

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة.

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SIKKDA



Faculté des Sciences

Département Ecologie et Environnement

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

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie des Milieux Naturels

Intitulé :

***Biosurveillance de la qualité des eaux du
littoral Est Algérien.***

Présenté par :

- ❖ Boutria Bouchra.
- ❖ Chekroud Rihab.
- ❖ Oudjrit khaoula.
- ❖ Boutaghane chaima.

Membre de Jury :

Président : LAIB I

MCA

Université 1955. Skikda

Promoteur : Mohammed Ben Ali R

MAA

Université 1955. Skikda

Examineur : Bouderies A

MCB

Université 1955. Skikda

Année universitaire 2023-2024

REMERCIEMENT

Nos remerciements vont tout d'abord au bon dieu pour la volonté et la patience qu'il nous a donné durant ces longues années d'étude afin qu'on puisse arrivera ce stade, du fond de notre cœur.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Med Ben Ali Rym. Nous la remercions pour la qualité exceptionnelle de son encadrement, ainsi que pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité lors de la préparation de ce mémoire malgré son charge académiques et professionnelles.

Nous remercions ensuite l'ensemble des membres du jury, qui ont fait l'honneur de bien vouloir étudier avec attention notre travail

Nous remercions aussi les professeurs de l'université de 20 AOUT 1955 SKIKDA, qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Enfin, nos remerciements vont tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dedicas

Je dédie ce mémoire

A ma très chère mère, la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences ma source de vie et d'amour et d'affection quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence mes cotes a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père qui été toujours à mes cotes pour me soutenir

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

*A mon adorable chère Sour kawtar, merci pour votre soutien et encouragement
tout long de mes études*

*A la personne qui a la capacité de me faire sourire même dans les moments
difficiles mon très cher frère Amar.*

*A ces amis qui sauvent, à ces amis qui rendent la vie plus supportable, a ces
amis qui restent,*

Meriem et rayen Merci pour l'amour merci pour tout, je vous aime beaucoup.

*Sans oublier mes binômes Bouchra et Rihab pour leur soutien moral, leur
patience et leurs compréhensions tout au long de ce projet.*

Puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Khawla

Dedicas

Avant tout, louange et gratitude à Dieu Tout-Puissant qui m'a donné la force, la patience et la volonté de réaliser ce travail.

Je tiens à remercier mes chers parents, qu'Allah les protège, car sans eux je n'aurais jamais pu arriver jusqu'ici aujourd'hui. J'espère pouvoir les honorer en atteignant les plus hauts sommets dans un avenir proche.

À ma chère sœur et à mes frères, qu'Allah vous protège de tout mal, qu'il vous guide et vous comble de toutes les bénédictions. Merci pour votre soutien et encouragement constants, que vous restiez pour moi une précieuse aide.

Je tiens à remercier tous les membres de ma famille et mes voisins, sans exception, pour leur soutien continu.

À mes amis de la première pas jusqu'à la dernière, les amis de l'âme et de la vie, Inas, Rayane, Lina et Manar qu'Allah vous comble de bonheur et vous guide dans vos vies.

À mes binômes dans ce travail, Bochra et khawla je vous suis reconnaissant et je vous respecte pour votre patience et votre dévouement au travail, merci pour chaque moment que nous avons partagé ensemble.

À ma superviseure et avant tout mon enseignante, M.ben ali rime merci pour tous vos efforts avec nous, et nous nous excusons pour nos lacunes parfois, je vous adresse tout mon respect et mon estime.

Enfin, un message à tous ceux qui ont souhaité ou attendu on échec un jour, vous attendez toujours, et Allah vous guérisse ♥.

Rihab

اهداء

الختام ها انا ذا بمزيج المشاعر المتناقضة فرحة الانجاز وحزن الفراق مشاعر ممزوجة بذكريات رحلة
تعليلة طويلة ومليئة بالتحديات والانجازات والقصص التي لا تنسى.

الشكر لله عز وجل أولا على كل شيء أنجزته ثم إلى أمني الحبيبة بشكل خاص التي كانت ولا زالت السند الاول في كل
خطوات حياتي والتي رافقتني ادعيتها كملاك حارس والتي ربت وسهرت لتراني ما انا عليه اليوم.
إلى أبي العزيز الذي لطالما كان ومازال السند والأمان في حياتي والذي يتعب دون عناء لحصولنا على
ما نريده حفظهما الله من كل سوء.

وإلى اخوتي الاعزاء سندي وعزوتي في هذه الحياة "أنيس، آمنة يحيى وأمجد" وإلى كل أفراد

عائلتي الاحباء الذي لطالما غمروني بحبهم دائما.

ولكل من ساهم في رحلتي التعليمية من بدايتها الى نهايتها ولصديقاتي وزميلاتي الآتي هون علي تعب
الطريق وساهما في فرحة الوصول.

دون ان أنسى أن أشكر شريكتي في مذكرة التخرج "خولة" و"رحاب" التي بدأت تجربتي معهم بحب واحترام
وانتهت بكل حب واحترام وتعاون.

لكل بداية نهاية ولكل نهاية بداية جديدة الحياة مستمرة والتحدي صار أقوى

بشرى

Résumé

La pollution marine représente un risque croissant pour la santé humaine, les écosystèmes et les économies. Les substances toxiques comme les hydrocarbures et les métaux traces exercent une pression constante sur l'environnement marin.

Cette étude a permis d'évaluer la qualité des eaux côtières dans quatre sites au niveau du littoral de Skikda, sites : Molot (site 01), La carrière (site 02), ELhedjira (site 03) et Ain doula (site 04), en utilisant des données collectées et des analyses physico-chimiques des eaux de mer, des indices biologiques et de la bioaccumulation des métaux lourds (Fe et Cr) chez l'oursin *Paracentrotus lividus*. Les résultats des paramètres tels que la température, le pH, la MES et la salinité des eaux côtières respectent les normes établies. Cependant, une forte minéralisation et une dureté accrue en mai peuvent limiter le développement de certaines espèces marines.

Des concentrations élevées en DCO indiquent une contamination nécessitant une analyse chimique approfondie, susceptible de priver l'eau d'oxygène et de nuire à la vie marine.

Des disparités ont été observées dans les indicateurs biologiques et la bioaccumulation métallique entre les populations d'oursins étudiées. Les sites 03 et 04 ont montré une croissance plus favorable par rapport aux sites 02 et 01, indiquant des conditions environnementales meilleures.

Enfin, une forte concentration de chrome dans le site 01 pourrait être attribuée aux activités portuaires telles que la pêche et les opérations mixtes.

Mots clés : Eaux côtières, *Paracentrotus lividus*, Indicateurs biologiques, Métaux lourds, Skikda

Abstract

Marine pollution poses an increasing risk to human health, ecosystems, and economies. Toxic substances such as hydrocarbons and trace metals exert constant pressure on the marine environment. This study evaluated the quality of coastal waters at four sites along the Skikda littoral : Molot (site 01), La carrière (site 02), ELhedjira (site 03), and Ain doula (site 04), using collected data and physico-chemical analyses of seawater, biological indicators, and heavy metal bioaccumulation (Fe and Cr) in the sea urchin *Paracentrotus lividus*. Results for parameters like temperature, pH, TDS, and salinity of coastal waters met established standards. However, high mineralization and increased hardness in May may limit the development of certain marine species. High concentrations of COD indicate contamination requiring thorough chemical analysis, which could deplete water oxygen levels and harm marine life. Disparities were observed in biological indicators and metal bioaccumulation among studied sea urchin populations. Sites 03 and 04 showed more favorable growth compared to sites 02 and 01, indicating better environmental conditions. Finally, high chromium concentrations in site 01 could be attributed to maritime activities such as fishing and mixed operations.

Keywords : Coastal waters, *Paracentrotus lividus*, Biological indicators, Heavy metals, Skikda

ملخص

يشكل التلوث البحري خطراً متزايداً على صحة الإنسان والنظم الإيكولوجية والاقتصادات تمارس المواد السامة مثل الهيدروكربونات والمعادن النزرة ضغطاً مستمراً على البيئة البحرية.

مكنت هذه الدراسة من تقييم جودة المياه الساحلية في أربعة مواقع على طول ساحل ولاية سكيكدة، مواقع: مولو (موقع 01)، لاكاريار (موقع 02)، الحجيرة (موقع 03) وعين الدولة (موقع 04)، وذلك باستخدام البيانات المجمعة والتحليلات الفيزيائية والكيميائية لمياه البحر والمؤشرات البيولوجية والتراكم الحيوي للمعادن الثقيلة في قنفاذ البحر

Paracentrotus lividus

نتائج المعلمات مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والمواد الصلبة العالقة وملوحة المياه الساحلية تلبية المعايير المعمول به. ومع ذلك، فإن التمدن القوي وزيادة الصلابة في شهر مايو يمكن أن يحد من تطور بعض الأنواع البحرية تشير التركيزات العالية من DCO إلى تلوث يتطلب تحليلاً كيميائياً مكثفاً، مما قد يحرم الماء من الأكسجين ويضر بالحياة البحرية

وقد لوحظت تباينات في المؤشرات البيولوجية والتراكم الحيوي للمعادن بين مجموعات قنفاذ البحر التي تمت دراستها. وأظهر الموقعان 03 و04 نمواً أكثر ملاءمة مقارنة بالموقعين 02 و01، مما يشير إلى ظروف بيئية أفضل وأخيراً، يمكن أن يعزى التركيز العالي للكروم في الموقع 01 إلى أنشطة الميناء مثل صيد الأسماك والعمليات المختلطة

