

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement

Option: Ecologie des Milieux Naturels

Intitulé

Surveillance du niveau de contamination des milieux marins

Présenter par :

MOKEDDEM ABDELMOUMEN

BOUKHALOUT ABDELBASSET

BOUDJADI SAMY ANIS

Membre de jury :

HADJOU DJ S

MCB

Présidente

Université de Skikda

MOHAMED BEN ALI R

MAA

Directrice de mémoire

Université de Skikda

BOUKAHLA A

MCB

Examinatrice

Université de Skikda

Année universitaire 2021/2022

Remerciement

Avant tout, on remercie Dieu, le tout puissant, le miséricordieux de m'avoir donné le courage, la patience et la santé pour réaliser ce travail.

Au terme de ce travail, on tient à exprimer notre profonde gratitude à notre cher professeur et encadrant **Dr Med Benali Rym pour son suivie et pour son énorme soutien, qu'elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période de ce mémoire**

On adresse aussi nos vifs remerciements aux membres du jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail

On tient à remercier également nos professeurs pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont prodigué au cours de ces cinq années passées.

On tient à remercier aussi les chimistes du service laboratoire RA2K TOPING pour leur aide et leur accueille

Ce mémoire n'aurait jamais vu le jour sans le soutien actif de nos familles, surtout nos parents qui nous ont toujours encouragé moralement et matériellement, on tien à les remercier.

En fin nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail, plus particulièrement nos deux amies Hind et Nour qui nous ont toujours aidées et supportées dans les moments difficiles

Résumé

Skikda est une wilaya côtière d'une superficie importante exposée à une zone industrielle et 3 ports de pêches qui marquent des activités importantes. Notre mémoire consiste à évaluer les niveaux de contamination des eaux marines du littoral de la wilaya. ce qui nous a amenés à faire des prélèvements d'échantillon d'eau de plusieurs sites (côté ouest, port Collo, plage Tamanart et oued El Hdjar, côté Est, port Marsa, plage Boumarouane et Rmila3, au centre, port Stora et plage Molo et lilot de Chevres) au mois de mars, pour faire des analyses des différents paramètres physico-chimiques de l'eau, en particulier les métaux lourds et les hydrocarbures qui représentent les principaux contaminants des eaux marines dans la région d'étude, on s'est servi des différents appareils comme, spectromètre UV visible, la concentration de contaminants marquée était plutôt élevée à lilot de chèvre et au niveau des ports de pêche mais avec des valeurs qui ne dépassent pas la norme algérienne et très faible au niveau des sites éloignés de source de pollution, comme Tamanart et Oued el hdjar.

Mots clés : Surveillances, contamination, Eaux marines, Skikda

Abstract

Skikda is a coastal with a large surface area exposed to an industrial area and 3 fishing ports that mark important activities. Our thesis is to assess the levels of contamination of marine waters of the coast of the wilaya. This has led us to take water samples at several sites (West side port Collo beach Tamanart and Oued El Hdjar side Este Port Marsa beach Boumarouane and Rmila 3 in the center port Stora and beach Molo and lilot de Chevres) in the month of March to make analysis of different chemical parameters of water in particular heavy metals and hydrocarbons which represent the main source of pollution in the region at this period we used the different equipment of the laboratory of water analysis of RA2K Topping as the visible UV spectrometer, The concentration of marked contaminants was rather high at the goat's lilot and at the level of the fishing ports but with values which do not exceed the standard and very weak at the level of the distant sites like Tamanart and Oued el hdjar

Key words: Skikda Pollution, monitoring, impact, heavy metals

ملخص:

سكيدة هي ولاية ساحلية ذات مساحة كبيرة معرضة لمنطقة صناعية و 3 موانئ للصيد تمثل أنشطة مهمة، ويتمثل عملنا في تقييم مستويات التلوث في المياه البحرية لساحل الولاية. مما دفعنا لأخذ عينات من المياه في عدة مواقع (الجانب الغربي مناء القل، وشاطئ تمنارت وواد الحجار، وفي الجانب الشرقي مناء المرسى، وشاطئ مرسى بومروان ، ورميلة 3 في الوسط ميناء سطورة وشاطئ مولو و ليلو) في شهر مارس. لإجراء تحليلات للمعايير الفيزيائية والكيميائية المختلفة للمياه، ولا سيما المعادن الثقيلة والهيدروكربونات التي تمثل المصدر الرئيسي للتلوث في المنطقة في هذه الفترة، استخدمنا الأجهزة المختلفة لمختبر تحاليل المياه مثل مقياس الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية ، كان تركيز الملوث المحدد مرتفعاً نوعاً ما في ليلو وعلى مستوى موانئ الصيد ولكن بقيم لا تتجاوز المعيار ومنخفض جداً على مستوى المواقع النائية مثل تمنارت وواد الحجار.

الكلمات المفتاحية: تلوث سكيدة، رصد ، تأثير ، معادن ثقيلة

Liste des abréviations

St	Site
C°	Degré Celsius
Fe	Fer (mg/l).
Pb	Plomb (mg/l).
Zn	Zinc (mg/l).
pH	potentiel Hydrogène
TDS	Total des solides dissous
%	pourcentage
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
Mg/l	Milligramme par litre
NTU	Néphélométrie Turbidité Unit
DBO5	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l).

Liste des figures

Figure 1: Exemple de pollution des navires	4
Figure 2: les déchets plastiques dans les mers	5
Figure 3: Points chauds de pollution le long du littoral méditerranéen.....	7
Figure 4: Côte algérienne avec les zones de préoccupation environnementale:.....	8
Figure 5: Situation géographique de la wilaya de Skikda	13
Figure 6: Plage Mollo	14
Figure 7: Plage l'Ilot des chèvres	15
Figure 8: Plage Boumarouene	15
Figure 9: Port de pêche Stora	16
Figure 10: Port de pêche Marsa	16
Figure 11: Rmila 3	17
Figure 12: Oued El Hdjar	17
Figure 13: Port de pêche Collo	18
Figure 14: Plage Tamanart	18
Figure 15: pH_Conductimètre de paillasse	20
Figure 16: représentation de méthode opératoire : mesure de salinité et d'oxygène d'dissou	21
Figure 17: Turbidimètre	22
Figure 18: Une image d'un Oxyton (WTW).....	23
Figure 19: appareillage utiliser dans la mesure des hydrocarbures.....	24
Figure 20: La spectrométrie UV-visible.....	24
Figure 21: Variations de la température de l'eau de mer	26
Figure 22: Variations du pH de l'eau de mer	27
Figure 23: Variations de TDS de l'eau de mer.....	27
Figure 24: Variations de la conductivité électrique de l'eau de mer.....	28
Figure 25: Variations de la salinité de l'eau de mer.....	29
Figure 26: Variations de l'oxygène dissous de l'eau de mer.....	29
Figure 27: Variations de la turbidité de l'eau de mer.....	30
Figure 28: Variations des hydrocarbures de l'eau de mer.....	31
Figure 29: Variations de la DBO ₅ de l'eau de mer.....	31
Figure 30: Variation spatiale du Fer dans les eaux de mer.....	32
Figure 31: Variations spatiale du plomb dans les eaux de mer	33
Figure 32: Variations spatiale du zinc dans les eaux de mer.....	33

Liste des tableaux

Tableau 1: Substances chimiques prioritaires notifiées dans la directive cadre sur l'eau.	5
Tableau 2: Relation entre la conductivité et la minéralisation	9
Tableau 3: Pourcentage massique des principales espèces présentes dans une eau de mer de salinité 35g/l.	10
Tableau 4: Pourcentage en volume des divers gaz dans l'atmosphère et dans une eau de mer de salinité 35 % (supposée neutre dans le cas du gaz carbonique) à 10°C	11
Tableau 5: Concentrations moyennes de métaux dissous dans les eaux côtières	12
Tableau 6: Conservation des prélèvements selon les normes NF EN ISO	19

Sommaire

Résumé

Introduction général	1
Chapitre 1 : La pollution marin et leur impact sur l'environnement	2
1. Définition de la pollution marine.....	2
2. Types de contamination.....	2
2.1 Contamination biologique :	2
2.2 Contamination physiques :	2
2.3 Contamination chimique :	3
3. Les sources de la pollution marine	3
3.1 Activité agricole et eau de pluie :	3
3.2 Fuites de carburant :	3
3.3 Changement climatique :	4
3.4 Les déchets plastiques et micro plastique :	4
3.5 La pollution chimique :	5
4. La pollution marine en méditerranée :	6
5. La pollution marine en Algérie :	7
6. La pollution marine à Skikda :	7
7. Quelques propriétés physicochimiques des eaux marines :	8
7.1 La température.....	8
7.2 Le pH.....	9
7.3 La conductivité électrique	9
7.4 La salinité :	9
7.5 Les gaz dissous dans l'eau de mer	10
7.6 Les teneurs en éléments métalliques	11
Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES	12
1. Présentation de la zone d'étude	12
2. Localisation des sites d'etudes	13
2.1 1erSite MOLO	13
2.2 2émeSite L'ILOT DES CHEVRES.....	13
2.3 3émeSite BOUMAROUANE.....	14
2.4 4émeSite PORT DE PECHE STORA	14
2.5 5émeSite PORT DE PECHE MARSAS	15
2.6 6émeSite RMILA	16

2.7	7èmeSite OUED LAHDJER	16
2.8	8èmeSite PORT COLLO	17
2.9	9èmeSite TMANART	17
3.	Mode et méthode de prélèvement de l'eau	18
4.	Méthodes et paramètre d'analyse de l'eau.....	19
4.1	Les paramètres Physicochimique	19
4.2	Demande biochimique en oxygène DBOs.....	21
4.3	Les hydrocarbures	22
4.4	Les métaux lourds	23
	Chapitre 3 : Résultat et discussion	25
1.	Carectiristique physicochimiques.....	25
1.1	Température :	25
1.2	Le pH.....	26
1.3	Le TDS	26
1.4	Conductivité électrique.....	27
1.5	Salinité.....	29
1.6	Oxygène dissous.....	29
1.7	Turbidité	30
2.	La concentration des hydrocarbures	31
3.	Demande biochimique en oxygène DBOs.....	31
4.	La teneur en métaux lourds.....	32
4.1	Fer.....	32
4.2	Plomb.....	33
4.3	Le Zinc	33
	Conclusion générale	34
	Référence bibliographique.....	35

