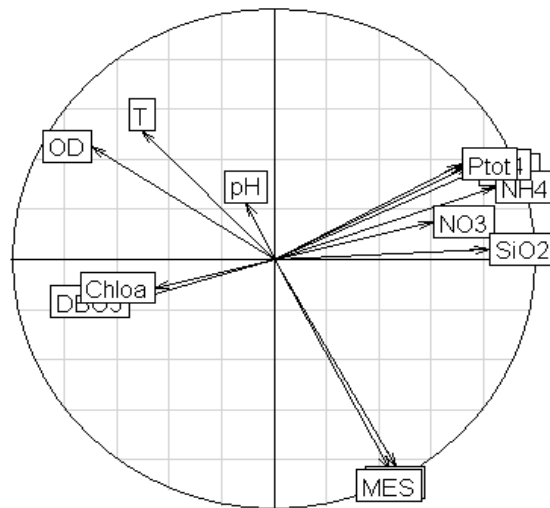


Figure 47 : ACP montrant la relation entre les paramètres physicochimiques en période de « Connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2009.

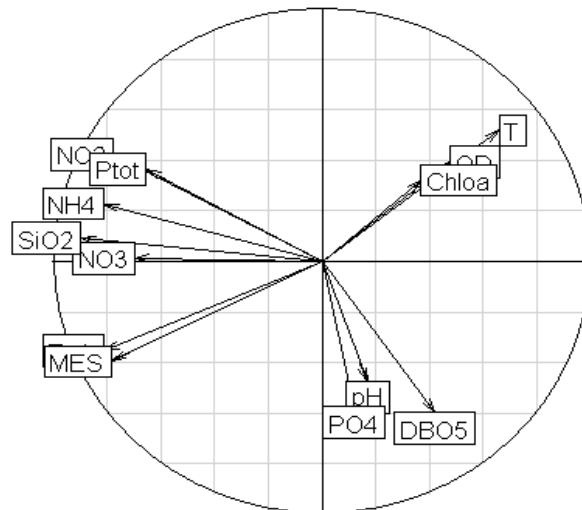


Figure 48 : ACP montrant la relation entre les paramètres physicochimiques en période de « Connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2010

2.1.3. Périodes de « non connectivités » Oued-Mer

En cette période de non connectivité (Fig. 49 ; Fig. 50), nous remarquons pour les deux années 2009 et 2010, qu'il y a une dominance des deux nutriments qui sont : premièrement le SiO_2 (silicates) qui jouent un rôle très important dans le phénomène d'eutrophisation (Officer & Ryther, 1980; Conly *et al.*, 1993; Turner & Rabalais, 1994 ; Justic *et al.*,

1995a,b ; Turner *et al.*, 1998; Humborg *et al.*, 2000 ; 2008; Cugier *et al.*, 2005; Billen & Garnier, 2007;). le SiO_2 est un élément limitant pour les diatomées des écosystèmes, estuaire (embouchure), Mer (Wu & Chou, 2003 ; Kies & Taibi, 2011) et rivière (Garnier *et al.*, 1995). Le deuxième élément nutritif dominant est les NO_3 (nitrates) qui se trouve aussi dans les différents écosystèmes oued-estuaire-Mer (Glibert *et al.*, 2008). Les deux nutriments SiO_2 (silicates) et NO_3 (nitrates) sont très liés et favorisent l'augmentation de la MO (matière organique) représentée en DBO_5 (demande biologique en oxygène). Les deux autres paramètres MES (matière en suspension) et Turb (turbidité) sont très liés et n'ont aucun lien avec un autre paramètre détecté en surface, ce qui est traduit par un phénomène de sédimentation (Garnier *et al.*, 2008; 2010; Kies & Taibi, 2011, Shen *et al.*, 2011).

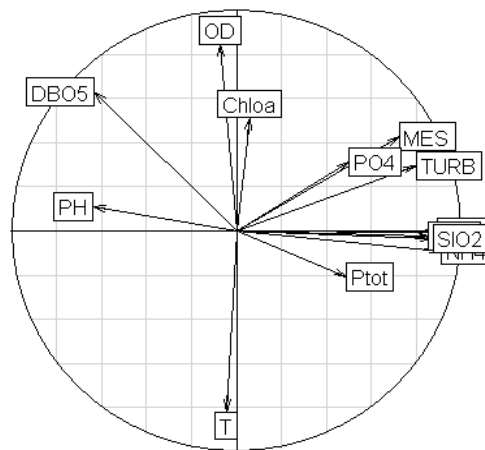


Figure 49 : ACP montrant la relation entre les paramètres physicochimiques en période de « de non connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2009

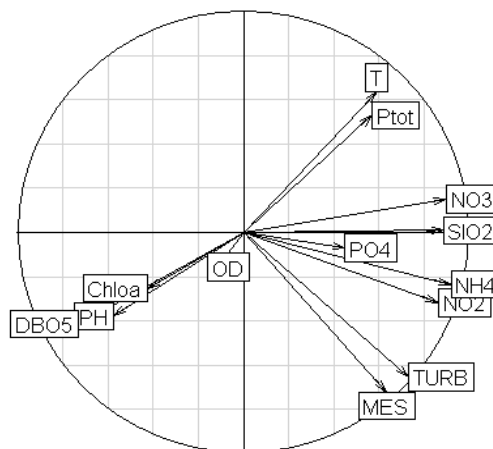


Figure 50 : ACP montrant la relation entre les paramètres physico-chimiques en période de « de non connectivité » entre l'Oued Chélif et la Mer durant l'année 2010

L'étape suivante est la réalisation des groupes (colonnes) qui vont servir de variables de classements, et qui vont être affichés sous forme de résultats suivants, pour les deux années 2009 et 2010 (Fig 51 ; Fig. 52). Il y a une nette corrélation entre les groupes de paramètres des deux sites d'eau douce (oued Chélif) qui sont S (Sour) et SB (Sidi Belattar), ainsi que les deux autres sites d'eau de Mer qui sont E : Sokhra situé à l'Est) et W (Sonactère situé à l'Ouest). Les groupes de variables ou paramètres du site dit embouchure (Emb : Estuaire) représentent l'intermédiaire entre les sites d'eau douce (oued Chélif) et l'eau de Mer de la wilaya de Mostaganem. Une forte corrélation pour les périodes de fortes crues qui sont les mois d'octobre, novembre, décembre et janvier, ce qui représente la période hivernale (Al-Asadi & Randerson, 2006 ; Kies & Taibi, 2011).

Aussi, une moyenne corrélation a été déterminée pour les périodes de moyennes crues, en (février, mars, avril et mai), qui correspond généralement à la saison printanière (Kies & Taibi; 2011). Et enfin une corrélation très faible même parfois absente totalement a été décelée pour les périodes d'assec durant la saison estivale qui s'étale de juin à septembre (Al-Asadi & Randerson, 2006 ; Kies & Taibi, 2011).

Les résultats des analyses physico-chimiques et hydro-biologiques des eaux en provenance de l'Oued, de la Mer et de l'estuaire pendant les périodes de crues ont montré que le Chélif déverse une quantité considérable de nutriments dans la zone de l'embouchure. Les eaux chargées de nutriments émises par les neuf Wilayas du pays sont acheminées par l'Oued Chélif pour se déverser dans la Baie de Mostaganem. L'étude a révélé la présence de substances azotées, phosphorées et soufrées ainsi que de la matière en suspension (organique et minérale) considérable (Al-Asadi & Randerson, 2006). Selon le suivi scientifique réalisé de 2009 jusqu'en 2010, les paramètres détectés ont des conséquences perturbantes sur la qualité d'eau de Mer de la wilaya de Mostaganem globalement et spécialement sur la diversité phytoplanctonique de l'eau de Mer, ce qui influe sur la faune et la flore marine de la baie de Mostaganem. À cause des vents d'Est, donc, des courants marins littoraux qui en résultent, les eaux chargées en nutriments se dirigent en périodes de crues (en automne et en hivers) vers le côté Ouest et peuvent atteindre parfois la plage des Sablettes (Al-Asadi & Randerson). A la