الكلمات المفتاحية: المياه الساحلية، المؤشرات البيولوجية، المعادن الثقيلة، سكيكدة

Paracentrotus lividus

Liste des figures

N°	Liste des figures	Page
Figure 1	Carte du littoral algérien (Google-Mapp, 2007).	3
Figure 2	Carte de localisation des sites d'étude (Google Earth, 2024).	4
Figure 3	Site de prélèvement de molot (photo personnelle).	4
Figure 4	Situation de site de molot, vue satellite (google earth).	5
Figure 5	Site de prélèvement de la carrière, Ravin des lions (Photo personnelle).	5
Figure 6	Situation de site de la carrière ravin des lions, vue satellite (google Earth).	6
Figure 7	Site de prélèvement d'Elhedjira (photo personnelle).	6
Figure 8	Situation de site d'Elhedjira, vue satellite (google earth).	7
Figure 9	Site de prélèvement Ain doula (photo personnelle).	7
Figure 10	Situation de site Ain doula, vue satellite (google earth).	8
Figure 11	<i>Paracentrotus lividus</i> (photo personnelle).	10
Figure 12	Carte de répartition géographique de <i>P. lividus</i> (Boudouresque et Verlaque, 2013).	11
Figure 13	La morphologie externe de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> A : face aborale B : face orale (photo personnelle).	12
Figure 14	Anatomie interne de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> .	12
Figure 15	Disposition des gonades de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> (Photo personnelle).	13
Figure 16	Cycle reproductif de l'oursin commun <i>Paracentrotus lividus</i> .	15
Figure 17	Echantillonnage des oursins (photo personnelle).	16
Figure 18	Mesure de diamètre d'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> a l'aide d'un pied à coulisse (Photo personnelle).	16
Figure 19	Détermination de poids frais de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> (Photo personnelle).	17
Figure 20	Variations spatio-temporelles de la température de l'eau mer.	20
Figure 21	Variations spatio-temporelles de la conductivité électrique de l'eau d' mer.	20
Figure 22	Variations spatio-temporelles du pH de l'eau de mer.	20
Figure 23	Variations spatio-temporelles de la MES de l'eau de mer.	20
Figure 24	Variation spatio-temporelle de la salinité de l'eau de mer.	21
Figure 25	Variation spatio-temporelle de total solide dissous de l'eau de mer.	21

Liste des figures

Figure 26	Variations spatio-temporelles de la DCO de l'eau de mer.	21
Figure 27	Variations spatio-temporelles des paramètres biométriques chez l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> .	27
Figure 28	Variation spatiales en diamètre et hauteur chez l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> .	28
Figure 29	Variations intersites des indices physiologiques chez l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> .	29
Figure 30	Variations spatio-temporelles des indices physiologiques chez l'espèce <i>Paracentrotus lividus</i> .	31
Figure 31	Variations des concentrations en fer dans les gonades de l'oursin.	35
Figure 32	Variations des concentrations en chrome dans les gonades de l'oursin /g.	36
Figure 33	Variations des concentrations des deux métaux (Fe et Cr) dans les quatre sites.	37

Liste des tableaux

N°	Liste des tableaux	Page
Tableau 1	Répartition des pourcentages (%) des sexes de L'oursin commun <i>P. lividus</i> .	25
Tableau 2	Les nombres des femelles et des mâles de <i>P. lividus</i>	25
Tableau 3	Étude comparative inter sites de la variation sur deux mois des paramètres biométriques des oursins <i>Paracentrotus lividus</i> provenant de site 01, site 02, site 03, site 04.	26
Tableau 4	Des variations intersites sur deux mois de l'indice de condition et de l'indice de réplétion des indices organo-somatiques moyens.	31
Tableau 5	Comparaisons de la concentration relevée chez l'oursin dans les quatre stations avec d'autres travaux dans diverses régions de la méditerranée.	38

Liste des abréviations

♀ : Symbole de femelle.

♂ : Symbole de mâle.

CE : Conductivité électrique.

Cr : Chrome.

DCO : Demande chimique d'oxygène.

Fe : Fer.

IC : Indice de condition.

IR : Indice de réplétion.

IGS : Indice gonado-somatique.

Mes : Matière en suspension.

TDS : Totale solides dissous.

T° : Température.

PH : Potentiel d'Hydrogène.

P. lividus : Paracentrotus Lividus.

C° : Degré Celsius.

N : Nord.

E : Est.

% : Pourcentage.

ug : microgrammes.

Km : kilomètre

mg : Miligramme

Nm : Nanomètre

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Sommaire	
Introduction générale	1
<i>Chapitre I : Matériels et méthodes</i>	
I. Caractéristique du littoral d'Algérien	3
II. Présentation de la zone d'étude	3
III. Présentation des sites d'étude	4
IV. Suivi des paramètres physico-chimiques des eaux côtières	8
IV.1. Protocole d'échantillonnage	8
IV.1.1. Méthode et période d'échantillonnage	8
IV.2. Protocole d'analyse	9
IV.2.1. Mesure in situ	9
IV.2.2. Mesuré au niveau de laboratoire	9
V. Suivi des paramètres, indices biologiques et métaux lourds chez l'oursin Paracentrotus lividus	10
V.1. Systématique et distribution géographique de Paracentrotus lividus	10
V.2. Caractère morphologiques externe et interne de Paracentrotus lividus	11
V.3. Biologie et Ecologie de l'espèce	13
V.3.1. Reproduction	14
VI. Prélèvement des échantillons	15
VI.1. Traitement au laboratoire	16
VI.1.1 Mesure des indices biologiques	16
VI.2.2. Détermination du sexe	17
VI.1.3. Conservation d'échantillons	17
VI.1.4. Sex-ratio	17
VI.2. Détermination des paramètres morphométriques	17

VI.2. Détermination des indices physiologiques	18
VI.2.1. Indice de condition	18
VI.2.2. L'indice de réplétion	18
VI.2.3. Indice Gonado-somatique	18
Chapitre II : Résultats et discussion	
II.1 Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux côtières	20
II.2 Discussion	22
II.3. Résultats des paramètres biométriques, indices physiologiques chez l'oursin Paracentrotus lividus	25
II.3.1. Sex-ratio	25
II.4. Résultats des paramètres morphométriques	26
II.4.1. Variations sur deux mois	26
II.5. Résultats des paramètres physiologiques	28
II.5.1. Variations inter-sites	28
II.5.2. Variation sur deux mois	29
II.6. Discussion	32
II.6.1. Sex ratio	32
II.6.2. Les paramètres morphométriques	32
II.6.3. Les paramètres physiologiques	33
	36
III. Résultats de la contamination métallique chez l'oursin Paracentrotus lividus	
III.1. Résultats des variations de concentrations pour chaque métal	36
II.2. Résultats des teneurs métalliques (Fe et Cr) dans les quatre sites	38
III.3. Discussions	40
Conclusion générale	41
Références Bibliographiques	
Annexes	

Introduction Générale

Introduction générale

La pollution marine est causée par les activités humaines qui jettent dans l'environnement des quantités excessives de produits physiques ou chimiques toxiques, ou par la dispersion de déchets abandonnés par l'homme sur les sols, qui polluent les fleuves et se propagent.

Ils se retrouvent enfin dans les mers. On retrouve cette pollution dans le milieu marin par le biais du ruissellement et des cours d'eau, ou elle est introduite par les vents et les pluies, ou elle provient de produits et objets qui ont été volontairement ou accidentellement abandonnés dans la mer. Cela entraîne des conséquences néfastes sur la faune et la flore marine, ainsi que sur les plages.

Actuellement les régions côtières en Algérie sont exposées à ce genre de pollution. La plupart de la population vit le long de la côte, d'environ 1200 km. En dépit de la quantité de déchets abandonnés sur les plages ou jetés dans la mer, d'autres sont issus de l'intérieur des terres, tels que les sacs en plastique, les bouteilles et les palettes jetées intentionnellement ou accidentellement dans les cours d'eau, se retrouvant ainsi dans la mer. Chaque jour, près d'un demi-million de mètres cube d'ordures sont collectés dans les centres urbains du littoral méditerranéen, mais de nombreuses décharges sont mal aménagées en raison de l'infiltration des eaux souterraines.

La science de la bioindication c'est-à-dire de l'utilisation des organismes vivants comme modèle expérimental dans le but d'évaluer les conditions environnementales d'un milieu donnée. À développer de nombreux outils (bioindicateurs biomoniteurs bioaccumulateurs biomarqueurs etc.) Permettant la gestion et le maintien des écosystèmes marins côtiers.

L'utilisation de bioindicateurs choisis au sein des communautés marines affectées représente un des moyens d'évaluer l'impact du développement humain sur les écosystèmes marins et de prévenir les situations critiques par la mise en place d'outils de restauration et de conservation (**Usseglio-Polatera et al., 2000, Burger et al., 2006 ; Key et al., 2006**).

Les métaux lourds présents dans l'eau et les sédiments sont absorbés par les plantes et les animaux marins, le dépassement d'une quantité donnée dans ces espèces provoque leur accumulation dans les organismes et tout au long de la chaîne alimentaire. Ils peuvent atteindre des concentrations menacent la survie de certaines populations naturelles et présenter des dangers pour les consommateurs de produits marins du fait de leur possibilité de concentration

dans les espèces marines, de leur élimination difficile et leur large répartition dans le milieu aquatique (mateted, 2008). De nombreuses recherches ont été entamées afin d'évaluer les niveaux de la pollution ; les analyses chimiques permettent de déterminer le degré et la nature de la pollution, mais ils ne fournissent pas de preuve quant aux conséquences biologiques (**Chapman et Al., 1987**), des études utilisent des organismes marins qui peuvent être parfois de bon indicateurs biologiques représentant différents maillons des chaînes trophodynamiques : Échinoderme, Mollusques, poissons.

Selon (**Grousset et Donald ,1989**). La présence de métaux lourds anthropogéniques dans le milieu marin présente un risque plus significatif que celui des rejets d'hydrocarbures ou même d'éléments radioactifs. La détection des produits toxiques chez les organismes marins, qui ne sont pas exposés à toutes les sources d'émission, a permis de mettre en lumière les mécanismes de transmission et de concentration au sein de la chaîne alimentaire (**Anderson et Weber, 1975**).

