

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955-سكيدة-
Université 20 Aout 1955- Skikda



Faculté des sciences
Département Ecologie et Environnement

Mémoire Présenté en Vu de l'Obtention de Diplôme de Master
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Ecologie des Milieux Naturels
Intitulé :

Biosurveillance de la pollution marine du littoral de Skikda

Présenté par :

- ✚ BADIS Manal
- ✚ BOUAMAMA Samah
- ✚ DJIDJA Niama Ellah
- ✚ TARFA Nabila

Membre de Jury :

Dr KAHIT FZ (MCB)	Présidente	Université 20 Aout 1955 Skikda
Dr ZAOUI L (MCA)	Examinatrice	Université 20 Aout 1955 Skikda
Dr ABBACI S (MAA)	Rapporteur	Université 20 Aout 1955 Skikda

Année universitaire 2023-2024

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955-سكيدة-
Université 20 Aout 1955- Skikda



Faculté des sciences
Département Ecologie et Environnement

Mémoire Présenté en Vu de l'Obtention de Diplôme de Master
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Ecologie des Milieux Naturels
Intitulé :

Biosurveillance de la pollution marine de littoral de Skikda

Présenté par :

- ✚ BADIS Manal
- ✚ BOUAMAMA Samah
- ✚ DJIDJA Niama Ellah
- ✚ TARFA Nabila

Soutenue le : 02/07/2024

Membre de Jury :

Dr KAHIT FZ (MCB)	Présidente	Université 20 Aout 1955 Skikda
Dr ZAOUIL (MCA)	Examinatrice	Université 20 Aout 1955 Skikda
Dr ABBACI S (MAA)	Rapporteur	Université 20 Aout 1955 Skikda

Année universitaire 2023-2024

Remerciement

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين

Nous sommes heureux d'exprimer nos sincères remerciements et notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études, que chacun de nous dédie à nos parents bien-aimés, ainsi qu'à tous ceux qui ont cru en nous et nous ont soutenus tout au long de notre parcours académique.

Nous exprimons nos sincères remerciements et notre appréciation aux distingués membres du jury Dr KAHIT et Dr ABBACI, pour avoir accepté de discuter de notre mémorandum, et pour leurs précieux commentaires qui nous ont aidés à l'améliorer et à le développer.

J'adresse mes remerciements particuliers et mon appréciation à notre professeur superviseur, Dr Lilia Zaoui, pour sa supervision constante et son suivi continu avec nous pendant les étapes de préparation du mémorandum, pour son orientation avisée et ses précieux conseils, ainsi que pour sa patience et sa diligence avec nous.

Nous adressons nos sincères remerciements et notre gratitude à nos chères familles et amis pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de notre parcours académique, ainsi que pour leur patience et leur endurance face aux difficultés.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémorandum, y compris les professeurs d'université, l'administration, les employés et nos camarades de classe.

En conclusion:

Je demande à Dieu Tout-Puissant de nous accorder le succès dans notre parcours scientifique et pratique, et de faire de ce mémorandum une contribution utile dans le domaine de l'écologie de milieu Naturel.

Dédicace

*Je rends grâce à (DIEU) de m'avoir donné le courage, la volonté ainsi que
la conscience d'avoir pu terminer mes études.*

Je dédie ce modeste travail :

*A mon mère , celle qui a le cour le plus grand au monde ,la personne
généreuse ,patiente et tendre qui a fait beaucoup de sacrifices pour me
guider ver de bon chemin .*

*A mon père , qui m'a donnée une éducation digne et qui a fait de moi ce
qui je suis aujourd'hui.*

*A ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenu dans mon parcours
universitaire :*

Mon fiancé : Aymen

*Mes frères : Achraf ,Abd EL Moumen, Abd EL Mouhaimen,
Siradj Eddine.*

A ma chère amie : Achouak.

*A mes professeurs, à ma famille et tous ceux qui m'ont soutenu et ont
cru en moi.*

Nabila

Dédicace

*Je dédie ceci comme l'aboutissement de mes efforts durant toutes ces
années d'études :*

*A ma chère mère, qui m'a aidé et guidé mes pas et à sa tendresse que
tous les mots du monde ne sauront décrire .*

*A mon cher père , Mon soutien moral et source de joie et de bonheur est
celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite .*

*A ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenu à chaque étape, je dédie la
joie de mon diplôme à mon cher mari, Djaber*

A mon unique et cher frère, Amin

*A mes amis, à mes professeurs, à ma famille et tous ceux qui m'ont
soutenu et ont cru en moi.*

Samah

Dédicace

*Je tiens à remercier ma mère et mon père qui m'ont soutenu
financièrement et moralement tout au long de mon parcours
universitaire.*

Je tiens également à remercier es frères : Abd Raouf, Abir, Afef, Nadjib.

Merci à tous mes amis et ma famille.

*Salutations à mes amies manel, nabila et samah qui ont participé avec
nous au mémoire de fin d'études.*

un merci spécial à mes amis proches Manal et Chaima.

Niama Ellah

Dédicace

Au nom de mon Créateur et facilitateur de mes affaires

Je me dédie d'abord ce succès, puis à tous ceux qui ont travaillé avec moi pour mener à bien ce voyage. Vous avez toujours été pour moi un soutien qui n'a pas d'âge.

Je dédie mon diplôme à celui dont je porte le nom avec fierté, à celui qui a récolté les épines sur mon chemin pour m'ouvrir le chemin de la connaissance après la grâce de Dieu. Ce dans quoi je suis remonte à l'homme qui a lutté tout au long de sa vie. pour que nous soyons meilleurs que lui, « mon cher père ».

À mon premier modèle, à celui dont les prières ont été le secret de ma réussite, à celui qui a été et est toujours mon principal encouragement sur ce chemin de ma vie, à celui dont la grâce ne peut décrire la grâce, "ma chère mère."

Et je n'oublierai pas mes âmes sœurs qui ont partagé avec moi les étapes de ce chemin, celles qui m'ont encouragé à persévérer et à terminer ce voyage, les compagnes des années et ma sœur.

Je remercie Dieu pour tout ce qu'il m'a permis d'atteindre ce moment. Le voyage n'a pas été court et les choses n'ont pas été faciles, mais j'étais pour et me voilà sur le point d'obtenir mon diplôme.

Louange à Dieu pour toujours et pour toujours.

Manal

Résumé :

A travers cette étude, nous avons évalué la qualité des eaux côtières au niveau du littoral de Skikda. Cette étude s'appuie sur le prélèvement d'échantillons d'eau de mer provenant de six localités pour en déterminer les caractéristiques physicochimiques et déterminer la concentration en métaux lourds, plomb et azote, et des indicateurs de pollution.

En plus du suivi des indicateurs biologiques chez les espèces benthiques *Arbacia lixula*, des échantillons ont été prélevés sur trois sites et les analyses suivantes ont été réalisées pour le fer, le chrome et le zinc. La campagne de prélèvement d'échantillons s'est étalée sur les mois de mars et avril 2024.

Les résultats obtenus ont révélé des changements spatiaux et temporels dans les propriétés physiques et chimiques, les indicateurs de pollution et la concentration de métaux lourds. Ces différences ont montré des résultats variables, mais n'ont pas dépassé la valeur maximale des normes de température, de pH, de salinité et de MES. Par contre, nous avons constaté que la valeur de turbidité aux sites 6 et 5 dépassait la norme admise, et cela est dû aux rejets de la zone industrielle. Ces eaux côtières sont également caractérisées par une concentration importante de conductivité, ce qui explique leur forte minéralisation et leur caractère très solide, et donc une diminution significative de l'oxygène dissous, ce qui signifie la présence d'une activité bactérienne importante, ce qui est confirmé par des taux élevés de DCO. Force est de constater que la concentration en métaux lourds dans les sites étudiés montre une contamination au plomb et à l'azote.

Grâce à notre étude des indicateurs vitaux, les résultats ont montré la présence d'une contamination au fer dans les trois sites, la présence d'une contamination au chrome dans les sites S2 et S3 et la présence d'une contamination au zinc dans les sites S1 et S3.

Mots clés : littoral, Skikda, Indicateur, Zone industrielle, pollution, analyses physicochimique.

ملخص :

من خلال هذه الدراسة قمنا بتقييم نوعية المياه الساحلية على ساحل سكيكدة. اعتمدت هذه الدراسة على جمع عينات مياه البحر من ستة مواقع لتحديد خصائصها الفيزيائية والكيميائية وتحديد تركيز المعادن الثقيلة والرصاص والنيتروجين ومؤشرات التلوث.

بالإضافة إلى رصد المؤشرات البيولوجية في الأنواع القاعية *Arbacia lixula*.

تم أخذ العينات من ثلاثة مواقع وإجراء التحاليل التالية : الحديد و الكرو و الزنك .

تمت حملة جمع العينات خلال شهري مارس وأبريل 2024.

أظهرت النتائج المتحصل عليها تغيرات مكانية وزمانية في الخواص الفيزيائية والكيميائية ومؤشرات التلوث وتركيز المعادن الثقيلة. وأظهرت هذه الاختلافات نتائج متغيرة، ولكنها لم تتجاوز القيمة القصوى لدرجة الحرارة و درجة الحموضة و الملوحة والمواد المعلقة . و من ناحية أخرى وجدنا أن قيمة العكارة في الموقعين 5 و 6 تجاوزت القيمة الطبيعية و ذلك بسبب التصريفات من المنطقة الصناعية . و تتميز هذه المياه الساحلية أيضا بتركيز كبير في الناقلية ، و هو ما يفسر تمعدنها القوي و طابعها الصلب للغاية ، و بالتالي إنخفاض كبير في الأكسجين المذاب ، مما يعني وجود نشاط بكتيري كبير، و هو ما تؤكد مستويات الطلب على الأكسجين الكيميائي العالية .ومن الواضح أن تركيز المعادن الثقيلة في المواقع المدروسة يدل على تلوثها بالرصاص والنيتروجين .

وبفضل دراستنا للمؤشرات الحيوية أظهرت النتائج وجود تلوث بالحديد في المواقع الثلاثة وجود تلوث بالكروم في الموقعين 2 و 3 و وجود تلوث بالزنك في الموقعين 1 و 3 .

الكلمات المفتاحية: الخط الساحلي، سكيكدة، المؤشر، المنطقة الصناعية، التلوث، التحليلات الفيزيائية والكيميائية.

Summary :

Through this study, we assessed the quality of coastal waters on the Skikda coastline. This study is based on the collection of seawater samples from six localities to determine their physicochemical characteristics and determine the concentration of heavy metals, lead and nitrogen, and pollution indicators.

In addition to monitoring biological indicators in the benthic species *Arbacia lixula*, samples were taken from three sites and the following analyzes were carried out for iron, chromium and zinc. The sample collection campaign took place over the months of March and April 2024.

The obtained results revealed spatial and temporal changes in physical and chemical properties, pollution indicators and heavy metal concentration. These differences showed variable results, but did not exceed the maximum value of the temperature, pH, salinity and MES standards. On the other hand, we found that the turbidity value at sites 6 and 5 exceeded the normal value, and this is due to discharges from the industrial zone. These coastal waters are also characterized by a significant concentration of conductivity, which explains their strong mineralization and their very solid character, and therefore a significant decrease in dissolved oxygen, which means the presence of significant bacterial activity, which is confirmed by high COD levels.

It is clear that the concentration of heavy metals in the sites studied shows lead and nitrogen contamination.

Thanks to our study of vital indicators, the results showed the presence of iron contamination in the three sites, the presence of chromium contamination in sites S2 and S3 and the presence of zinc contamination in the sites S1 and S3.

Keywords: coastline, Skikda, Indicator, Industrial zone, Pollution, physicochemical analyses.

Liste des abréviations :

μS : Micro Siemens.

$^{\circ}\text{C}$: Degré Celsius.

CE : Conductivité électrique.

DBO : Demande Biochimique en Oxygène .

DCO : Demande Chimique en Oxygène .

Hcl : Acide chlorhydrique .

MES : Matière en suspension.

HNO_3 : L'acide nitrique.

NTU : Unité de turbidité Néphélométrique.

OD :Oxygène dissous .

Pb : plomb.

pH : Potentiel hydrogène.

T : Température.

TDS : solides totaux dissous.

Liste de Figure :

Figure 1: La pollution domestique .	3
Figure 2: La pollution pétrolière.	4
Figure 3:La pollution pluvial.....	5
Figure 4 : <i>Arbacia lixula</i> sue des substrats horizontaux.(Photo : R.MASSON à doris.ffessm.fr).	16
Figure 5:Discription penta-radiaire des gonades de l'oursin noir <i>A.lixula</i>	17
Figure 6: carte satillite montre la situation géographique de la wilaya de Skikda. (Baaloudj Afef ,2014).	20
Figure 7:carte représentant les six sites d'échantillonnage de la province de Skikda.	23
Figure 8:Une carte représentant les lieux de prélèvement de trois échantillons d'oursins dans la province de Skikda.	24
Figure 9:Blance digitale .Figure 10:Appareil de chauffage. Figure 11: Etape de filtration.....	26
Figure 12: <i>Arbacia lixula</i> . (Linnaeus, 1758).	27
Figure 13:Discription géographique d' <i>A.lixula</i> .(Tortonese &Vadon ,1987).	28
Figure 14: Photo montrant la morphologie externe de l'oursin <i>Arbacia lixula</i> Gauche:face orale ,droite: face aborale.	28
Figure 15:Test d' <i>Arbacia lixula</i> (vue dorsale).....	29
Figure 16:Morphologie externe d'un oursin actuel du genre Echinides (à droite: vue du côté de l'anus (dessus de l'animale) , à gauche : vue du coté de bouche (dessous).	30
Figure 17:Shima d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier (Tortones,1965)	31
Figure 18:Histogramme représente les moyens des valeurs de Ph	34
Figure 19:Histogramme représente les moyens des valeurs de température.	35
Figure 20:Hiistogramme représente les moyens des valeurs de conductivité.....	36
Figure 21:Histogramme représente les moyens des valeurs de TDS.	37
Figure 22:Histogramme représente les moyens des valeur de salinité	38
Figure 23:Histogramme représente les moyens des valeurs de turbidité.	39
Figure 24:Histogramme représente les moyens des valeurs d'oxygène dissous	40
Figure 25:Histogramme représente les moyennes des valeurs de MES;	41
Figure 26: Histogramme représente les moyennes des valeurs de DBO.	42
Figure 27:Histogramme représentes les moyennes des valeurs de Plomb.....	44
Figure 28:Histogramme représente les moyennes des valeurs d'Azote.	45
Figure 29:Variation spatial des teneurs en fer dans les oursins.	48
Figure 30:Les teneurs moyennes en chrome dans les oursin.	49
Figure 31:Les teneurs moyennes en Zinc dans les oursin.	50

Liste de Tableau :

Tableau 1:Classification des eaux selon la conductivité (Gasmi &Refice ,2020).	10
Tableau 2:Classification des eaux d'après leur Ph.	10
Tableau 3: Classe de turbidités usuelles NTU (Gasmi& Refice ,2020).	11
Tableau 4 :Identification des six points d'échantillonnages des zones d'études.....	22
Tableau 5:Identification des 03 point d'échantillonnage dans la zone d'étude.	23
Tableau 6:Résultats de l'analyse des paramètres physiques et chimiques.	33
Tableau 7:les teneurs moyennes des métaux lourds dans un oursin entier (mg/l).	47
Tableau 8: Méthode d'analyse des différents paramètres physicochimiques.....	59
Tableau 9:Identification des six points d'échantillonnage sans la zone d'étude.....	61

Sommaire :

Remerciement

Dédicaces

Résumés

Liste de abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
CHAPITRE 01 :La pollution marine	1
I. GENERALITE SUR LA POLLUTION MARINE	2
1. Notion et origine de la pollution marine :	2
1.1. Notion :	2
1.2. Origine de pollution marine :	3
a) La pollution domestique	3
b) La pollution pétrolière :	4
c) La pollution pluviale :.....	4
d) Pollution agricole :.....	5
2. Les types de polluants :	5
2.1. Les macro polluants :	5
2.2. Les micro polluants :.....	6
3. Les différents types de la pollution marine :	6
3.1. La pollution chimique :.....	6
3.2. Pollution physique :	7
3.3. Pollution biologique :.....	7
3.4. Pollution microbiologique :	7
4. Effets de la pollution :	8
5. Les paramètres de mesure de la pollution	8
5.1. Les paramètres organoleptiques :.....	8
a) La couleur :	9
b) L'odeur :.....	9
c) Le goût :	9
5.2. Les paramètres physico-chimiques	9
5.2.1. Les paramètres physiques :.....	9
5.2.2. Température :.....	9
5.2.3. Conductivité :	10
5.2.4. Le potentiel hydrogène pH :	10

5.2.5.	Turbidité :	10
5.2.6.	Matière en suspension (MES) :	11
5.2.7.	L'oxygène dissous (OD):	12
5.2.8.	Salinité :	12
5.2.9.	Solides totaux dissous (TDS):	12
5.3.	Paramètre chimique :	12
5.3.1.	La demande biochimique en oxygène (DBO ₅) :	12
5.3.2.	La demande chimique en oxygène (DCO) :	13
5.3.3.	L'azote (N) :	13
5.3.4.	Le Plomb :	13
I.	GENERALITES SUR L'ESPECE <i>ARBACIA LIXULA</i> :	14
I.	LES BIO INDICATEUR :	14
II.	GENERALITES :	14
1.	Caractéristiques des échinides :	14
1.1.	Description des oursins :	15
1.1.1.	Les Oursins irréguliers :	15
1.1.2.	Les oursins réguliers :	15
2.	Régime et comportement alimentaire des oursins réguliers :	15
3.	Biologie d'<i>Arbacia lixula</i> :	16
3.1.	Alimentation :	16
3.2.	Habitat :	16
3.3.	Reproduction et développement d' <i>Arbacia lixula</i> :	17
4.	Rôle écologique des oursins :	17
	CHAPITRE 2 :Matériel et méthode	19
I.	L'ETUDE DESCRIPTIVE DE LA WILLAYA DE SKIKDA :	20
1.	Situation géographique :	20
2.	Caractéristiques naturelles et conditions climatiques :	20
a)	Relief et morphologie :	20
b)	Climat :	21
3.	Le réseau portuaire :	21
II.	PRESENTATION DE LA ZONE D'ECHANTILLONNAGE :	22
1.	Echantillonnage :	22
1.1.	Période d'échantillonnage :	22

1.2.	Méthode d'échantillonnage :.....	22
a)	Echantillons d'eau.....	22
b)	Echantillons d'oursin	23
1.3.	Méthodes d'analyses d'eau :.....	24
I.	ECHANTILLONNAGE DE L'OURSIN NOIR <i>ARBACIA LIXULA</i> :.....	26
1.	Méthode d'analyse des oursin :	26
2.	Présentation de l'oursin noir <i>Arbacia lixula</i> :.....	27
2.1.	Systématique	27
2.2.	Distribution géographique :	27
2.3.	Caractères morphologiques.....	28
a)	Morphologie externe :.....	28
b)	Morphologie interne :	31
	Chapitre 03 :Résultats et discussion.....	32
II.	RESULTATS D'ANALYSE DES OURSINS :	46
1.	Méthode d'analyse :.....	46
2.	Les résultats d'analyse des métaux lourds dans les oursins:	47
2.1.	Les teneurs en fer :	48
2.2.	Les teneurs en chrome :	49
2.3.	Les teneurs en Zinc :	50
	Conclusion :	51
	Reference bibliographique :	53
	Annexes :.....	59

Introduction

Le milieu marin représente un enjeu considérable en termes de développement socio-économique. Ces dernières décennies, la pollution des océans à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale (Zakariya & Abdelatif,2015).