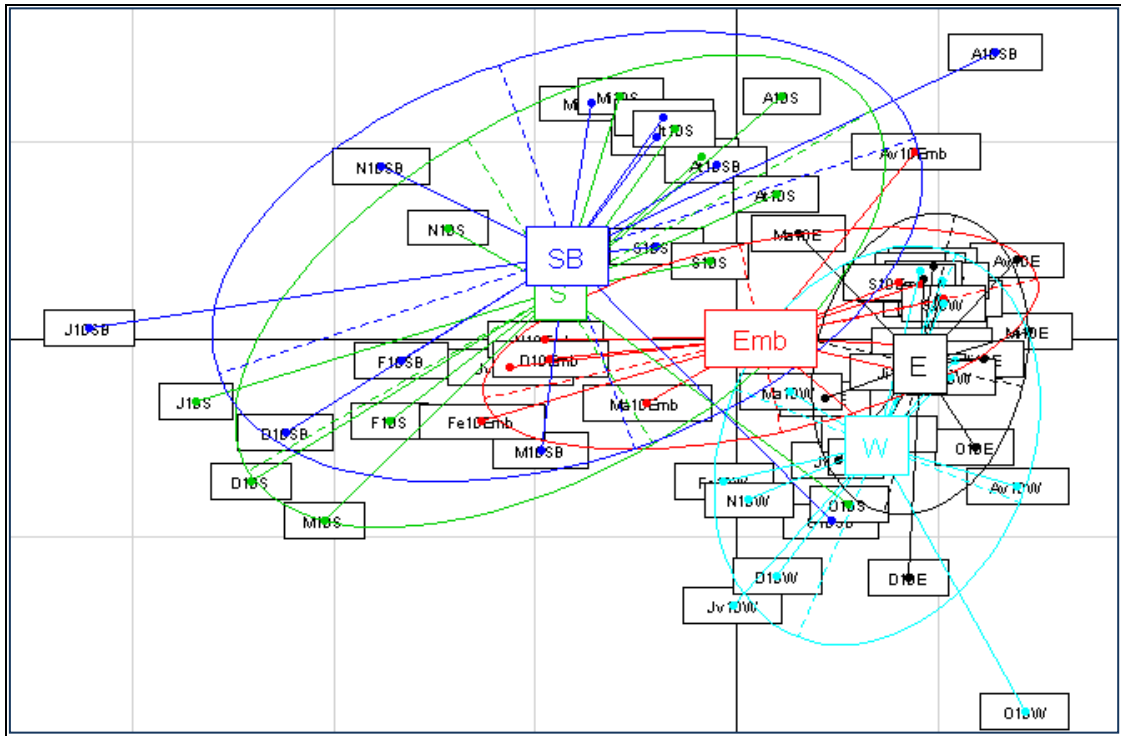


Figure 52 : Analyse de la variation spatio-temporelle des écosystèmes Oued-Mer (Année 2010).

b. Analyses bio-statistiques des paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques - pêche (AFC)

La figure 53, illustre bien la différence entre l'état connecté (oui) de l'oued et de la baie de Mostaganem par rapport à l'absence de lien Oued-Mer (non). Lorsque c'est connecté, la pêche est homogène sur plus d'espèces. Par contre, quand les deux écosystèmes Oued-Mer ne sont pas connectés la pêche est hétérogène.

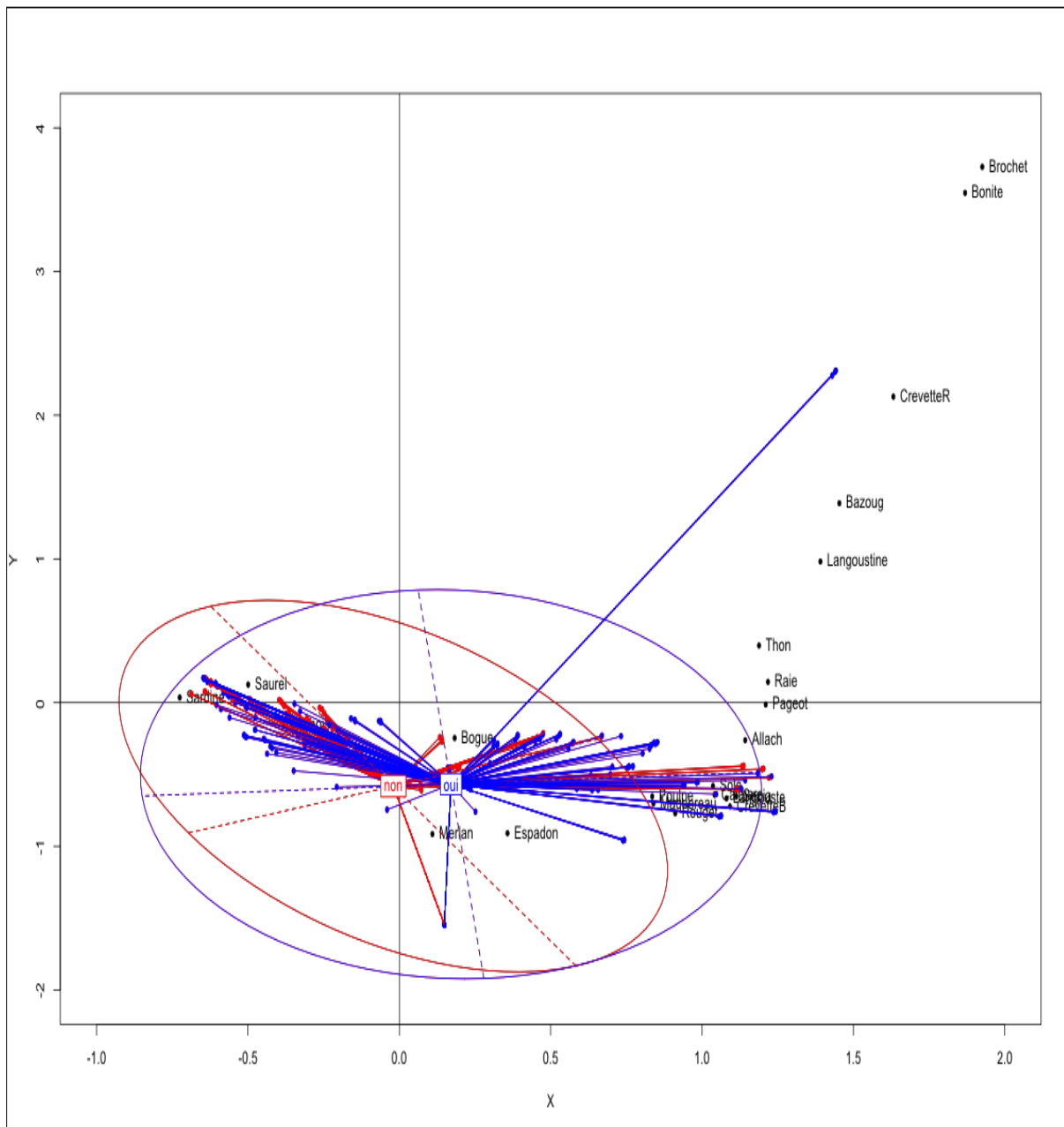


Figure 53 : AFC montrant le degré de relation des espèces ichthyologique en périodes de connectivités Oued-Mer.

La figure 54, montre la superposition du secteur Ouest (W) et du secteur centre (C), avec un décalage avec le secteur Est (E). Ce décalage serait à rapprocher des saisons de connectivités voir des connexions Oued-Mer

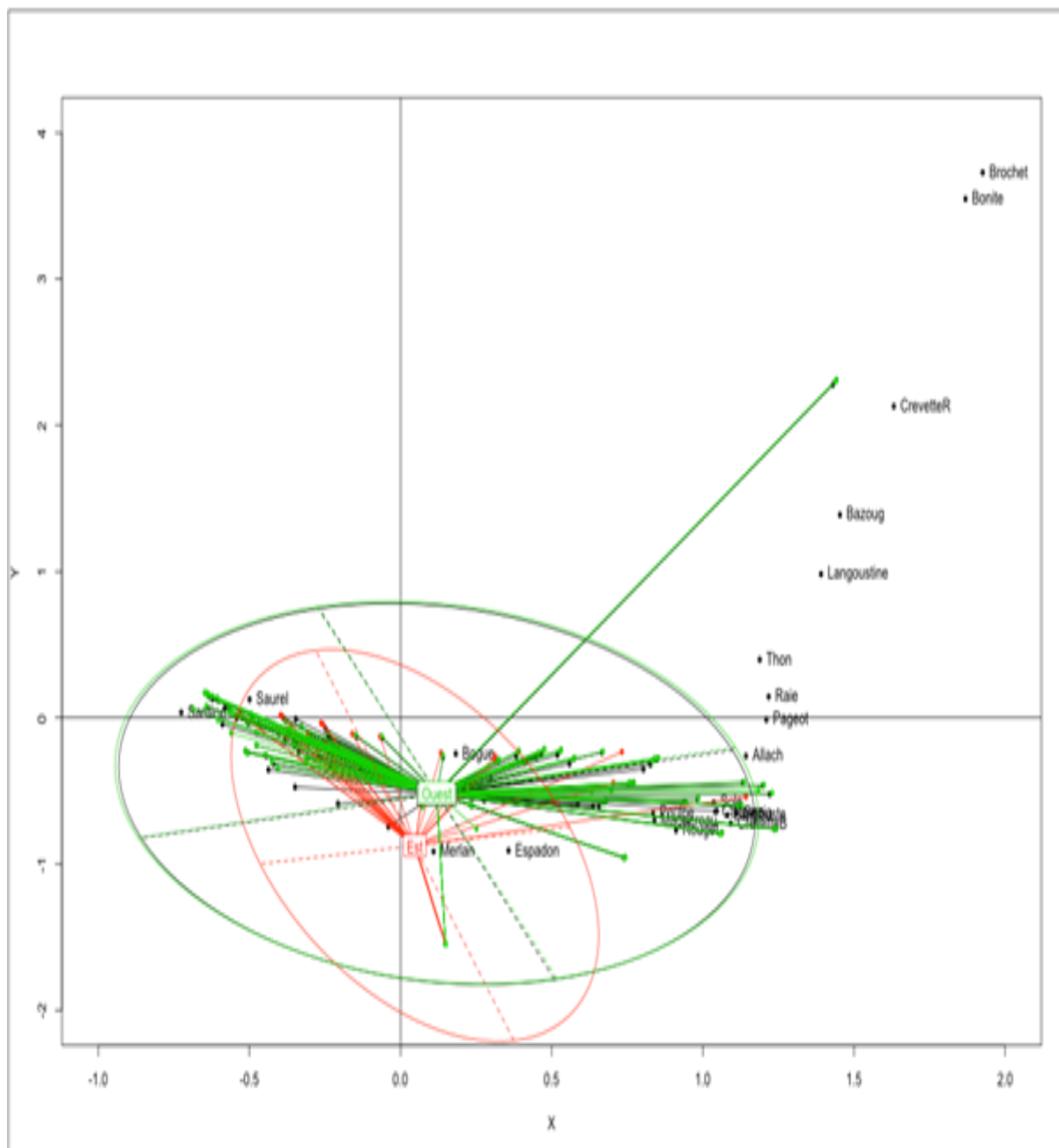


Figure 54 : AFC montrant le degré de relation des espèces ichthyologique par Secteur de pêche Ouest (W), Centre (C) et Est (E).