Introduction

Introduction

La pollution est un phénomène qui est très présent dans notre environnement, avec plusieurs formes très diversifiées. Rappelons-nous cependant que la pollution est le résultat de nos choix en tant que société de consommation. Le véritable défi est d'arriver à l'équilibre écologique et économique. Il existe plusieurs formes de pollution entre autres on a la pollution marine. L'environnement marin est menacé par certains polluants. Et particulièrement dans les zones côtières, où elle marque son influence sur les hom **Tableau 1: Concentrations moyennes de métaux dissous dans les eaux côtières (Biney et al., 1994).**

mes, les animaux et les plantes. (Achiche, 2010)

En effet, La pollution de la cote algérienne est devenue inquiétante : les polluants organiques et microbiens, les déchets plastiques (dont les concentrations sont les plus élevées au monde, les métaux lourds, les résidus médicamenteux... Les activités terrestres (urbanisation, industrie et agriculture) représentent la principale source de pollution des cotes algériennes. La pression exercée par le tourisme, constitue l'un des problèmes qui doivent être gérés efficacement afin d'empêcher toute dégradation future du milieu marin et littoral. (ADEME et al, 2020)

Skikda, est une ville industrielle qui s'est développé au détriment du foncier agricole et le littoral (Rivage marin). Les rejets liquides de la zone industrielle et les déchets urbains déversent directement dans le milieu marin. La saison estivale provoque une concentration des estivants sur la côte, les sables du littoral sont volés pour être utilisées dans le domaine de la construction qui menace l'équilibre des dunes littorales et des plages. Tous ces problèmes posent la ville de Skikda sous plusieurs enjeux surtout sur le côté de la préservation du milieu marin.

Notre étude a porté sur le suivi du niveau de contamination des eaux marines et leur impact sur l'environnement par la quantification des paramètres de pollution des eaux marines de la wilaya de Skikda. Pour ce faire, ce mémoire est subdivisé principalement en trois chapitre après une introduction.

Le premier chapitre qui est une synthèse bibliographique , a permis de définir la pollution marine. En outre ce chapitre présente une fiche de données pour les propriétés physicochimiques des eaux.

Le deuxième chapitre a décrit avec des figures et des photos prises et sur plusieurs plans (géographique, géologique, climatique, activités humaines) la zone d'étude, Le matériels et méthodes comporte une présentation des différentes analyses mises en œuvre concernant les différents échantillons de notre étude.

Le dernier chapitre est essentiellement réservé aux résultats obtenus, à leur présentation par des représentations graphiques ainsi qu'à leur discussion. Ces résultats ont pu être également comparés aux normes en vigueur et aux travaux antérieurs.

1. Définition de la pollution marine

La pollution marine vient lorsque des matières sont déversées dans l'eau de mer qui engendre la dégradation de sa qualité. La pollution marine inclut toutes les matières superflues qui ne peuvent être détruites par l'eau de mer naturellement. Autrement dit, n'importe quelles matières ajoutées à l'eau de mer qui est au-delà de sa capacité à le détruire sont considérées comme de la pollution. La pollution peut, dans certaines circonstances, être causée par la nature elle-même, comme lorsque l'eau coule par des sols qui ont un taux élevé d'acidité, mais dans la plupart des cas ce sont les actions humaines qui polluent l'eau de mer (Goeury, 2014).

2. Types de contamination

Une substance d'origine anthropique rejetée dans le milieu est un contaminant, si elle exerce des effets défavorables sur le plan biologique, il s'agit alors d'un polluant (Moriarty 1990).

Donc un polluant tout agent physique, chimique ou biologique dans un hydro système, qui y provoque, par sa concentration dans l'eau, des perturbations préjudiciables au bon équilibre de l'écosystème et en réduit les possibilités d'usages de l'eau. Le comportement dans l'environnement d'une substance est difficile à appréhender car il dépend de ses propriétés et de la nature du milieu dans lequel elle se trouve (RNB, 1999).

2.1. Contamination biologique

Il peut s'agir des micro-organismes (bactéries, virus, champignons) provenant des égouts qui peuvent proliférer à leur arrivée dans le milieu marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes (Gravez et Bernard, 2006). Ces polluants peuvent résulter du rejet dans les eaux continentales ou littorales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origines diverses (effluents urbains, matières fécales, industries, élevages,...) et se traduit par une forte contamination bactériologique.

Cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux peut également s'agir de l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente et dans laquelle elle a un impact non négligeable (ex : la caulerpe) (Gis, 1996)

2.2. Contamination physiques

C'est lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu (par une centrale hydroélectrique), d'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de gazéification de

gaz liquide), d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, macro déchets...), d'une source de radioactivité. (Gis,1996 ; Gravez et Bernard, 2006).

Cependant, le rejet de chaleur dans le milieu naturel capable de provoquer de vrais bouleversements, car d'un point de vue écologique, il existe un paramètre incontournable qui est la température du milieu. Or, dans certains pays industrialisés, l'augmentation de température en aval des centrales électriques peut atteindre 7 à 8°C, ce qui engendre une modification totale des communautés aquatiques et de leurs modes de fonctionnement (Vincent 2006)

2.3. Contamination chimique

Dues au déversement de substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides, les pesticides (DTT, Lindane), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg, Fe). De nombreuses substances de synthèse issues du génie humain ont la capacité d'engendrer des sous-produits (métabolites) encore plus dangereux comme le DDE, les dioxines. Ainsi l'Océan mondial est systématiquement pollué par des substances toxiques, même dans ses régions les plus reculées, à titre d'exemple les morues de la mer Baltique présentent des teneurs record en PCB (Vincent 2006).

3. Les sources de la pollution marine

3.1. Activité agricole et eau de pluie

L'eau qui coule dans les champs agricoles contient généralement certains produits tels que des herbicides, des pesticides et des engrais qui finissent par s'infiltrer dans les rivières ou les eaux souterraines. Ces eaux, également appelées pluviales, portent en elles tous ces composants qui, une fois qu'ils se déversent dans la mer, provoquent des changements physiologiques chez des organismes tels que les poissons et les mammifères. (Goeury, 2014)

3.2. Fuites de carburant

Ces types de fuites sont généralement causés par des bateaux, des voiliers, des bateaux à moteur et d'autres types d'embarcations. Les versements à grande échelle sont généralement accidentels, et même s'ils se produisent à un endroit précis de la mer ou de l'océan, le carburant se répand comme du pétrole et endommage tous les êtres vivants qui vivent ou chassent près de la surface de l'eau. Par exemple, les marées noires (S. BAHE, 2008).



Figure 1: Exemple de pollution des navires

3.3. Changement climatique

Ce concept, dont on a beaucoup entendu parler ces derniers temps, signifie que le climat de la planète est en train de changer sous l'effet de l'action de l'homme.

Même s'il s'agit d'un facteur qui ne contamine pas directement l'eau on peut dire qu'il contamine la température de l'eau ou qu'il s'agit d'un facteur de pollution thermique, qui s'avère être un facteur aggravant supplémentaire de la situation que connaissent nos mers et nos océans. Cela est principalement dû au fait que le changement climatique entraîne une augmentation importante et alarmante de la température de l'eau, ainsi qu'une acidification des océans. (Achiche, 2010)

3.4. Les déchets plastiques et micro plastique

Des estimations indiquent que depuis le début des années 1950, plus de 8,3 milliards de tonnes de plastiques ont été produites. C'est seulement 9% de ces millions de tonnes de déchets qui sont recyclés. Les déchets les plus retrouvés dans le milieu naturel sont les mégots de cigarette, dont les filtres contiennent des fibres de plastiques, les bouteilles en plastiques, les bouchons de bouteilles, les sacs plastiques et les pailles. Les déchets marins et la pollution plastique sont donc à 100% d'origine humaine.

Le micro plastique (morceaux de plastique de moins de 5 millimètres de diamètre²⁶) joue comme source de pollution elle-même, ainsi qu'un vecteur pour d'autres polluants chimiques océaniques. Les micro plastiques peuvent inclure des granulés de résine, des microbilles, du polystyrène, des déchets plastiques et des mégots de cigarettes, des minuscules fils et des fibres provenant des cordes, des filets et des vêtements synthétiques. Les nanoparticules plastiques résultant des déchets post-consommation, ainsi que des nano plastiques provenant de la dégradation, ont donné un défi spécifique à l'écosystème marin. (Brennecke et al ,2015)



Figure 2: les déchets plastiques dans les mers

3.5 La pollution chimique :

Les substances toxiques rejetées dans les mers, les océans et les rivières par les activités industrielles sont l'une des principales causes de pollution des mers et des océans.

Les substances chimiques toxiques sont rejetées dans l'environnement de deux manières soit directement, lorsqu'elles sont utilisées comme telles par l'homme. C'est le cas des pesticides, des fertilisants et des différents solvants. Mais ces substances peuvent aussi être rejetées indirectement sous forme de déchets industriels provenant de diverses activités comme l'extraction minière, la fabrication industrielle, l'incinération, la consommation de carburants ou les rejets accidentels (**Mouchel et Thévenot, 2003**). Ces substances peuvent être classées en quelques grandes catégories comme suite (**Marchand et Kantin, 1997**)

Tableau 2: Substances chimiques prioritaires notifiées dans la directive cadre sur l'eau. (**RFEK, 1990**)

Famille chimique	Substance	Usage
Métaux	Mercure Le cadmium Le plomb Le zinc Le cuivre Le nickel L'argent	la sidérurgie, le transport (plomb), les piles, les batteries, peintures, colorants, équipement électrique, acier inoxydable, tuyaux, chlorure alcalin
Solvants colorée	Chloroforme dichlorométhane	Solvants, aérosol, agent d'expansion, agent d'expansion des mousses

Chapitre 1 : La pollution marine et son impact sur l'environnement

	dichlorométhane	
Hydrocarbure	Benzène Naphtalène Anthracène Fluranthene	Intermédiaire de la synthèse chimique, conservateur du bois, sous-produit de la combustion, les pétroles bruts
Chlorobenzènes	Tri chlorobenzène Penta chlorobenzène hexa chlorobenzène	Intermédiaires chimiques, solvant

4. La pollution marine en méditerranée

La mer méditerranée est peu profonde dans son ensemble en moyenne 1500 m. C'est un bassin presque entièrement fermé ou le faible afflux d'eau superficielle provenant de l'océan atlantique constitue sa source majeure de renouvellement. Son renouvellement complet prend plus d'un siècle par profond seulement de 300 m. Ce faible flux, couplé avec une forte évaporation, rend la Mer Méditerranée plus salée que l'océan atlantique (**Anon., 2011**).