La mer méditerranéenne est soumise à un problème grave de pollution dû à l'accroissement des apports anthropogéniques côtiers de ses pays riverains en voie d'industrialisation. La civilisation moderne et l'activité de l'homme sont indéniablement les causes principales de la contamination de l'hydrosphère. (Bachari & Houma ,2005).

Les activités liées directement à la mer ont pris une place prépondérante, notamment dans les collectivités côtières cependant, elles sont tributaires de la santé et de la productivité du milieu marin. L'homme en investissant de plus en plus le milieu marin contribue au déséquilibre de ce milieu. Les ressources vivantes et la biodiversité sont menacées par les pressions anthropiques en termes d'aménagement du milieu côtier, de pollution et d'exploitation (Ismael ,2008).

La biosurveillance offre un outil attrayant pour l'évaluation de la pollution dans l'écosystème aquatique. Les bioindicateurs comprenant les algues, les macrophytes, le zooplancton, les insectes, les mollusques bivalves, les gastéropodes, les poissons, les amphibiens et d'autres sont énumérés et comparés pour leurs avantages et inconvénients dans biomonitoring pratique de la pollution aquatique par les métaux. (Zhou et al., 2008).

Les applications potentielles de biomonitoring sont proposées pour inclure principalement l'évaluation de la pollution aquatique réelle en métaux, bioremediation, prévision de toxicologie et recherchent sur le mécanisme toxicologique (Zhou et al., 2008).

La côte et le littoral Algériens et à l'instar de la majorité des zones côtières méditerranéennes, sont sensibles aux changements environnementaux, aux changements créés par le développement économique et aux changements d'utilisation du sol.

Le littoral de Skikda est pratiquement touché par diverses pollutions, on constate une densité urbaine importante sur la côte qui déverse ses rejets dans les eaux marines et des usines qui rejettent leurs déchets industriels et contribuent à polluer le milieu sous l'effet des substances toxiques.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est visé principalement à la biosurveillance de la qualité des eaux du littoral de Skikda pour déterminer la pollution et leurs effets sur les écosystèmes le long du littoral et par l'utilisation des oursins comme bioindicateurs de la pollution, en passant en revue des données disponibles et résultats obtenus à l'évaluation du niveau de contamination des eaux de mer afin de trouver des solutions pour préserver et exploiter rationnellement le milieu.

A cet effet le présent manuscrit s'articule en trois chapitres :

Le chapitre I, repose sur une synthèse bibliographique, réservé à la présentation de la pollution marine et des différents types de polluants du milieu marin, ainsi que généralités sur l'espèce *Arbacia lixula*.

Le chapitre II, est consacré aux Matériels et Méthodes, la description de notre zone d'étude. décrit la méthodologie adoptée au cours de ce travail, à savoir l'analyses des paramètres physico-chimiques des eaux de mer étudiées et les analyses des métaux lourds dans le matériel biologique utilisé.

Le chapitre III, est consacré à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus pour les différents paramètres mesurés et déterminés.

Et enfin une conclusion générale résumera l'essentiel du travail effectué

CHAPITRE 01 :
LA POLLUTION MARINE

I. Généralité sur la pollution marine

La pollution marine est définie comme l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances, ou d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine, qui entraîne ou qui est susceptible d'entraîner des effets nuisibles pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, avec pour conséquence, un appauvrissement de la biodiversité, des risques pour la santé humaine, des obstacles pour les activités maritimes, et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs ainsi que les autres utilisations de la mer, une altération de la qualité des eaux du point de vue de leur utilisation, et une réduction de la valeur d'agrément du milieu marin (Goeury, 2014).

On distingue la pollution générée par les substances chimiques et celle produite par les déchets aquatiques, qui comprennent tout solide ménager, industriel, naturel qui se retrouve dans l'environnement maritime et côtier. Ils peuvent être de nature très variée :

- ✓ Déchets flottants en surface ou dans la colonne d'eau,
- ✓ Déchets déposés dans les fonds,
- ✓ Déchets échoués sur les plages et sur le littoral.

80% de la pollution marine est d'origine terrestre, où les polluants sont transportés par le ruissellement des eaux suivant la dynamique des bassins versants mais aussi par l'air du fait du régime des vents, les surfaces marines recevant de nombreux dépôts atmosphériques. Or des phénomènes de saturation génèrent des désordres écologiques grandissant au point de menacer toutes les autres activités. (Goeury , 2014).

1. Notion et origine de la pollution marine :

1.1. Notion :

La pollution marine a été définie par la Commission Océanographique Internationale de l'UNESCO comme étant :

“...l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans l'environnement marin pouvant entraîner des effets délétères, tels que dommages aux ressources biologiques, dangers pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes, y compris les pêcheries, détérioration des qualités de l'eau de mer pour son utilisation et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs.”(Laurence ,2013)

L'essentiel des polluants provient des activités terrestres, à plus ou moins long terme tous les polluants rejetés dans la nature aboutissent au milieu marin, et les sources de pollution sont nombreuses : rejets domestiques (égouts), directement à la côte ou au large, par le biais d'un émissaire, port et centre urbain (les hydrocarbures et les métaux lourds ruissellent lors des pluies ou du lavage des chaussées), fleuve apportant les pollutions continentales (rejets industriels, pesticides agricoles), centrale thermique, raffinerie, grosse industrie (eau chaude, produits chimiques), rejets en mer des navires (déballastage, peintures anti-fouling) ou naufrages, chute de la pollution atmosphérique par les précipitations, enfin la pollution humaine directe : mégots de cigarette, produits solaires, déchets alimentaires (entre autres) sont les corollaires de l'utilisation de la mer dans le domaine des loisirs. (Laurence ,2013) .

1.2.Origine de pollution marine :

a) La pollution domestique

La pollution domestique, c'est quand nous jetons des produits dangereux dans nos éviers, nos baignoires ... Après ces produits dangereux ne sont pas filtrés dans les stations d'épuration alors les eaux usées sont directement rejetées dans la mer, puis ces produits s'attaquent aux algues. Ensuite de nombreux poissons meurent chaque année à cause d'humains qui jettent des produits dangereux. (Vincent, 2006) .



Figure 1: La pollution domestique .

b) La pollution pétrolière :

Il y a deux types de rejets pétroliers :

- Le premier s'appelle une marée noire, qui est causée par les naufrages de pétrolier. Les effets de cette pollution sont très dévastant dans la mer. Mais c'est aussi terrible pour les plantes et les poissons.
- Le deuxième type de rejet vient des hommes qui déversent volontairement plus de 120 millions de tonnes de pétrole par an. (Vincent, 2006)



Figure 2: La pollution pétrolière.

c) La pollution pluviale :

Les pluies acides détruisent des forêts mais aussi le milieu marin et le polluent. Par exemple, si quelqu'un fait tomber un pot de peinture par terre, les produits chimiques dans la peinture vont rentrer dans le cycle de l'eau. Plus tard, la pluie retombera polluée. Alors il ne faut pas déverser des produits dangereux dans l'eau comme les huiles de vidange, les solvants,... parce qu'ils s'évaporeront et retomberont sous forme de pluie. Il faudrait prendre des mesures pour réduire l'utilisation des produits nocifs (dangereux, qui font mal). (Vincent, 2006).



Figure 3:La pollution pluviale.

d) Pollution agricole :

Provenant des fermes ou des cultures, elle se caractérise par des fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) provenant :

- Des engrais.
- Des purins et lisiers (élevage)
- La présence de produits chimiques des traitements (pesticides, herbicides) (Gaujous, 1995)

2. Les types de polluants :

Le 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'usage 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. Par exemple, sa capacité à se retrouver dans l'atmosphère dépend à la fois de son degré de volatilité et de sa solubilité dans l'eau (RNB ,1999). Selon (Mouchel & Thévenot ,2003) on distingue :

2.1. Les macro polluants :

Ce sont des molécules naturelles qui se trouvent dans l'environnement à des concentrations différentes de celles habituellement observées, ce qui entraîne une augmentation de la cinétique des réactions biochimique.

2.2. Les micro polluants :

- Produit actif minéral ou organique susceptible d'avoir une action toxique à des concentrations infimes (de l'ordre du $\mu\text{g}/\text{l}$ ou moins).
- Les micro polluants sont susceptibles de contaminer les différents compartiments eau/air/sol puisqu'ils sont directement introduits au sein même de l'écosystème.
- Les mécanismes de transfert de ces polluants, depuis leur émission et les zones de traitement jusqu'aux sols, aux eaux de surface et eaux souterraines, font intervenir leur cycle de vie couplé au cycle de l'eau.

Par leurs propriétés intrinsèques, les micro polluants sont dangereux. L'intensité et la durée de leur présence dans les eaux (facteurs d'exposition) conditionnent le risque pour les milieux aquatiques et les écosystèmes, ainsi que pour la santé humaine.

Ces polluants, en raison même de leur impact sur le milieu, font de plus en plus l'objet d'un suivi régulier. Cependant, leur détection dans les cours d'eau est difficile, en raison de la multiplicité des substances, la variabilité des contaminations et leur très faible concentration (RNB, 1999).

3. Les différents types de la pollution marine :

3.1. La pollution chimique :

C'est une pollution due au déversement de substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides, les pesticides (DTT, Lindane,...), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg...) (Chemloul & Medjadji 1997 ; GIS, 1996).

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 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).

Voici quelques exemples de polluants chimiques marins courants :

- ✓ Hydrocarbures
- ✓ Métaux lourds
- ✓ Détergent

3.2. Pollution physique :

On parle de *pollution physique* 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). Un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de regazéification de gaz liquide), d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, macrodéchets...), d'une source de radioactivité (Gravez & Bernard, 2006).

Cependant, le rejet de chaleur dans l'environnement constituant de nos jours une forme de pollution physique du 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).

3.3. Pollution biologique :

La pollution biologique est une forme d'accumulation des micro-organismes tels que les bactéries, les champignons, les algues et par fois les virus provenant des égouts et d'autres rejets urbains ou industrielle. Elle peut être aussi une introduction d'espèce marine (*Caulerpe taxifolia* et *Caulerpe racemosa*), l'algue brune (*Focophycée japonaise*), ou certains mollusques ; (Gauthier, 1980). Ces espèces peuvent être introduites dans la mer par différentes voies. En outre, la pollution biologique peut s'exprimer en générale par la présence des micro-organismes pathogènes dans l'eau de mer comme: la présence des œufs de métazoaires parasites (ténia, ascarides, les trichocéphales), les bactéries (bacille de typhoïde, tuberculose, vibron de choléra), des champignons pathogènes (candida), des leptospires pathogènes, et divers virus pathogènes (poliovirus, hépatite, entérovirus) (Gauthier & Perry, 1980).

3.4. Pollution microbiologique :

Cette pollution peut résulter du rejet dans les eaux littorales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origine diverses (effluents urbains, matières fécales, industries, élevages, etc.). Elle soulève dans bien des cas de redoutables problèmes d'hygiène publique. Cette extension microbiologique (Bactéries, virus et champignons) dans les eaux littorales a pour conséquences l'altération de la qualité des eaux de baignade et certaines

ressources halieutiques habituellement consommées par l'homme et provoquant ainsi pas mal de maladies (Vincent, 2006).

4. Effets de la pollution :

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne, de la concentration des polluants, de la durée d'exposition et de l'importance des efforts physiques réalisés. Ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un individu. (Khelil, 2007). Le risque d'affection microbienne ou virale est réel. Citons par exemple, l'hépatite virale, les dermatoses « balnéaires » et les affections Oto-rhino-laryngologiques (Misch, 1998). Il est à noter que les niveaux de pollution marine augmentent de jour en jour dans les zones côtières, ceci a eu pour effet direct une baisse de ressources halieutiques et une augmentation inquiétante de nombre de plages interdites à la baignade (M.A.T.E, 2002).

- ✓ Risque pour la santé de l'homme .
- ✓ Incidence sur l'écologie .
- ✓ Effet inesthétique .
- ✓ Effet sur l'économie .

5. Les paramètres de mesure de la pollution

5.1. Les paramètres organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques de la qualité de l'eau sont d'ailleurs ses propriétés organoleptiques. Elles font ainsi référence à la sensation, bonne ou mauvaise que ressent le consommateur de cette eau. Cela influe notamment sur la qualité de l'eau.

Les paramètres concernent ainsi *la couleur, le goût et l'odeur de l'eau*.

L'eau doit être agréable à boire, claire et sans odeur.

Ces paramètres organoleptiques sont liés au confort de consommation mais ils n'ont pas de valeur sanitaire directe. Par contre les propriétés organoleptiques peuvent être altérées par des substances naturelles ou non. En effet, certaines populations sont plus sensibles que d'autres aux désagréments que cela implique. (Philippe, 2023).

a) La couleur :

La couleur de l'eau se mesure notamment en laboratoire par colorimétrie ou photométrie.

(Philippe, 2023).

b) L'odeur :

Les odeurs de l'eau les plus caractéristiques sont celles du chlore, d'œufs pourris et d'hydrocarbures. Ces odeurs sont d'ailleurs en corrélation avec les composés que l'on retrouve dans l'eau avec les contrôles. L'odeur de chlore s'élimine ainsi facilement en laissant reposer l'eau quelques heures dans un récipient au réfrigérateur.

Les paramètres organoleptiques pour la qualité de l'eau sont importants. (Philippe, 2023).

c) Le goût :

On confond souvent ces deux paramètres que sont le goût et la saveur d'ailleurs. La flaveur représente en effet les sensations olfactives, gustatives et tactiles ressenties lors de la dégustation. Ces sensations sont également vérifiées par des goûteurs d'eau.

En effet, les appareils de détection et d'analyse chimique ne peuvent pas se substituer au nez et au palais de l'être humain dans ce domaine. C'est donc un jury qui fait la comparaison entre un échantillon dilué ou pas avec une eau de référence. Pour les goûts et les saveurs 4 types de sensations existent : salé, sucré, amer et acide. (Philippe, 2023).

5.2. Les paramètres physico-chimiques**5.2.1. Les paramètres physiques :****5.2.2. Température :**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau (RFEA, 2009). La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré .

5.2.3. Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. Il est logique d'admettre que la conductivité d'une eau sera d'autant plus importante que sa minéralisation sera élevée. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous (degré de minéralisation) dans l'eau (RFEA, 2009)

Tableau 1: Classification des eaux selon la conductivité (Gasmi & Refice , 2020).

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Résistivité ($\Omega. \text{m}$)
Eau pure	< 23	>30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	4001000

5.2.4. Le potentiel hydrogène pH :

Le potentiel hydrogène, est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution .Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau (Debieche, 2002).

Tableau 2: Classification des eaux d'après leur pH.

pH<5	Acidité forte=>présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée=>majorité des eaux de surface
5,5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH=8	Alcalinité forte, évaporation intense

Source (Centre Télématique Francophone sur l'Eau)

5.2.5. Turbidité :

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau; La pollution de l'eau entraîne le dépôt de substances sur les particules, le phénomène de colmatage, l'absorption de substances planctoniques, la décomposition et leur transmission dans

l'environnement, etc. Leur effet principal pour effet de troubler l'eau et ainsi de réduire le Rayonnement lumineux nécessaire la bonne croissance des végétaux au fondes cours d'eau et d'obstruer les branchies des poissons et d'étouffer les organismes aquatiques.

Tableau 3: Classe de turbidités usuelles NTU (Gasmi& Refice, 2020).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Algérie atteignent le niveau de turbidité

5.2.6. Matière en suspension (MES) :

Désigne l'ensemble des matières solides (petites particules fines minérales et/ou organiques en suspension qui résistent à la séparation par des méthodes conventionnelles) contenues dans une eau et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation. Ces particules sont soit d'origine naturelle (êtres vivants planctoniques notamment les algues, particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion...), soit produites par les rejets urbains et industriels (Melquiot, 2003). Cependant des teneurs élevées en MES peuvent affecter les propriétés habituel d'une eau (Hébert & Légaré, 2000) :

- Changement de coloration et augmentation de la turbidité
- Empêcher la pénétration de la lumière, (diminution de la transparence des eaux)
- Elévation de la température (les MES absorbe l'énergie solaire)
- Diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique et créer des déséquilibres entre diverses espèces.

Elles peuvent être responsables de l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies. Elles peuvent aussi interférer sur la qualité d'une eau par des phénomènes d'adsorption notamment de certains éléments toxiques, et de ce fait être une voie de pénétration de toxiques plus ou moins concentrés dans l'organisme. Ainsi on comprend mieux pourquoi les MES rentrent systématiquement en compte dans un bilan de pollution. Ces analyses permettent donc de connaître la quantité de matière non dissoutes, qu'elles soient organiques ou minérales, présentes dans un échantillon (moll, 2009).

5.2.7. L'oxygène dissous (OD):

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau: plus les eaux sont chaudes et profonde moins elles sont oxygénées (Hakmi, 1994 ; Hade, 2002 ; Rejsek, 2002).

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse (Hakmi, 1994). C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

L'oxygène dissous est donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau (Hakmi, 1994).

5.2.8. Salinité :

Dans l'étude du milieu marin, la mesure de la salinité est importante du fait qu'elle exerce une influence significative sur la densité de l'eau de mer. Représentant la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer, elle permet d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte. (Mohammed Ben Ali, 2014)

5.2.9. Solides totaux dissous (TDS):

Le total des solides dissous signifie le total des solides dissous dans l'eau ; Il est constitué de sels inorganiques de calcium, magnésium, potassium et sodium qui correspondent à la masse de tous les cations, anions et matières organiques.

5.3. Paramètre chimique :

5.3.1. La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique (d'hydrates de carbone, de matières protéiques, d'acides aminés, de lipides et autres substances de réserves) biodégradable d'une eau par le

développement de micro-organismes, dans des conditions données. (Lesavre, 2001 ; Djermakoye, 2005). Cette mesure est très utilisée car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg/l d'O₂ consommé

5.3.2. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇). Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont, par exemple, pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO (Labanowski, 2004). Le résultat s'exprime en mg/l d'O₂ (Labanowski, 2004).