Parmi les espèces les plus utilisés pour évaluer l'état de santé d'un milieu, nous avons *Paracentrotus lividus* qui est un élément fondamental des écosystèmes littoraux (**Fernandez, 1996**). Il a fait l'objet d'un grand nombre de travaux dont les plus importants concernent sa biologie, son éthologie et sa croissance (**Kada, 1986 ; Semroud et Kada, 1987 ; Sadoud, 1988 ; Dermeche, 1998 ; Dermeche et al, 1998 ; Soualili, 2008 ; Dermeche, 2010 ; Allam, 2009**).

Sur cette approche, L'objectif de ce travail est d'évaluer le niveau de la pollution marine dans quatre sites du littoral Est Algérien en utilisant l'oursin *Paracentrotus lividus*.

En effet l'esquisse de notre étude se scinde en 2 chapitres :

Le chapitre I, est consacré aux Matériel et méthodes, qui concernent la description de notre zone d'étude et la présentation de l'espèce *Paracentrotus lividus*. Ainsi les divers prélèvements ,échantillonnages et techniques expérimentales utilisées au cours de ce travail.

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

Nous avons terminé ce travail par une conclusion générale résumant l'essentiel du travail effectué.

Chapitre I

Matériels et méthodes

I. Caractéristiques du littoral Algérien

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1280 km, de la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest à la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est. Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception dans la région de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et la région d'El Kala (Wilaya d'El Taraf) à l'extrême Est. La cote Algérienne est caractérisée par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne.



Figure 1 : Carte du littoral algérien (Google-Map, 2007).

II. Présentation de la zone d'étude

L'Algérie est un pays africain ayant une zone côtière d'environ 1600 km de long de la méditerranée (Tayeb et *al.*, 2015), notre zone d'étude (Skikda) se situe à l'extrême Est des côtes algériennes entre les latitudes $36^{\circ}5'N$ et $36^{\circ}15'N$ et les longitudes $06^{\circ}27'E$ et $07^{\circ}10'E$. Elle dispose de frontières avec Constantine, Guelma et Mila au Sud, Annaba à l'est et Jijel à l'ouest.

Quatre sites positionnés sur le littoral de Skikda sont retenus dans notre étude : plage de molot, la carrière (ravin des lions), Ain doula et El hedjira.



Figure 2 : Carte de localisation des sites d'étude (Google Earth, 2024)

III. Présentation des sites d'étude

Site 01 : molot

Situé à la limite ouest du port de Stora, ce site est une petite plage de rochers qui est très discrète. Sa plage de sable fin, constituée d'agrégats de roches variées, ses eaux d'un bleu clair, profondes dès la rive. Elle est bordée par des rochers, dont l'un est appelé le rocher « Dolori » ou « dents Des requins ».

Attentivement les touches de la daurade et les loups bars. La plage ne fait l'objet d'aucun égout, la source de pollution pour cette plage dans les rejets au niveau du phare et des Habitations.

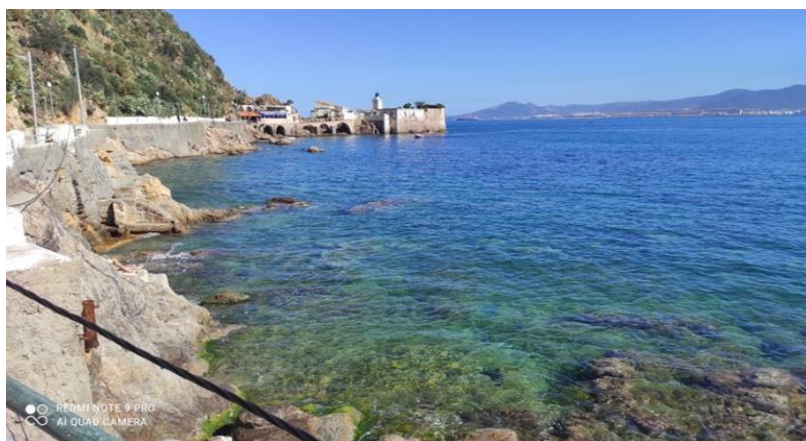


Figure 3 : Site de prélèvement de molot (photo personnelle)

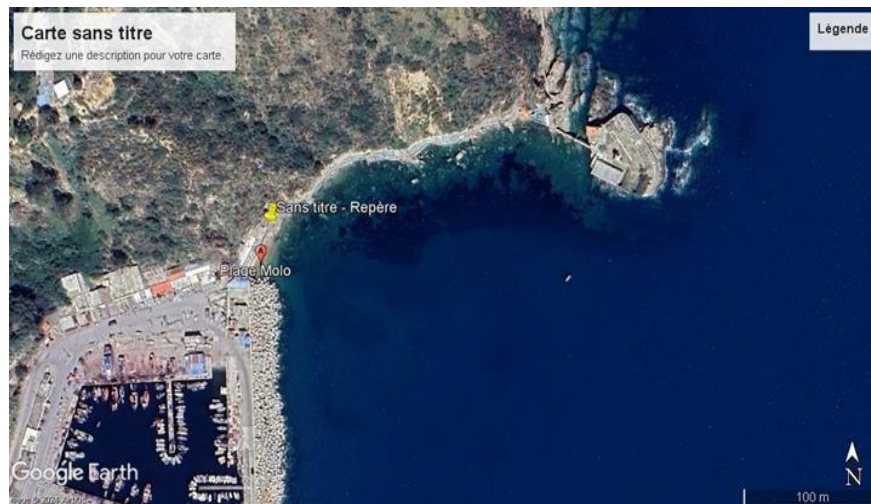


Figure 4 : Situation de site de molot, vue satellite (google earth).

Site 02 : La carrière (Ravin des lions)

Cette plage se situe à neuf kilomètres de centre de la ville de Skikda, vers l'ouest ($36^{\circ} 54' 50''$ N et $6^{\circ} 53' 03''$ E). C'est l'une des plages de Stora à seulement 1,4 km de son centre, elle est desservie par une route littorale, elle mesure plus de 430 mètres, la plage est encadrée par des falaises rocheuses, il s'agit d'une baie spacieuse est recouvert avec de l'eau turquoise et cristalline avec des sables fin et des Caillaux clair, caractérisé par l'abondance des algues photophiles.



Figure 5 : Site de prélèvement de la carrière, Ravin des lions (Photo personnelle)



Figure 6 : Situation de site de la carrière, ravin des lions, vue satellite (google earth).

Site 03 : ELhedjira

Elle est située à Collo (37° 00' 27''N et 6° 34' 50''E). Est une petite plage rocheuse il est bordé par une petite zone forestière et caractérise également par la pureté de ses eaux au point que l'on peut voir des détails Dans les profondeurs. C'est un habitat extrêmement riche et diversifié dominé par des peuplements d'algues photophiles. Considéré comme une zone loin de la ville et des sources de pollution.

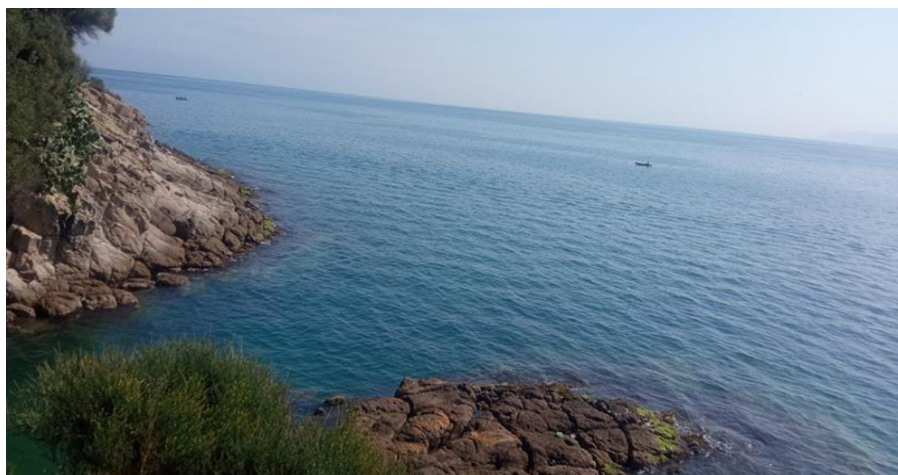


Figure 7 : Site de prélèvement d'Elhedjira (photo personnelle)

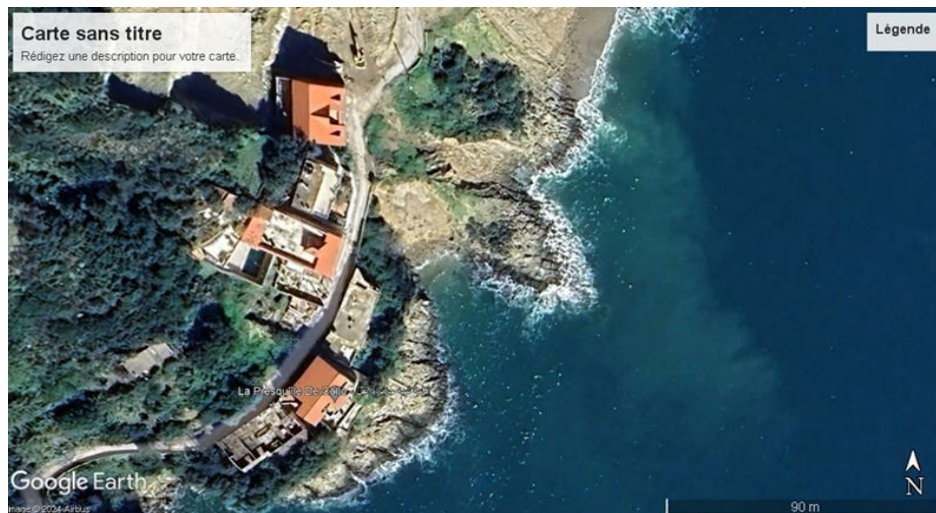


Figure 8 : Situation de site d'Elhedjira, vue satellite (google earth).