Bien que cette mer ne représente que 1% de la surface totale couverte par les océans dans le monde, l'activité humaine y exerce une pression considérable. L'urbanisation du littoral, l'activité industrielle, l'agriculture intensive, les ports et la navigation. En effet, la méditerranée représente 30% du transport maritime, elle connaît à elle seule 1/5 des accidents pétroliers mondiaux. Le méditerrané est la première destination touristique au monde (30 % du tourisme mondial). Plus de 500 millions de tonnes d'égouts sont évacuées dans la mer chaque année, dont 120 000 tonnes d'huiles minérales, 60 000 tonnes de plomb et 3600 tonnes de phosphates. L'industrie de la pêche exerce elle aussi une pression constante sur l'environnement. (**P.N.U.E, 2004**)

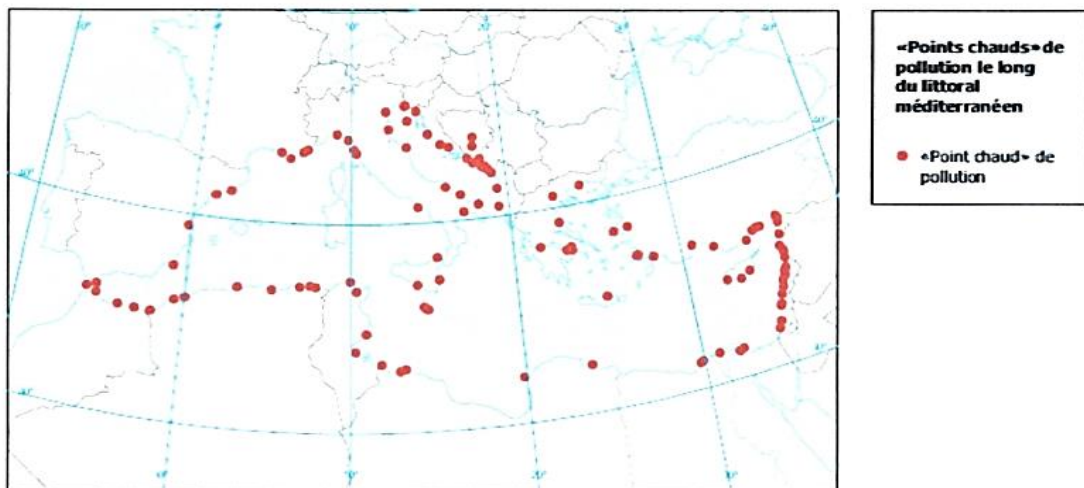


Figure 3: Points chauds de pollution le long du littoral méditerranéen. (A.E.E, 2006)

5. La pollution marine en Algérie

La côte algérienne accueille environ 23,93 millions d'habitants (2020), représentant 55% de la population nationale. Pendant les mois d'été, les touristes s'ajoutent à la population fixe. Alger, Oran, Annaba, Ghazaouet, Mostaganem, Arzew, Bejaia et Skikda sont les villes côtières les plus importantes

La politique de développement en l'Algérie depuis l'indépendance, est basée sur le d'industrialisation et de rattrapage économique, et les zones littorales font l'objet de la concrétisation de ces objectifs, En outre, plus de 50 millions de tonnes d'hydrocarbures empruntent chaque année les terminaux pétroliers des principaux ports algériens (Arzew, Bejaia et Skikda), avec d'importantes fuites d'exploitation en mer (10.000 tonnes/an)

25 millions de tonnes d'hydrocarbures transitent annuellement par les quais des ports de Skikda qui est considérée source majeure de pollution marine (A.E.E, 2006).

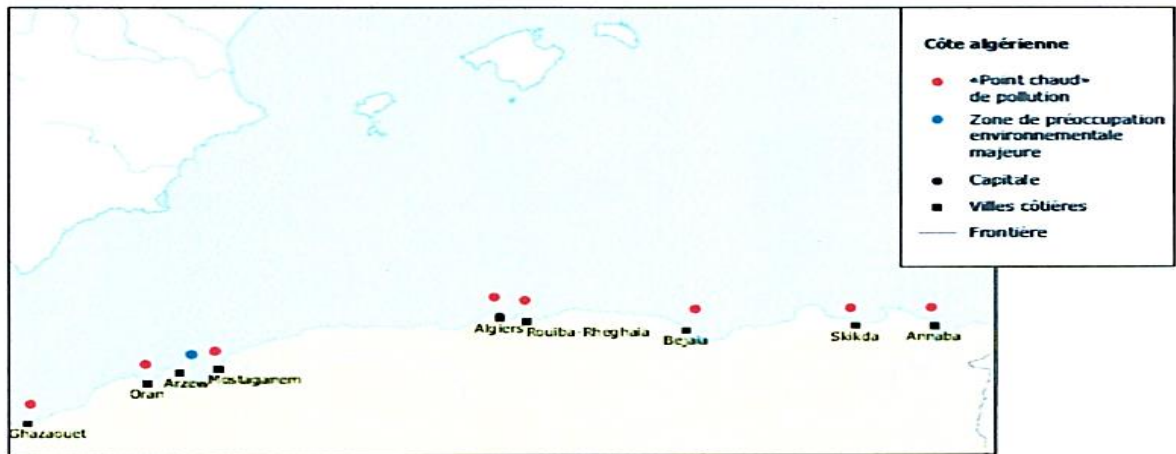


Figure 4: Côte algérienne avec les zones de préoccupation environnementale: (A.E.E, 2006)

6. La pollution marine à Skikda

Skikda, est une ville industrielle qui s'est développé au détriment du foncier agricole et le littoral (Rivage marin). Les rejets liquides de la zone industrielle et les déchets urbains déversent directement dans le milieu marin. La saison estivale provoque une concentration des estivants sur la côte, les sables du littoral sont volés pour être utilisées dans le domaine de la construction qui menace l'équilibre des dunes littorales et des plages. Tous ces problèmes posent la ville de Skikda sous plusieurs enjeux surtout sur le côté de la préservation du milieu marin.

L'environnement marin se retrouve soumis à des pollutions diversifiées surtout par les hydrocarbures, Sachant que Skikda ne dispose même pas d'un barrage flottant de haute mer, en s'opposant aux directives mondiales du développement durable, pour des considérations écologiques qui permettent que les eaux limitrophes du complexe se soient débarrassées d'un métal nuisible. (Boulkrabet ,2011)

7. Quelques propriétés physicochimiques des eaux marines

7.1 La température

La température est un facteur écologique important du milieu, elle influe sur la densité de l'eau et joue donc un rôle primordial dans les phénomènes de stratification des mers (thermocline) Ce facteur physico-chimique détermine un grand nombre de processus biologiques et chimiques qui se déroulent dans l'eau (Gaujous, 1995).

Chapitre 1 : La pollution marine et son impact sur l'environnement

Une température plus élevée de l'eau par exemple augmente la production primaire augmente ainsi le risque d'apparition des crises dystrophiques ce qui influence la quantité d'oxygène dissous dans l'eau.

La température peut également jouer sur les constantes d'équilibres des réactions qui régissent la spéciation des métaux lourds. Généralement, une température élevée augmente la mobilité des métaux lourds en facilitant leur solubilisation. **(Sabra, 1998)**

7.2 Le pH

Le pH abréviation de potentiel hydrogène d'une eau exprime la concentration des ions hydrogènes (représente son acidité o son alcalinité). Le pH de l'eau de mer varie entre 6.5 et 8,3 selon les zones. **(Rodier, 2009)**

Ce paramètre est très fortement influencé par la photosynthèse, et influence lui-même un grand nombre de processus biologiques et chimiques. Le pH affecte la toxicité des métaux lourds en influençant la forme sous laquelle ces métaux existent en solution. **(Sabra, 1998)**

7.3 La conductivité électrique

La conductivité est un paramètre permettant d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau naturelle. La conductivité varie en fonction de la température, et elle est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature Généralement les rejets domestiques entraînent une hausse de la conductivité **(Ramade, 2000)**

Cette mesure qui est la conductivité peut renseigner sur la minéralisation qui est la quantité de sels minéraux contenus dans l'eau (Tableau1.2) **(Rodier, 2009)**. En milieu marin, la minéralisation est de type chloruré sodique.

Tableau 3: Relation entre la conductivité et la minéralisation**(Rodier, 2009)**

conductivité [μ S/cm]	Minéralisation
Conductivité < 100	Très faible
100 < conductivité <200	Faible
200 < conductivité <333	Moyenne
333 < conductivité <666	Moyenne accentuée
666 < conductivité <1000	Importante
Conductivité >1000	Élevée

7.4 La salinité

La salinité est un facteur écologique constitué par la teneur en sel (NaCl) des eaux. Ces derniers sont parmi les principaux constituants de l'eau de mer c'est à dire ceux qui se trouvent particulièrement abondants. (Tableau 3) **(Barnabé, 1991)**

Tableau 4: Pourcentage massique des principales espèces présentes dans une eau de mer de salinité 35g/l. **(Barnabé, 1991)**

Composition en ions	Pourcentage % en masse
Cl ⁻ (Chlore)	55.2
Na ⁺ (Sodium)	30.4
Mg ⁺⁺ (Magnésium)	3.7
Ca ⁺⁺ (Calcium)	1.16
K ⁺ (Potassium)	1.1
Br ⁻ (Brome)	0.1

Dans de nombreux écosystèmes, la salinité est un facteur limitant. En milieu aquatique, on distingue des écosystèmes euryhalins dont la teneur en sel varie beaucoup au cours du cycle des saisons (biotopes lagunaires) et des écosystèmes sténohalins dans lesquels la concentration en sel est constante **(Ramade, 2000)**.