5.3.3. L'azote (N) :

L'azote peut se trouver dans les eaux de rejets sous forme minérale ou organique à différents niveaux d'oxydation que l'on distingue en trois types de formes : l'azote ammoniacal (forme réduite), l'azote organique (forme réduite) et l'azote minéral (deux formes oxydées).

La somme de ces différentes formes, exprimée en mg N L⁻¹, constitue l'azote total (noté NT, TN ou NTOT) ou azote global (NGL). (Morin-Crini et al., 2017).

5.3.4. Le Plomb (Pb):

Le plomb est un métal bleuté brillant, très mou, très malléable et ductile. Il ternit au contact de l'air humide, ne réagit ni avec l'oxygène, ni avec l'eau il est attaqué par l'acide nitrique. Ses composés sont toxiques par inhalation. Les effets sont cumulatifs. (Zitterners et al., 2002).

Le plomb est un métaux les moins facilement transférés dans les parties aériennes des plantes (Biaize, 1997).

I. Généralités sur l'espèce *Arbacia lixula* :

I. Les bio indicateurs :

Un bio indicateur peut se définir comme une espèce ou un groupe d'espèces végétales ou animales dont la présence (ou a contrario leur absence), l'abondance, la bio-masse ou autres caractéristiques biologiques renseigne sur l'état écologique du milieu, ou sur l'incidence de certains pratiques humaines (Blandin, 1986).

II. Généralités :

Les invertébrés benthiques représentent une partie importante des écosystèmes marins tant au niveau de la diversité et de l'abondance qu'au niveau de leur rôle dans l'équilibre des communautés (Kaiser, 2001; Bélanger, 2009).

Les organismes et les communautés benthiques se révèlent être particulièrement adaptés pour l'évaluation de l'état des écosystèmes dans lesquels ils se développent. De nombreuses espèces d'invertébrés benthiques présentent ainsi les qualités recherchées chez un bon bioindicateur soit un mode de vie sédentaire, une grande résistance aux polluants, une large répartition, une grande abondance et une taille facilitant leur collecte (Chainho et al., 2006 ; Bélanger, 2009). Parmi le macro-benthos, les organismes utilisés par les chercheurs jusqu'à présent sont les échinodermes, mollusques, etc (Bélanger, 2009).

Les oursins représentent des outils intéressants pour évaluer l'impact potentiel des substances ou rejets arrivant dans le milieu marin côtier. C'est à travers les embryons et les larves de ces oursins, (qui sont moins tolérants aux polluants que les adultes des mêmes espèces), représentés par des stades critiques, que se fait l'évaluation de la qualité du milieu marin (Spromberg et Birge, 2005). Les résultats de ces tests permettent de déterminer la qualité biologique d'un milieu à partir des perturbations rencontrées au niveau du développement de ces oursins (Quiniou et al., 1999).

1. Caractéristiques des échinides :

Les échinides représentés par les oursins sont des échinodermes, terme créé par KLEIN en 1734, Éleuthérozoaires, animaux dont les plaques squelettiques forment une armure globuleuse creuse, appelé "le test". Celui-ci porte des piquants mobiles sur les zones interambulacraires et des pieds tubulaires à ventouse sur les zones ambulacraires. Généralement, on retrouve cinq

zones ambulacraires percées de petits pores alternent avec cinq zones interambulacraires munies de tubercules hémisphériques (Bergbauer & Humberg, 2000).

Les échinides sont représentés par plus ou moins 800 espèces connues. Le mot Echinides vient du grec « ECHINOS » qui signifie hérisson. Les oursins sont considérés comme les échinides les plus importants de Méditerranée (Nédelec 1982; Verlaque, 1987 ; Soualili, 2008).

1.1. Description des oursins :

1.1.1. Les oursins irréguliers :

Les oursins irréguliers vivent plutôt sur les fonds vaseux, s'enfonçant plus ou moins dans la vase ou le sable. De nombreuses espèces se nourrissent des particules organiques, qui se trouvent mêlées aux sédiments dans lesquels, ils fouissent (Tortonese & Vadon, 1987).

1.1.2. Les oursins réguliers :

Les oursins réguliers possèdent une forme du test variable, qui peut être sphérique, subsonique, cordiforme, aplatie ou discoïdal (Koehler, 1921).

2. Régime et comportement alimentaire des oursins réguliers :

L'oursin comestible commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) et l'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) sont les deux espèces échinides dominantes dans les fonds rocheux peu profonds de la Méditerranée, où elles coexistent (Palacin et al., 1998; Bonaviri et al., 2011 ; Agnetta et al., 2013 ; Agnetta et al., 2015).

En Méditerranée *Arbacia lixula* a été longtemps considérée comme une espèce herbivore en raison de la dominance des algues encroûtantes (corallines) dans ses contenus digestifs (Kempf, 1962 ; Regis, 1978 ; Verlaque & Nedelec, 1983 ; Frantzis et al., 1988 ; Boudouresque & Verlaque, 2001). Cependant, des analyses d'isotopes stables sur le régime alimentaire d'*A. lixula* ont montré, qu'il occupe un niveau trophique plus élevé que celui des espèces herbivores ; ces études démontrent qu'il tend parfois à devenir carnivore (Wangensteen et al., 2011).

3. Biologie d'*Arbacia lixula*

3.1. Alimentation :

Il s'agit d'une espèce herbivore, qui se délecte d'algues calcaires encroûtantes, comme *Lithophyllum incrustans* et les corallinacées en général. Il broute et décape la surface de la roche au moyen d'une mâchoire large constituée de cinq dents affûtées, la lanterne d'Aristote. Lorsque ces algues font défaut, l'oursin noir est à même d'agglutiner les particules organiques en suspension dans l'eau environnante grâce à ses longs tubes ambulacraires terminés (pour ceux issus de la face ventrale) en ventouse, qui sont ensuite ramenés vers la bouche.

3.2. Habitat :

Cette espèce est présente principalement en mer Méditerranée, mais aussi dans une plus faible mesure en océan Atlantique Est et jusqu'à la Manche, du Maroc à l'Irlande. On le trouve principalement sur les fonds rocheux, et il affectionne tout particulièrement les parois verticales où sa forme et ses puissants podia lui permettent de se maintenir sans problème, même au battant des vagues. Il vit facilement exposé, parfois très près de la surface, et ne porte pas spontanément d'objets pour se camoufler. On le rencontre entre la surface et les premiers mètres, mais parfois encore jusqu'à 50 m de fond. Cet oursin nécessite des eaux bien oxygénées, aussi il est absent des zones polluées, portuaires ou estuariennes.



Figure 4 : *Arbacia lixula* sur des substrats horizontaux (Photo : R.MASSON à doris.ffesm.fr).

3.3.Reproduction et développement d'*Arbacia lixula*

L'oursin noir est gonochorique : les sexes sont séparés, et la reproduction est uniquement sexuée. Elle a lieu selon la région de mars à juin, ou de septembre à octobre, et dans certaines zones elle a lieu toute l'année. Les oursins mâles et femelles émettent leurs gamètes en pleine eau et en très grand nombre. Après la fécondation, il y a formation d'une larve echinopluteus, très différente de l'adulte, qui mène pendant quelques temps une vie pélagique au sein du plancton. Elle finit par tomber sur substrat rocheux, puis subit une profonde métamorphose, avant de ressembler à un adulte en miniature.

Chez les oursins noirs juvéniles, la couleur est plus claire (brune), et la densité de piquants est bien inférieure à celle de l'adulte, laissant visible une bonne partie de la surface aborale du test, et pouvant prêter à confusion quant à l'identification de l'espèce.

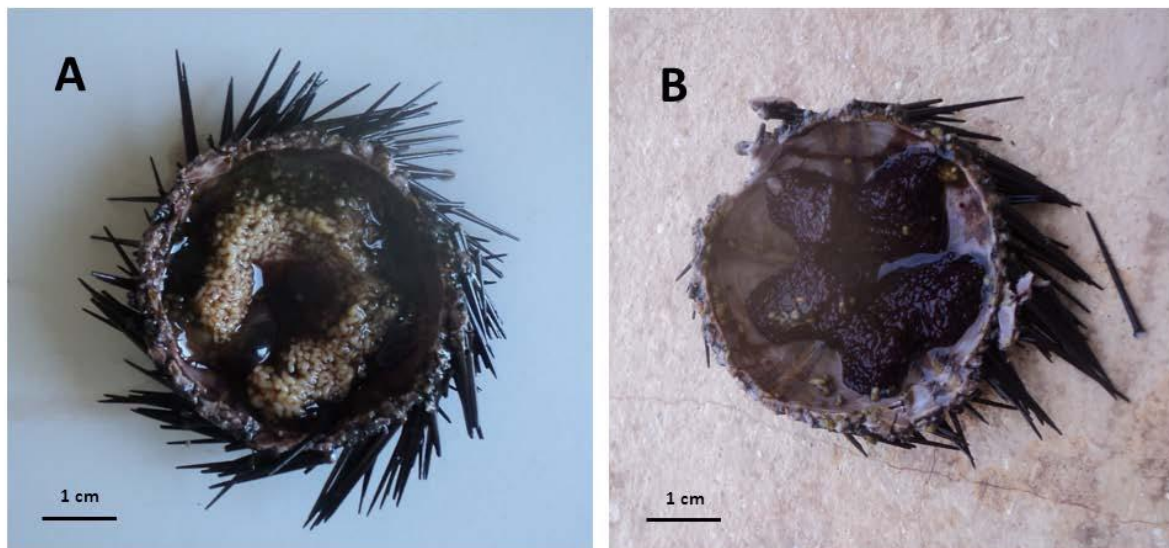


Figure 5:Discription penta-radiaire des gonades de l'oursin noir *A .lixula*.

(A: Mâle) et (B : Femelle).

4. Rôle écologique des oursins :

Les oursins jouent un rôle écologique majeur dans bon nombre d'écosystèmes méditerranés comme les écosystèmes à *Posidonia oceanica* (Delille, 1813) ou encore les écosystèmes sur substrat dur à corallinacées.

Ils jouent également un rôle Important comme bio-indicateur de la pollution des écosystèmes marins côtiers (Guendouzi, 2011). En raison de leur échantillonnage, les oursins devraient

compter parmi les bio-indicateurs de choix les plus fréquemment utilisés dans les programmes d'évaluation de la qualité de l'environnement marin. En effet, selon (Demnati et al.,2002) les oursins, par leur pouvoir élever de concentration des métaux leur pouvoir à survivre dans des conditions dans lesquelles d'autres organismes seraient éliminés et par leur large distribution, les oursins constituent de bons indicateurs de la pollution métallique. Des travaux récents ont permis de confirmer le choix des échinodermes comme excellents bio-indicateurs de la qualité du milieu marin (Soualili, 2008 ; Sahnoun, 2009 ; Dermeche, 2010 ; rouane-hacene, 2013) et surtout comme bio-indicateur de la pollution métallique en raison de ces capacité accumulatrice d'importantes quantités de métaux toxiques (Dermeche, 2010).

CHAPITRE 2 :
MATERIELS ET METHODES

I. L'étude descriptive de la wilaya de Skikda :

1. Situation géographique :

La Wilaya de Skikda se situe au nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4137,68 Km², avec une population avoisinant les 804 697 habitants (RGPH, 2008).

Sa position géographique et sa situation au centre de la région Nord-est du pays (Figure 1) lui donnent un rôle très important notamment sur le plan économique grâce à l'importance des grandes infrastructures qu'elle dispose ; elle se trouve en retrait des deux plus grands axes de la circulation reliant deux grandes métropoles de l'est à savoir Constantine et Annaba. C'est une ville portuaire et touristique qui dispose de 130 km de côtes sur lesquelles se succèdent plus de 40 plages. (DPAT,2010).



Figure 6: carte satellite montre la situation géographique de la wilaya de Skikda. (Baaloudj, 2014).

2. Caractéristiques naturelles et conditions climatiques

La wilaya est située dans l'espace géographique compris entre l'Atlas tellien et le littoral méditerranéen.

a) Relief et morphologie :

Les zones côtières de l'Est algérien connues pour leurs paysages montagneux

Présentent de rares plaines littorales aux superficies réduites. Les sommets montagneux de la wilaya oscillent entre 500 et 600 m d'altitude. Le pays montagneux constitue une véritable barrière physique et naturelle (Kef Sidi Driss, Kef Toumiet, Djendel El-Ali, le massif de Collo et Djebel Edough). Les vallées, au nombre de trois, sont de direction Sud-Nord autour des oueds Safsaf, Guebli et El kebir. Les plaines n'existent qu'au niveau des sous-régions de Collo, Skikda, Ain Charchar et Ben Azzouz. Ce sont de petites plaines côtières ou intérieures fermées aux débouchés des oueds les plus importants. (Aniref, 2013)

b) Climat :

La wilaya appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides et son climat est à variante douce et tempérée au niveau du littoral et froid à l'intérieur. L'étage humide couvre la zone occidentale montagneuse ainsi que les Sommets à l'est et au sud. Le domaine subhumide prévaut sur les 4/5ème du territoire de la wilaya avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 1500 mm/an. Sous l'influence maritime, les températures sont douces en hiver (11°C en Janvier) et chaudes en été (24°C en Août) sur le littoral où les amplitudes thermiques sont faibles. Elles sont moins douces en hiver (9°C) et plus chaudes en été (27°C) au niveau du territoire intérieur où les amplitudes sont plus marquées. (Aniref, 2013)

3. Le réseau portuaire

La wilaya dispose de six (06) ports dont quatre (04) de pêche (Collo, Stora, El-Marsa et Oued Z'hor). Quant aux deux (02) autres, l'ancien et le nouveau port implanté à Skikda, ils ont des fonctions exclusivement commerciales et liées aux hydrocarbures (nouveau port, notamment). Répondant aux exigences des caractéristiques techniques des ports commerciaux, plusieurs autres installations ont été réalisées comme supports à l'activité portuaire, il s'agit en particulier de :

- **Surfaces commerciales :** 03 parcs à conteneurs d'une superficie de 5.5 Ha .
- **Zones extra-portuaires :**
 - 02 plateformes logistiques de 12Ha et 18 Ha .
 - 01 port sec de 07 Ha .

II. Présentation de la zone d'échantillonnage :

Le littoral est généralement défini comme une zone de contact entre continent et la mer ; il comprend le domaine public maritime ; les bassins versants et les zone d'habitation ;

Skikda cet espaces exigü a une grand importance commerciale (accès a la navigation exploitations touristiques ; installation industrielles et portuaires) ; à la fois zone de peuplement humain et réservoir d'activité économique ; ce littoral abrite un patrimoine environnemental varié comparant flore et faune ; paysages et sites naturels.

1. Echantillonnage :

1.1. Période d'échantillonnage :

Nous avons effectué des prélèvements aléatoires, simples et indépendants aux six stations mentionnées ci-dessus, sur une période de deux mois, du début mars à la fin avril.

1.2.Méthodes d'échantillonnage :

a) Echantillons d'eau :

Les échantillons sont prélevés à une distance d'un mètre du bord de mer pour les six stations suivantes :

Tableau 4 : Identification des six points d'échantillonnages des zones d'études.

Sites	Localisation du site	cordonnées géographique
S1	Plage Larbi Ben M'hidi poste 1	36°53'15.4"N 6°58'41.6"E
S2	Plage Larbi Ben M'hidi poste 2	36°53'18.8"N 6°58'59.2"E
S3	2 ^{ème} militaire	36°53'52.0"N 6°52'48.6"E
S4	Plage Paradis	36°53'44.0"N 6°52'56.9"E
S5	Sonatrach 1	36°53'04.2"N 6°57'47.2"E
S6	Sonatrach 2	36°53'03.8"N 6°57'41.7"E

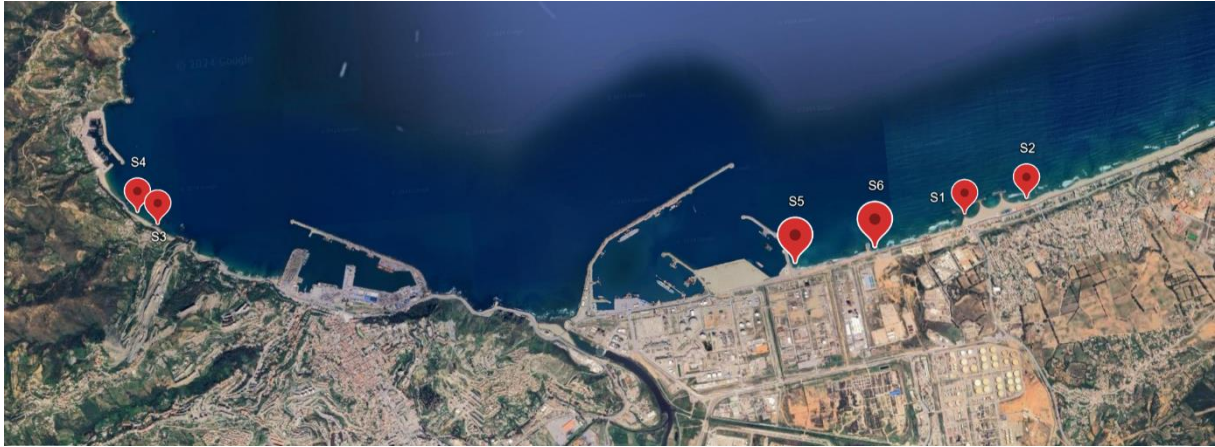


Figure 7: Carte représentant les sites d'échantillonnage de la région de Skikda.

Les échantillons ont été prélevés comme suit :

1. Des échantillons sont prélevés en un instant, contenant à chaque fois un litre et demi d'eau, répartis dans des bouteilles en verre.
2. Les bouteilles en verre sont d'abord lavées puis rincées trois fois à l'eau de mer.
3. Les échantillons sont prélevés manuellement.
4. Les flacons remplis sont fermés pour assurer une protection contre toute contamination extérieure.
5. Les flacons sont marqués (date et station) et conservés dans une glacière à basse température (4° C) et transférés au laboratoire pour réaliser les tests nécessaires.

b) Echantillons d'oursin :

Les oursins ont été collectés directement sur la côte de Skikda par pêche visuelle à partir de trois stations suivantes :

Tableau 5: Identification des 03 points d'échantillonnage dans la zone d'étude.

Sites	Point	Cordonnée géographique
L	Plage Larbi Ben M'hidi poste 2	36°53'19.6"N 6°58'55.8"E
M	Plage Molo	36°53'55.6"N 6°52'49.1"E
P	Plage Paradis	36°53'43.6"N 6°52'57.1"E



Figure 8: Carte Des lieux de prélèvement des échantillons d'oursins dans la province de Skikda.