Site 04 : Ain doula

Cette plage se situe carrément en bordure de la ville de Collo : ($37^{\circ} 00' 33''\text{N}$ et $6^{\circ} 34' 05''\text{E}$). Elle s'étire sur plus de 1000 mètres de long et 50 mètres de large.

La couleur de l'eau de la plage Ain Doula varie entre le bleu clair et le bleu foncé, cette couleur reflète la pureté et la propreté de l'eau, le sable est considéré comme doux et naturel, caractérisé par sa texture douce et adaptée aux activités de la plage.



Figure 9 : Site de prélèvement Ain doula (photo personnelle)

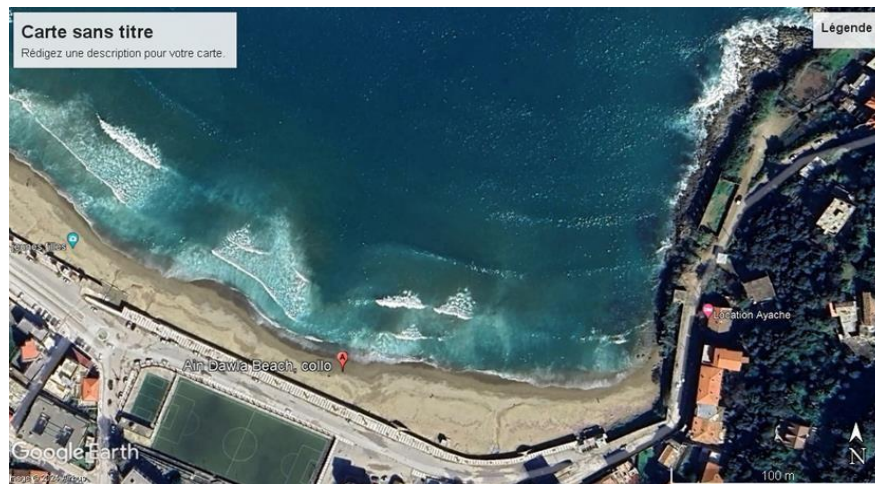


Figure 10 : Situation de site Ain doula (vue satellite) (Google earth)

IV. Suivi des paramètres physico-chimiques des eaux côtières

Pour avoir une certitude sur l'état des sites choisis, nous avons effectué une série d'analyses de l'eau de mer au niveau des quatre sites d'étude.

Ces analyses nous ont permis d'évaluer la qualité physico-chimiques des eaux de mer prélevées lors de notre période d'étude.

IV.1. Protocole d'échantillonnage

IV.1.1. Méthode et période d'échantillonnage

L'échantillonnage des eaux côtières a été effectué en février et mai au cours de l'année 2024 par répétition deux fois au cours de même mois, sur quatre sites d'étude.

L'échantillonnage a été effectué conformément aux recommandations techniques préconisées par (Rodier *et al.*, 1992). Les échantillons d'eaux de mer ont été prélevés vers 1 m de profondeur, afin d'éviter de recueillir le film de surface considérablement enrichi. Les bouteilles en verre opaque, dans lesquelles sont recueillis ces échantillons d'eau, sont rincées plusieurs fois avant d'être remplies. Ils sont ensuite transportés dans des glacières en vue de leur stockage au réfrigérateur à +4°C jusqu'à l'analyse.

Les récipients contenant les prélèvements ont été maintenus bien fermés de façon à éviter toute contamination du produit échantillonné, conservés à l'abri de toute contamination du milieu externe. Toutes les analyses des eaux côtières ont été réalisées au niveau du Laboratoire de station de dessalement de l'eau de mer (Zone industrielles de Skikda).

IV.2. Protocole d'analyse

La qualité des eaux côtières marines des quatre sites d'étude a été évaluée par la détermination des paramètres physico-chimiques (Température, Conductivité électrique (EC), pH, Salinité, Matières En Suspension (MES), Total solide dissous (TDS), Demande Chimique en Oxygène (DCO).

IV.2.1. Mesure in situ

La température

La mesure de la température de l'eau de mer des sites d'échantillonnage a été effectuée in situ à l'aide d'un thermomètre. (**Annexe 1**)

IV.2.2. Mesuré au niveau de laboratoire

Les analyses physico-chimiques, ont été réalisées dans le laboratoire de la station de dessalement de l'eau de mer de Skikda.

- **Conductivité électrique (EC)**

La mesure de la conductivité électrique est réalisée à l'aide d'un multiparamètre de type (multiparamètre HI98494 HANNA), selon le mode opératoire (**Annexe 2**).

- **Potentiel hydrogène**

La mesure du pH peut aider à déterminer les sources de pollution et leurs effets. (**Annexe 3**)

- **La salinité**

La salinité, qui est la description de base des masses d'eau, ont été mesurées à l'aide d'une sonde multi paramètres (Multiparamètre Instrument).

- **Dosage des matières en suspension (MES)**

Cette approche repose sur l'identification des substances en suspension après l'évaporation de l'échantillon. L'échantillon est passé par un filtre en papier, que ce soit sous vide ou sous pression. Après cela, le filtre est séché à une température de 105°C et la quantité de résidu retenu sur le filtre est mesurée par pesée. (**Annexe 4**)

- **Total solide dissous (TDS)**

Détermination potentiométrique des ions des sels dans l'eau. (**Annexe 5**).

- **Demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène ou DCO est l'un des paramètres de la qualité de l'eau.

Elle présente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenu dans l'eau. Cette valeur est obtenue en faisant réagir des échantillons d'eau avec un oxydant puissant (le bichromate de potassium) et s'exprime en milligramme d'oxygène par litre d'eau. (**Annexe 6**).

V. Suivi des paramètres, indices biologiques et métaux lourds chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

V.1. Systématique et distribution géographique de *Paracentrotus lividus*

L'oursin régulier appartient au phylum des échinodermes, comprenant 7000 espèces, toutes marines. Celui-ci regroupe 5 classes : la classe des Echinidés (oursins), classe des Astérides (étoiles des mers), classe des Holothurides (concombres des mers), classe des Ophiuridés (ophiures) et classe des Crinoïdes (lis des mers) (Grasse, 1948). Les échinodermes sont des coelomates deutérostomiens, ils possèdent un certain nombre de caractéristiques dans le monde animal dont les principales sont la symétrie radiale et le système aquifère. Cependant, leur pouvoir de régénération est assez limité (Wirth & Debelius, 2003).



Figure 11 : *Paracentrotus lividus* (photo personnelle)

Selon (Tortonese & Vadon, 1987) la position systématique de l'oursin *Paracentrotus lividus* est la suivante :

Embranchement : Echinodermata.

Sous embranchement : Echinozoa.

Classe : Echinoidea

Sous classe : Regularia.

Ordre : Diadematoidea.

Sous ordre : Camarodonta

Famille : Echinidae

Genre : *Paracentrotus*

Espèce : *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816).

La *Paracentrotus lividus* est répandu dans toute la Méditerranée, ainsi que dans l'Atlantique, les Canaries et l'Ecosse (Tortonese & Vadon, 1987). (Figure 12)



Figure 12 : Carte de répartition géographique de *P. lividus* (Boudouresque et Verlaque, 2013)

V.2. Caractère morphologiques externe et interne de *Paracentrotus lividus*

Les Echinidés se distinguent par une symétrie penta radiaire : 5 régions ambulacraires où les pieds sont placés et 5 régions inter ambulacraires où les piquants sont implantés. Chacun de ces territoires est constitué d'une double couche squelettique calcaire. Les piquants sont aplatis en face ventral et hérissés avec divers appendices sur la face aborale. Ils jouent un rôle essentiel dans la protection, la défense et la locomotion.

Les tubercules sont répartis sur tout le corps. et lisse, les pondais (pied ambulacraires) qui peuvent s'allonger ou se rétracter et se terminent généralement par une ventouse, leur fonction principale est la locomotion, la respiration, la fixation et retiennent la nourriture (Gall *et al.*, 1989) et les pédicellaires : sont des petits organes calcifiés sur le test entre les piquants . Ils sont des fonctions multiples : capture des proies, nettoyage du test, la défense et empêche les petits organismes de s'y fixer (Heymann, 1955). L'axe de symétrie du corps passe par la bouche s'ouvre sur le péristome qui est muni d'un puissant appareil masticateur appelée Lanterne d'Aristote (Fischer *et al*, 1987). Sur la face orale, près de la bouche, le péristome porte un cercle de 5 paires de pondais modifiés (Omar, 2013) et l'amuse centre d'une membrane nommée périront, ce dernier est entouré de 5 plaques génitales.

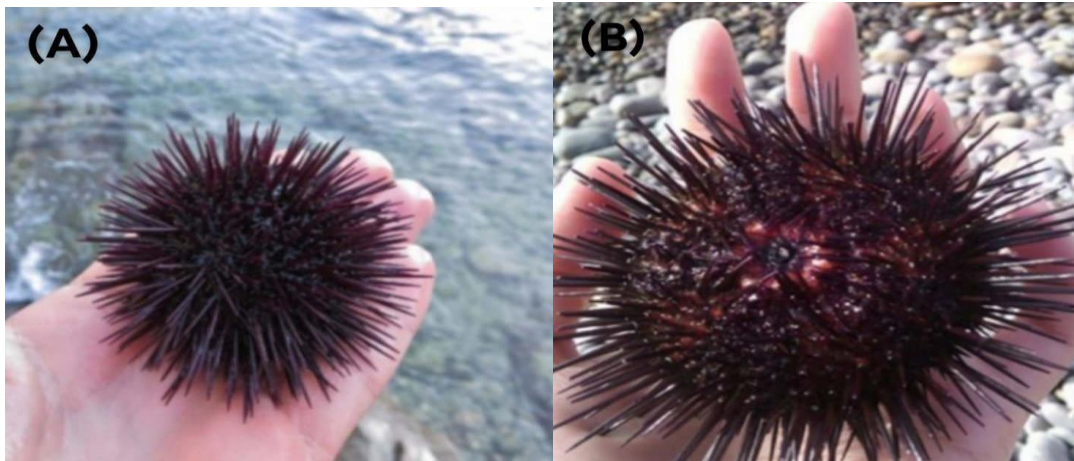


Figure 13 : la morphologie externe de l'oursin *Paracentrotus lividus* (photo personnelle).