On remarque que pour les espèces pêchées par Métiers et par Profondeurs de pêche, les trois métiers chalutiers (CH), Sardiniers (SpR) ou petits métiers (PM) sont bien séparés sur l'axe 1 alors que leurs deux profondeurs 50m et 100 m restent associées. Les sardiniers (SpR) et les petits métiers (PM) sont proches et on voit bien les espèces ciblées (Fig. 55).

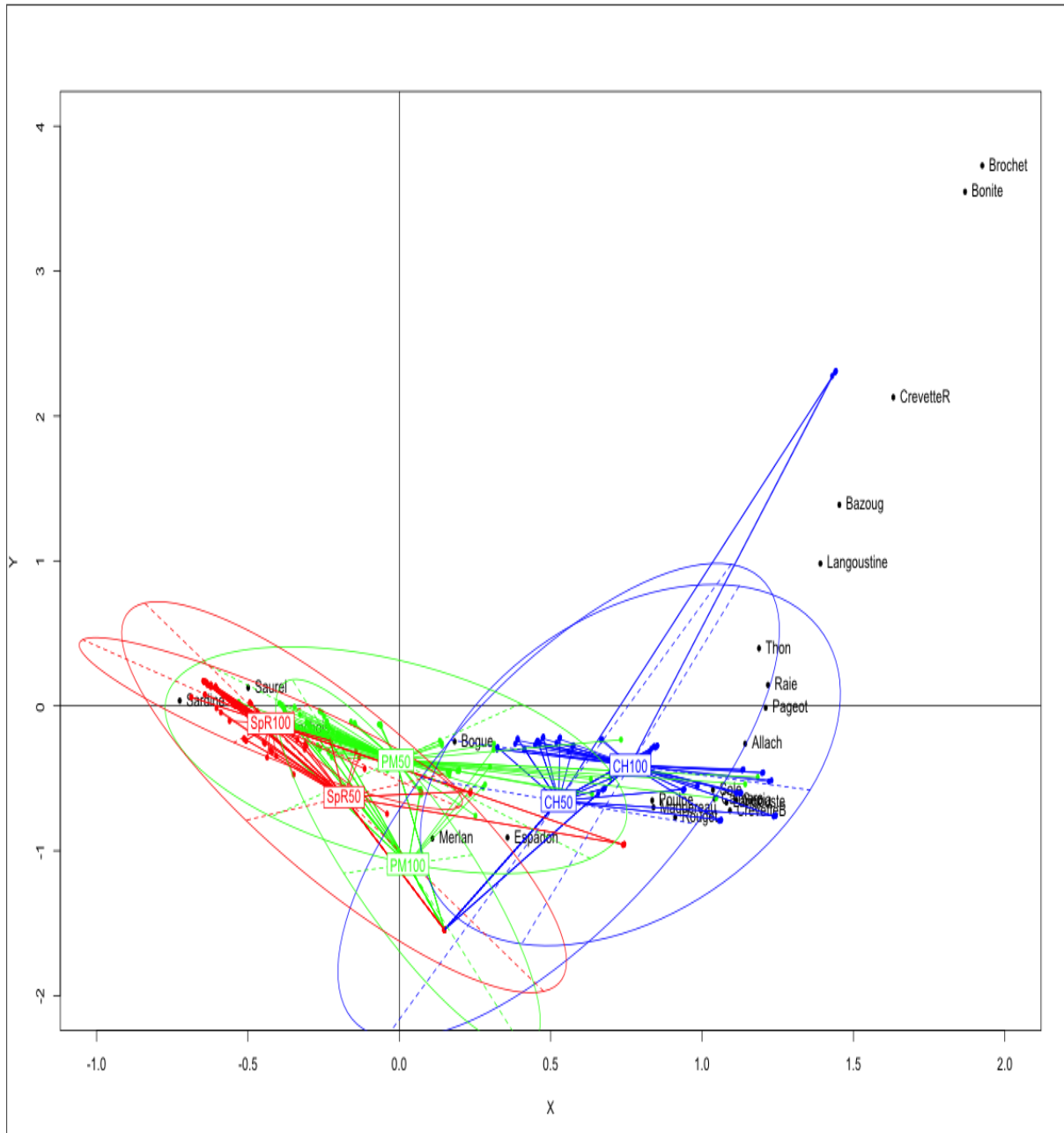


Figure 55 : AFC montrant le degré de relation des espèces de poissons par types d'Engins (Les Chalutiers « CH », les sardiniers « SpR » et les petits métiers « PM ») de pêche par profondeur (50m et 100m).

L'analyse globale des figures, montre les périodes de connectivités Oued-Mer pendant les deux années 2009-2010 (Fig. 47 ; Fig. 48); en distinguant les variations spatio-temporelles des deux années 2009-2010 (Fig. 51 ; Fig. 52); et en montrant la variation par connectivité en relation avec les activités de pêche côtière (Fig. 53), par secteur (Fig. 54) et par types d'engins de pêches (Fig. 55).

Les groupes de variables ou paramètres du site dite embouchure (Emb: Estuaire) représentent l'intermédiaire entre les sites d'eau douce (oued Chélif) et l'eau de Mer de la wilaya de Mostaganem (Tab. 22). Par ailleurs, une forte corrélation pour les périodes de fortes crues a été décelée en hiver (en octobre, novembre, décembre et janvier).

On a noté aussi, que les trois métiers utilisés pour la pêche sont bien séparés. Les sardiniers (SpR) et les petits métiers (PM) sont proches. Parmi les espèces les plus exploitées d'une manière anarchique au niveau du secteur W et du Secteur C, on retrouve la sardine, le Saurel, l'Allache. Tandis que les espèces qui restent mal ou exploitées surtout par les navires étrangers sont surtout les pièces tels que la Bonite, l'Espadon, Thon, Langouste et la Langoustine.

Tableau 22: Analyses de la variation spatio-temporelle des écosystèmes « Oued-Mer » et sa relation avec les activités de pêche par secteur (W, C, E), par profondeurs (50m, 100m) et par métiers (Ch, Sar, PM) [Connectivité Oued-Mer (Oui + / Non -)].

Mois	Connectivité (Connex) + / -	Profondeurs de pêche (50 m ; 100 m)	Etat des activités de pêche
Février	+	Pour Chaque profondeurs on a : 50M= 80% ; 100M= 20% Pour Chalutiers et Sardiniers on a : W=70% ; Emb=30% ; E=0% Pour les petits métiers on a : W=60% ; Emb=40% ; E=0%	Apparition du bloom phyto-planctonique qui favorise ou attire les grandes espèces afin de se nourrir, donc les profondeurs les profondeurs préférées sont surtout celle de 50m.
Mars			
Avril			
Mai	-	Pour Chaque profondeurs on a : 50M= 0% ; 100M=100% Pour les secteurs de 100m de profondeurs on a : W=90% ; Emb=10% ; E=0%	Période de fermeture de pêche (interdiction d'utilisation des arts trainants : Chaluts) à l'intérieur des trois 03 milles marins dans la période allant du 1er Mai au 31 Août. En plus on note une absence de connectivité Oued-Mer .
Juin			
Juillet			
Août			
Septembre		Pour Chalutiers et Sardiniers on a : (50M= 90% ; 100M= 10%)	Courant augmente donc les pêcheurs évitent les grands profondeurs pour ne pas

Octobre	+	W=90% ; Emb=10% ; E=0%	<p>déchirer leurs filets de pêche.</p> <p>La connectivité est à son maximum car on note dans cette périodes des apports élevés en sels nutritifs (N, P, Si) des charges maximales en MES, et autres paramètres chimiques qui peuvent atteindre la répartition des espèces donc la disponibilité de la ressource halieutique et leurs biodiversité (Stress de l'écosystème marin littoral de la wilaya de Mostaganem)</p>
Novembre		<p>Pour les petits métiers on a:</p> <p>(50M= 100% ; 100M= 0%)</p>	
Décembre		W=70% ; Emb=25% ; E=5%	
Janvier			

Conclusion générale

A travers cette étude nous avons évalué l'état de quelques écosystèmes estuariens et marins côtiers de la région de Mostaganem, en focalisant notre étude sur certaines de leurs propriétés ou composantes. Notre étude est basée sur des résultats d'analyses physico-chimiques, hydro- biologique et de pêche maritime, qui a permis de mener une analyse comparative à grande échelle, de manière à caractériser ces écosystèmes où opèrent les apports d'Oued Chéiff en nutriments (N, P, Si) et de polluants provenant de l'environnement agricole. Ainsi, la biomasse et la biodiversité des organismes phytoplanctoniques a été discuté et comparé entre les deux milieux «Oued Chéiff et la Baie de Mostaganem ».