1.3.Méthodes d'analyses d'eau :

Les méthodes analytiques utilisées sont décrites par ou les catalogues de l'appareillage utilisé. Les méthodes utilisées sont aussi bien volumétriques, colorimétriques, spectrophotométrique que potentiométriques.

Différents paramètres globaux sont ainsi mesurés tels que la température, le pH, la conductivité, oxygène dissous.

Les analyses ont été réalisées au niveau du Laboratoire Physicochimiques.

La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et le degré de la pollution d'une eau. Les paramètres se divisent en deux groupes :

1. Le premier groupe est constitué des caractéristiques mesurées in situ à l'aide d'un appareil multi-paramètres. Il s'agit essentiellement de :

- La température en degrés Celsius (C°)
- Le potentiel hydrogène (pH),
- La conductivité ($\mu S/cm$),
- L'oxygène dissous (mg/l),

- Salinité (‰)
- TDS (mg/l)
- Turbidité (NTU)

2. Le deuxième groupe des caractéristiques variables comprend :

- La demande biochimique en oxygène en mg/l (DBO₅)
- la demande biogéochimique en oxygène en mg /l (DCO)
- les matières en suspension (MES)

3. Dosage des métaux lourds :

Les métaux lourds dosés sont essentiellement :

- Le plomb (Pb), en mg/l
- L'azote (N), en mg /l

I. Echantillonnage de l'oursin noir *Arbacia lixula*:

1. Méthode d'analyse des oursins :

1. Nous séchons l'oursin dans une étuve à une température de 100° C pendant 1H30 jusqu'à ce que nous remarquons qu'il est complètement sec.
2. Nous sortons l'oursin de l'étuve et attendons qu'il refroidisse.
3. On écrase bien l'oursin séché jusqu'à obtenir de fines particules
4. Nous prenons la poudre de chaque échantillon, pesons un gramme et le mettons dans un cuve (crezi).
5. On met la cuve sur l'appareil de chauffage avant de l'attaquer avec des acide .
6. La première fois on attaque chaque gramme d'échantillons avec de l'acide HCL (à chaque fois on ajoute 1 ml jusqu'à la fin de la réaction).
7. Puis on attaque à nouveau les échantillons avec de l'acide HNO₃ de la même manière que le premier acide.
8. Une fois la réaction terminée, nous ajoutons de l'eau distillée et mélangeons bien jusqu'à ce que nous soyons sûrs que les échantillons sont complètement mélangés.
9. Nous prenons ensuite du papier filtre et filtrons la solution pour éliminer toutes les particules non dissoutes.
10. Nous effectuons les analyses suivantes de la solution filtrée : Fer, Chrome et Zinc.(laboratoire sonatrach) .



Figure 9:Blance digitale .Figure 10:Appareil de chauffage. Figure 11: Etape de filtration.

2. Présentation de l'oursin noir *Arbacia lixula* :

L'oursin noir *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) est un oursin de la famille des Arbaciidae, que l'on trouve en Méditerranée, où il a tendance à supplanter son rival l'oursin violet, surpêché pour des raisons commerciales. Il est parfois surnommé à tort « oursin mâle ».



Figure 12: *Arbacia lixula*. (Linnaeus, 1758).

2.1. Systématique

Classification selon le Catalogue of life World Register of Marine Species (WORMS)

Embranchement : Echinodermata
Sous-embranchement : Echinozoa
Classe : Echinoidea
Sous-classe : Euechinoidea
Super-ordre : Echinacea
Ordre : Arbacioida
Famille : Arbaciidae
Genre : *Arbacia*
Espèce : *lixula*

2.2. Distribution géographique :

L'oursin noir *Arbacia lixula* est généralement considéré comme une espèce indigène typique de la faune méditerranéenne (Riedl, 1983), car on le trouve actuellement dans les côtes rocheuses peu profondes tout au long de la Méditerranée, souvent à des densités élevées, et ce, depuis les temps historiques (Figures 13). On le trouve également dans la côte atlantique de

l'Espagne, du Portugal et du Maroc ainsi que la côte atlantique africaine jusqu'au sud de l'Angola. On le rencontre aussi aux Açores, à Madère, aux îles du Cap Vert et les îles Canaries. Sur la côte atlantique ouest, on le trouve uniquement sur l'hémisphère sud, au large des côtes du Brésil (Lessios et al., 2012).

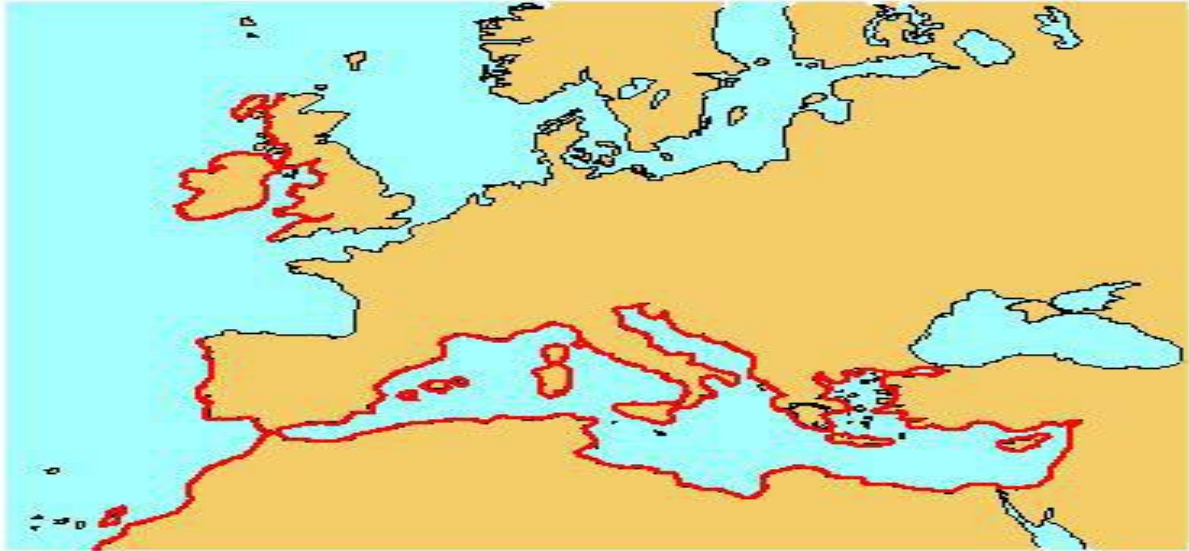


Figure 13: Description géographique d'*A.lixula*.(Tortonese & Vadon ,1987).

2.3.Caractères morphologiques

a) Morphologie externe :

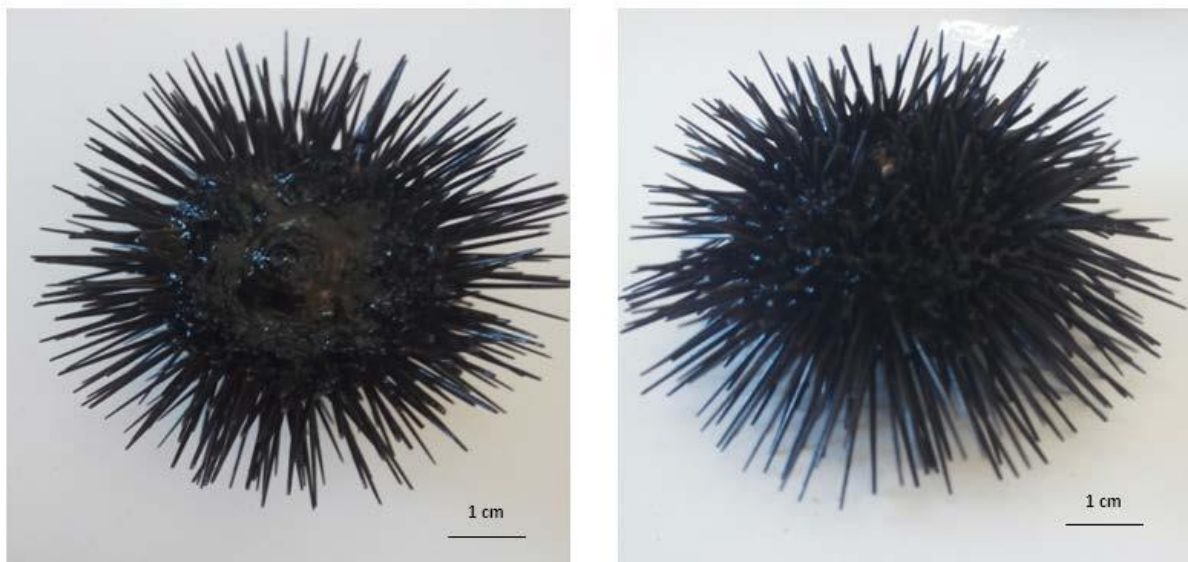


Figure 14: Photo montrant la morphologie externe de l'oursin *Arbacia lixula*
Gauche:face orale ,droite: face aborale.

Arbacia lixula possède un corps relativement déprimé ou subconique. La bouche est en position ventrale sur la face orale (pôle inférieur dirigé vers le substrat) et est entourée par une membrane large de couleur verte et dépourvue de piquants appelée Péristome. Le pôle supérieur (aboral) comprend l'anus entouré d'une membrane, le périprocte couvert de 4 ou 5 grandes plaques subtriangulaires et entouré de plaques génitales et ocellaires. Les plaques génitales sont perforées par les orifices génitaux.

Le test est la paroi externe des oursins et est formé par l'assemblage de plaques calcaires étroitement juxtaposées assurant la rigidité du test. Ces plaques calcaires sont organisées en double rangée et sont de deux types délimitant des zones bien distinctes : les aires ambulacraires constituées de plaques perforées et les aires inter-ambulacraires formées de plaques imperforées (figure 15). Sur les aires ambulacraires on observe les podias et les radioles, et les aires interambulacraires sont caractérisées uniquement par la présence de nombreux radioles ou piquants.

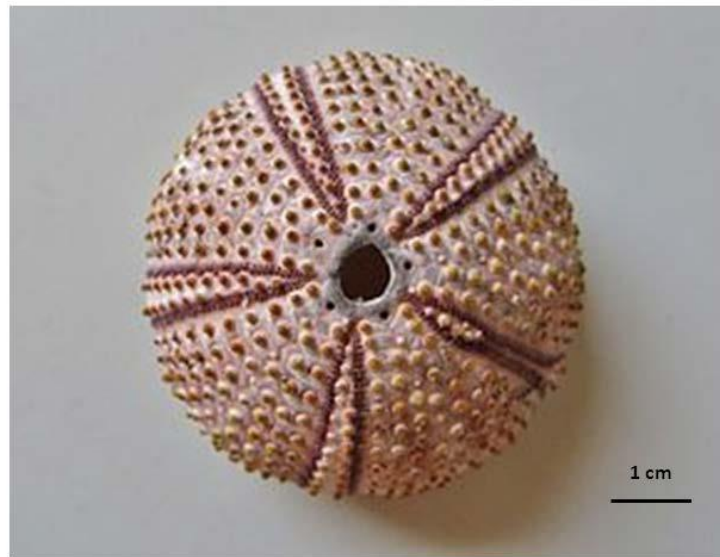


Figure 15: Test d'*Arbacia lixula* (vue dorsale).

Le périprocte (anus au sommet de la face aborale) est recouvert de 4 grandes plaques subtriangulaires. Les plaques ambulacraires sont caractérisées par la présence de 3 paires de pores.

Les piquants sont des appendices calcifiés répartis sur toute la surface du test particulièrement dans les zones inter ambulacraires de la couronne. Ils jouent un rôle dans la protection, la défense et la locomotion (Regis, 1980).

Selon leurs taille, les piquants et les tubercules, sur lesquels ils s'articulent, sont appelés primaires (grands), secondaires (petits), tertiaires ou miliaires (très petits)

Le piquant comprend, du sommet vers la base, une hampe (formant la majeure partie du piquant), un bourrelet strié, et une base dont la partie inférieure est déprimée (De Ridder, 1986). Les podia les oursins peuvent se déplacer grâce à des pieds à ventouses « les podia ».

Les podia de la face dorsale sont dépourvus de ventouse. Appelés également pieds ambulacraires qui peuvent s'allonger ou se rétracter, et se terminent généralement par une ventouse. Leurs fonctions principales sont la locomotion, la respiration, la fixation et retiennent la nourriture.

Les piquants participent avec les podia à la locomotion et à l'ancrage des échinides sur leur substrat. Ils ont également une fonction défensive vis-à-vis des prédateurs (Strathmann, 1981 ; Lawrence, 1987).

Les pédicellaires sont des petits organes calcifiés fixés sur le test entre les piquants.

Ils ont des fonctions multiples : capture des proies, le nettoyage du test, la défense et empêche les petits organismes de s'y fixer (Figure 16) (Hyman, 1955 ; Boue et Chamton, 1978 ; Ghyoot, 1991).

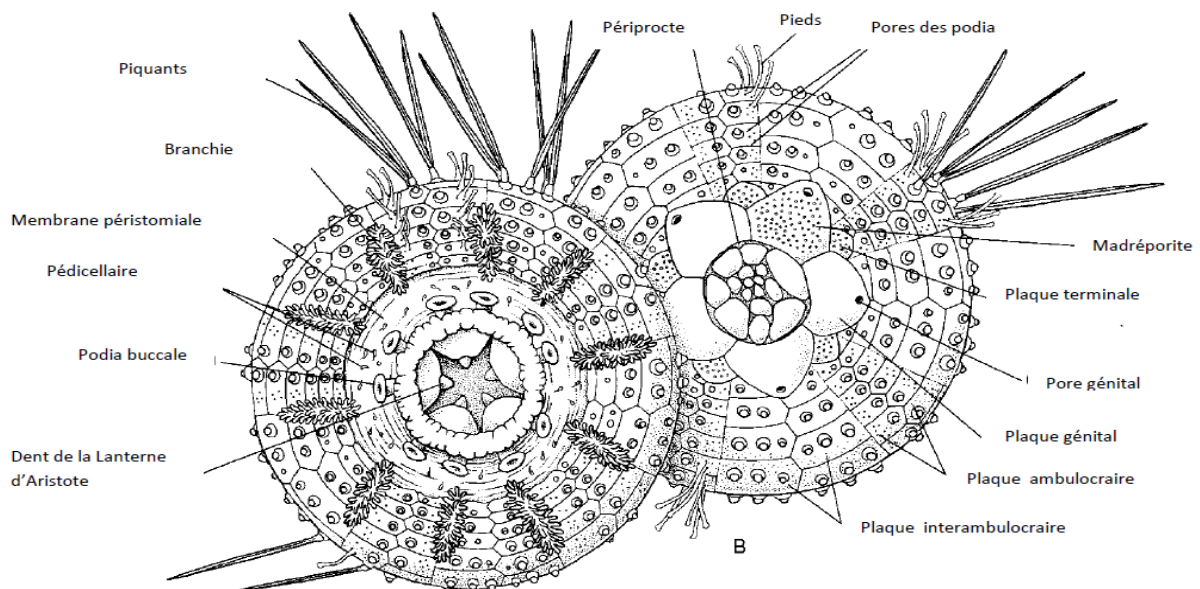


Figure 16: Morphologie externe d'un oursin actuel du genre Echinides (à droite: vue du côté de l'anus (dessus de l'animale) , à gauche : vue du côté de bouche (dessous).

b) Morphologie interne :

Le tube digestif :

Le tube digestif commence par la bouche qui se trouve sur la face orale (au contact du substrat) et s'ouvre sur le péristome. Elle est armée d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale, c'est la lanterne d'Aristote. Cette dernière entoure l'œsophage et se compose de cinq mâchoires portant chacune une longue dent calcaire en forme de crochet. Les dents sont alternées avec une pièce squelettique, le compas qui assure la souplesse de l'ensemble. Les mâchoires sont articulées par des rotules.

L'œsophage situé dans la lanterne d'Aristote débouche dans l'estomac qui forme une boucle, suivi de l'intestin puis de l'anus en position dorsale (figure 17).

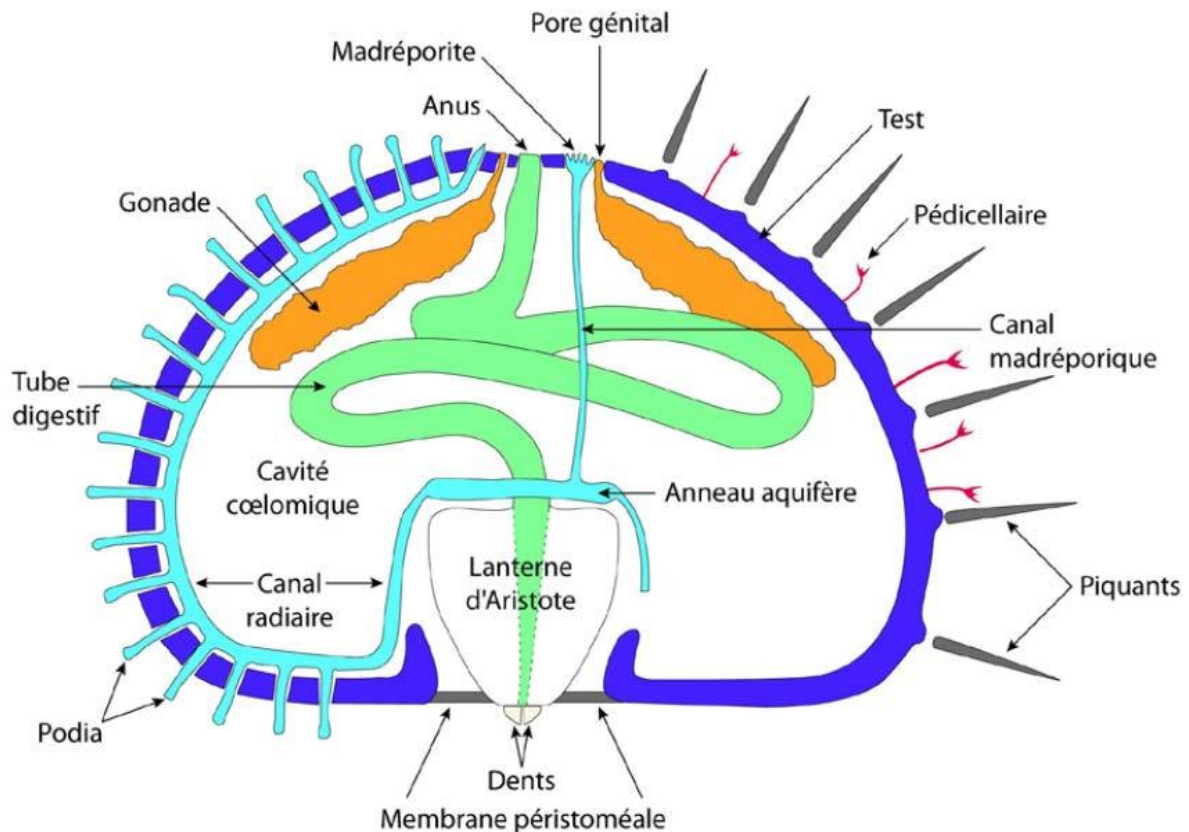


Figure 17: Schéma d'une coupe transversale du test d'un oursin régulier (Tortones, 1965).