A : face aborale **B** : face orale

Le coelome présente une série de cavités qui enveloppent les viscères, ce qui entraîne la formation de deux systèmes creux, qui sont typiques des Echinodermes. La communication entre le système aquifère et le milieu extérieur est étroite, tandis que le système sanguin est entouré par le système aquifère (Grosjean, 2001). Le tube digestif et l'œsophage sont entourés de la lanterne d'Aristote, qui est constituée de 5 pyramides (Rider, 1986). L'œsophage et le rectum sont à la fois axiaux et linéaires, cependant l'estomac et l'intestin présentent cinq boucles conjointes (figure5). Le système nerveux est composé de cinq nerfs radiaires parallèles aux canaux radiaires du système aquifère (Soualili,2008).

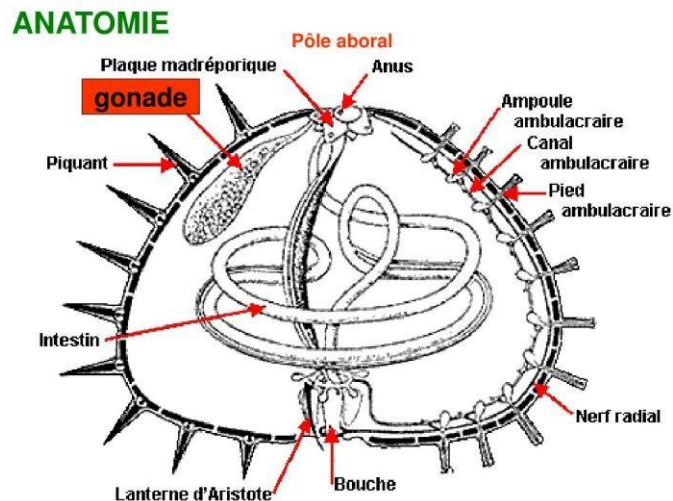


Figure 14 : Anatomie interne de l'oursin *Paracentrotus lividus* (www.sirtin.fr).

L'organe reproducteur est constitué de cinq gonades en position inter radiaire (Figure 15) chacune reliée à l'extérieur par un conduit génital qui traverse le test au niveau des plaques génitales qui entourent l'anus (Boue & Chanton, 1978). Elles sont situées au pôle apical sous les inters radius,

elles sont suspendues, par un repli de l'épithélium péri - viscérale sur les plaques inter - ambulacraires, dans la moitié apicale du cœlome.

Les glandes génitales mâle et femelle, ont une même apparence ; elles se présentent sous la forme d'une poche (grappe) limitée par une paroi formée par un tissu de soutien et des fibres musculaires dont les contractions serviront à évacuer les produits génitaux lors de la ponte (**Boue & Chanton, 1978**). Ces grappes sont constituées par des culs de sacs ou tubules distincts (acini). Qui débouchent dans des canaux, puis finissent dans le canal excréteur commun (gonoducte). S'ouvrant à l'extérieur par un pore génital. Chaque gonade est divisée en deux zones cellulaires, les grosses cellules de réserves ou phagocytes nutritifs et les petites cellules à l'origine des gamètes mâles ou femelles qui sont les cellules germinales. Le développement de ces organes reproducteurs est influencé principalement par la profondeur, la photopériode et la température hivernale (**Byrne, 1990**). En général, la taille des gonades et la quantité des gamètes produite sont fortement influencées par la quantité et la qualité de la nourriture (**Vadas, 1977 ; Lawrence & Lane, 1982 ; Lawrence, 1987**). Dont les algues, nourriture souvent préférentielle (**Fuji, 1967 ; Regis, 1980 ; Frantzis & Gremare, 1992**).

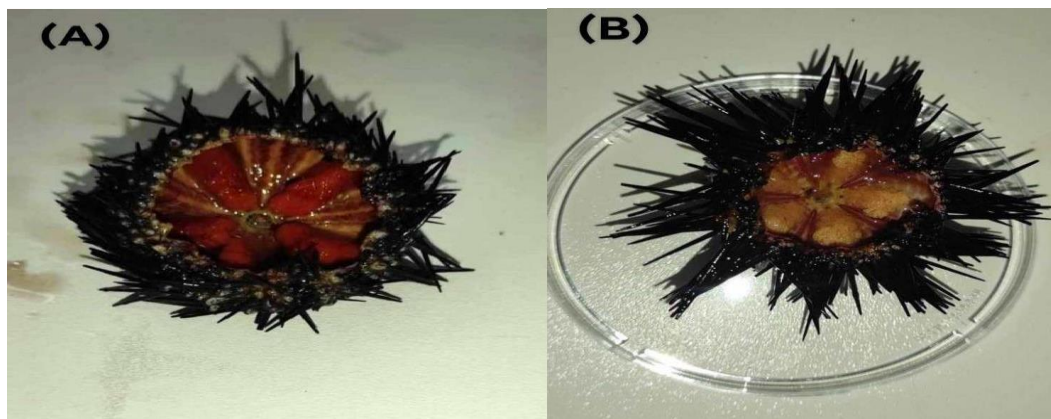


Figure 15 : Disposition des gonades de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Photo personnelle)

A: Gonade femelle B: Gonade male

V.3 Biologie et Ecologie de l'espèce

Paracentrotus lividus se trouve principalement dans l'étage inférieur de la côte, entre 0 m et 30 m de profondeur (**Mortensen, 1927**). Il a été rapporté avec une altitude de - 80 m (**Tortonese, 1965 ; Fenaux, 1968 ; Munar & Moreno, 1987**).

Il vit principalement sur des substrats durs (roche ou gravier avec des algues photophiles) et dans l'herbier de *Posidonia oceanica*. De plus, des observations ont également été faites concernant l'oursin sur des substrats meubles tels que le sable et les fonds détritiques (**Zovodnik, 1987**).

La distribution de *Paracentrotus lividus* sur le substrat est influencée par l'intensité de l'hydrodynamisme et l'action des surfaces (**Soualili, 2008**).

En Méditerranée, l'oursin commun vit sur des substrats durs, généralement en groupe, en compagnie d'un autre Echinoderme, *Arbacia lixula* (**Linnaeus, 1758**) qui préfère les peuplements d'algues denses dont il se nourrit. Il se trouve souvent dans les fissures et sous les blocs rocheux, ainsi que sur les pentes douces (**Kempf, 1962**).

Paracentrotus lividus habite fréquemment les zones intertidales dans des cavités qu'ils creusent lui-même dans les roches grâce à ses piquants et à ses dents (**Verlaque & Nedelec, 1983**).

En général, elle se trouve entre les rhizomes de l'herbier de *Posidonia oceanica* (**Kempf, 1962 ; Semroud, 1993 ; Guettaf, 1997**) et se développe sur les feuilles pendant la nuit (**Kempf, 1962**) et parfois le jour (**Azzolina, 1988**).

V.3.1. Reproduction

Les oursins sont des organismes gonochoriques ovipares, avec des sexes distincts chez *Paracentrotus lividus*, même si l'hermaphrodisme a été constaté (**Drzewina & Bohn, 1924**).

La reproduction suit un cycle annuel, lorsque les gonades sont mûres au début du printemps (**Allain, 1975**). Les pontes chez *Paracentrotus lividus* n'interviennent pas à la même période, ni d'une année à l'autre pour un même site, ou d'un site à l'autre (**Bryne, 1990**).

La reproduction peut être provoquée par une prolifération de phytoplanctons ; une augmentation de la température ou des contraintes hydrodynamiques (**Couvray, 2014**).

En Méditerranée, on compte deux pontes : le premier au printemps de Mars à Juin, le second de moindre importance en fin d'été jusqu'à l'automne d'Août à Octobre.

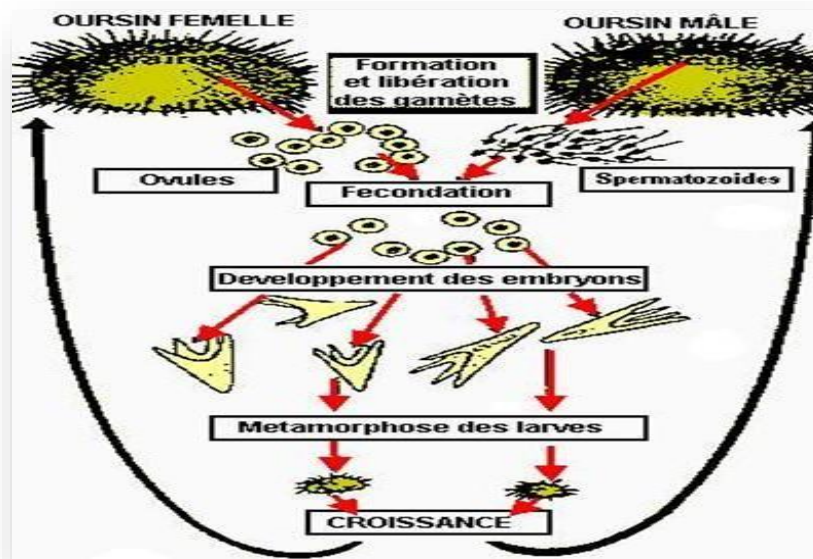


Figure 16 : Cycle reproductif de l'oursin commun *Paracentrotus lividus*.