Les résultats des analyses physico-chimiques et hydro-biologiques des eaux en provenance de l'Oued Cheliff pendant les périodes de crues (qu'on a nommé période de connectivité) ont montré que, l'Oued Cheliff déverse une quantité considérable de polluants de diverses origines, dans la zone de l'embouchure. Aussi, la présence de fortes concentrations en nutriments [NO_2 (nitrites), NO_3 (nitrates), NH_4 (ammoniaque), PO_4 (phosphates), SiO_2 (silicates)], favorisent le développement du phytoplancton en cette période, mais la présence de la matière en suspension en excès et les taux élevés de la matière organique (DBO_5 élevée) favorisent le développement de certains espèces phytoplanctoniques et la régression d'autres espèces. Par ailleurs, en période de non connectivité, durant les deux années 2009 et 2010 il y a une dominance des deux nutriments, les silicates (SiO_2) facteur limitant pour les diatomées des écosystèmes de l'estuaire (embouchure) et de la mer, et les nitrates (NO_3).

L'état des ressources halieutiques des pêcheries de Mostaganem a été analysé et discuté en quantifiant la production halieutique en relation avec la disponibilité de nutriments (base de la chaîne alimentaire) et les organismes phytoplanctoniques autotrophes en tenant en compte la présence ou de l'absence de la connectivité « Oued Chélif- Baie de Mostaganem ». Ainsi, on a noté que la pêche est très homogène sur plus d'espèces en période de connectivité et est hétérogène en période de non connectivité.

Par ailleurs, l'étape préalable au calcul des indicateurs a permis la spécification de grandes unités géographiques, caractérisées par des profils de captures différents et définissant des « Zones de Pêches Traditionnelles» (ZPT). L'analyse a montré que la majorité des ZPT présentent une diminution significative du niveau de débarquements moyen des captures, suggérant des phénomènes de surexploitation, marquée par les débarquements pélagiques et démersaux très instables avec, cependant, une dominance des captures pélagiques par rapport à ceux démersaux durant les deux années d'études (2009 et 2010).

La diminution remarquable de la production halieutique constatée, a été confirmée par le questionnaire établi auprès de 403 familles Mostaganemoises, où la consommation moyenne annuelle du poisson s'est révélée de 4,2 Kg/hab. De plus, cette enquête alimentaire a mis en évidence une sous consommation des poissons par les Mostaganémois, en raison des prix à la vente des produits de la mer, qui dépassent tout entendement et restent encore inabordables pour les consommateurs qui se tournent vers le surgelé et le congelé.

Dans l'ensemble, le maintien de la production des pêcheries est généralement lié à quelques espèces (Crevette rouge et blanche, Merlu, Rouget), qui représentent parfois plus de la moitié des captures totales et sont fortement exploitées dans la région de Mostaganem.

Au terme de cette étude réalisée sur deux ans d'analyses, d'enquêtes et d'entretiens, nous souhaitons aujourd'hui redonner de la perspective à la pêche, et lui offrir un développement durable à Mostaganem et en proposant une nouvelle organisation de cette activité par la mise en place d'une base de données concernant, l'état de la qualité des eaux côtières [en matière d'enrichissement en nutriments (N, P, Si) et d'organismes phytoplanctoniques] et l'état de la pêcherie de Mostaganem (rapport débarquement pélagiques / débarquements démersaux), en périodes de connectivités et de non connectivités « Oued-Mer », par secteur (W, C, E) et par profondeurs (50m et 100m). En se fiant à l'idée énoncée pour développement durable «penser globalement, et agir localement », il serait, donc, important :

- d'organiser une nouvelle gouvernance pour inscrire l'activité de pêche dans un développement durable, afin de valoriser au mieux les ressources marines exploitées;
- de répartir équitablement la valeur créée en aménageant l'activité de pêche par l'effort et la qualité, afin de mieux préserver les écosystèmes (objectif écologique);
- de mieux préserver l'activité dispersée le long du littoral en structurant l'aménagement du territoire (objectif social);
- et enfin de mieux préserver la productivité biologique des écosystèmes (objectif économique) en mettant en place un contrôle rigoureux tout le long de la filière.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- AI-ASADI M., RANDERSON P., 2006.** Phytoplankton Population Dynamics in Three West Algerian Rivers: I – The River Cheliff and its Tributary, the River Mina. *Marina Mesopotamica Online*. Vol. 1, pp. 48-72.
- AMAR A., GUENNOUN Z-A., 2010.** Mise en place d'une procédure statistique pour la sélection des modèles en halieutique. *J. Sci. Hal. Aquat.*, **1**: 03-15.
- AMINOT A., CHAUSSPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin, *Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO)*, 395 p.
- AMINOT A., KEROUEL R., MAUVAIS J-L., 1985.** Les sels nutritifs en Baie de Seine, IFREMER Centre de Brest. *Actes de Colloques La Baie de Seine (GRECO-MANCHE) - Université de Caen, n. 4 1986*, pp: 289-296.
- AMINOT A., 1988.** Le phosphore, ses dérivés et leur comportement dans le milieu naturel, IFREMER, Centre de Brest, *Actes de Colloque de l'A.I.D.E.C. Le phosphore en milieu marin, Dijon*, pp: 3-23.
- AMINOT A., GUILLAUD J-F., 1990.** Apports en matière organique et en sels nutritifs par les stations d'épuration, IFREMER Centre de Brest, *Actes de colloques*, **11** : 11-26.
- AMINOT A., GUILLAUD J-F., ANDRIEUX F., 1993.** Spéciation du phosphore et apports en baie de Seine Orientale, IFREMER, *Oceanologica Acta*, **Vol. 16, N° 5-6** : 617-623.
- AMINOT A., GUILLAUD J-F., KEROUEL R., 1994.** La baie de Seine : hydrologie, nutriments et chlorophylle (1978-1994). *Editions IFREMER*, Repères Océan 14, 148 p.
- AMINOT A., GUILLAUD J-F., ANDRIEUX-LOYER F., KEROUEL R., CANN P., 1998.** Apports de nutriments et développement phytoplanctonique en Baie de Seine, IFREMER, *Oceanologica Acta*, **Vol. 21, N° 6** : 923-935.
- ANGELIER E., 2000.** Ecologie des eaux courantes, *Edition Tec & Doc*, 199 p.
- AUBY I., MANAUD F., MAURER D., TRUT G., 1994.** Étude de la prolifération des algues vertes dans le bassin d'Arcachon. *Rapport IFREMER - Cemagref - SSA – SABARC*, 163 p.
- BACHARI- HOUMA F., 2009.** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. *Thèse de Doctorat*, Université du Val de Marne Paris XII, 272 p.
- BELHADJ M., 2001.** Etude de la pollution des eaux du bassin de Cheliff et son impact sur l'environnement. *Mémoire de Magister en Chimie de l'Environnement*, Université de Mostaganem, 142 p.

BELIN C., RAFFIN B., 1998. Les espèces phytoplanctoniques toxiques et nuisibles sur le littoral français de 1984 à 1995, résultats du REPHY (réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines). *Rapport Ifremer RST.DEL/MP-AO 98-16*, 2 tomes, 283 p.

BELIN C., GUILLAUD J-F., LEFEBVRE A., MERCERON M., SOUCHU, P., 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. *Rapport Ifremer DEL/EC/01.02*, PP. 32 – 44.

BILLEN G., GARNIER J., 2007. River basin nutrient delivery to the coastal sea: assessing its potential to sustain new production of non-siliceous algae. *Marine Chemistry*, **106**: 148-160.

BOUBENIA R., 2011. Analyse de la distribution spatiale des espèces démersales de la côte algérienne à partir des compagnes océanographiques, *Mémoire de magister en Océanographie biologique et environnement marin*, USTHB- Alger, 92 p.

BOUGIS P., 1974. Ecologie du plancton marin. Le phytoplancton, Tome 1, *Masson et Cie, Paris VI*, 196 p.

CHASSOT E., 2005. Approche Écosystémique des Pêches : De l'utilisation d'indicateurs à la simulation théorique; vers un modèle couplé écologie/économie appliqué au Finistère. *Thèse de Doctorat*, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 310 p.

CHLAIDA M., 2009. Variabilité allozymique associée au flux migratoire des populations de Sardine, *Sardina Pilchardus*, le long de la côte Nord-Ouest Africaine. *Thèse de Doctorat*, Université MOHAMMED V – AGDAL, 96 p.

COLLINGNON J., 1991. Ecologie et biologie marines, introduction à l'halieutique, *Edition Masson*, Paris, 298 p.

CONLEY D-J., SCHELSKE C-L., STOERMER E-F., 1993. Modification of the biogeochemical cycle of silica with eutrophication. *Marine Ecology Progress*, **101**: 179-192.

CUGIER P-H., BILLEN G., GUILLAUD J-F., GARNIER J., MÉNESGUEN A., 2005. Modeling the eutrophication of the Seine Bight (France) under historical, present and future riverine nutrient loading. *Journal of Hydrology*, **304** : 381-396,

DARLEY B., 1992. Poissons des côtes Algériennes. Institut National des Enseignements Scientifiques en Agronomie, Tizi-Ouzou, Algérie, *Edition Office des Publications Universitaires*, Alger, 106 p.