CHAPITRE 03 :
RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats d'analyse des eaux :

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 6 (Moyenne, Minimum, Maximum et la norme admise)

Tableau 6: Résultats de l'analyse des paramètres physiques et chimiques.

Paramètres	Moy	Max	Min	Norme
pH	8,12	8,32	7,98	5,5-8,5
T (°C)	17,57	20,4	16	25
Conductivité (µS/cm)	50111	58900	41200	>3000
TDS (g/l)	31,64	33,1	28,1	30-40
Salinité (%°)	32,84	34,5	30,5	31-38
Turbidité (NTU)	3,77	9,02	1,1	5
Oxygène dissous (mg/l)	17,45	23,2	8,87	36
Pb++ (mg/l)	0,74	0,98	0,59	0,1-0,5
N tot (mg/l)	7,78	14	4	0,01-0,03
MES (mg/l)	9,86	23	2	50
DBO₅ (mg/l)	0,56	2	0	3
DCO (mg/l)	1500	1500	1500	20

1. Les paramètres physiques :

1.1. Le potentiel hydrogène pH :

La valeur de pH varie entre 7,98 et 8,32 avec une moyenne de 8,12, ces valeurs sont très proches les unes des autres cette valeur respecte les normes algériennes et celle de l'eau de mer qui est de 8,3. (Jora,2006).

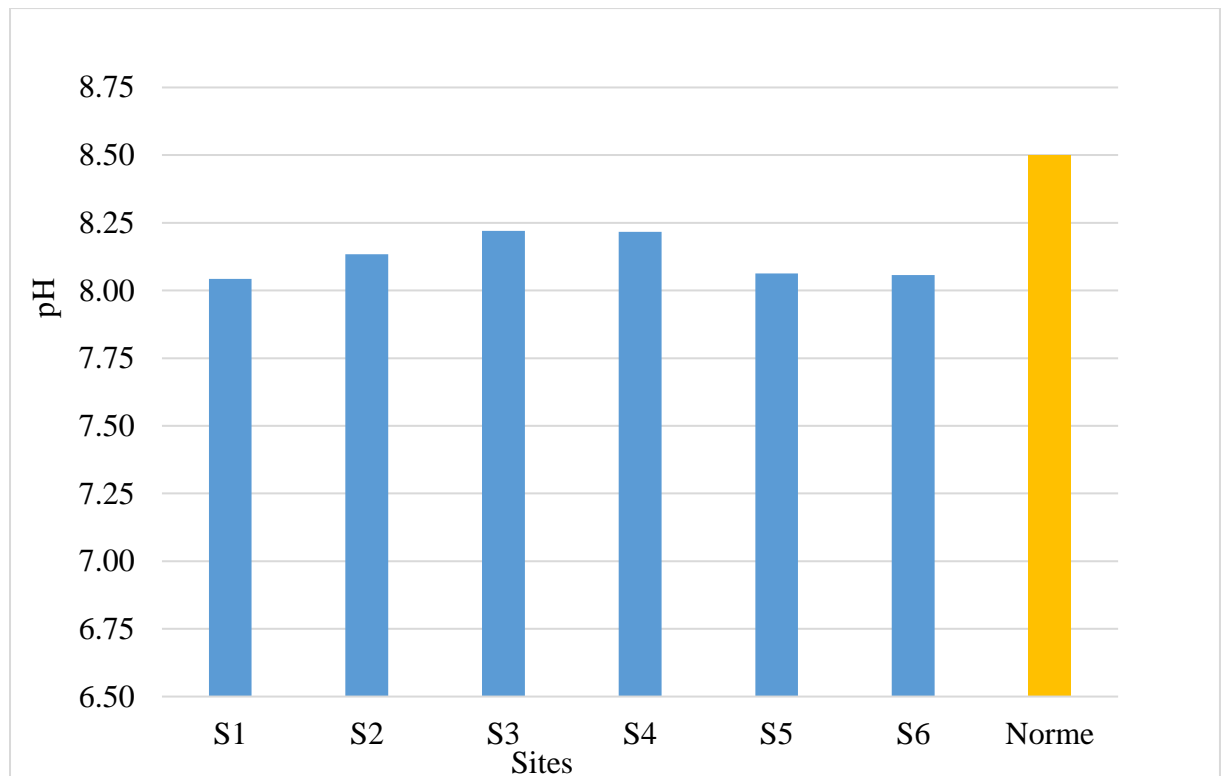


Figure 18: Histogramme des valeurs moyennes de pH .

1.2.La température :

La température de l'eau varie entre 16°C et 20,4 °C avec une moyenne de 17,57 °C.

La valeur minimale est observée au niveau du site 4 et la valeur maximale au niveau de site 1 et sites 5. La baisse de la température de l'eau est due au climat qui affecte la couche superficielle de la mer. Cette valeur maximale peut être expliquée par le réchauffement de la couche superficielle de l'eau dû au rayonnement du soleil et la température de l'air. Peut donc aboutir à des stations dramatiques de manque d'oxygène dessous pouvant entraîner : la croissance accélérer des végétaux, la réduction de l'auto épuration. Donc la température de l'eau de mer est dans la norme (< 25°C), (Rodier, 2009).

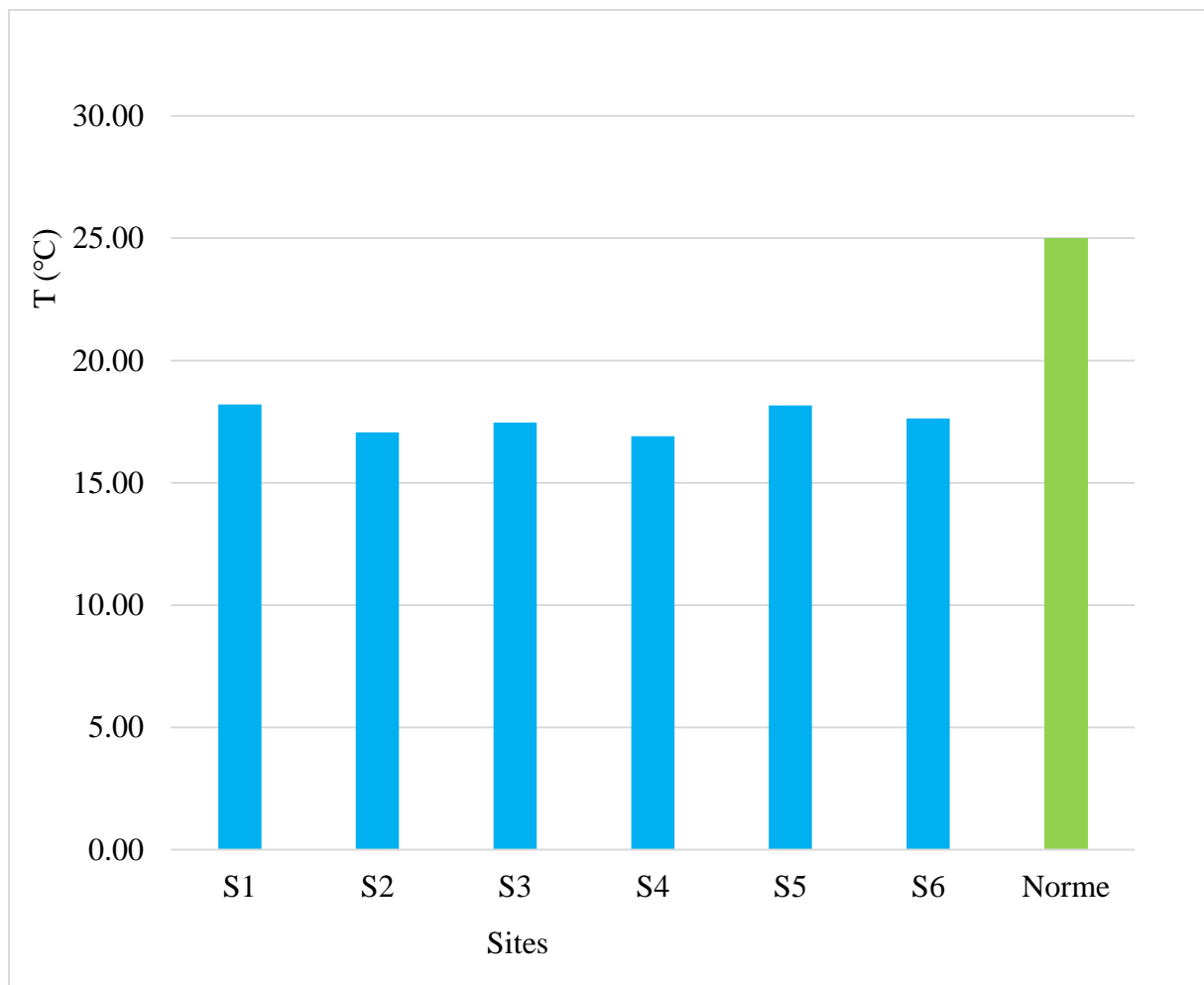


Figure 19: Histogramme représente des valeurs moyennes de température.

1.3.La conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :

La valeur de conductivité varie entre $41200 \mu\text{S}/\text{cm}$ et $58900 \mu\text{S}/\text{cm}$, avec une moyenne de $50111,11 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Les mesures de la conductivité montrent des variations remarquables d'un site à l'autre.

La valeur la plus élevée a été enregistrée dans le S1.

La concentration des éléments et des sels minéraux de l'eau augmente avec la température ce qui conduit à une élévation de la conductivité électrique.

La diminution de la conductivité électrique au niveau de site 1 cette pourrait être liée à la géologie du terrain.

Donc : ces valeur en conductivité électrique sont considérées importantes, et dépassent de norme de la conductivité des eaux marine qui est de l'ordre de $3000 \mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui est expliqué par une minéralisation très forte (Rodier,1998).

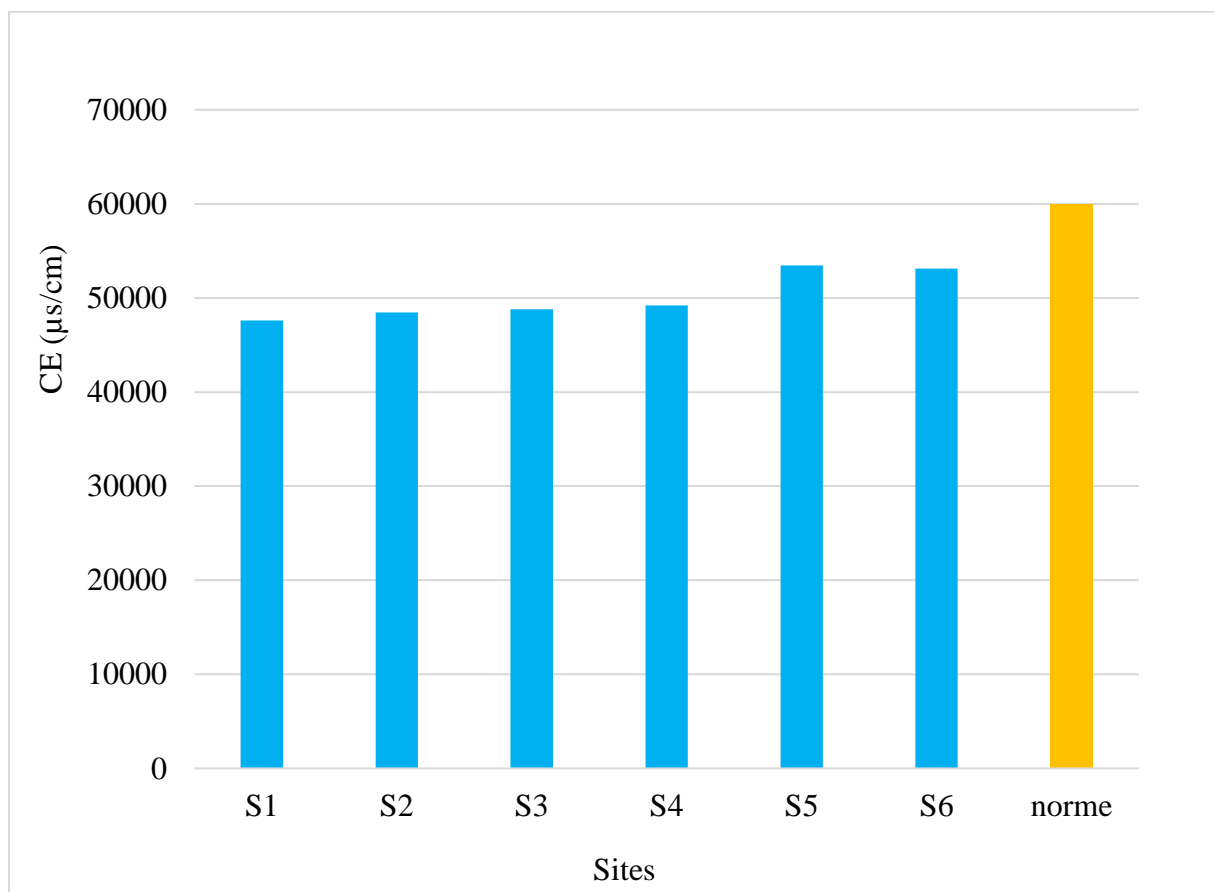


Figure 20:Histogramme représente les valeurs moyennes de conductivité.

1.4. Solides totaux dissous TDS :

La valeur de TDS varie entre 28, 1 et 33,1 g/l avec une moyenne de 31.64 g/l cette valeur sont proche les unes des autres. Ces valeurs respectent les normes algériennes et celle de l'eau de mer.

Donc le TDS de l'eau de mer est dans la norme naturelle 30-40 et ces eaux sont de nature très dure (Rodier, 1998).

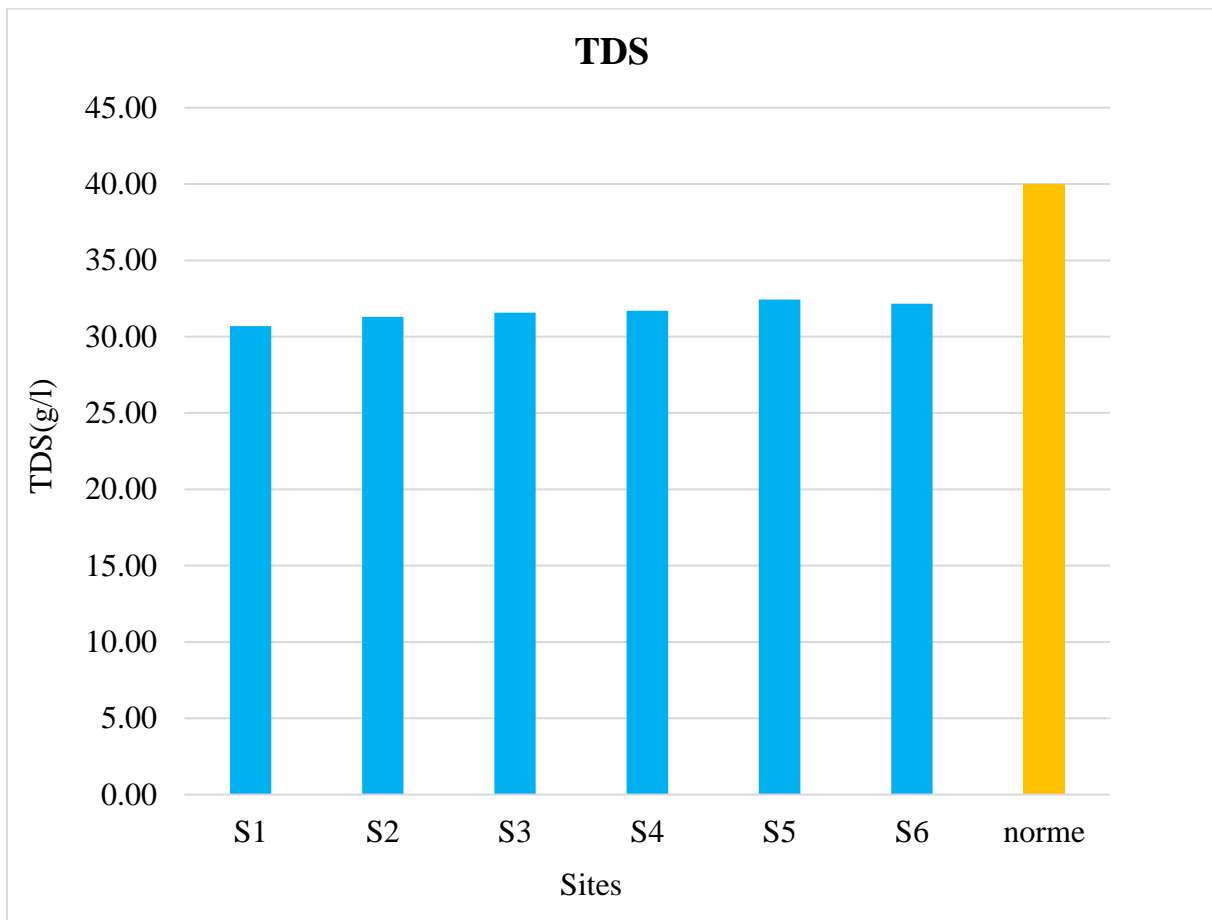


Figure 21: Histogramme représente les valeurs moyennes de TDS.

1.5.Salinité :

La valeur de la salinité varie entre 30,5% et 34,5% avec une moyenne de 32,84%. Ces valeurs sont très proches les unes des autres.

Ces valeurs enregistrées sont en conformité avec la valeur limite fixée qui est de l'ordre de 35% (norme Algérienne), à l'exception de la valeur maximale qui est au-delà de 35%. On peut aussi constater que les valeurs de la salinité sont relativement constantes.