La salinité est une mesure biologique importante, car le sel se dissout dans les liquides organiques de tous les êtres vivants. Le taux de sels dissous dans un fluide contrôle le processus biochimique de l'osmose ainsi que de nombreux processus métaboliques. En plus des constituants ci-dessus signalés, l'eau de mer contient de petites quantités de beaucoup d'autres éléments, mais leur teneur ne dépasse pas 0.025% des constituants principaux. **(Barnabé, 1991)**

7.5 Les gaz dissous dans l'eau de mer

L'eau de mer contient les gaz de l'air en dissolution. Les plus abondants sont : l'azote, l'oxygène, l'Argon et le gaz carbonique (Tableau 4).

Tableau 5: Pourcentage en volume des divers gaz dans l'atmosphère et dans une eau de mer de salinité 35 % (supposée neutre dans le cas du gaz carbonique) à 10°C (**Barnabé, 1991**).

Gaz	Dans l'atmosphère	Dans une eau de mer de salinité 35 % à 10°C
N ₂ (Azote)	78.08%	62.1%
O ₂ (Oxygène)	20.95%	34.4%
Ar (Argon)	0.93%	1.7%
CO ₂ (Gaz carbonique)	0.03%	1.8%

Dans notre étude nous nous limiterons à l'oxygène dissous. L'oxygène dissous est la quantité d'oxygène présente dans l'eau à l'état dissous. Celle-ci est généralement faible de sorte que la teneur en oxygène dissous constitue dans les systèmes marins un facteur limitant. La concentration de l'oxygène dissous dans une eau naturelle dépend de plusieurs paramètres physicochimiques qui sont : la température, la pression atmosphérique,... Enfin dans un biotope aquatique donné, la solubilité potentielle de l'oxygène va être réduite par des facteurs écologiques tels que la salinité et la demande totale en oxygène (DTO). Cette teneur peut dépendre également de l'agitation et, dans les eaux polluées, de la charge en matières organiques fermentescibles d'origine anthropique. (**Ramade, 2000**).

Notons par ailleurs que la teneur des eaux en O₂ dissous décroît lorsque la température s'élève, de sorte que celle-ci est deux fois plus faible à 30° qu'à 0°C (**Barnabé, 1991**).

8.6 Les teneurs en éléments métalliques

Dissous ou en suspension, la concentration des métaux dans l'eau est faible, de l'ordre du mg/l. Dans les eaux naturelles, la source principale est l'érosion des roches, mais dans certains endroits les activités industrielles et domestiques constituent maintenant la source principale de beaucoup de ces éléments. Plusieurs auteurs ont montré que certains métaux peuvent exister naturellement dans les

eaux non polluées. Ces auteurs ont donné des valeurs correspondantes à ces métaux (Tableau 5).
(Levêque, 1996).

Tableau 6: Concentrations moyennes de métaux dissous dans les eaux côtières (Biney et al., 1994)

Éléments (mg /l)	Cd	Pb	As	Cu	Zn	Mn	Fe
Eaux marines et côtières	0,00001	0,00003	0,0015	0,001	0,0025	0,0004	0,002

1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Skikda est située au Nord-Est du pays, sur le littoral méditerranéen. Elle est limitée par : la méditerranéen au Nord, les wilayas de Constantine, Mila et Guelma au Sud, la wilaya de Jijel à l'Ouest et la wilaya d'Annaba à l'Est.

Skikda s'étend sur une superficie de 4 118 km du fait de la diversité des influences climatiques et des ensembles naturels, bordée par les montagnes de Collo à l'Ouest, la vallée du Saf-Saf au centre, les plaines côtières à l'Est, la wilaya de Skikda abrite un patrimoine naturel remarquable et diversifié. Les plages représentent 20 % de son territoire.

Le climat est du type Méditerranéen, se caractérisant par deux saisons, un hiver doux et pluvieux, avec des températures de l'ordre de 12,74°C à 15,45 °C et une température minimale de 10,2°C et un été chaud et sec avec des températures moyennes de l'ordre de 23,14°C à 26,32 °C avec un pic de 29 ,2°C.

Le littoral de la wilaya est fortement arrosé, en particulier la région Ouest du massif de Collo (entre 700 mm et 1200mm d'eau par an). La zone littorale de Skikda, est particulièrement soumise à des vents très violents dont la vitesse peut atteindre les 130 km/h (Sara, 2010).



Figure 5: Situation géographique de la wilaya de Skikda (Google map, 2022)

2. Localisation des sites d'étude

2.1.1^{er} Site MOLO

Situation géographique : Ouest du port de Stora.

Latitude : 36°54' 14" N

Longitude : 6°52' 48" E

Il s'agit d'une petite plage de rochers mais qui est discrète. Elle aussi n'est accessible que par le chemin qui descend du port. Nous pouvons considérer cette plage comme une jetée, puisqu'elle est située à côté de la fortification rempart en gros blocs qui délimite et protège le port des vagues.

A peine étendue sur une quinzaine de mètres. Très rocheuse en allant vers le phare et ses arcades. Cette plage est protégée des courants d'airs glacials. Le déversement des ordures par-dessus les blocs cubiques du port juste au niveau de cette plage.



Figure 6: Plage Mollo (Google map, 2022)

2.2.2^{ème} Site L'ILOT DES CHEVRES

Situation géographique : Nord-est de Skikda

Latitude : 6.931238

Longitude : 36.880344

Une zone industrielle se trouve au voisinage de ce site. Parmi ces sources de pollution l'eau de refroidissement rejetée directement dans la mer sans traitement préliminaire, les eaux de processus représentées par les eaux des huiles évacuées par le canal de rejet de GLIK.

Les eaux domestiques de la zone industrielle qui ont collecté dans les fosses et évacuée par le canal de rejet par GLIK



Figure 7: Plage l'Ilot des chèvres (Google map, 2022)

2.3.3^{ème} Site BOUMAROUANE

Situation géographique : Sud-ouest de Skikda

Latitude : 36°53' 90" N

Longitude : 6°52'50" E

Considérer cette plage comme une jetée, puisqu'elle est située à côté du port de pêche Marsa c'est pour cette raison elle considérer comme une plage non baignade.



Figure 8: Plage Boumarouene (Google map, 2022)

2.4.4^{ème} Site PORT DE PECHE STORA

Situation géographique : Sud-ouest de Skikda

Latitude : 36°53'90" N

Longitude : 6°52'50" E

Situé à commune de Stora, le port de pêche est soumis à diverses sources de pollution dont deux importants rejets urbains au sein même du port en plus des eaux de lavage (et parfois de ballastes) des chalutiers et sardiniers.



Figure 9: Port de pêche Stora (Google map, 2022)

2.5. 5^{ème} Site PORT DE PECHE MARSA

Situation géographique : Sud-ouest de Skikda

Latitude : 37° 01' 48" N

Longitude : 7° 15' 11" E

El Marsa est un petit port de pêche dotée d'une plage de sable fin alternée par des criques de galets. La localité, autrefois sauvage, s'est fortement urbanisée depuis la dernière décennie.



Figure 10: Port de pêche Marsa (Google map, 2022)

2.6.6^{ème} Site RMILA

Situation géographique :

Latitude : 37° 00' 22" N

Longitude : 7° 15' 14" E

La plage de Rmilla se situe à gauche de la plage Marssa elle connue par l'estuaire d'Oued El Kabîr



Figure 11: Rmilla 3 (Google map, 2022)

2.7.7^{ème} Site OUED LAHDJER

Situation géographique :

Latitude : 36° 56' 44" N

Longitude : 6° 42' 50" E

Une plage isolée se situe à la commune de Zouit c'est une petite plage de 2 km de longueur.

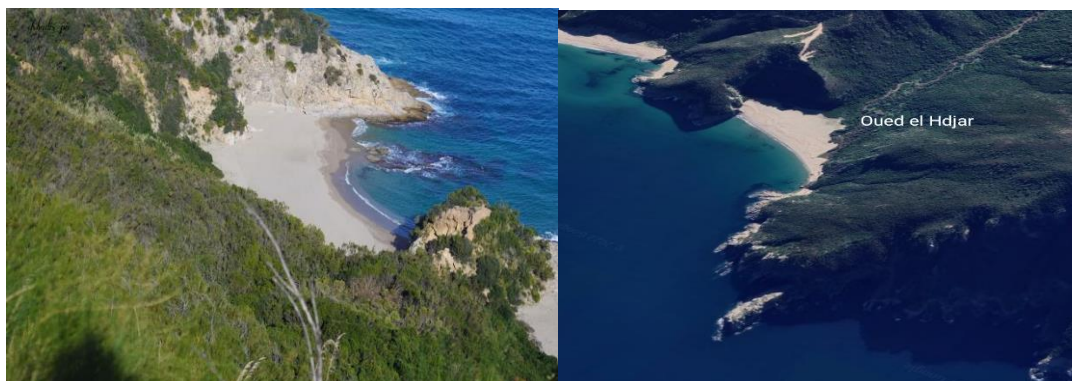


Figure 12: Oued El Hdjar (Google map, 2022)

2.8 .8^{ème} Site PORT COLLO

Situation géographique : Situé à 80km de Skikda

Latitude : 37° 00' 23" N

Longitude : 6° 33' 39" E

Il est rattaché à l'EURL / EGPP Skikda est distant de Direction Générale de 80km.