DENIGES G., 1940. Sur une capitale d'erreur possible dans la recherche des azotites en hydrologie, *C. R. Acad. des Sci.* Pp 159 ; 160.

DEVINEAU O., 2007. Dynamique et gestion des populations exploitées: l'exemple de la sarcelle d'hiver. *Thèse de Doctorat*, Université de Montpellier II, 94 p.

DIRECTION DE LA PÊCHE ET DES RESSOURCES HALIEUTIQUES (DPRH), 2010. Bilan annuel, *DPRH*, 63 p.

DIRECTION DE LA PÊCHE ET DES RESSOURCES HALIEUTIQUES (DPRH), 2011. Bilan annuel, *DPRH*, 71 p.

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT DE LA WILAYA DE MOSTAGANEM (DEM) , 2011. Rapport sur le littoral de la wilaya de Mostaganem, 58 p.

DOUGLAS B., 2001. Geomorphologic setting and trench stratigraphy related to the El Asnam earthquake near the Cheliff River, UK.

ESCOFIER B., PAGES J., 2008. Analyses factorielles simples et multiples Objectifs, méthodes et interprétation. *Edition Dunod*, Pp 13 ; 18.

FAO., 1998. Directives pour la collecte régulière de données sur les pêches de capture, DANIDA Bangkok, Thaïlande, *FAO Directives techniques pour une pêche responsable*. N°. 382, 123 p.

FAO., 2003. Département des pêches. Aménagement des pêches. 2. L'Approche écosystémique des pêches. *FAO Directives techniques pour une pêche responsable*. No. 4, Suppl. 2. Rome, 120 p.

FINN J-T., 1976a. Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows. *Journal of Theoretical Biology*, **56**: 363–380.

FISCHER W., SCHNIDER M., BAUCHOT M-L., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer noire, Zone de pêche 37, Révision 1. Volume II, *FAO*, 1386 p.

FISSON C., 2007. Ensemble, comprendre l'estuaire. Indicateurs, surveillance et tableau de bord, *Acte de Séminaire de restitution Seine- Aval*, Rouen, 23 p.

FOREST A., 2003. Méthodes de gestion passées et en vigueur, in : Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes. *L. Laubier, Editor*, p. 71-96.

GAGUEUR J., KARA H., 2001. Limnology in Algeria. In: Wetzel, R. G. and Gopal, B. (eds), *Limnology in Developing Countries*, **3**: 1-34.

GANZIN N., MANGIN A., SAULQUIN B., GOHIN F., 2008. Optimisation de la surveillance des masses d'eau DCE en Méditerranée - Utilisation de produits dérivés d'images satellites en complément du réseau de mesures *in-situ*. *Rapport Ifremer*, 68 p.

GARNIER J., BILLEN G., COSTE M., 1995. Seasonal succession of diatoms and chlorophyceae in the drainage network of the River Seine: observations and modeling. *Limnology and Oceanography*, **40**: 750-765.

- GARNIER J., BILLEN G., EVEN S., ETCHEBER H., SERVAIS P., 2008.** Organic matter dynamics and budgets in the maximum turbidity zone of the Seine Estuary (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, **77**: 150-162,
- GARNIER J., BILLEN G., NÉMERY J., SEBILO M., 2010.** Transformation of nutrients (N, P, Si) in the turbidity maximum zone of the Seine estuary and export to the sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **90**: 129-141,
- GILLY B., 1989.** Les modèles bioéconomiques en halieutique : démarches et limites. *Cah. Sci. Hum.* **25 (1-2)**: 23-33.
- GIRARD C., 2005.** Étude du comportement d'orientation d'espèces pélagiques tropicales vis-à-vis d'attracteurs. *Thèse de Doctorat*, Université de la Réunion, 244 p.
- GLIBERT P-M., MAYORGA E., SEITZINGER S-P., 2008.** *Prorocentrum minimum* tracks anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs on a global basis: Application of spatially explicit nutrient export models. *Harmful Algae*, **08**: 33-38.
- GOHIN F., TRABELSI A., DANIELOU M-M., 2010.** Mise au point de méthodes pour la surveillance du phytoplancton. *Rapport Ifremer*, 63 p.
- GORINE M., 2011.** Analyse de la salinité et détermination de la stabilité a la dégradation des terres agricoles - Cas du périmètre irrigué de la Mina, Relizane, *Mémoire de Magister en Agronomie*, Université de Mostaganem, 95 p.
- GOURI S., 2011.** Analyse physicochimique des eaux usées de la région d'Annaba. Cas des eaux de l'oued de Seybouse. *Magister en Biologie Végétale et Environnement*, Université d'Annaba, Algérie, 139 p.
- GRIMES S., BOUTIBA Z., BOUKALEM A., BOUDERBALA M., BOUDJELLAL B., BOUMAZA S., BOUTIBA M., GUEDIOURA A., HAFFERSSAS A., HEMIDA F., KAIDI N., KHELIFI H., KERZABI F., MERZOUG A., NOUAR A., SELLALI B., SELLALI-MERABTINE H., SEMROUD R., SERIDI H., TALEB M-Z., TOUHRIA T., 2003.** Biodiversité marine et littorale Algérienne. Sonatrach-Université d'Es Sénia Oran. 362 p.
- GUILLAUD J-F., AMINOT A., 1990.** Devenir des éléments nutritifs en zone littorale, IFREMER Centre de Brest. *Actes de colloque La Mer et les Rejets Urbains. Bendor 11*, pp: 27-34.
- GYPENS N., 2011.** Cost assessment and ecological effectiveness of nutrient reduction options for mitigating *Phaeocystis* colony blooms in the Southern North Sea: An integrated modeling approach. *Science of the total Environnement*, **409**: 2179-2191,
- HANNON B., 1973.** The structure of ecosystems. *Journal of Theoretical Biology*, **41**: 535–546.

HAOUCHINE S., 2011. Recherche sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie, *Mémoire de Magister en Ecologie et Biodiversité Animales des Ecosystèmes Continentaux*, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 116 p.

HUMBORG C., CONLEY D.-J., RAHM L., WULFF F., COCIASU A., ITTEKOT V., 2000. Silicon retention in river basins: far-reaching effects on biogeochemistry and aquatic food webs in coastal marine environments. *Ambio*, **29**: 45-51,

HUMBORG C., SMEDBERG E., RODRIGUEZ MEDINA M., MÖRTH C.-M., 2008. Changes in dissolved silicate loads to the Baltic Sea and the effects of lakes and reservoirs. *Journal of Marine Systems*, **73**: 223-235,

JEAN-PAUL BENZECRI et al., 1976. *L'Analyse des Données: 2 L'Analyse des correspondances*, Paris. Edition Dunod, 616 p.

JEAN-PAUL BENZECRI., 1977. « Histoire et Préhistoire de l'Analyse des données : Partie 5 ». *Les Cahiers de l'analyse des données*, vol. 2, n° 1, p. 9-40.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, N° 46, Décret Exécutif N° 93-160, réglementant les rejets d'effluent liquides industriels, PP.5-7, 10-14 juillet 1993.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, N° 18, Décret Exécutif N° 04-86, fixant les tailles minimales marchandes des ressources biologiques, PP.5-8, 18 mars 2004.

JUSTIC D., RABALAIS N.-N., TURNER R.-E., DORTCH Q., 1995a. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **40**: 339-356.

JUSTIC D., RABALAIS N.-N., TURNER R.-E., 1995b. Stoichiometric nutrient balance and origin of coastal eutrophication. *Marine Pollution Bulletin*, **30**: 41-46.

KELLEHER K., 2008. Les rejets des pêcheries maritimes mondiales : Une mise à jour, *FAO Document technique sur les pêches*, N°470, Rome, 147 p.

KENKELIN P., MICHEL C., GHITTINO P., 1985. Précis de pathologie des poissons, *Edition Tec & Doc*, Paris, 348 p.

KIES F., TAIBI N., 2011. Influence de l'Oued Cheliff sur l'écosystème marin dans la zone de l'embouchure, wilaya de Mostaganem- Algérie, *Editions Universitaires Européennes - EUE*, ISBN: 978-613-1-58966-9, PP. 77-94,

LACAZE J.-C., 1996. L'eutrophisation des eaux marines et continentales. *Éditions Ellipse*, Paris, 191 p.

LANCELOT C., BILLEN G., SOURNIA A., WEISSE T., COLIJN F., VELDHUIS M.-I., 1987. Phaeocystis blooms and nutrient enrichment in the continental coastal zones of the North Sea. *Ambio*, pp.38-46.

LANCELOT C., THIEU V., POLARD A., GARNIER J., BILLEN G., HECQ W., GYPENS N., 2011. Cost assessment and ecological effectiveness of nutrient reduction options for mitigating *Phaeocystis* colony blooms in the Southern North Sea: An integrated modeling approach. *Science of the total Environment*, **409**: 2179-2191.

LANCO BERTRAND S., 2005. Analyse comparée des dynamiques spatiales des poissons et des pêcheurs : mouvements et distributions dans la pêche d'Anchois (*Engraulis ringens*) du Pérou. *Thèse de Doctorat*, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 193 p.