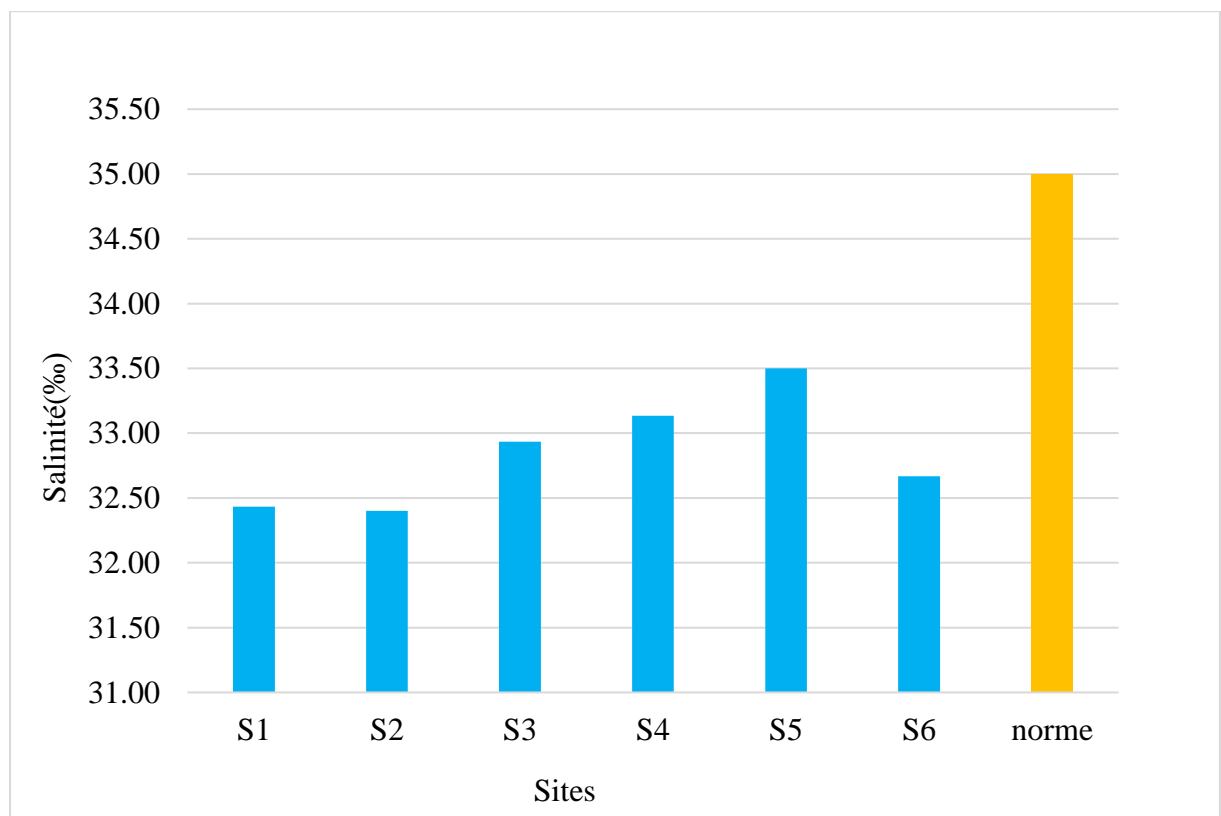


Figure 22: Histogramme représente les valeurs moyennes de salinité.

1.6. Turbidité :

La valeur de turbidité varie entre 1.1 NTU et 9.02 NTU avec une moyenne de 3.77 NTU, cette valeur considérées comme éloignées et différentes les unes des autres au cours des deux mois. Elle est causée par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argile, de composés organiques ou inorganiques ainsi que du plancton et d'autres micro-organismes. Comme le montre notre dessin, aux S5 et S6, le niveau de turbidité est élevé en raison des rejets de la zone industrielle, et compte tenu de leur moyenne, elles sont très élevées par rapport à la valeur normale de turbidité de l'eau de mer (5 NTU). Les normes algériennes (Jora, 2011) recommandent comme valeur limite de turbidité 5NTU.

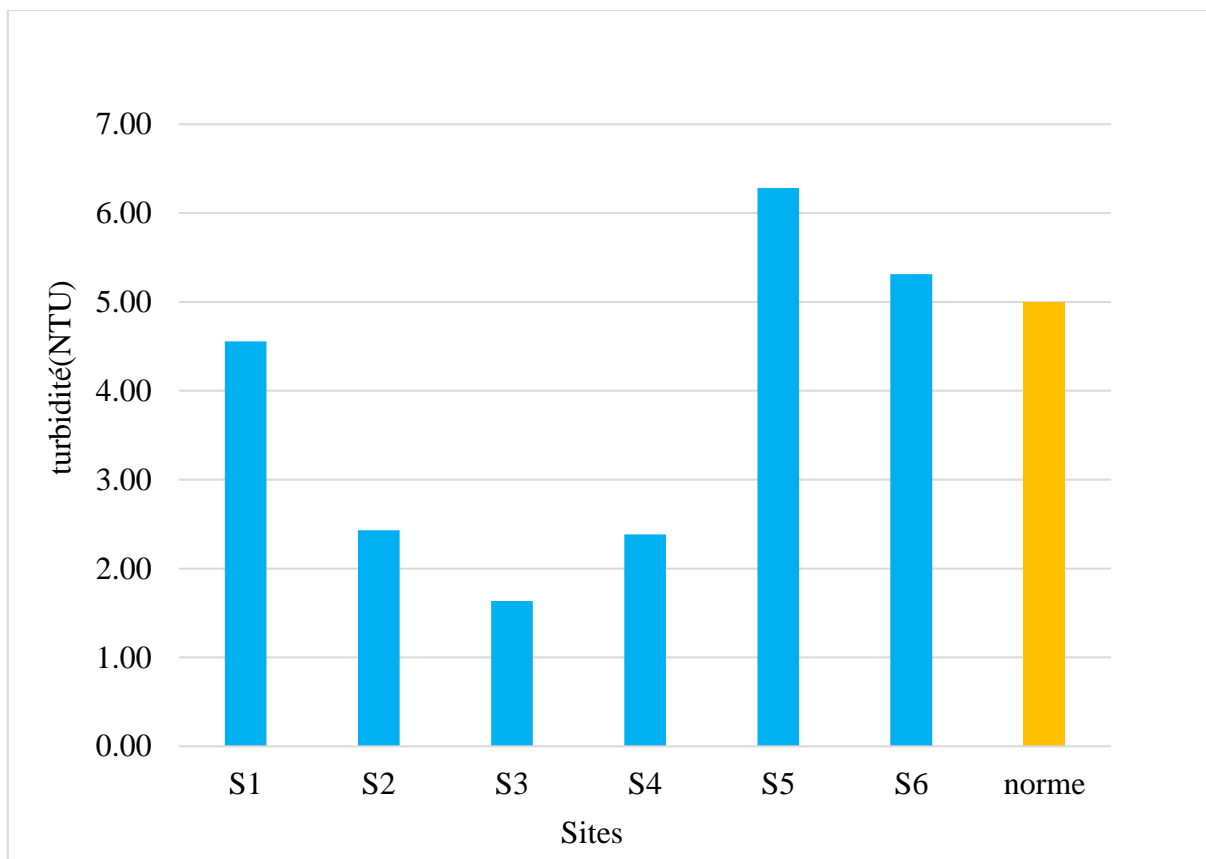


Figure 23: Histogramme représente les valeurs moyennes de turbidité.

1.7.Oxygène dissous :

La valeur d'oxygène varie entre 8,87 mg/l et 23,2 mg/l avec une moyenne de 17,45 mg/l , mais compte tenu de leur moyenne, on peut dire qu'elles se situent dans des valeurs raisonnables. Par conséquent, la teneur en oxygène dissous de l'eau de mer est inférieure à la norme 36 (norme Algérienne).

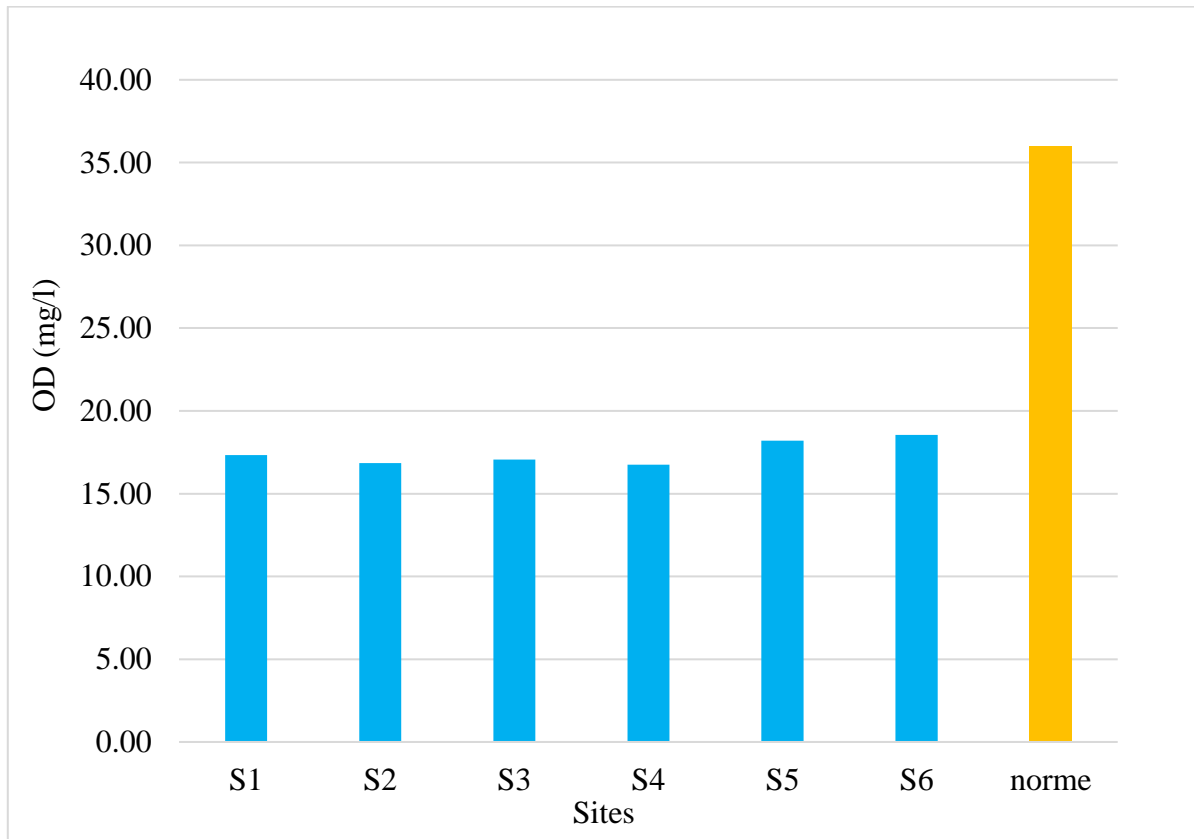


Figure 24: Histogramme représente les valeurs moyennes d'oxygène dissous.

1.8. Matière en suspension :

La valeur de la matière en suspension varie entre 2 mg/l et 23 mg/l avec une moyenne de 9,86 mg/l. Ces valeurs sont très proches les unes des autres et celle de l'eau de mer. Par conséquent, la teneur en MES de l'eau de mer est inférieure à la norme 50 mg/l (OMS/PNUE, 2011)..

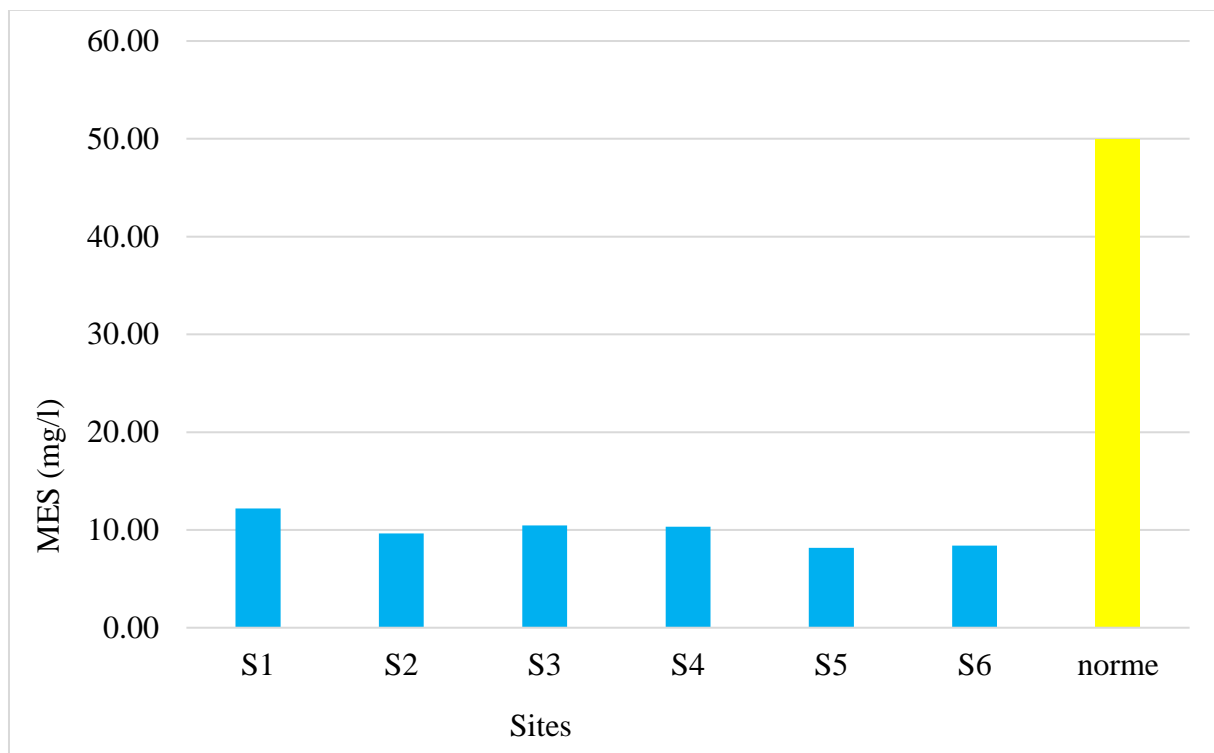


Figure 25: Histogramme représente les valeurs moyennes de MES

2. Les paramètres chimiques :

2.1. La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La Demande biochimique en oxygène dans les eaux de mers est d'une valeur de 3mg/l d'O₂. La recherche de ce paramètre est un test conventionnel utilisé pour établir un classement qualitatif des eaux et définir l'altération du milieu par les matières organiques biodégradables; il est influencé par la nature et la quantité des microorganismes présents, le pH, la température et la teneur en sels nutritifs.

La valeur de DBO₅ entre 0 et 2 mg/l avec une moyenne de 0,59 mg/l, ces valeurs sont inférieures à la norme 3 mg/l.

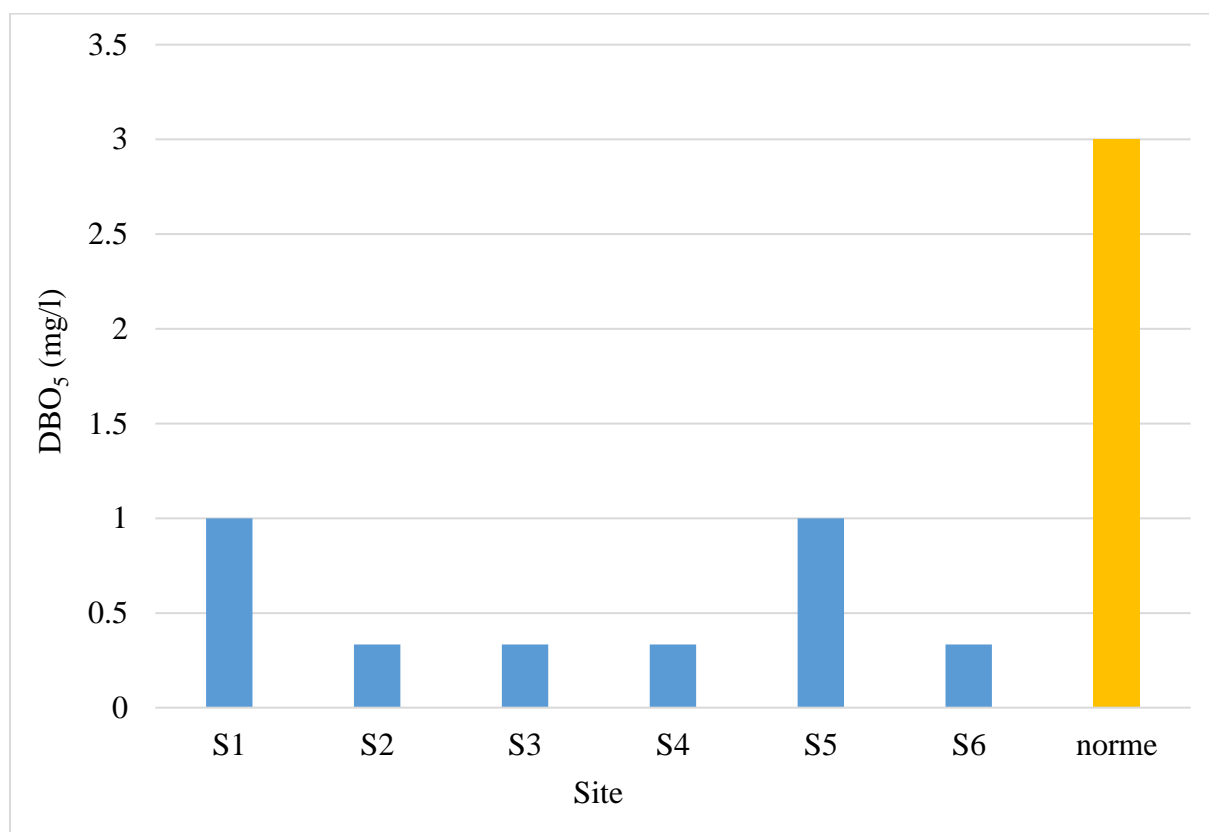


Figure 26: Histogramme représente les moyennes des valeurs de DBO.

2.2.La demande chimique en oxygène DCO :

La DCO est l'un des paramètres globaux qui caractérise la pollution d'une eau, sa norme est 20 mg/l d'O .

La demande chimique en Oxygène est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables.

Dans notre étude la demande chimique en oxygène est hors la norme, il existe une certaine pollution dû à l'activité humaine et industrielle, ceci s'explique par le taux élevé en DCO.

1.1.Plomb :

Le plomb est un métal utilisé par l'homme depuis des millénaires. La production et l'utilisation du plomb ont augmenté de façon spectaculaire durant la Révolution Industrielle entraînant une libération intense de ce métal indestructible et son accumulation massive dans l'environnement (Pascal et Bruno, 2013).

La valeur de plombe varie entre 0,59 mg/l et 0,74 mg/l, ces valeurs sont loin des valeurs naturelles habituelles et non respecte pas les normes algériennes (0,50 mg/l), ceci est à cause de la corrosion des matériaux de plomberie contenant du plomb comme les tuyaux, les raccords, ainsi que des matériaux de soudure et de cuvelage des puits.et comme le site 5 en raison de la pollution industrielle. Donc ces valeurs constituent un risque potentiel pour certaines espèces marines.