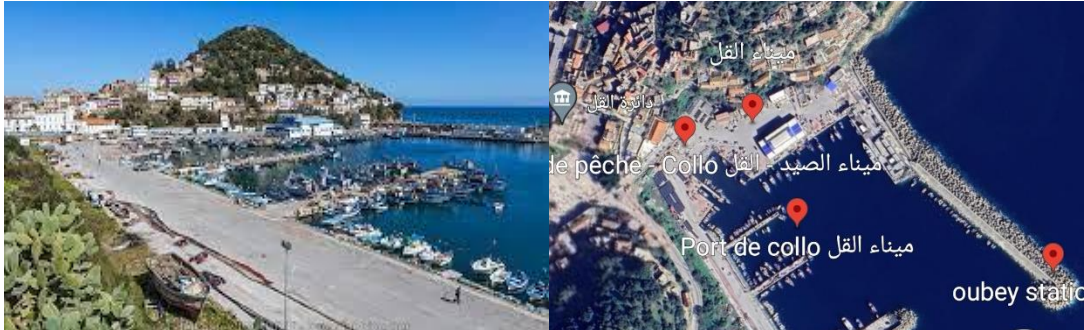


Figure 13:Port de pêche Collo (Google map, 2022)

2. 9. 9^{ème} Site TAMANART

Situation géographique : Sud-ouest de Skikda

Latitude : 37° 01' 48" N

Longitude : 7° 15' 11" E

C'est une suite d'une dizaine de plages reliées par des rochers dont deux grandes. Le site fait plus de 2500 mètres de long.



Figure 14: Plage Tamanart (Google map, 2022)

3. Mode et méthode de prélèvement de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. En outre, s'il est bien évident qu'un prélèvement correct est indispensable à l'obtention de résultats analytiques significatifs, il est tout aussi important de connaître le devenir de l'échantillon entre le prélèvement et l'arrivée au laboratoire (**Rodier ,2009**).

Le prélèvement a été réalisé en mois de mars 2022 qui consiste à prélever des échantillons de même volume dans une période de temps déterminée en fonction de besoin.

Les échantillons d'eau de mer à aspect homogène, sont prélevés à environ cinq mètres du bord de mer et à une trentaine de centimètres de profondeur. L'eau prélevait dans des bouteilles en plastique après les rincer trois fois par l'eau échantillonnée.

Après la mesure in situ de la température, les bouteilles de prélèvements sont hermétiquement fermées et transportées dans des glacières à température égale à 4°C, afin d'éviter toute contamination et évolution de l'échantillon.

Tableau 7: Conservation des prélèvements selon les normes NF EN ISO (**Rodier 2009**)

Caractéristiques ou éléments analysés	Récipient	Technique de conservation	Volume min du prélèvement en ml	Température de conservation au c°	Effectuer la mesure avant...
Conductivité	P ou Vb	Mesure in situ de préférence	100	4	24h (obsc)
Dureté totale(TDS)	P ou Vb	Acide nitrique q.s.p/ph<2	100	-	1mois
Oxygène dissous (mg/l)	Vb	Mesure in situ de préférence	300	4	24h
Turbidité	Pou V	-	100	4	24h (obsc)
Température	-	Mesure in situ de préférence	-	-	Instantané ment
pH	Pou V	Mesure de préférence in situ	100	4	6h (obsc)
Salinité	-	Mesure de préférence in situ	100	-	-

Hydrocarbures	V	Acide sulfurique q.s.p.ph<2	1000	4	1 mois
DBO5	P ou v	Remplir complètement	1000	4	24h (obsc)

4. Méthodes et paramètre d'analyse de l'eau

4.1 Les paramètres Physicochimiques

4.1.1 La température

La température est un paramètre qui influe directement sur la solubilité de l'oxygène et la vitesse des réactions biochimiques du métabolisme de l'organisme. La température optimale a été mesurée par un thermomètre.

4.1.2 Le PH, TDS et la conductivité

Les trois paramètres sont mesurés par un seul appareil, un multi-paramètre. En prend 100 ml d'échantillon dans un bécher par un conductimètre. On plonge successivement la sonde de conductivité et l'électrode de PH dans l'échantillon en attente un bon moment la stabilisation de la mesure pour faire la lecture. Le TDS en mg/l et la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 15:pH mètre_Conductimètre de paille

4.1.3 Mesure de la salinité et l'oxygène dissous

On prend 200 ml d'échantillon dans un bécher par un conductimètre. On plonge successivement les deux sondes de l'oxymètre, l'un pour mesurer l'oxygène dissous et l'autre pour la salinité dans l'échantillon en attend un bon moment la stabilisation de la mesure pour faire la lecture.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

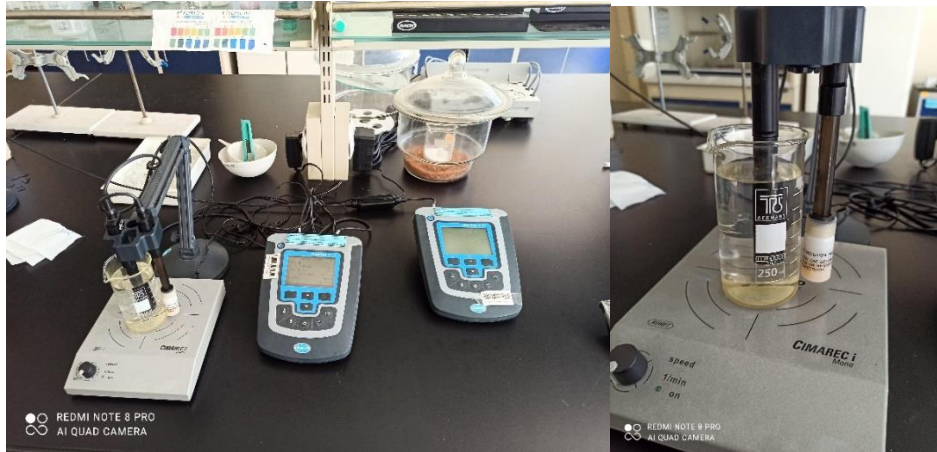


Figure 16: représentation de méthode opératoire : mesure de salinité et d'oxygène dissous

4.1.4 Mesure de la turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect plus au moins trouble de l'eau. Pour la mesurer on utilise un turbidimètre, tous d'abord il faut vérifier l'étalonnage de l'appareil. Assurer le rinçage de cuve deux fois avant la remplir avec de l'eau échantillonner (environ 30 ml) et placer immédiatement le bouchon sur la cuve pour échantillon, nettoyer la cuve pour échantillon avec un chiffon doux non pelucheux pour éliminer les traces.

Utiliser le chiffon d'huilage fourni pour appliquer l'huile uniformément sur la surface de la cuve pour échantillon. Retirer l'excès d'huile. Vérifier que la cuve pour échantillon est presque sèche après placer la cuve pour échantillon dans le porte-cuve. Appuyer sur le couvercle jusqu'à ce qu'un clic retentisse. Relever la valeur lorsqu'elle est stable



Figure 17: Turbidimètre

4.1.5 Demande biochimique en oxygène DBO₅

La DBO₅, « demande biochimique en oxygène », est une unité de mesure de référence de la pollution organique des eaux. En observant les taux et les variations de la concentration en oxygène dissous dans l'eau, on peut en déduire la quantité de polluants organiques qu'elle contient.

La raison est simple : bactéries et micro-organismes ont besoin d'oxygène pour dégrader (par oxydation) les matières organiques. En cas de forte pollution de ce type, la suractivité des micro-organismes provoque une baisse de la quantité d'oxygène dans l'eau. Par conséquent, plus la demande d'oxygène est élevée (et donc son taux diminue), plus cela permet de quantifier la pollution.

L'échantillon d'eau mesuré à l'aide d'une fiole à trop plein, est introduit dans des flacons ambrés maintenus dans une enceinte thermo statée est mis à incuber en présence d'air à une Température de 20 °C, pendant 5 jours sous agitation constante.

Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par de l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessous de l'échantillon.

Chaque flacon est muni d'un manomètre qui enregistre la dépression provoquée par la consommation de l'O₂ et la fixation du CO₂ (**Rodier ,2009**).



Figure 18: Une image d'un Oxyton (WTW)

5. Les hydrocarbures

la plupart du temps référence aux huiles minérales qui comportent des substances telles que les alcanes, les alcènes, etc. Outre leur toxicité, ces substances peuvent limiter l'apport d'oxygène dans les eaux de surface lorsqu'elles sont présentes en concentrations élevées pour mesurer les hydrocarbures en utilise le mode opératoire comme le suit :

Collecter 1 litre d'échantillons d'eau représentatif dans un flacon en verre bouchonné préparer l'analyseur des hydrocarbures dans l'eau OCMA-350 laisser le stabiliser durant 30 min à l'aide d'une ampoule à décanter graduer de 100 ml, prendre 30 ml d'échantillon on ajoute 1 à 2 goutte de HCl pour rendre le pH à 2.

Ajouter 30 ml de solvant d'extraction S-316 fermer l'ampoule a décanté agiter rigoureusement et dégazer plusieurs fois laisser le mélange se reposé 30 seconde jusqu'à la bonne séparation faire extraire le maximum de la phase organique dans un bécher puis ajouter environ 1g de sulfate de et bien agiter.

A l'aide d'un papier filtre (WATMAN No 40) centenaire en verre faire filtrer la phase organique, remplir la cellule avec 6.5 ml de la phase organique jusqu'à la limite indiquée par V

Placer la cellule on positionnant le point blanc en face dans l'analyseur et lire le résultat en mg/l enlever la cellule et nettoyer avec le solvant récupérer le solvant dans le générateur de solvant SR-305



Figure 19: appareillage utiliser dans la mesure des hydrocarbures

6. Les métaux lourds

La spectrométrie UV-visible est utilisée ici pour les analyse des métaux lourds dans les effluents industriels. Les métaux lourds sont analysés à l'aide d'un complexant agent donnant des complexes colorés avec métaux lourds .