LAUREC A., LE GUEN J-C., 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1: Concepts et modèles. Rapports Scientifiques et Techniques N° 45, *CNEXO/Centre Océanologique de Bretagne*, 117 p.

LEGLEITER C-J., 2012. Mapping river depth from publicly available aerial images. *River Research and Applications*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10. 1002/ rra. 2560.

LEONTIEF W., 1951. The Structure of the American Economy, seconded. *Oxford University Press*, Oxford, 1939 pp.

LOUISY P., 2006. Guide d'identification des poissons marins- Europe de l'ouest et Méditerranée. 2^{ème} édition, *ULMER*, 430 p.

LUTHER W., FIEDLER K., 1965. Faune sous-marine des côtes Méditerranéennes. Manuel destiné aux biologistes et aux amis de la nature. *Editions Delachaux et Niestlé, Neuchâtel*, Suisse, 270 p.

MARIN J-M., 2006. Initiation au logiciel R. Mathématiques de la Décision. MAT-6-3: Statistique exploratoire et numérique (NOISE), *Université Paris Dauphine. U.F.R*, 15 p.

MCHICH R., CHAROUKI N., AUGER P., RAISSI N., ETTAHIRI O., 2006. Optimal spatial distribution on the fishing effort in a multifishing zone model. *Ecological modeling*, **197**: 274-280.

MENSIL B., 2003. Dynamique des populations exploitées et principaux modèles démographiques appliqués à la gestion des pêches, in Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes. *L. Laubier, Editor*, p. 123-155.

MENESGUEN A., 1992. Les problèmes de l'eutrophisation littorale et leur modélisation. Ifremer, Centre de Brest, *Hydroéco. Appl.* Tome 4 Vol 2, pp. 55-77.

MENESGUEN A., 1999. L'utilisation des modèles écologiques dans la lutte contre l'eutrophisation des eaux côtières Françaises. *Rapport Ifremer*, publié dans les actes du colloque, Pollutions diffuses : du bassin versant au littoral Ploufragan, 17 p.

MEZALI K., 2007. Etude de la pollution de la côte de Mostaganem et étude systématique et écologique de la patelle *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791) dans la zone de Stidia, Algérie. 7^{ème} Congrès Maghrébin des Sciences de Mer & 1^{er} Congrès Franco - Maghrébin de Zoologie et d'Ichtyologie sous le thème : Environnement aquatique et ses ressources, Connaissances, gestion et valorisation - El Djadida (Maroc) du 4 au 7 novembre 2007. p. 130

MORAND E., 2009. Analyses factorielles avec R. Sémin-R, *Museum National d'Histoire Naturelle*. Paris, 42 p.

NISBET M., VERNEAUX J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition des classes en tant que bases d'interprétations des analyses chimiques. *Annales de limnologie*, 1.6, Fasc. 2, PP. 161-199.

NOEKY M., LENSELIN K., 2004. Participation à la gestion des pêches artisanales pour améliorer les moyens d'existence des pêcheurs en Afrique de l'Ouest. *FAO Document technique sur les pêches*, N° 432.

OFFICER C-B., RYTHER J-H., 1980. The possible importance of silicon in marine eutrophication. *Marine Ecology Progress*, 3: 83-91,

OULD MOHAMED VALL M., 2004. Etude de la dynamique des systèmes d'exploitation et de l'écobiologie de la reproduction, de trois Mugilidés: *Mugil Cephalus* (LINNAEUS, 1758), *Liza Aurata* (PERUGIA, 1892) et *Mugil Capurrii* (RISSO, 1810), analyse de leurs stratégies d'occupations des secteurs littoraux Mauritaniens et de leurs possibilités d'aménagement. *Thèse de Doctorat*, Université de Nice - Sophia Antipolis, 129 p.

PERSON-LE RUYET., 1986. Les besoins en oxygène des poissons marins et leur comportement en conditions hypoxiques. Revue bibliographique. *Rapport IFREMER/DRV 86-04*, 34 p.

PESSON P., LEYNAUD G., RIVIERE J., CABRIDENC R., BOVARD P., TUFFERY G., VIVIER P., LAURENT P., ANGELY N., DESCY J-P., WATTEZ J-R., VERMEAUX J., 1976. La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques, *Edition Bordas*, Paris, 285 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM., 2011. The R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Platform: x86_64-pc-mingw32/x64 (64-bit). *Version 2.14.1 (2011-12-22)*. Copyright (C) 2011.

RAMADE F., 1998. Dictionnaire Encyclopédique des Sciences de l'eau. Biogéochimie et Ecologie des eaux Continentales et Littorales, *Ediscience International*, Paris, 600 p.

RAMADE F., 2000. Dictionnaire Encyclopédique des pollutions. Les polluants. De l'environnement à l'homme, *Ediscience International*, Paris, 704 p.

RAMADE F., 2008. Dictionnaire Encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité, *Edition Dunod*, Paris, 726 p.

REDFIELD A-C., KETCHUM B-H., RICHARDS F-A., 1963. The influence of organisms on the composition of sea-water. In: *Hill MN, Editor. The sea. New York: John Wiley & Sons.* p. 12–37.

ROUSSEAU V., LEYNAERT A., DAOUD N., LANCELOT C., 2002. Diatom succession, silicification and silicic acid availability in Belgian coastal waters (Southern North Sea). *Marine Ecology Progress, 236:* 61–73.

RODIER J., 1996. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eaux de mer, 8^{ème} Edition Dunod, Paris, 1331 p.

RYBARCZYK H., ELKAIM B., 2003. An analysis of the trophic network of a macrotidal estuary: the Seine Estuary (Eastern Channel, Normandy, France). *Estuary and Shelf Science, 58:* 775-791.

RYBARCZYK H., ELKAIM B., OCHS L., LOQUET N., 2003. Analysis of the trophic network of a macrotidal ecosystem: the Bay of Somme (Eastern Channel). *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 58:* 405-421.

RYPEL A-L., 2011. River impoundment and sunfish growth. *River Research and Applications, 27:* 580-590.

RYTHER J., HULBUST C., 1960. Distribution vertical de 5 espèces de phytoplancton, UNEP. *Conservation du milieu marin*, Pp 79 ; 85.

SAURIAU P-G., GUILLAUD J-F., THOUVENIN B., 1996. Estuaire de la Loire : qualité des eaux. Rapport de synthèse de l'APEEL, 1984-1994, 103 p.

SFERRATORE A., GILLES B., GARNIER J., SMEDBERG E., HUMBORG C., RAHM L., 2008. Modeling nutrient fluxes from sub-arctic basins: Comparison of pristine vs. dammed rivers, *Journal of Marine System, 73:* 236-249.

SIGG L., BEHRA P., STUMM W., 2000. Chimie des milieux aquatiques. Chimie des milieux naturels et des interfaces dans l'environnement, 3^{ème} Edition Dunod, Paris, PP: 504- 525.

SHAHIDUL ISLAM M-D., TANAKA M., 2004. Impact of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine pollution bulletin, 48:* 624-649.

SHEN P-P., GANG L., HUANG L-M., ZHANG J-L., TAN Y-H., 2011. Spatio-temporal variability of phytoplankton assemblages in the Pearl River estuary, with special reference to the influence of turbidity and temperature. *Continental Shelf Research, 31:* 1672-1681.

SMAYDA T-J., 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: evidence for global epidemic. In: Toxic marine phytoplankton, Graneli E., Sundstrom B., Edler R. and Anderson D. M., Eds. Elsevier, New York., PP. 29-40.

SPARRE P., 1991. Introduction to multispecies virtual population analysis, in *Multispecies Models Relevant to Management of Living Resources*, N. Daan and M.P. Sissenwine, Editors, p. 12-21.

STEINMETZ F., 2010. Les déterminants de la trajectoire économique d'une pêcherie complexe : cas de la pêche française dans le golfe de Gascogne. *Thèse de Doctorat*, Université de Bretagne Occidentale, 332 p.

SZYRMER J., ULANOWICZ R-E., 1987. Total flows in ecosystems. *Ecological Modelling*, **35**: 123–136.

THIEU V., 2009. Modélisation spatialisée des flux de nutriments (N, P, Si) des bassins de la Seine, de la Somme et de l'Escaut: Impact sur l'eutrophisation de la Manche et de la Mer du Nord. *Thèse de Doctorat*, Université de Pierre et Marie Curie, 185 p.

TURNER R-E., RABALAIS N-N., 1994. Evidence for coastal eutrophication near the Mississippi River Delta. *Nature*, **368**: 619-621.

TURNER R-E., QURESHI N-A., RABALAIS N-N., DORTCH Q., JUSTIC D., SHAW R., COPE J., 1998. Fluctuating silicate: nitrate ratios and coastal plankton food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **95**: 13048-13051.

UGUEN G., 2009. Processus de traitement individuel et organisationnel de l'incertitude: Aide à la décision et capitalisation pour la gestion des risques dans les processus métier. *Thèse de Doctorat*, Université de Bretagne Sud, 224 p.

VENABLES W-N., SMITH D-M., 2011. THE R DEVELOPMENT CORE TEAM. An Introduction to R. Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics. Version 2.14.1 (2011-12-22).

VIDEAU C., RYCKAERT M., L'HELGUEN S., 1998. Phytoplancton en Baie de Seine. Influence du panache fluvial sur la production primaire. *Oceanologica Acta*, Vol.21, **6**: 907-921.