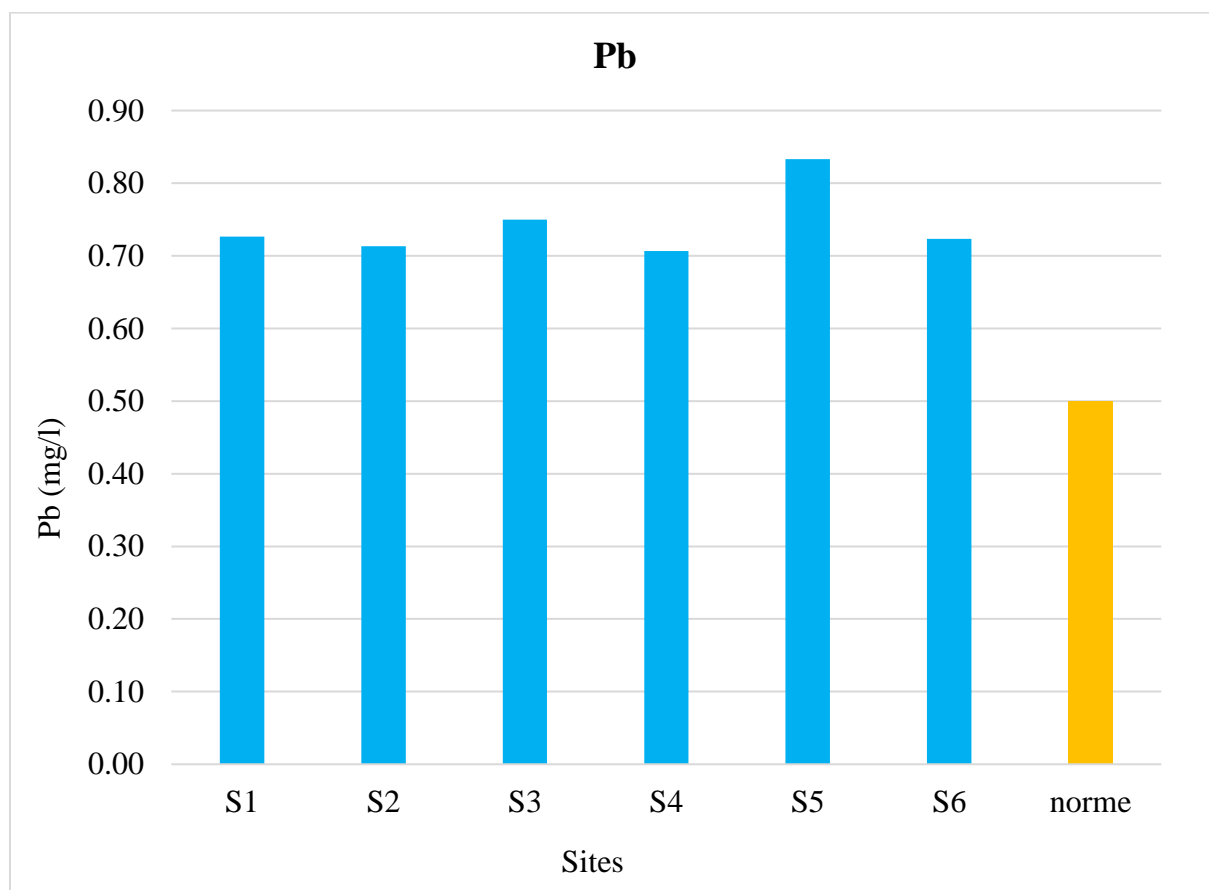


Figure 27:Histogramme représentes les valeurs moyennes de Plomb.

1.2. Azote tot :

La valeur d'azote varie entre 4 mg/l et 14 mg/l, ces valeurs considérées comme supérieures et différentes les unes des autres, et compte tenu de leur moyenne, elles sont très élevées par rapport à la valeur normale (0.01-0.03mg/l) d'azote de l'eau de mer. Ceci est due à l'utilisation de produits lessiviels riches en poly phosphates, de rejetés via les eaux usées. En raison de la présence de quelques restaurants et logements urbains sur les S1,S2 , S3 et S4 aussi les rejet de la zone industriel dans les S5 et S6.

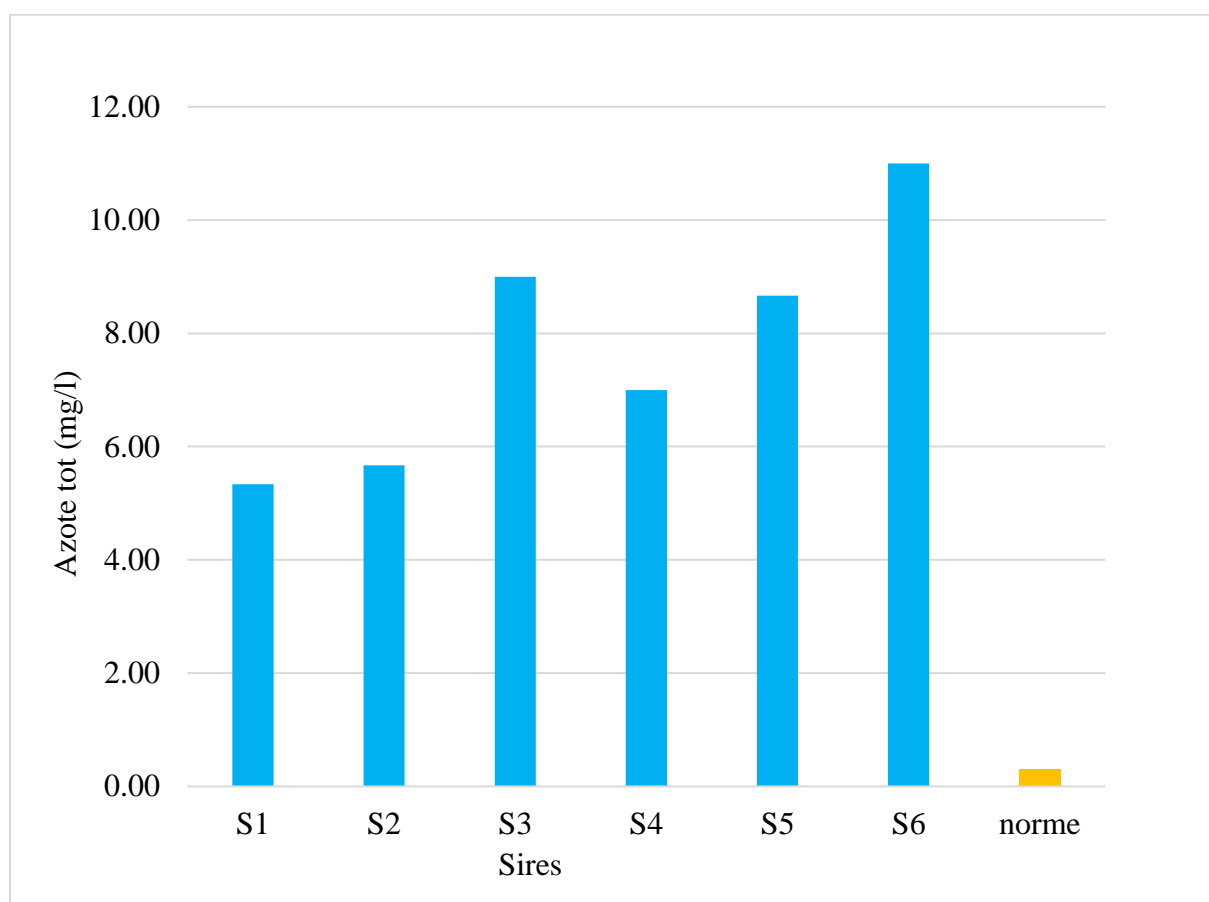


Figure 28: Histogramme représentant les valeurs moyennes d'Azote.

II. Résultats d'analyse des oursins :

Nous avons effectué trois analyses de l'oursin, prélevé dans trois zones (Stora , Paradis, Larbi Ben M'hidi poste 2) .

1. Méthode d'analyse :

Fer :

Les résultats d'analyse de la substance ferrique contenue dans l'oursin 10 ml de la solution prélevée sur 1g de la masse total d'oursin.

Après ajoute du réactif, on remarque l'apparition de la couleur jaune.

Chrome :

Les résultats d'analyse de la substance ferrique contenue dans l'oursin 10ml de la solution prélevée sur 1g de la masse total d'oursin.

Après ajoute du réactif, on remarque l'apparition de la couleur orange.

Zinc :

Les résultats d'analyse de la substance zinc contenue dans l'oursin 20ml de la solution prélevée sur 1g de la masse total d'oursin.

Après ajoute du réactif, on remarque l'apparition de la couleur orange.

2. Les résultats d'analyse des métaux lourds dans les oursins:

Tableau 7: les teneurs moyennes des métaux lourds dans un oursin entier (mg/l).

	Moyenne	Max	Min	La Norme dans 100 g
Fer (Fe)	23,380	46,0616	9,1188	2,8 mg
Chrome (Cr)	0,7025	1,499	0	0,01mg
Zinc (Zn)	18,2961	23,7003	12,665	4,8mg

2.1. Les teneurs en fer :

Le fer se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. (Radier, 2009)

Ce graphique montrant les résultats de l'analyse du fer contenu dans les oursins dans trois sites différents, on remarque que les valeurs du fer sont élevées par rapport à la norme admise qui est 2.8 mg/l (Developments in Aquaculture and Fisheries Science) . Ces valeurs varient entre 9,1188 mg/l et 46,0616 mg/l et une moyenne de 23,380 mg/l. ceci est due aux eaux usées brutes riches en matière organique et en nutriments provenant des zones urbaines et des rejets industriels.

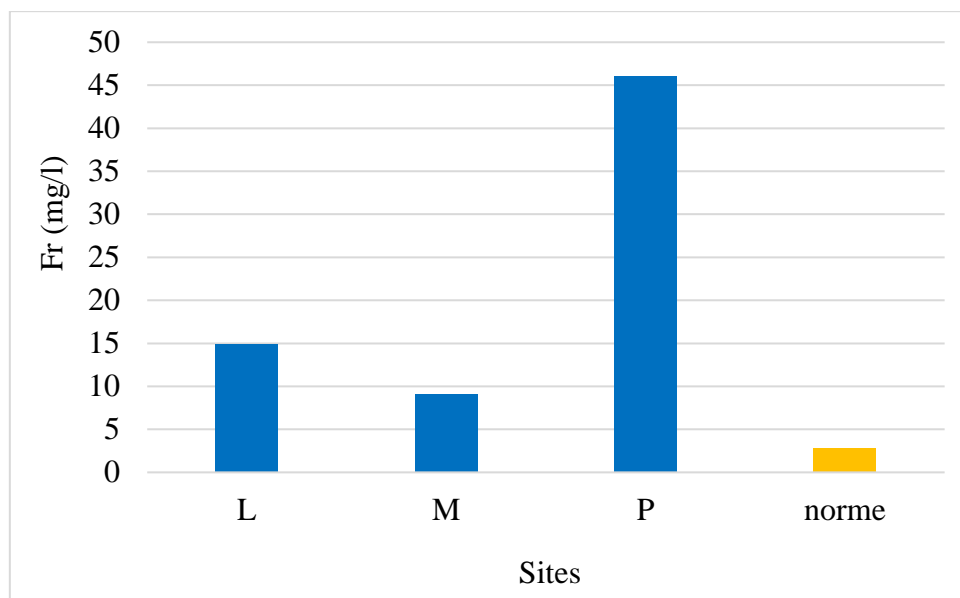


Figure 29: Variation spatiale des teneurs en fer dans les oursins.

2.2. Les teneurs en chrome :

Le chrome Cr est d'origine industrielle c'est la conséquence de la galvanoplastie, des tanneries, raffineries, métallurgie, colorants, textiles et peinture. Ses effets sont toxiques sous forme de chromates il passe sous forme de sels chromiques en milieu naturel (Clément et al., 2015).

Les teneurs moyennes de Chrome varient entre 0 mg/l et 1,499 mg/l at une moyenne de 0,702 mg/l. Ces valeurs sont élevées et dépassent de loin la norme admise de 0,01 mg/l (Developments in Aqualculture and Fisheries Siencie). Cela est dû à la présence d'une activité urbaine dense dans les deux zones, et à la présence de restaurants, de canaux d'égouts qui affectent la vie marine .

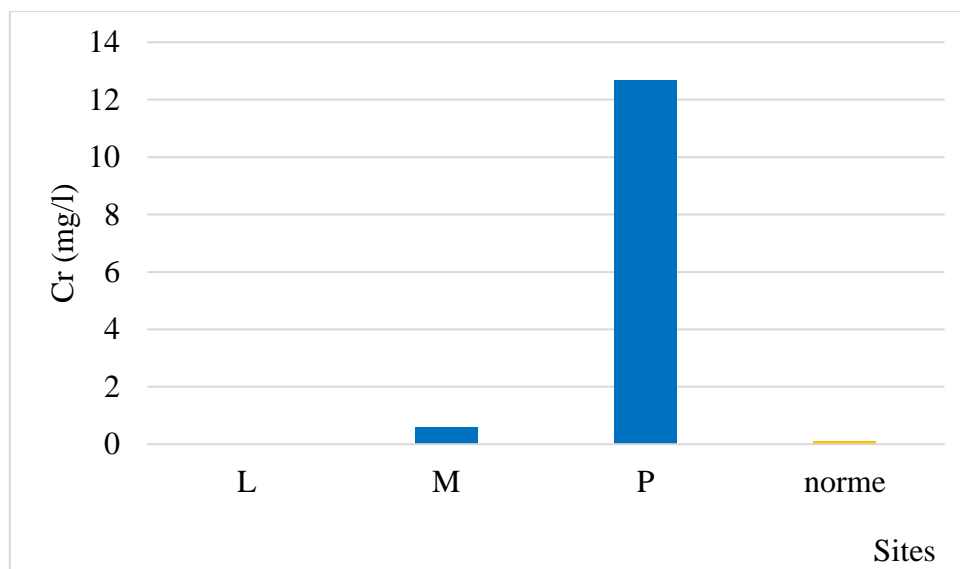


Figure 30 : Les teneurs moyennes en chrome dans les oursins.

2.3. Les teneurs en Zinc :

Le zinc est un élément chimique métallique, bleuâtre, de symbole Zn. Il s'agit d'un oligo-élément indispensable au développement de la vie, son utilisation est variable et multiple ; une grande partie de la pollution provient de la métallurgie. Sa toxicité pour les organismes marins n'est pas prouvée, sauf à de fortes concentrations, il agit sur la reproduction des moules et la croissance larvaire.

Les valeurs de cet élément varient dans les trois sites entre 12,665 mg/l et 23,7003 mg/l avec une moyenne de 18,2961 mg/l. ces valeurs dépassent de loin la valeur admise de 4,8 mg/l (Developments in Aquaculture and Fisheries Science). En raison de la présence d'activités urbaines, de restaurants, d'hôtels et des canaux de drainage des eaux.

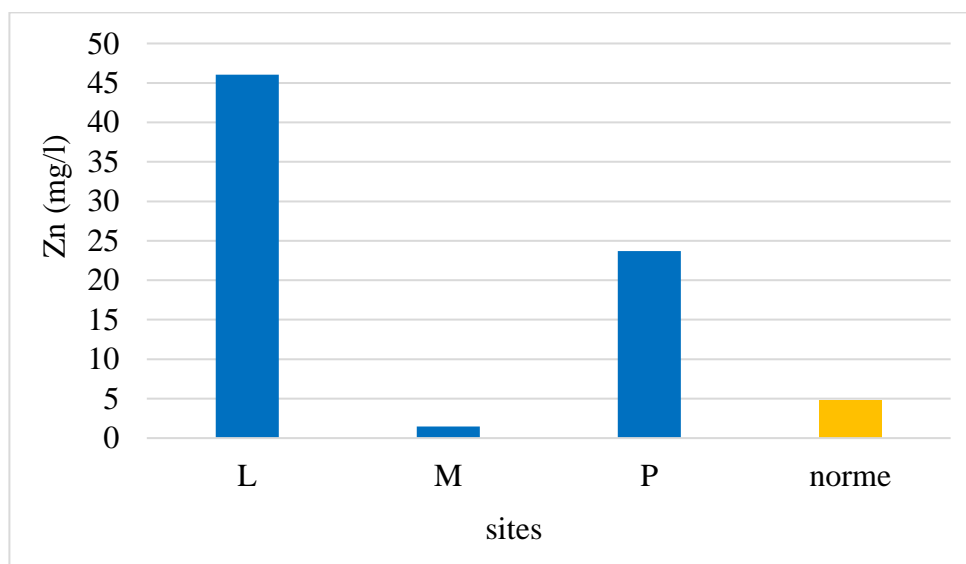


Figure 31: Les teneurs moyennes en Zinc dans les oursins.

Conclusion

La pollution marine représente un danger croissant pour la santé humaine, les écosystèmes et les économies; l'environnement marin est soumis à la pression de nombreuses substances toxiques, parmi lesquelles il y a les hydrocarbures et les métaux trace. Il est donc nécessaire de disposer d'outils d'évaluation et de validation pour détecter les sites pollués et évaluer les risques. Cette étude nous a permis d'avoir un constat sur la qualité des eaux marines des sites étudiées à partir de données et d'informations rassemblées au cours de notre étude.

D'après les résultats obtenus des eaux côtières on peut conclure que:

- Les résultats obtenus ont révélé des changements spatiaux et temporels dans les propriétés physiques et chimiques, les indicateurs de pollution et la concentration de métaux lourds. Ces différences ont montré des résultats variables, mais n'ont pas dépassé la valeur maximale des normes de température, de pH, de salinité et de MES. Par contre, nous avons constaté que la valeur de turbidité aux sites 6 et 5 dépassait la valeur normale, et cela est dû aux rejets de la zone industrielle. Ces eaux côtières sont également caractérisées par une concentration importante de conductivité, ce qui explique leur forte minéralisation et leur caractère très solide, et donc une diminution significative de l'oxygène dissous, ce qui signifie la présence d'une activité bactérienne importante, ce qui est confirmé par des taux élevés de DCO.
- Force est de constater que la concentration en métaux lourds dans les sites étudiés montre une contamination au plomb et à l'azote.
- Grâce à notre étude des indicateurs vitaux, les résultats ont montré la présence d'une contamination au fer dans les trois sites, la présence d'une contamination au chrome dans les sites SM et SP et la présence d'une contamination au zinc dans les sites SL et SP.

Mais il est bien évident que des analyses partielles et irrégulières ne présentent souvent pas la précision et la rigueur indispensable afin de mettre en œuvre une politique de sécurité et de protection de l'environnement :

Pour cela il faudrait mettre en œuvre une politique de sécurité et de protection de l'environnement notamment par:

- Création de laboratoires spécialisés.