Figure 20: La spectrométrie UV-visible

Mode opératoire

Pour chaque mesure la séquence suivante est exécutée, la durée minimale d'une mesure étant de 5 minutes (sans dilu-teur) :

- Remplissage de la cuve par un volume constant d'échantillon. Pour réaliser le blanc, c'est-à-dire la référence spectrale sans les éléments de l'échantillon, on utilise de l'eau.
- Ajout d'un volume précis d'une solution tampon à pH =9,2 qui contient un réducteur afin de neutraliser le chlore actif.
- Ajout d'un volume précis de réactif (PAR) saturé en calcium (CaCO₃).
- Après agitation par injection de bulles, la mesure d'absorbance est réalisée à l'aide d'un monochromateur Jobin-Yvon CP140 et d'une barrette de photodiodes Hamamatsu de 256 pixels. La source de lumière est une lampe Xénon flash pilotée, de très longue durée de vie.
- Après la mesure, on peut rincer la cellule soit avec de l'eau déminéralisée, soit avec une solution acide si l'échantillon est salissant.

1. Caractéristiques physico-chimiques

1.1. Température

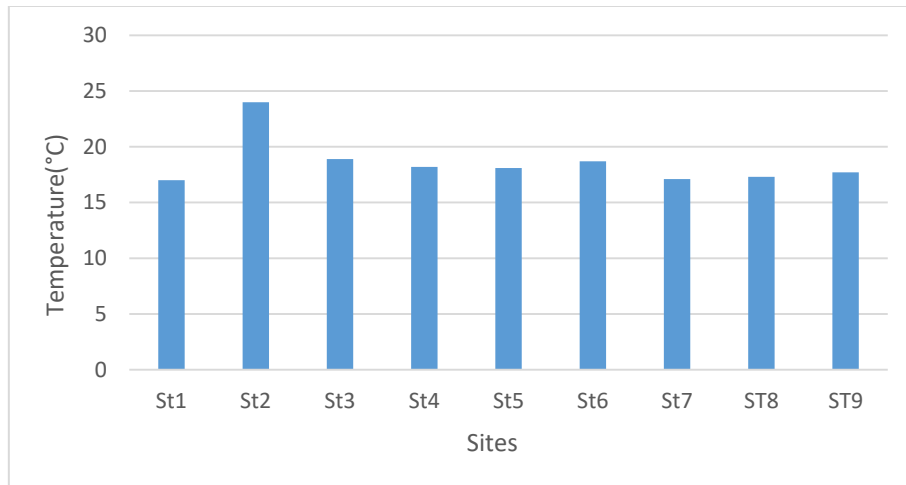


Figure 21: Variations de la température de l'eau de mer

La température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimique des écosystèmes aquatique (**Rodier, 2009**)

D'après les résultats de mesure de la température des sites d'étude effectué en mois de mars, on remarque que les valeurs varient entre 17°C et 19°C, en effet la température dans ces sites, suit la température de l'air, sauf dans le site2 (l'îlot des chèvres) elle s'élève à 24° à cause de la zone industrielle qui est a proximité de ce dernier, sauf que les valeurs ne dépassent pas la norme algérienne (JORA ,2006).

1.2. pH

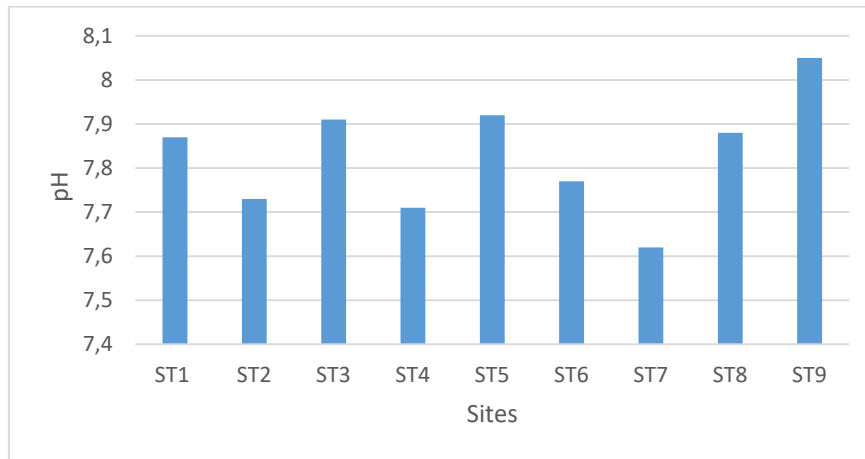


Figure 22: Variations du pH de l'eau de mer

Le pH représente la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité en chimie d'une solution ou d'un milieu. Plus précisément, le pH mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions oxonium H_3O^+ (Rodier, 2009).

D'après les résultats obtenus lors de notre étude, le pH des eaux est compris entre une valeurs maximale de 8.05 (site 9 Tamanart) et une valeur minimale de 7.62 (site7 Oued El Hadjer).

La valeur limite inférieure et supérieure du pH est respectivement entre 6,5 et 8,5, en effet les eaux marines prélevées durant notre période d'étude ne dépassent pas les normes édictées par (JORA, 2006)

1.3. TDS

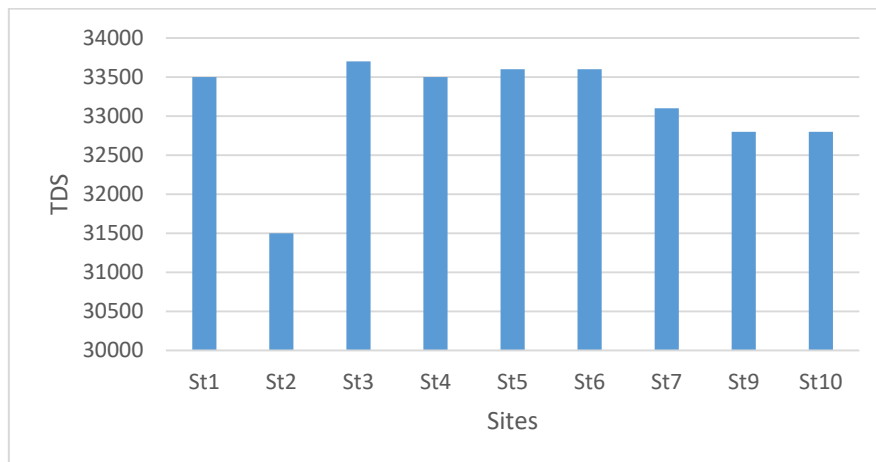


Figure 23: Variations de TDS de l'eau de mer

Le TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Il est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques (**Rodier, 2009**).

D'après les résultats obtenus on remarque que les valeurs de TDS sont entre 31500 et 33700 avec une moyenne de 32600 mg/l, ce qui révèle que l'eau prélevée lors de notre période d'étude est une eau très dure.

1.4. Conductivité électrique

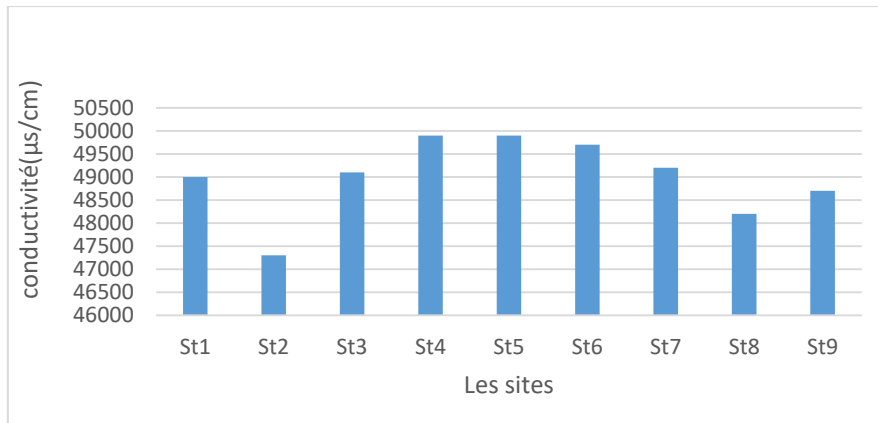


Figure 24: Variations de la conductivité électrique de l'eau de mer

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. Elle dépend de la quantité des sels inusables. En effet des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions des zones de mélanges ou d'infiltration (**Rodier, 2009**).

Le profil de la variation de la conductivité est similaire à celui de la salinité, comme l'illustre. Cette illustration montre, aussi, une baisse sensible dans la valeur de la conductivité au niveau du site St2 (plage l'îlot des chèvres). Les autres sites sont entre 49900 et 48200 µs/cm. Ces valeurs sont considérées importantes, et dépassent de loin la conductivité des eaux marines qui est de l'ordre de 30000 µs/cm, ce qui est expliqué par une minéralisation très forte.

1.5. Salinité

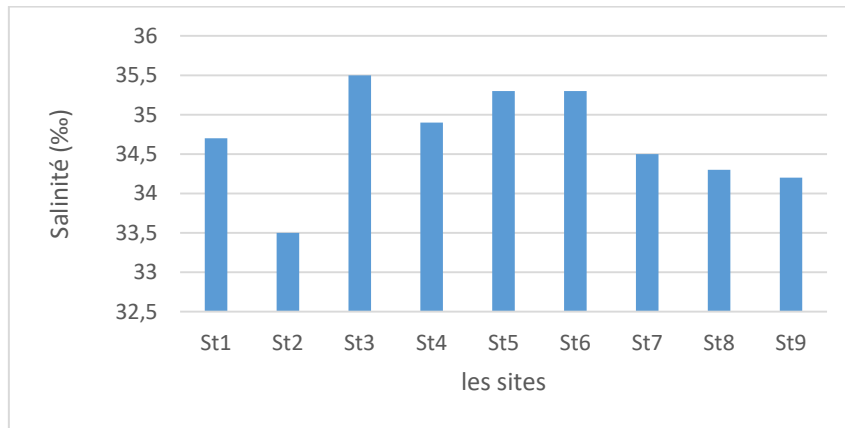


Figure 25: Variations de la salinité de l'eau de mer

Les variations de la salinité sont similaires à celles de la conductivité. L'influence du déversement des effluents liquides a été confirmée par une baisse sensible dans les valeurs de salinité de l'eau de mer. Cette diminution a été ressentie plus spécialement au niveau du site St2 (plage l'ilot des chèvres) qui a marqué la plus faible valeur de salinité (33.5‰)

Une valeur maximale a été marquée au niveau de St3 (Boumarouen), l'élévation de la salinité peut aussi être due à un facteur anthropique. Il peut s'agir des rejets salins industriels tels des industries chimiques ou le drainage minier acide. D'autres sites restent très légèrement influencés par les apports d'eaux et restent de salinité spécifique de la méditerranée.