VILLALOBOS-ORTIZ H., 2008. Évolution de l'écosystème pélagique du Golfe de Gascogne pendant la période 1990-2003. Conséquences sur la capturabilité des espèces. *Thèse de Doctorat*, Université de Bretagne Occidentale, 157 p.

WALDICHUK M., 1977. Pollution marine mondiale: Aperçu I général, *UNESCO*, 104 p.

WU J-T., CHOU T-L., 2003. Silicate as the limiting nutrient for phytoplankton in a subtropical eutrophic estuary of Taiwan. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **58**: 155-162.

Annexe

Tableau A: Liste des microalgues présentes dans les deux stations “Oued-Mer” par secteur (W, Emb, E) pendant les années 2009-2010.

Année	Mois	Rivière	Mer
2009	Novembre	<p>Chlorophytes <i>Tetraedron minimum (max)</i> <i>Oocystis sp</i></p> <p>Cyanophytes <i>Microcystis sp (min)</i></p> <p>Chrysophytes <i>Cyclotelle meneghiana (max)</i> <i>Nitzschia sp (max)</i> <i>Navicula sp (max)</i></p>	<p>Chlorophytes <i>Pediastrum simplex</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Pediastrum sp</i> <i>Tetraedron minimum</i> <i>Staurastrum sebaldi</i> <i>Scenedesmus acuminatus</i> <i>Scenedesmus flexuosus</i> <i>Scenedesmus javanensis</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Strombomonas sp</i></p> <p>Cyanophytes <i>Microcystis sp</i> <i>Microcystis elaschista</i> <i>Oscillatoria subsalsa</i></p> <p>Chrysophytes <i>Nitzschia acicularis (E, Emb)</i> <i>Cyclotelle meneghiana (E)</i> <i>Navicula sp (E)</i> <i>Gyrosigma balticum</i></p> <p>Pyrrhophytes <i>Peridinium sp</i> <i>Peridinium volzii</i> <i>Ceratium herundinella</i></p>
	Zooplancton= 0	<p>Chlorophytes <i>Tetraedron minimum (max)</i> <i>Oocystis sp</i></p> <p>Cyanophytes <i>Microcystis sp</i></p> <p>Chrysophytes <i>Cyclotelle meneghiana</i> <i>Nitzschia sp</i> <i>Navicula sp</i></p> <p>Pyrrhophytes</p>	<p>Chlorophytes <i>Pediastrum simplex (Emb)</i> <i>Scenedesmus acuminatus (W)</i> <i>Scenedesmus flexuosus (W)</i> <i>Scenedesmus javanensis (Emb)</i> <i>Scenedesmus quadricauda (Emb)</i> <i>Closterium limneticum (W)</i> <i>Coelastrum microsporum (Emb)</i> <i>Tetraedron minimum (Emb)</i></p> <p>Cyanophytes <i>Nostocopsis lobatus (W, Emb)</i> <i>Microcystis sp (W)</i> <i>Oscillatoria subsalsa (W)</i> <i>Oscillatoria tenuis (Emb)</i></p> <p>Chrysophytes <i>Nitzschia acicularis (E, Emb)</i> <i>Cyclotelle meneghiana (W, Emb)</i> <i>Navicula sp (W)</i> <i>Melosira granulata (W)</i></p>

Tableau A (suite): Liste des microalgues présentes dans les deux stations “Oued-Mer” par secteur (W, Emb, E) pendant les années 2009-2010.

2010	Février Zooplancton= 0	<p>Chlorophytes <i>Tetraedron minimum (max)</i> <i>Oocystis sp</i></p> <p>Cyanophytes <i>Microcystis sp</i></p> <p>Chrysophytes <i>Cyclotelle meneghiana</i> <i>Nitzschia sp</i> <i>Navicula sp</i></p>	<p>Chlorophytes <i>Scenedesmus quadricauda (W)</i> <i>Dictyococcus varians (Emb)</i></p> <p>Chrysophytes <i>Navicula sp (W, E)</i> <i>Navicula cuspidate (E)</i> <i>Navicula confervacea (E)</i> <i>Cyclotelle meneghiana (E)</i></p>
2010	Mars Zooplancton= 0	<p>Chlorophytes <i>Tetraedron minimum (max)</i> <i>Oocystis sp</i></p> <p>Cyanophytes <i>Microcystis sp</i></p> <p>Chrysophytes <i>Cyclotelle meneghiana</i> <i>Nitzschia sp</i> <i>Navicula sp</i></p>	<p>Chlorophytes <i>Dictyococcus varians (W, Emb)</i> <i>Scenedesmus quadricauda (W)</i> <i>Navicula sp (W)</i> <i>Navicula cuspidate (W)</i> <i>Navicula confervacea (W)</i></p> <p>Chrysophytes <i>Cyclotelle meneghiana (W, Emb)</i> <i>Nitzschia acicularis (W, Emb)</i></p>
2010	Avril Zooplancton= 0	<p>Chlorophytes <i>Tetraedron minimum (max)</i> <i>Oocystis sp</i></p> <p>Cyanophytes <i>Microcystis sp</i></p> <p>Chrysophytes <i>Cyclotelle meneghiana</i> <i>Nitzschia sp</i> <i>Navicula sp</i></p>	<p>Chlorophytes <i>Tetraedron minimum (W, E)</i> <i>Staurastrum orbiculare (W)</i> <i>Scenedesmus acuminatus (W)</i> <i>Scenedesmus quadricauda (W)</i> <i>Cosmarium granatum (W, E)</i> <i>Oocystis crassa (E)</i> <i>Cosmarium granatum (E)</i> <i>Closterium acutum (E)</i> <i>Monoraphidium contortum (E)</i></p> <p>Chrysophytes <i>Nitzschia acicularis (W, E, Emb)</i> <i>Nitzschia sigma (E)</i> <i>Cyclotelle meneghiana (W, E, Emb)</i> <i>Navicula confervacea (W)</i> <i>Navicula cuspidate (E)</i> <i>Navicula confervacea (E)</i> <i>Navicula subtilissima (E)</i></p> <p>Pyrrhophytes <i>Peridinium sp (W, E)</i> <i>Diplopsalis acuta (W)</i></p> <p>Euglenophytes <i>Euglena variabilis (W)</i> <i>Euglena sp (E)</i></p>

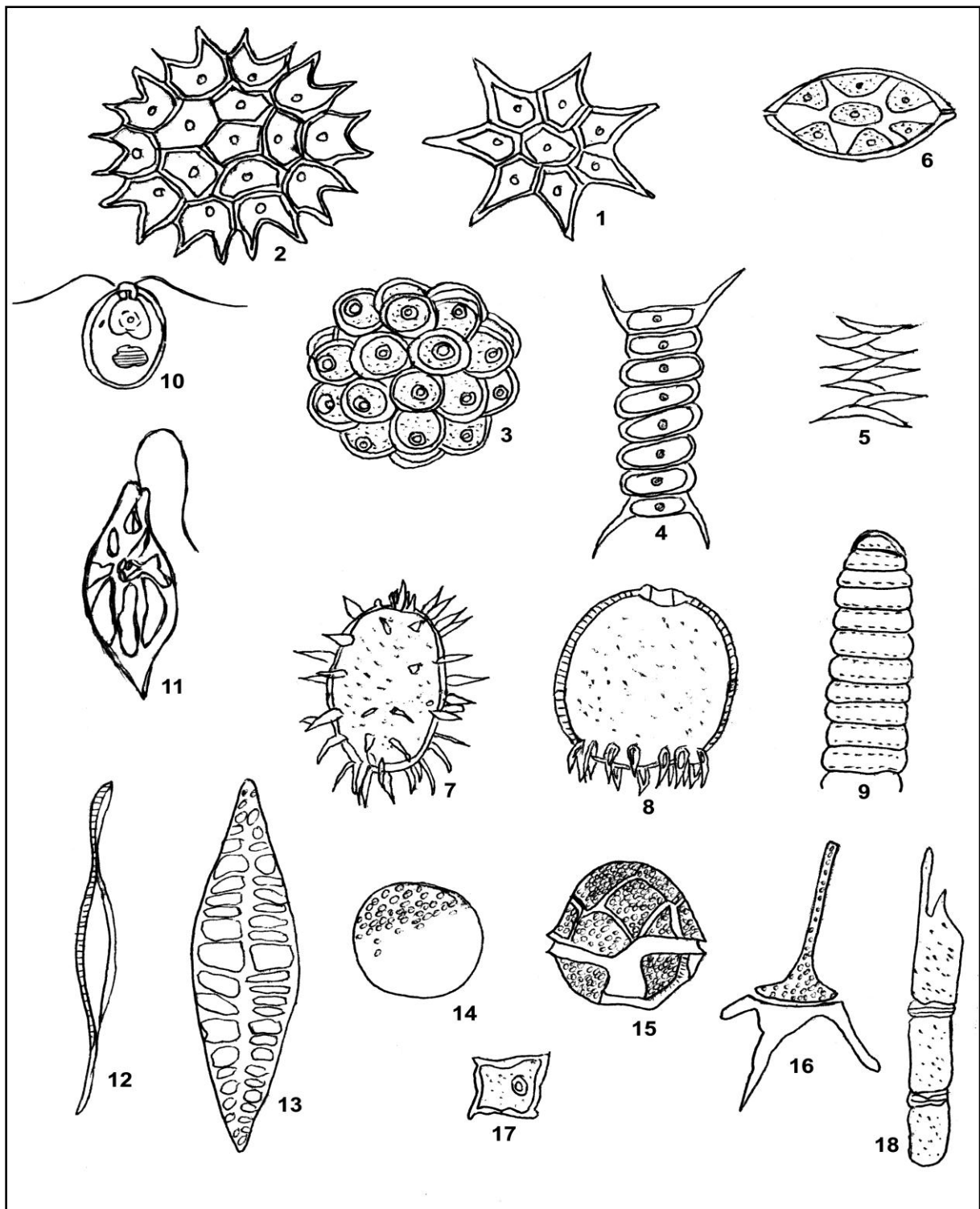


Figure A : Quelques espèces phytoplanctoniques rencontrées dans la zone d'étude.