(<https://player.slideplayer.fr/17/5440020/data/images/img53.jpg>)

La fécondation aléatoire se produit lorsque les individus mâtures se regroupent en agrégats reproductifs et émettent en même temps les œufs et le sperme dans la colonne d'eau. La mortalité pendant la phase larvaire est élevée, atteignant environ 20% par jour (Rumrill, 1990). Cependant, cette mortalité est compensée par une fécondité importante, avec une femelle *Paracentrotus lividus* capable de pondre plus d'un million d'œufs par ponte (Luis *et al*, 2005). Le nombre de zygotes produits est nettement inférieur car le succès de la fertilisation varie considérablement et est influencé par divers facteurs individuels, populationnels et environnementaux (Levitan *et al.*, 1992 ; Palumbi, 1994).

VI. Prélèvement des échantillons

Pour étudier l'impact de la pollution sur l'oursin, des prélèvements ont été réalisés dans les quatre stations en mois de février et mai, en effet une moyenne de 25-30 oursins est récoltée à chaque sortie. L'échantillonnage se fait sur un substrat rocheux à une profondeur qui peut aller jusqu'à 1 m à 1.5 m. Le transport des oursins au laboratoire s'est fait dans des glacières remplies d'eau de mer du milieu de prélèvement pour maintenir les mêmes conditions environnementales, puis transporté immédiatement au laboratoire.



Figure 17 : Echantillonnage des oursins (photo personnelle).

VI.1. Traitement au laboratoire

Une série de mesure à l'aide d'un pied à coulisse au 1 / 10^{ème} de millimètre près est réalisée sur chaque individu à savoir, d'une part, des mesures linéaires du diamètre avec piquants (D), la hauteur du test avec les piquants (H) exprimé en millimètre et, d'autre part, une mesure pondérale est effectuée sur chaque individu pour déterminer le poids frais (P) à l'aide d'une balance à précision exprimé en gramme. Ces mesures vont servir pour une étude biométrique. Les 20 oursins sont disséqués, le sexe est déterminé, les gonades sont récupérées, ainsi que le tube digestif (intestin + contenus digestifs) puis pesés (**figure 18**).

VI.1.1 Mesure des indices biologiques



Figure 18 : Mesure de diamètre d'oursin *Paracentrotus lividus* à l'aide d'un pied à coulisse (Photo personnelle)



Figure 19 : Détermination de poids frais de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Photo personnelle).

VI.1.2. Détermination du sexe : à la maturité, les gonades de l'oursin prennent une couleur orangée et rugueuse pour les femelles, alors que les mâles sont d'un orange clair (Grasse *et al* 1970).

VI .1.3. Conservation d'échantillons : après les mesures biométriques et le poids, les gonades sont nettoyées à l'éthanol et placées dans des tubes Eppendorf, puis conservées à basse température jusqu'à la réalisation des analyses.

VI.1.4. Sex-ratio

La sex-ratio correspond à la proportion d'un sexe par rapport à l'autre dans une population d'une espèce spécifique (Katas *et al.* 1984), ce qui permet d'analyser certains aspects de la reproduction. Il est exprimé de la manière suivante :

Pourcentage de femelle ou taux féminité

$$\text{Taux de féminité (\%)} = \frac{(\text{Effectif des femelles})}{(\text{Effectif total})} \times 100$$

Pourcentage de mâle ou taux de masculinité :

$$\text{Taux de masculinité (\%)} = \frac{(\text{Effectif des mâles})}{(\text{Effectif total})} \times 100$$

VI.2. Détermination des paramètres morphométriques

Des mesures biométriques ont été réalisées, à la précision de 1/10 mm près à l'aide d'un pied à coulisse, pour déterminer :

- Le diamètre du test sans les piquants (D).
- La hauteur du test sans les piquants (H).

- Le diamètre du test avec les piquants (D).
- La hauteur du test avec les piquants (H).

VI.2. Détermination des indices physiologiques

VI.2.1. Indice de condition

L'indice de condition (IC) des oursins des quatre sites d'échantillonnage a été calculé selon la méthode recommandée par (AFNOR, 1985).

$$IC = \frac{\text{Poids frais du tissu interne (g)}}{\text{Poids frais total (g)}} \times 100$$

VI.2.2. L'indice de réplétion

L'indice de Réplétion (IR) des oursins des quatre sites d'échantillonnage a été calculé selon la méthode recommandée par San Martin 1995, comme suit :

$$IR = \frac{\text{Poids frais du tube digestif (g)}}{\text{Poids frais total (g)}} \times 100$$

VI.2.3. Indice Gonado-somatique

L'indice Gonado-Somatique (IGS) des oursins des quatre sites d'échantillonnage a été calculé Selon la méthode recommandée par San Martin 1995, comme suit :

$$IGS = \frac{\text{Poids humide de la gonade (g)}}{\text{Poids humide total (g)}} \times 10$$

VII. Mesure des métaux lourds chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

VII.1. Minéralisation

La minéralisation a pour but la destruction de la matière organique et la libération des métaux par calcination et par attaque acide (Ghellai, 2015).

Pour le séchage, 1 g d'échantillon (gonades) est déposé dans l'étuve à une température de 110 ° C pendant trois heures.

Les échantillons séchés, ont été placés dans des creusés et mis dans un four à moufle pendant 15 minutes à une température de 450 ° C, puis ils sont humectés avec de l'acide nitrique et remis à 350 ° C pendant 01 heure et 30 minutes. Les échantillons sont ensuite broyés à l'aide d'un mortier.

Les cendres obtenues sont filtrées par une solution d'acide nitrique. Le filtrat obtenu est ajusté à 25 ml par l'acide nitrique (HNO₃) à 1%, et conservé au frais dans des flacons étiquetés (N°, sex, date, lieu ...etc.), les piluliers contenant les minéralisats sont hermétiquement fermés et conservés à basse température (pour éviter toute perte ou évaporation) jusqu'à l'analyse par Spectrophotomètre UV-VIS

VII.2. Mode opératoire d'analyse des métaux lourds (Fer et Cr total)(ANNEX 8).

Le dosage de fer et chrome a été effectué par spectrophotométrie **UV visible** dans laboratoire de Sonatrach CP2K

Chapitre II

Résultats et discussion

II.1. Résultats des paramètres physico-chimiques des eaux côtières

Les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux côtières prélevés au niveau des quatre sites d'étude. (T°,CE, pH MES, Salinité, TDS et DCO) sont regroupés dans les courbes graphiques suivantes :

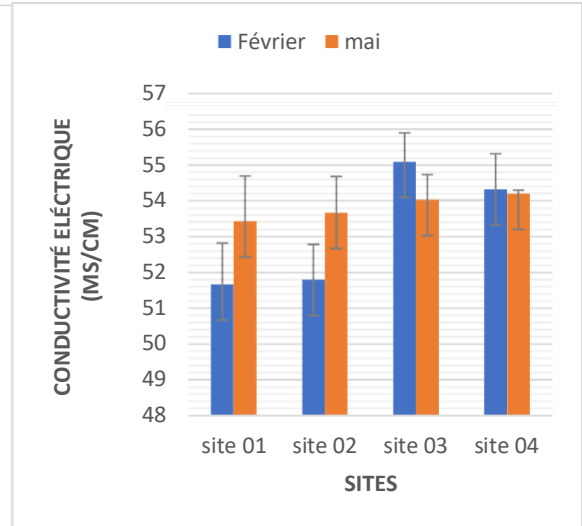
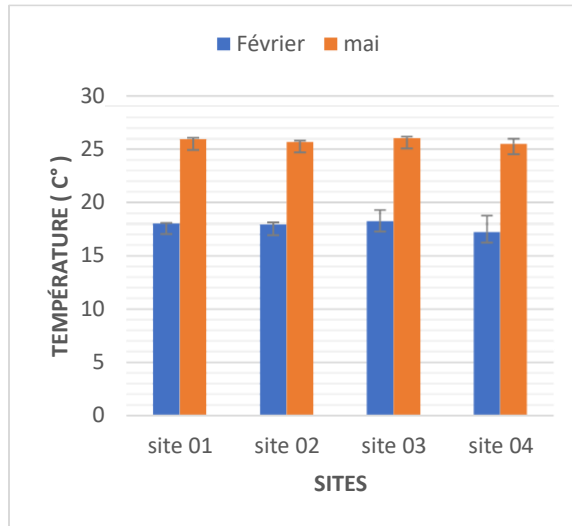


Figure 20 : variations spatio-temporelles de la température de l'eau de mer.

Figure 21 : variations spatio-temporelles de la Conductivité électrique de l'eau d'mer

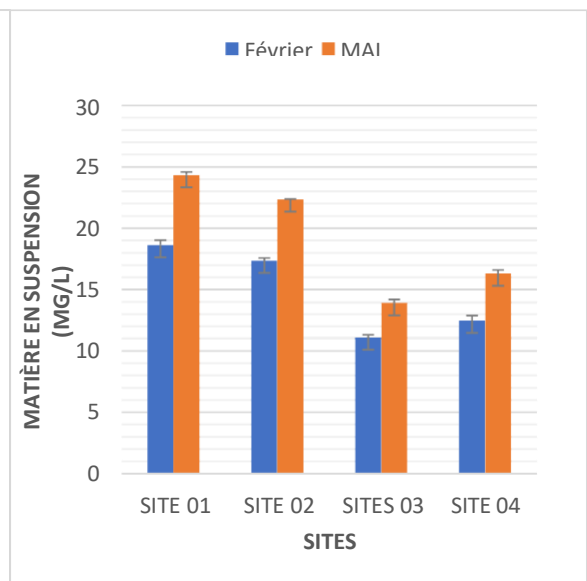
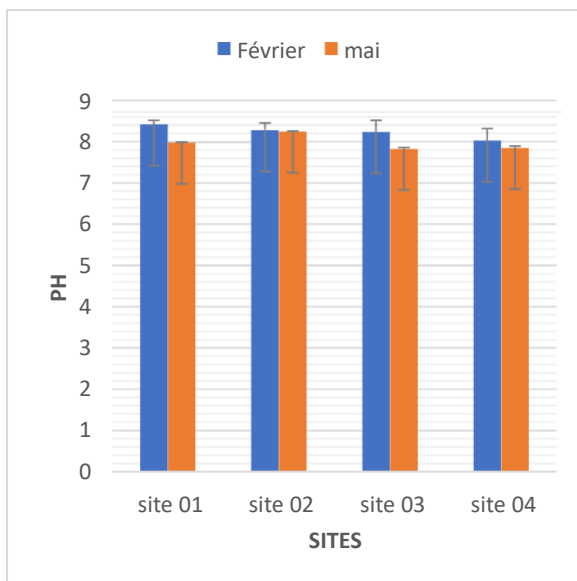


Figure 22 : variations spatio-temporelles de PH de l'eau de mer.