1.6. Oxygène dissous

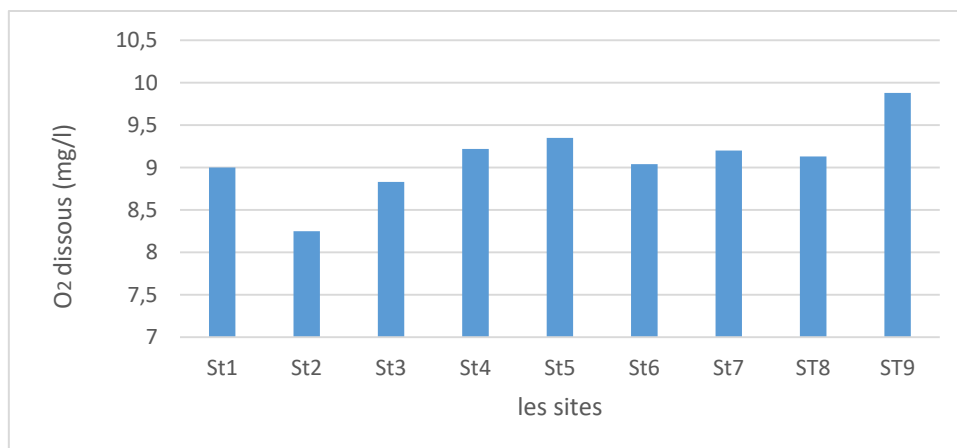


Figure 26: Variations de l'oxygène dissous de l'eau de mer

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière et l'agitation de l'eau. Cette concentration en

oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. **(Rodier, 2009)**

Les valeurs de l'oxygène dissous varient entre 9.88 mg/l et 8.25 mg/l avec une moyenne de 9.07mg/l. La valeur maximale enregistrée au niveau de St9 (9.88)(Oued El Hadjed) , St2 avec (8.25 mg/l) (l'ilot des chèvres) enregistre la plus faible valeur .

1.7 Turbidité

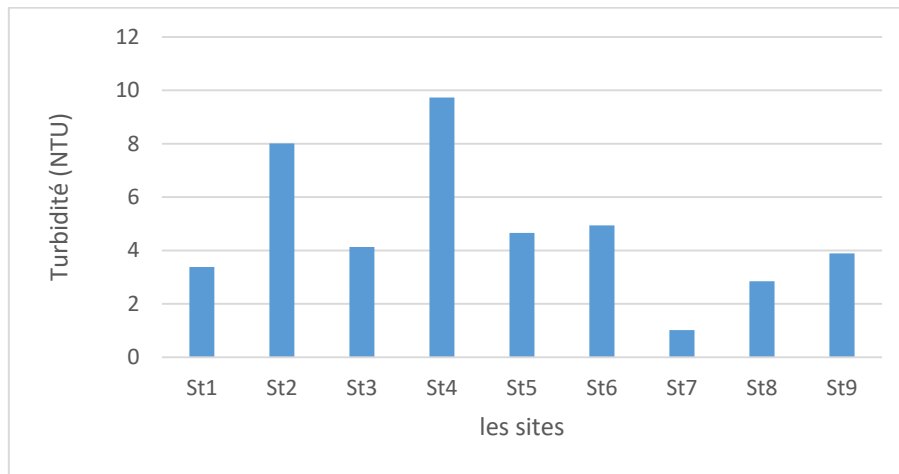


Figure 27: Variations de la turbidité de l'eau de mer

La turbidité mesure et quantifie l'état d'une eau troublé par des particules en suspension ; cela s'applique à toutes les eaux. La turbidité reflète ainsi l'état d'un liquide du a la présence de particules en suspension **(Rodier, 2009)**

L'examen de la figure 26 révèle, une valeur maximale dans le St4 (port de Stora) et le St2 (plage l'ilot des chèvres), ces sites sont considérés comme les plus turbides durant notre période d'étude, cette augmentation est causée par la présence des matières en suspension des matières organiques et d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau.

Les valeurs enregistrées dans le reste des sites, varient entre 4.94 NTU et 3,59 NTU au cours de mois de mars .Ces valeurs sont en conformités avec la valeur limite de turbidité 5 NTU **(JORA, 2006)**.

1.8.Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

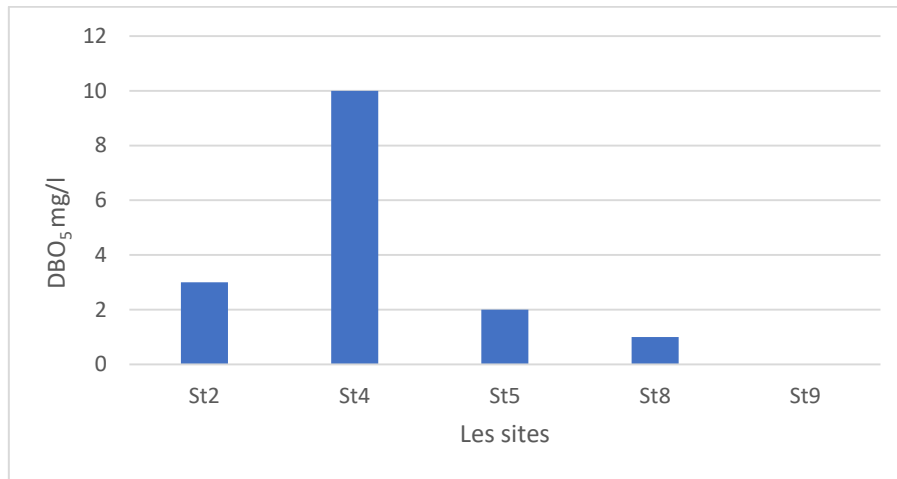


Figure 28: Variations de la DBO₅ de l'eau de mer

La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours, ou DBO₅ mesure la quantité de matière organique biodégradable contenue dans une eau. Cette matière organique biodégradable est évaluée par l'intermédiaire de l'oxygène consommé par les micro-organismes impliqués dans les mécanismes d'épuration naturelle. **(Ramade, 2000)**.

Les teneurs en DBO₅ enregistrées en 5^{ème} jour, sont comprises entre 10 mg/l et 1 mg/l avec une moyenne de 5.5 mg/l. Ces valeurs restent très au-dessous de la norme (<35 mg/l).

2.Les hydrocarbures

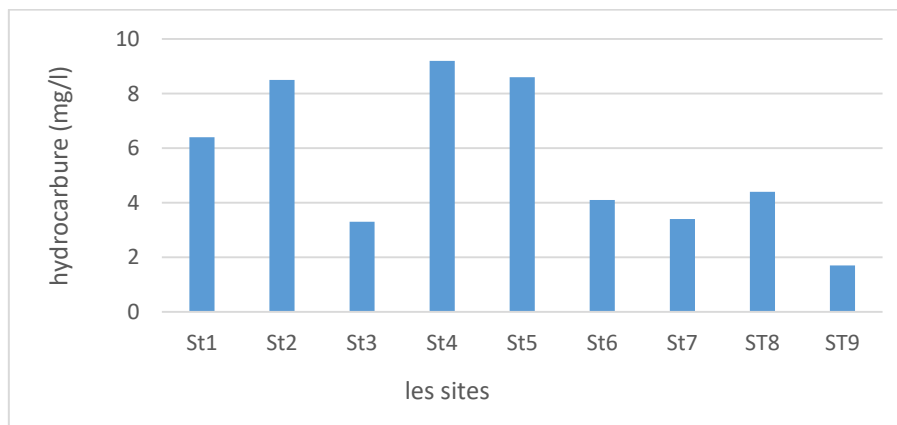


Figure 29: Variations des hydrocarbures de l'eau de mer

Des valeurs élevées en hydrocarbures ont été enregistrées dans les sites : St2 8.5 mg/l (lilot des chèvres) , St4 9.2 mg/l (port Stora) et St5 8.6 mg/l (port Marsa). Le site 2 est une plage affecter

par l'eau rejetée de la zone industrielle, les sites 4 et 5 représentent des ports de pêches, ce sont des zones d'activités portuaires qui peut générer une pollution organique.

Le site St9 enregistre une valeur minimale de 1,7 mg/l , cela revient à la position géographique de la plage Tamanart qui est éloignée de tous les activités qui provoque l'augmentation de ce polluant .Les valeurs enregistrée sont tous en dessous de la norme Algérienne qui est fixé a 10 mg/l (JORA,2006)

3.Les métaux lourds

3.1. Le Fer

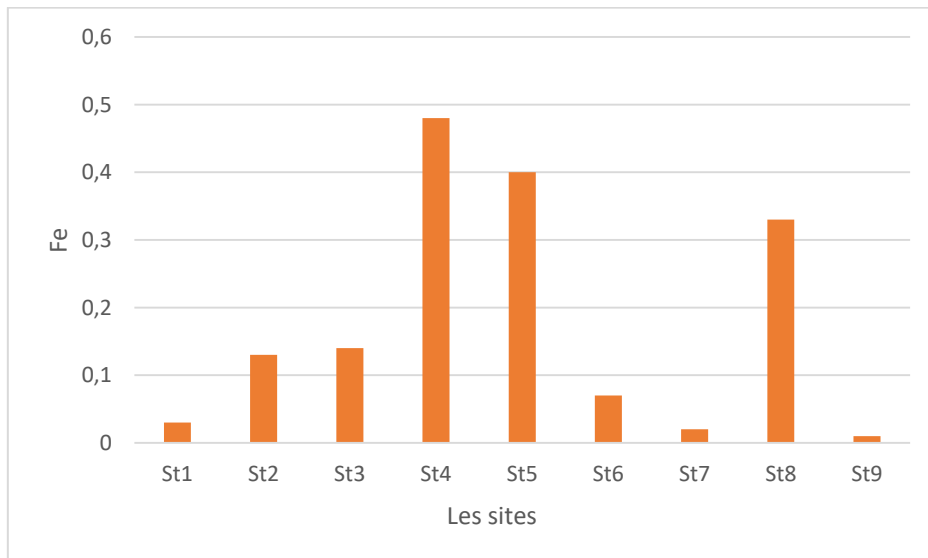


Figure 30: Variation spatiale du Fer dans les eaux de mer

Le fer est l'un des métaux toxiques pour la vie aquatique. Les particules du fer tendent à se déposer sur les branchies des poissons et à entraîner leur colmatage (Rodier, 2009).