[*Pediastrum simplex* (1); *Pediastrum duplex* (2); *Coelastrum microsporum* (3); *Scenedesmus quadricauda* (4); *Scenedesmus javanensis* (5); *Oocystis crassa* (6); *Trachelomonas megalacantha* (7); *Trachelomonas armata* (8); *Oscillatoria tenuis* (9); *Chlamidomonas* sp. (10); *Euglena* sp. (11); *Nitzschia acicularis* (12); *Navicula* sp (13); *Microcystis elaschista* (14); *Peridinium* sp. (15); *Ceratium herundinella* (16); *Tetraedron minimum* (17 ; *Melosira granulata* (18)].

Tableau B: Les espèces des poissons pêchés en mer Méditerranéenne et à Mostaganem.














































 Sardine	 Dorade	 Bogue
 Marbré	 Muge lippu (Mulet)	 Pageot
 Pointu (Sar pointu)	 Loup (Bar)	 Gobie
 Rascasse brun	 Sar	 Serran
 Saupe	 Veirade ou Sar à tête noire	 Rascasse Rouge
 Sole velue	 Beaux yeux	 Pageot
 Alose	 Gobie rouge	 Roussette
 Rouget – surmulet	 Grondin	 Rouget grondin

Tableau B (suite): Les espèces des poissons pêchés en mer Méditerranéenne et à Mostaganem. .

 <p>Saint Pierre</p>	 <p>Maquereau</p>	 <p>Limon</p>
 <p>Sole</p>	 <p>Limande</p>	 <p>Pagel Acarne</p>
 <p>Sar Tambour</p>	 <p>Turbot</p>	 <p>Baudroie</p>
 <p>Baliste</p>	 <p>Barracuda</p>	 <p>Moustelle ou Mostelle</p>
 <p>Muge doré</p>	 <p>Bonitou</p>	 <p>Thon Rouge</p>
 <p>Grande Cigale</p>	 <p>Petite Cigale</p>	 <p>Mérou brun</p>
 <p>Cor</p>	 <p>Pélamide</p>	 <p>Blade ou Oblade</p>

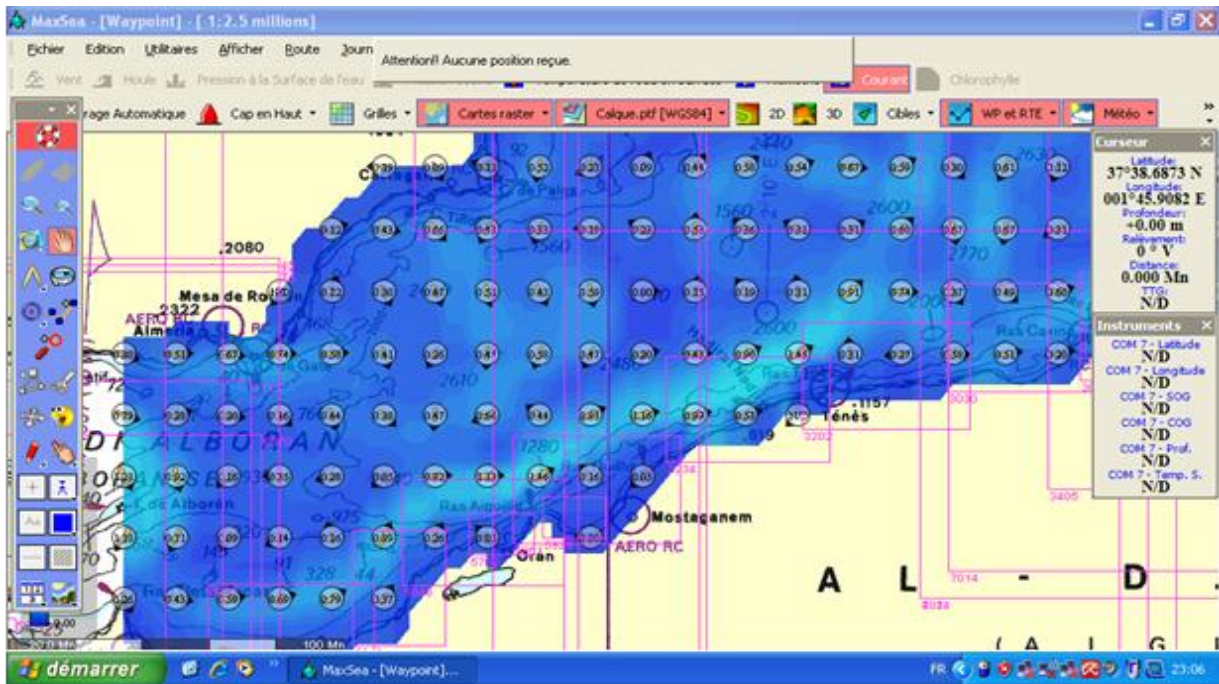


Figure C: Carte des courants de la côte de Mostaganem.

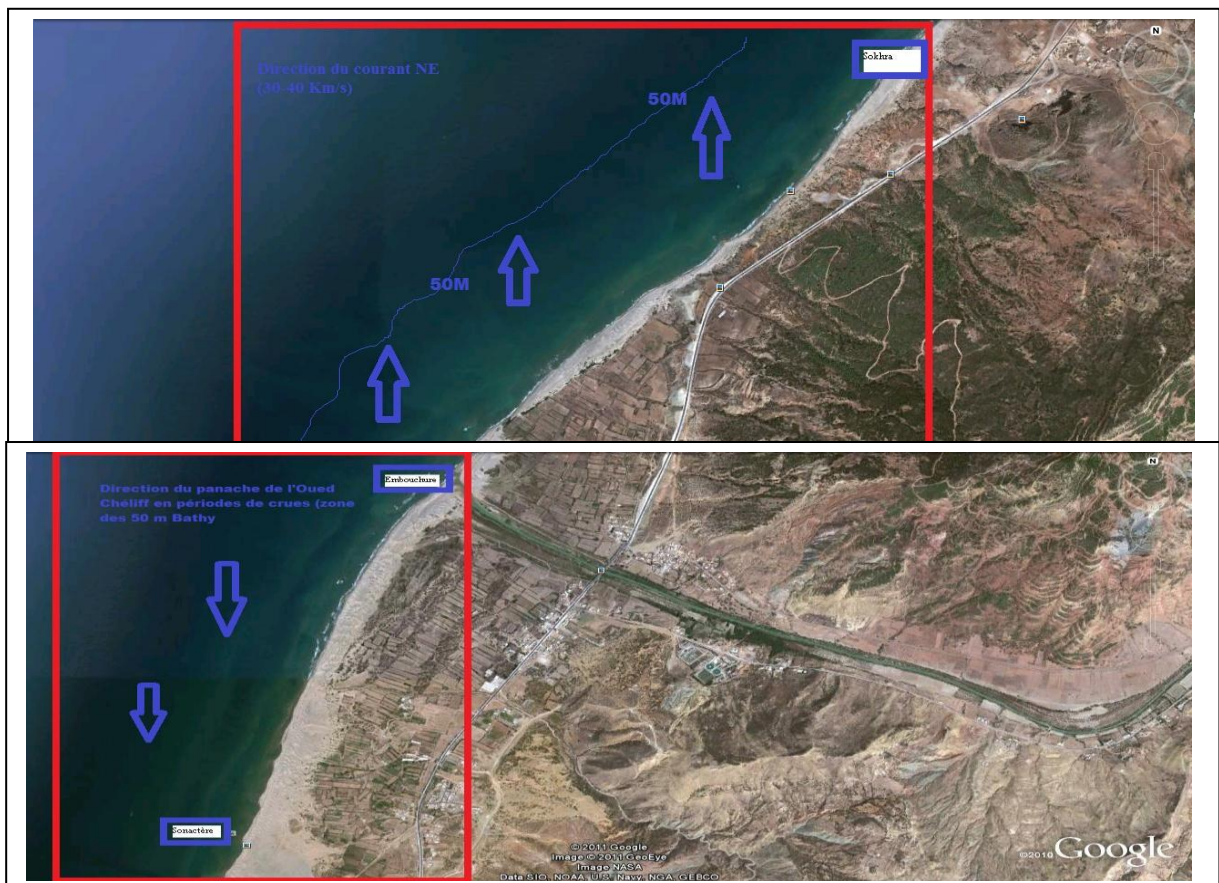


Figure D : Vue satellitaire de la côte de Mostaganem montrant les lieux de prélèvements au niveau de la mer (earth.google.com).