Figure 23 : variations spatio-temporelles de la MES de l'eau de mer.

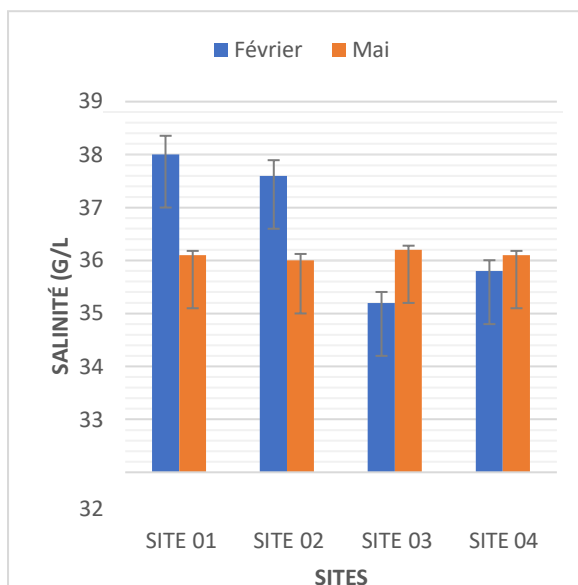


Figure 24 : variation spatio-temporelle de la salinité de l'eau de mer.

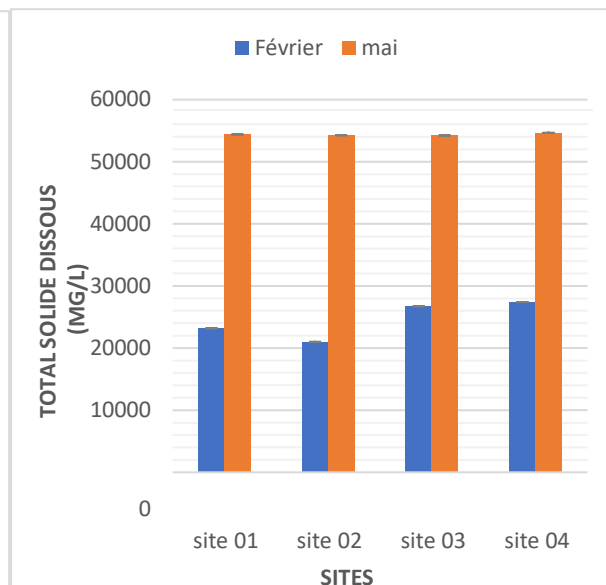


Figure 25 : variation spatio-temporelle de total solide dissous de l'eau de mer.

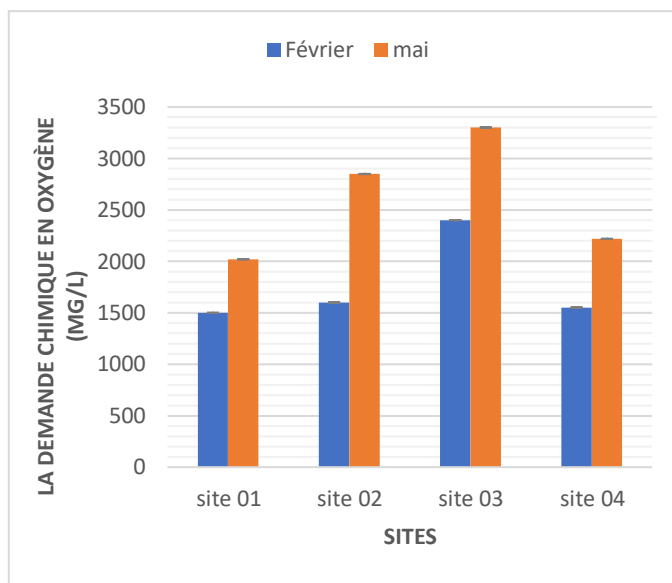


Figure 26 : variations spatio-temporelles de la DCO de l'eau de mer.

II.2. DISCUSSION

La température constitue une caractéristique physique importante. Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels.

Les valeurs moyennes de la température oscillent entre 17,23°C et 18,27°C en mois de février et entre 25,53°C et 26,07°C en de mai.

L'augmentation de la température de l'eau de mer est due au climat, qui influe sur la couche superficielle de la mer. (RODIER, 2009).

D'après nos résultats (Figure 20), on remarque que la température pour les quatre sites est inférieure à la norme qui est fixée à 25°C (RODIER, 2009).

La conductivité traduit le degré de minéralisation des eaux et renseigne sur le taux de salinité. Elle permet aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Rodier *et al.* 1996).

L'augmentation de la conductivité d'une solution est due à la forte concentration en sels tel que les chlorures (Rodier, 1996).

Les valeurs moyennes de la conductivité électrique les plus importants sont enregistrées au niveau de site 03 en mois de février avec une valeur moyenne de (54,33 ms/cm \pm 0,99), et au niveau de site 4(54,2 \pm 0,10) en mai, cependant les valeurs minimales ont été enregistrées au niveau de site 01 et 02 durant les deux mois, avec des valeurs moyennes de (51,6 \pm 1,15) (51,8 \pm 0,98) au niveau de site 1 et 2 respectivement.

Les valeurs importantes en CE expliquent une minéralisation très élevée, elles dépassent même la minéralisation de l'eau de mer qui est de l'ordre de 30 ms/cm (Rodier, 1996).

Le Potentiel hydrogène(pH) est un indicateur de la concentration des ions H₃O⁺ dans une solution aqueuse.

Le pH enregistré lors de cette étude montre une légère alcalinité du pH dans les quatre sites.

Les valeurs moyennes de (pH) enregistrée au cours de cette étude ont été marquée par une valeur maximale de (8,42 \pm 0,10) en mois de février i au site 01 et une valeur minimale de(7,83 \pm 0,03) au site 03 en mois de mai. (Figure 22).

Les valeurs inférieures sont en accord avec les périodes de fortes crues.

Cependant, ces mesures de pH demeurent conformes aux normes algériennes (pH inférieur 6 à pH supérieur 8) (JORA, 2006).

Matière en suspension il s'agit de différentes substances minérales ou organiques insolubles. Elles évaluent la répartition de la charge polluante entre la pollution dissoute et la pollution

sédimentée en fonction de leur densité et des caractéristiques du milieu récepteur. Elles sont exprimées en mg/l. **(BONTOUX,1993).**

Les valeurs moyennes de matière en suspension (MES) enregistrée au cours de cette étude ont été marquée par une valeur maximale de $(24,33 \pm 0,24)$ en mai au site 01 et une valeur minimale de $(11,1 \pm 0,21)$ au site 03 en mois de février, les valeurs minimales sont observées en mois de février qui correspond à la période de cru. **(Figure 23).**

D'après les résultats de quatre sites de la MES, on remarque que les valeurs ne dépassent pas la valeur limite acceptable 35 mg/l. **(JORA,2010)**

La salinité est une variable essentielle pour décrire le milieu marin, elle est souvent liée à la température. Malgré son utilisation comme indicateur du taux de sels dissous de l'eau de mer **(Rodier, 2009).**

Les variations spatio-temporelles de la salinité lors de notre étude sont marquées par un maximum de $(38,2 \pm 0,35)$ pour le site 01 et un minimum de $(35,3 \pm 0,20)$ pour le site 03 durant le mois de Février **(Figure 24).**

La salinité joue un rôle crucial dans l'eau de mer, La salinité standard de l'eau de mer est souvent autour de 35 (g/L). **(Rodier,2009).**

La dureté d'une eau, ou le titre hydrométrique, est la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de celles des métaux alcalins et de l'ion hydrogène.

Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium.

La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentrations en CaCO_3 . **(Rodier, 2009).**

La dureté est due à la présence d'ion bivalent surtout le calcium, le magnésium et le sulfates **(Hamouni, 2008).**

Les variations de la dureté totale des eaux de mer étudiées sont marquées par un maximum de 54,674 mg/l au niveau du site 4 en mois de mai et un minimale de 21,504 mg/l au niveau dusite 2 au cours du mois de février. Ces valeurs de la dureté totale de l'eau de mer étudiée sont très élevées à la norme 10 mg/l donc ces eaux ici sont de nature très dur. **(Rodier, 2009).**

La demande chimique en oxygène (DCO) est définie comme la quantité d'oxygène dissous nécessaire pour oxyder les matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Elle est mesurée en milligrammes d'oxygène par litre d'eau (mg/L) et représente la consommation en

oxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les matières organiques et minérales de l'eau (**Rodier, 2009**).

Les valeurs moyennes de la demande chimique en oxygène les plus importantes sont enregistrées au niveau du site 3 durant février et mai avec une valeur moyenne de (2400 mg/l \pm 1,08) et (3300.60 mg/l \pm 0.36) respectivement, en revanche les valeurs les plus faibles sont enregistrées au niveau de site 01.

Selon (**Rouane ,2013**), Les concentrations très élevés en DCO peut être expliqué par une forte activité agricole, l'enrichissement de ces sites en matière organique et oxydable renforcées par les apports des eaux usées. Ainsi un simple rejet temporaire contiendrait probablement des substances toxiques (ions métalliques, produits organiques ...) qui inhibent l'activité bactérienne d'où une hausse de la DCO (**Gaid ,1984**).