Conclusion

- L'engagement citoyen: La solution la plus efficace est le rôle que joue chacun dans le processus de dépollution des océans. Par de simples gestes éco-citoyens, la dépollution des eaux fluviales et océaniques sera une réalité.
- Mise en place d'un système de révision/évaluation.
- Mise en œuvre d'actions correctives.
- Formation qualitative et adéquate ainsi qu'une remise à niveau continue du personnel
- Création de zones écologiques protégées (ZPE).
- Les industriels qui sont responsables de leurs rejets doivent également organiser l'assainissement de leurs eaux usées.
- L'immersion et l'incinération des déchets en mer sont interdites
- Les agglomérations doivent traiter leurs eaux usées, avant leur rejet dans le milieu marin.
- Les ports doivent fournir des services de récupération des déchets durant les escales.

Références bibliographiques

- Agnetta D, Badalamenti F, Ceccherelli G, Di Trapani F, Bonaviri C, Gianguzza P (2015) Role of two co-occurring Mediterranean sea urchins in the formation of barren from *Cystoseira* canopy. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 152: 73-77.
- Agnetta D, Bonaviri C, Badalamenti F, Scianna C, Vizzini S, Gianguzza P (2013) Functional traits of two co-occurring sea urchins across a barren/forest patch system. *Journal of Sea Research*, 76: 170-177.
- ANIREF (2013) Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya de Skikda (14/10/2013).
- Bachari N, Houma F (2005) Combination of data soils and data extracted of satellites images for the survey of the bay of Algiers. MS'05 6-8 juillet Rouen, France.
- Bélanger D (2009) Utilisation de la faune macrobentique comme bio indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Essai présenté au département de biologie. En vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale. Faculté Des Sciences Université De Sherbrooke. Sherbrooke, Québec, Canada.
- Bergbauer M, Humberg B (2000) la Vie Sous-Marine En Méditerranée. Guide Vigot, ed. Vigot, 318p
- Blandin (1986) Bio indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques - Bulletin d'écologie.
- Bonaviri C, Vega Fernandez T, Fanelli G, Badalamenti F, Gianguzza P (2011) Leading role of the sea urchin *Arbacia lixula* in maintaining the barren state in southwestern Mediterranean. *Mar Biol* (158) 2505-2513.
- Boudouresque C.F, Verlaque M (2001) Ecology of *Paracentrotus lividus*. In Lawrence J.M. ed: Edible sea urchins: biology and ecology, Amsterdam: Elsevier Sciences. 177-216.
- Boue H, Chanton R (1978) Zoologie I, 2, Invertébrés. Edit, Doin, Paris, 713 pp.
- Boukhelf K (2012) Données biométriques, indices physiologiques et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem (Algérie). Mémoire de Magister en sciences de l'environnement, option : Biologie et pollution marines, Université d'Oran, Algérie. 166p.
- Bulleri F, Benedetti-Cecchi L, Cinelli F (1999) Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (241): 81-95.

- Chainho P, Costa J L, Chaves M L, Lane M F, Dauer D M, Costa M J (2006) Seasonal and spatial patterns of distribution of subtidal benthic invertebrate communities in the Mondego River, Portugal – a poikilohaline estuary. *Hydrobiologia* (555) : 59-74.
- Chemloul , Medjadji (1997) , GIS(1996) De nombreuses substances de synthèse issues du génie humain ont la capacité d'engendrer les détergents, les biocides, les pesticides (DDT, Lindane...), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg...).
- Clément K , Moctar L, Sèmiyou O, Martin A (2015) Préparation des charbons actifs par voie chimique à l'acide phosphorique à base de coque de noix de coco . *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 9(1) 563-580 .
- Corcoll A (2012) Eriçó de mar: estudi antropològic, geolingüístic I etimològic. PhD Thesis. University of Barcelona. Spain.
- Debieche T H (2002) Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la base plaine de la Seybouse Nord-Est Algérien. Thèse de doctorat , Université de Besançon, France. 44 p.
- Demnatis S, Chafi A, Attrassi B, Maamri A, Haloui B, Kharbouaa M, Ramdani M (2002) Bio-accumulation des métaux lourds chez l'oursin *Paracentrotus Lividus* (Lamarck) sur la côte Est de la Méditerranée marocaine. *Actes Inst.Agron.Vet (Maroc)*, 79-84.
- Dermeche S (2010) Indices physiologiques, bioessais et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) de la côte oranaise (ouest Algérien). Thèse de Doctorat, Université d'Oran, LRSE. 137p.
- Djermakoye M (2005) Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries et des teintureries : Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Univ, De Bamako. P.69.
- DPAT (2010) Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Skikda ,
- Fernandez C (1996) Croissance et nutrition de *Paracentrotus lividus* dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle. Thèse de Doctorat ,Université de Corse. Faculté des Sciences et Techniques. 277p.
- Frantzis A, Berthon J F, Maggiore F (1988) Relation trophique entre les oursins *Arbacia lixula* et *Paracentrotus lividus* (Echinoïdea regularia) et le phytobenthos infralittoral superficiel de la baie de Port-Cros (Var, France). *Sci Rep Port-Cros Natl Park Fr*, (14): 81-140.

- Gasmi W, Refice M (2020) Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de M'Sila (Dréat, Souamaa, Newara). mémoire master ,Université Mohamed Boudiaf ,Msila.
- Gaujous (1995) la pollution des milieux aquatique Ed Tec et Doc. PARIS, 1995.P .P.25-30 .60-61, 100, 101,172-174,220.
- Gauthier M J, F-E, Perry J (1980) Introduction to environmental toxicology Black well scientific publication. 484p.
- Ghyoot M (1991) Les pédicellaires globifères de *Sphaerechinus granularis*, morphologie et comportement d'un appendice défensif. Thèse Doct, Univ, Bruxelles.
- Goeurly David (2014) La pollution marine .in Woessner Raymond (dir.), Mers et océans, Paris : Atlante, Clefs concours .
- Gravez , Bernard (2006) pollution marine : les définitions www.com.univ.mrs.fr.
- Guendouzi Y (2011) Contribution à l'étude de l'impact de la pollution chimique sur l'herbier à Posidonie dans la baie d'Alger. Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et aménagement du littoral , Ing d'état.
- Hade A (2002) Nos Lacs : Les connaître pour mieux les protéger . FIDES. P 359.
- Hakmi A (1994) Traitement de l'eau de source Bousfer Oran. Mémoire de fin d'étude, Université des sciences et de technologie.
- Hébert A , Légaré J-C (2000) Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'Environnement. Ministère de l'Environnement : Envirodoq no ENV-2000-0487, rapport n° QE-121. P. 24.
- Hyman L H (1955) The Invertebrates ,Vol 4. Echinodermata , Mc Craw-Hill: New York.
- Ismal (2008) Premier Appel Acommunication Congrès Internationnal sur les impacts Anthropiques sur le milieu Marin .Alger.
- Jora (2011) fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations. Décret exécutif n° 11-219.
- Kaiser J (2001) Bioindicators and Biomarkers of Environmental Pollution and Risk Assessment (Enfield: Sciences publishers inc.)
- Kempf M (1962) Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* (L.). Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume 25 (39) : 47-116.

Reference bibliographique

- Khelil F (2007) evaluation de la contamination de l'eau de mer et d'un mollusque la moule *Mytilus galloprovincialis* pêche du port d'Oran . mémoire de magistère, Univ d'Oran, 112P.
- Lawrence J.M. 1987. Echinodermata. In, Pandian T.J., Vernberg F.J., (eds), Animal energetic. Academic Press, Inc., San Diego, 2 : 29-321.
- ledireach 1 (18 Mars 2013) Pollutions marines : les définitions. Récupéré sur <https://gisposidonie.osupytheas.fr/?p352>.
- Lesavre N (2001). Epuration des eaux résiduaires urbaines : Nature et paramètres de pollution. Organisme de publication Agence de l'eau Seine Normandie. P.22.
- Lessios H A , Lockhart S , Collin R , Sotil G , Sánchez-Jérez P , Zigler K S , Pérez A F , Garrido M J , Geyer L B , Bernardi G , Vacquier V D , Haroun R J , Kessing B D (2012) Phylogeography and binding evolution in *Arbacia*, a sea urchin genus with an unusual distribution. *Molecular Ecology*, 21: 130–144.
- Linnaeus C (1758) *Systema naturae. Regnum animale: Editio decima.* Laurentius Salvius, Holmiae (Stockholm).
- Mate (2002) Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE- DD).Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Algérie, 140p .
- Melquiot P (2003) Mots et abréviations de l'environnement et du développement durable. Version 1.1. Recycosult ,p 182
- Misch A (1998) Assessing Environmental Health Risks 1993. In: Brown L and all. State of the world 1994, New York.
- Mohamed Ben Ali R (2014) Evaluation de la pollution des eaux issues de la zone industrielle de Skikda . mémoire de magister, Constantine1.
- Moll D (2009) Grenoble eau pure, service en traitement de l'eau. Société de services internet Disponible en traitement site de l'eau. Le sur www.grenoble.eau.pure.free.fr/eaupure.htm .
- Morin-Crini N, Winterton P, Trunfio G, Torri G, Louvard N, Girardot S , Hutinet X , & Crini G (2017) Chapitre IV, Paramètres chimiques de l'eau et rejets industriels. *Eaux Industrielles Contaminées*, 103–144. <https://doi.org/10.4000/BOOKS.PUFC.10972> .
- Mortensen T (1943) A Monograph of the Echinoidea. Vol. III. Reitzel, Copenhagen, 56-168.
- Mouchel J-M , Thévenot D (2003) Support de cours d'Ecotoxicologie du CEREV « Centre d'enseignement et de Recherche Eau Ville environnement ».

- Nédélec H(1982) Ethologie alimentaire de *Paracentrotus lividus* dans la baie de Galoria (Corse) et son impact sur les peuplements benthiques. Thèse de Doctorat 3ème cycle en Océanographie Biologique, Université Pierre et Marie Curie et Université Aix-Marseille II, France. 175p.
- OMS/PNUE, Organisation Mondial De La Santé (2011), rapport historique sur les effets pour l'homme de l'exposition aux perturbateurs endocriniens chimiques
- Palacín C, Giribet G, Carner S, Dantart L, Turon X (1998) . Low densities of sea urchins influence the structure of algal assemblages in the western Mediterranean. *Journal of Sea Research* (39): 281-290.
- Pascal, D., Bruno, I., (2013). Plomb et qualité de l'eau potable. conseil général de l'environnement et du développement durable. Rapport n° : 008435-01
- Privitera D , Chiantore M , Mangialajo L , Glavic N , Kozul W, Cattaneo-Vietti R (2008) Inter- and intra-specific competition between *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in resource limited barren areas. *Journal of Sea Research* (60): 184-192.
- Quiniou N S, Dubois Y, Le Colzer J F, Bernier and J.Noblet (1999) Effect of growth potential (body weight and breed/castration combination) on the feeding behaviour of individually kept growing pigs. *Livest. Prod. Sci.* (61) :13-22.
- Régis M B (1978) Croissance de deux échinides du golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* L.). Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse de doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, Université Saint Jérôme, Aix-Marseille III, France. 221 p.
- Régis M B (1980) Etude des possibilités d'élevage des oursins réguliers en fonction de la valeur de certains indices physiologiques. *Oceanologica Acta* 3: 7-15.
- Rejsek, F (2002) Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. CRDP D'Aquitaine. P. 368.
- RFEA (2009) Fiche rédigée par l'équipe technique du Réseau Francophone sur l'Eau et l'Assainissement. Technologies de l'Office international de l'eau. Disponible sur le site Internet : www.oieau.fr/RéFEA.
- Riedl R (1983) Fauna and Flora des Mittelmeeres. Verlag Paul Parey, Hamburg & Berlin.
- RNB (1999) Réseau National de Basin. Les micropolluants dans les cours d'eau français, 3 années d'observation (1995 – 1997). Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et les agences de l'eau, France.
- Rodier (2009) analyse de l'eau . Ed. Dunodbords , paris 9ème édition p400-409 .

- Sahnoun Z (2009) Etude préliminaire des indices physiologiques (Indice de Réplétion, Indice Gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem. Mémoire de Magister en Sciences de l'Environnement, option : Biologie et Pollution marines, université d'Oran.
- Soualili D L (2008) Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la baie d'Alger. Thèse de Doctorat en Océanographie, option Ecologie marine , Université Houari Boumedienne (USTHB), Alger. pp 147+annexes.
- Spromberg J A, Birge J (2005) Modeling the effects of chronic toxicity on fish population: the influence of life history strategies. *Environ. Toxicol. Chem* (24): 1532-1540.
- Strathman R (1981) Scal of dispersal in varying environments its implications for life histories of marin invertebrates. *oecologia* (48):308-318.
- Tortonese E (1965) Echinodermata. Fauna d'Italia vol. VI. Calderini, Bologna.
- Tortonese E, Vadon C (1987) Oursin et holothuries (Echinodermes) in fiche FAO didification des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noire zone de pêche 37 vol I, végétaux et invertébrés 715-739.
- Verlaque M (1987) Relations entre *Paracentrotus lividus* (Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale .In: Colloque International Sur *Paracentrotus Lividus* et Les Oursins Comestibles. GIS Posidonie Publ, Marseille pp 5-36.
- Verlaque M, Nedelec H (1983) Biologie de *Paracentrotus lividus* (Lamark) sur substratum rocheux en Corse (Méditerranée, France): alimentation des adultes. *Vie et Milieu* (33): 191-202.
- Vincent (2006) étude d'expertise en aquaculture – environnement – pêche – pollution. Saint-Maximin- France.
- Wangensteen O S , Turon X , García-Cisneros A , Recasens M , Romero J, Palacín C (2011) A wolf in sheep's clothing: carnivory in dominant sea urchins in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* . (441): 117-128.
- Zakariya M , Abdelatif H (2015) Télédétection Satellitaire de la pollution marin Etude de cas : la pollution marin par hydrocarbures . Edition on universitaires européennes p148 .
- Zhou Q , Zhang J, Shi J, Jiang G (2008) Biomonittoring :an appealing tool of assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem . *Anal Chim Acta* 606 p 135-150.

Annexes :
Tableau 8: Méthode d'analyse des différents paramètres physicochimiques

Paramètres	Méthodes d'analyse	Unités	Méthodes d'analyses des échantillons
Mesure de : T°, PH, Salinité, conductivité, et TDS.	Appareille multi paramètres de marque HACH L ; sonde PHS101 pour mesure le PH, T°, sonde CDC401 pour mesurer la conductivité, TDS et salinité.	Degrés Celsius – ‰ µs/ cm mg/l	Allumez l'appareil, lavez les électrodes avec de l'eau distillée, plongez dans l'échantillon sous agitation, appuyez sur le bouton de mesure et attendez la stabilisation pour lire les résultats.
Mesure la turbidité	Appareille turbidimètre de marque HACH	NTU	Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.
Mesure de la DBO5	Enceinte refédérateur	mg/l	Introduire une barrette aiment dans chaque bouteille . Ajouter l'échantillon dans une ballon jaugée, avec la 1-allyl 2-thiourée. Fermez la bouteille avec le bouchon du manomètre électronique, réglez l'ordinateur sur 0 et démarrez le système. Laisser reposer l'équilibre pendant 30 minutes avant de lire les valeurs après 5 jours en mg / L.
			-mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 20 mn. - laisser refroidir dans le dessiccateur.

Mesure MES dans l'eau	Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre.	mg/l	<ul style="list-style-type: none"> - ensuite les peser soit p 1 : poids des membranes avant filtration. - placer les membranes dans la rampe à filtration et faire passer 200 ml d'eau à analyser à travers. - rendre les membranes à l'étuve (105°C) afin de les sécher pendant 20 mn. - les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une 2^{ème} fois soit p2 : poids des membranes après filtration. <p>+ Expression des résultats :</p> $\text{MES (Mg/L)} = (p1-p2) \times 5 \times 1000$ <p>p1 : poids des membranes avant filtration. p2 : poids des membranes après filtration.</p>
Métaux lourds (N total, Pb)	Méthodes par spectrométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un spectrophotomètre UV – visible.	mg/l	Nous préparons à l'avance une solution de concentration connue avec une précision connue. Nous transportons le spectromètre avec la solution connue et réglons l'appareil sur la valeur de concentration connue. Nous mesurons la réponse de l'appareil à cette solution et ajustons l'appareil pour qu'elle apparaisse la lecture correcte.
Mesure de l'oxygène dissout	Compteur de l'oxygène dissout (oxymétrie de paillasse) HI 2400	mg/l	Préparer 50 ml d'échantillon dans un bécher et remplir l'ampoule oxygénée avec l'échantillon. Fermez l'ampoule et agitez-la pendant 30 secondes. Démarrez le minuteur pendant 2 minutes, puis secouez à nouveau et attendez 30 secondes. Nettoyez l'ampoule, ajoutez-la dans la chambre du réservoir, mettez-la à zéro et mesurez.

Mesure de DCO	Appareille Spectrophotomètre de marque HACH	mg/l	L'échantillon d'eau est oxyde par une solution sulfurique chaude de dichromate de potassium avec du sulfate d'argent comme catalyseur .pipeter 3ml d'échantillon dans un tube pré employé(kit de dco).chauffé le tube autour de 120min à 148min ,laisse refroidir ensuite place le tube dans le spectromètre.
---------------	---	------	---

Tableau 9:Identification des six points d'échantillonnage sans la zone d'étude.

Point	date	heur	cordonnées géographiques
Larbi Ben M'hidi Post 1	dimanche 24 mars 2024	14:25	36°53'15.4"N 6°58'41.6"E
	samedi 30 mars 2024	14:44	
	lundi 18 mars 2024	17:15	
Larbi Ben M'hidi Post 2	dimanche 24 mars 2024	14:28	36°53'18.8"N 6°58'59.2"E
	samedi 30 mars 2024	14:46	
	mardi 19 mars 2024	17:40	
Plage militaire 2	mardi 26 mars 2024	16:45	36°53'52.0"N 6°52'48.6"E
	lundi 1 avril 2024	15:30	
	samedi 20 avril 2024	14:30	
Plage Paradis	mardi 26 mars 2024	16:50	36°53'44.0"N 6°52'56.9"E
	lundi 1 avril 2024	15:40	
	dimanche 21 avril 2024	15:00	
Senatrach 1	vendredi 26 avril 2024	9:45	36°53'04.2"N 6°57'47.2"E
	mardi 2 avril 2024	9:37	
	lundi 22 avril 2024	10:30	
Senatrach 2	mardi 26 mars 2024	9:50	36°53'03.8"N 6°57'41.7"E
	mardi 2 avril 2024	9:40	
	mardi 23 avril 2024	10:25	