Les valeurs de fer enregistrées des eaux de mer, oscillent entre un maximum de 0.48 mg/l et un minimum de 0.01mg/l, ces résultats sont en conformité avec la norme (JORA, 2006). Donc les teneurs du fer obtenus sont dans la norme.

3.2. Le Plomb

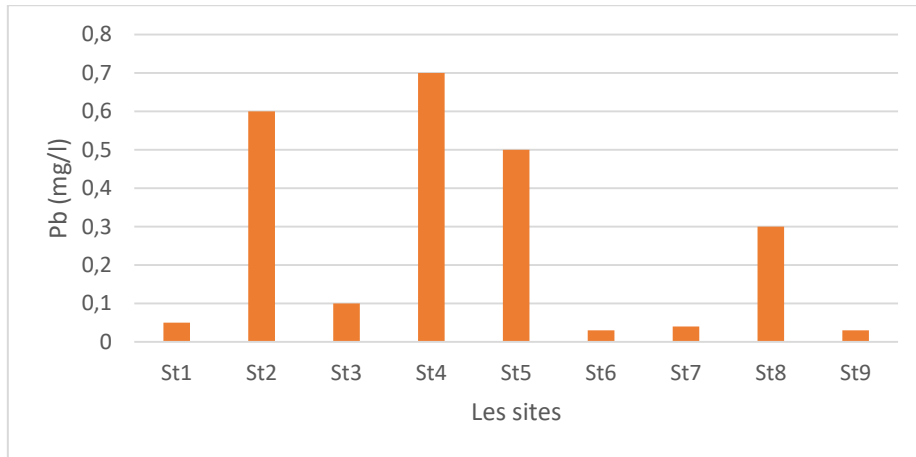


Figure 31: Variations spatiale du plomb dans les eaux de mer

La quantification du plomb dans l'eau de mer, a montré des teneurs très élevés dans les neuf sites, durant la période d'étude, varient entre 0.03 et 0,7 mg/. des teneurs sont nettement supérieures à 0,5 mg/l [valeur limite édictée par la réglementation algérienne (JORA, 2006)] dans st2 avec 0.6 mg/l (l'ilot des chèvres) , en effet ce site est contaminé par les rejets de la zone industrielle , ainsi que le St4 avec 0.7 mg/l et st5 avec 0.55mg/l , ces deux sites sont des ports de pêches , ces derniers connus par les rejets des bateaux et barques de pêches. Ces valeurs constituent un risque potentiel pour certaines espèces marines (Rodier, 1998)

3.3.Le Zinc



Figure 32: Variations spatiale du zinc dans les eaux de mer

Les teneurs en zinc sont maximales dans le site 2 (l'îlot des chèvres), site 4 (port Stora), et site 5 (port Marsa). Puis elles chutent dans les autres sites sur un intervalle de 0 jusqu'au 0.5 mais les valeurs les plus fortes restent bien en de dessous de la limites normative (3mg/l)

La variation du Zn est très significative, avec un maximum de 0.9 mg/l pour le site 2 et un minimum de 0.02mg/l pour le site 7. Cette différence entre les valeurs peut s'exprimer par la distance et la proximité des sites aux sources de pollution.

La présence du Zn dans le St2 (l'îlot des chèvres) avec une valeur maximale ne dépassant pas la norme (3 mg/l) nous permet de constater qu'il n'y a pas de pollution par cet élément.

Conclusion

La surveillance de la pollution de la zone côtière de la région de Skikda, à l'aide de prélèvements spatial d'échantillons d'eau ; notamment, par l'analyse physico-chimique (T°C, pH, conductivité...), organique (hydrocarbures totaux) et des ETM (Zn, Pb, Fe), des eaux marines superficielles.

Les résultats d'analyses obtenus pour les paramètres physico-chimiques ont mis en évidence des concentrations moyennes en température de 18,6 avec un pH moyen de 7.3, TDS=33600 mg/l, DBO₅= 5.5 mg/l, salinité=23,1mg/l, turbidité=56,5mg/l, les hydrocarbures avec 0.3mg/l et les métaux lourds avec (fer =0.3, zinc 0.5= et plomb=0.4) .

Ces résultats ne dépassent pas les valeurs limites fixées par la réglementation en vigueur (algérienne) dans les sites (St 2, 4 et 5), ces zones sont dépourvues de toute pollution, ont également été mises en évidence. En effet les eaux superficielles telles que la plage Remila 3, Oued El Hdjar et Tamanart étant loin de toute source de pollution sont des zones que l'on devrait préserver dans le cadre du développement durable.

Cependant, il est clair que les analyses partielles et irrégulières n'ont souvent pas la précision et la rigueur nécessaires. Pour cela, il est nécessaire de mettre en œuvre des politiques de sécurité et de protection de l'environnement, notamment :

- Créer des laboratoires professionnels
- Définition des responsabilités et des autorités
- Employés qualifiés, communicants, informatifs et motivés
- Mettre en œuvre un système d'examen/d'évaluation
- Mise en place d'actions correctives
- Formation de haute qualité et adéquate et amélioration continue du personnel
- Des ressources matérielles appropriées
- Télédétection
- Création de zones écologiques protégées (ZPE)
- Maîtrise des informations et données environnementales
- Harmonisation et standardisation des données et informations environnement

Les références bibliographiques

- A.E.E. (Agence Européenne pour l'Environnement), 2006. Problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Rapport n ° 04/2006. 93p.
- ADEME, Marek C., Parisot F. ; ECOGEOS, Guyomard M., Marcoux M., Rondel M. ; LEESU, Tramoy R. 2020. Lutte contre la pollution par les déchets plastiques en milieu marin. Synthèse. 19 pages.
- ACHICHE Krime, LARBI Samir ,2010 ; impact des eaux usées et des embouchures des oueds sur la qualité des eaux de la baie de Bousmail mémoire ingénieur ENSSMAL ,78 pages
- BARNABE G. , 199 Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture . Edit . Lavoisier-Tec & Doc . Paris . pp 1-66 available at: <http://www.Ville de Skikda - Algérie - Sara Voyages.com>
- BINEY C. et al . , 1994. Etude des métaux lourds . Document technique du CPCA 25. Rev. de la pollution dans l'environnement aquatique africain . Archive de document de la F.A.O. Rome . 27p.
- BOULKRABET AISSA, La question risque industriel et le développement durable an Algérie cas de Skikda, mémoire de magister, université de Constantine 2011.
- Brennecke, D., E. C. Ferreira, T. M.M. Costa, D. Appel, B. A.P. de Gama, M. Lenz (2015). Ingested microplastics are translocated to organs of the tropical fiddler crab *Uca rapax*. *Marine Pollution Bulletin*, 96, 491-495
- Direction de l'environnement .2011 . Méditerranée et lutte contre la pollution, paris
 - GAUJOUS D. , 1995. La pollution des milieux aquatiques . Aide - mémoire . Edt . Technique et documentation - Lavoisier . 220p
 - G.I.S Posidonie . 1996. Groupement d'Internet Scientifique d'études et de protection de l'environnement marin Biologie méditerranéenne , nuisance et pollution .
 - Goeury, D., 2014. la pollution marine,in woessner Raymond (dir),Mers et océans. Paris :Atlande ,Clefs concours
 - Gravez V & Bernard G. 2006. Pollution marine : Les définition. www.com.univ-mrs.fr .
 - JORA., 2006. Journal Officiel de la République p16, p 23 Algérienne. Décret ministériel n°06141 du 19 avril 2006

- Moriarty F. 1990. Ecotoxicology. The study of pollutants in Ecosystems. Academic Press, London, 289p.
- LEVEQUE C. , 1996. Les fondamentaux Ecosystèmes aquatiques . Edt . Hachette . Paris . 159p .
- Marchand M & Kantin R. 1997. Contaminants chimiques en milieux aquatiques . Océanes Vol. 21 (2), 1995, Vol. 22 (3), Vol. 23 (4)
- Mouchel J - M , Thévenot D. 2003. Support de cours d ' Eco toxicologie du CEREV << Centre d'Enseignement et de Recherche Eau Ville environnement »
- P.N.U.E (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) , 2004. Mers et océans morts ou vivants ? : La mer méditerranée . Publié par P.N.U.E Bruxelles . Edition spéciale . 16p .
- RAMADE F. , 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions les polluants de l'environnement à l'homme . Edt . Ediscience international . Paris . 690p . RAMADE F. , 2003. Eléments d'écologie - écologie fondamentale . 3ème . Edt . Dunod . 690 p
- RFEA. 1990. Réseau Francophone sur l'Eau et l'Assainissement. Les types de pollution. Fiche d'information.
- RNB.1999. Réseau National de Bassin. Les micropolluants dans les cours d'eau français, 3 années d'observations (1995 à 1997). Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et les agences de l'eau. France.
- RODIER J, 2009. L'analyse de l'eau : analyses physico-chimiques des eaux naturelles, 9emeEdition Dunob, Paris
- SABRA N.Y. , 1998. Biosolubilisation des métaux lourds à partir de sédiments pollués . Thèse de Doctorat en Génie enzymatique , Bioconversion et Microbiologie . Univ . De Technologie de Compiègne - France . 227p
- Sara, 2010. Ville de Skikda - Algérie - Sara Voyages. [En ligne]
- S. BAHE, 2008, Les pollutions maritimes accidentelles en France : risques, planification, gestion de crise, thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale.
- Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., vom Saal, F. S., 2009b. Our plastic age. Philo-Sophical Transactions of the Royal Society of London B : Biological Sciences 364(1526)1973–1976.

- Vincent M. 2006. Etude d'expertise en Aquaculture - Environnement - Pêche - Pollution .
Saint - Maximin - France