II.3. Résultats des paramètres biométriques, indices physiologiques chez l'oursin

Paracentrotus lividus

II.3.1. Sex-ratio

Après avoir collecté 20 à 30 Oursins pour chaque station, on a identifié le sexe.

Le tableau (01) présente la répartition des sexes de la population de *P. lividus*.

Les résultats des calculs de sex-ratio montrent une prédominance des femelles par rapport aux mâles sur tous les sites. Les résultats de la sex-ratio sont regroupés dans le tableau (02).

Tableau 1 : Répartition des pourcentages (%) des sexes de l'oursin commun *P. lividus*

Sites	Effectifs		Total	Pourcentages	
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles
Site 01	21	13	34	61.76%	38.23%
Site 02	13	7	20	65%	35%
Site 03	13	7	20	65%	35%
Site 04	13	9	22	59.10%	40.90%

Tableau 2 : Nombres des femelles et des mâles de *P. lividus* au niveau de chaque site.

Mois Sites	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04
	Février	10 ♂	3 ♂	2 ♂
15 ♀		7 ♀	7 ♀	5 ♀
Mai	2 ♂	6 ♂	5 ♂	6 ♂
	7 ♀	4 ♀	6 ♀	7 ♀

Selon nos résultats, tous les sites étudiés dans les deux mois présentent une forte proportion de femelles par rapport aux mâles. Cependant, il est observé que pour le site 02 et 03, le pourcentage de femelles est le plus élevé par rapport aux autres sites.

II.4. Résultats des paramètres morphométriques

II.4.1. Variations sur deux mois

Les Résultats des variations sur deux mois des paramètres biométriques des oursins *p. lividus*. Provenant des sites d'étude sont présentés dans le (tableau 3) et (figure 20) :

Tableau 3 : Variations inter sites sur deux mois des paramètres biométriques chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

Mois	Site	D	H
Février	Site 01	4,37 ± 1,37	2,24± 0,66
	Site 02	7,55±0,55	4,05± 0,42
	Site 03	6,80 ± 0,81	3,74 ±0,96
	Site 04	7,28± 0,88	3,97 ± 0,34
Mai	Site 01	7,29± 0,27	4,11 ±0,26
	Site 02	7,27± 0,33	4,15 ±0,38
	Site 03	7,77± 0,3	4,07 ±0,55
	Site 04	7,86± 0,69	3,98 ±0,51

Le Tableau 3 présente les résultats des variations inter sites des paramètres biométriques chez l'oursin *Paracentrotus lividus* durant notre période d'étude, février et mai. D'après ces résultats, on observe que le site 01 porte les diamètres moyens (D) et les hauteurs moyennes (H) du test les plus faibles par rapport aux autres sites durant le mois de février. En revanche, on observe que les valeurs en diamètres moyens (D) et en hauteurs moyennes (H) du test ne présentent pas une grande différence entre les sites durant les deux mois, cependant, le site 02 attient les résultats les plus élevés en hauteurs moyennes (H) et en diamètres moyens (D) du test par rapport aux autres sites notamment durant le mois de février.

La figure présente les variations spatio-temporelles des paramètres biométriques chez l'oursin *Paracentrotus lividus*.

D'après ces résultats on a observé que les diamètres moyens (D) et les hauteurs moyennes (H) de tous les sites augmentent au mois de mai.

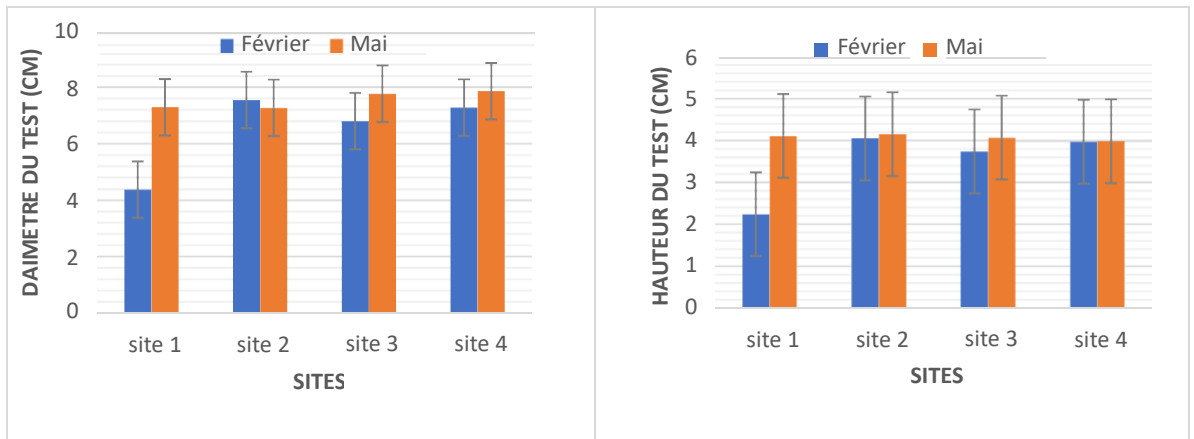


Figure 27 : Variations spatio-temporelles des paramètres biométriques chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

La figure (27) présente les résultats des variations des paramètres biométriques données pour chaque site entre les deux mois.

Ces résultats montrent que les valeurs les plus faibles en diamètre et hauteur ont été enregistrées au niveau du site 01, cependant les plus élevés ont été enregistrés au niveau du site 2.

Les valeurs de ces paramètres se présentent sous l'ordre décroissants suivant : site02>site04>site 03 > site01.

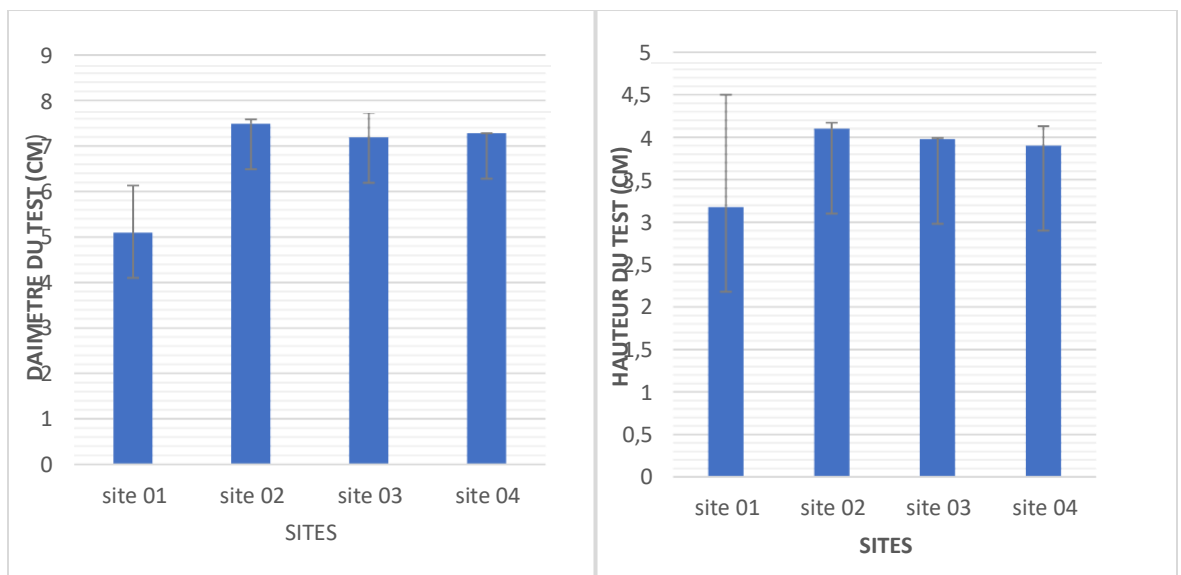


Figure 28 : Variation spatiales en diamètre et hauteur chez l'oursin *Paracentrotus lividus*.

II.5. Résultats des paramètres physiologiques

II.5.1. Variations inter-sites

➤ Indices de condition (IC)

Les résultats des variations des indices de condition chez l'oursins *Paracentrotus lividus*, provenant des sites du molot (Site01), la carrier (Site 02), el hedjirra (Site 03) et ain doula (Site04) sont présentés dans la (Figure 29).

Ces résultats ont montré que l'indice de condition (IC) est plus élevé chez les oursins du Site 03 et Site 04 par rapport à ceux du Site 01 et 02.

Ainsi les valeurs de l'IC se présentent selon l'ordre décroissant suivant :

Site 04 > Site 03 > Site 02 > Site 01

$49,44 \pm 13,39 > 48,78 \pm 12,01 > 42,13 \pm 15,28 > 38,69 \pm 12,50$.

➤ Indices de réplétion (IR)

Les résultats de l'indice de réplétion chez les oursins *Paracentrotus lividus*, provenant des sites d'études : Site01, Site 02, Site 03 et Site04 sont présentés dans la (Figure 29).

Ces résultats ont montré que l'indice de réplétion (IR) est plus élevé chez les oursins du Site 03 par rapport à ceux du Site 02, Site 01 et Site 04. Ainsi les valeurs de l'IR se présentent selon l'ordre décroissant suivant :

Site 03 > Site 02 > Site 01 > Site 04

$21,76 \pm 5,15 > 18,37 \pm 4,68 > 18,06 \pm 4,37 > 17,44 \pm 4,3$.

➤ Indice gonado-somatique (IGS)

Les résultats des variations spatiales des indices physiologiques des oursins *Paracentrotus lividus*, provenant des sites 01, site 02, site 03 et site 4 sont présentés dans la (Figure29).

Les résultats ont montré que l'indice gonadique des oursins dans le (site 03) et (site 04) était Plus élevé que dans le (site 01) et (site 2).

Ainsi les valeurs en IGS suivent le classement de l'ordre décroissant suivant :

Site 03 > Site 04 > Site 01 > Site 02

$9,47 \pm 4,33 > 7,99 \pm 2,76 > 4,73 \pm 2,81 > 2,93 \pm 1,59$

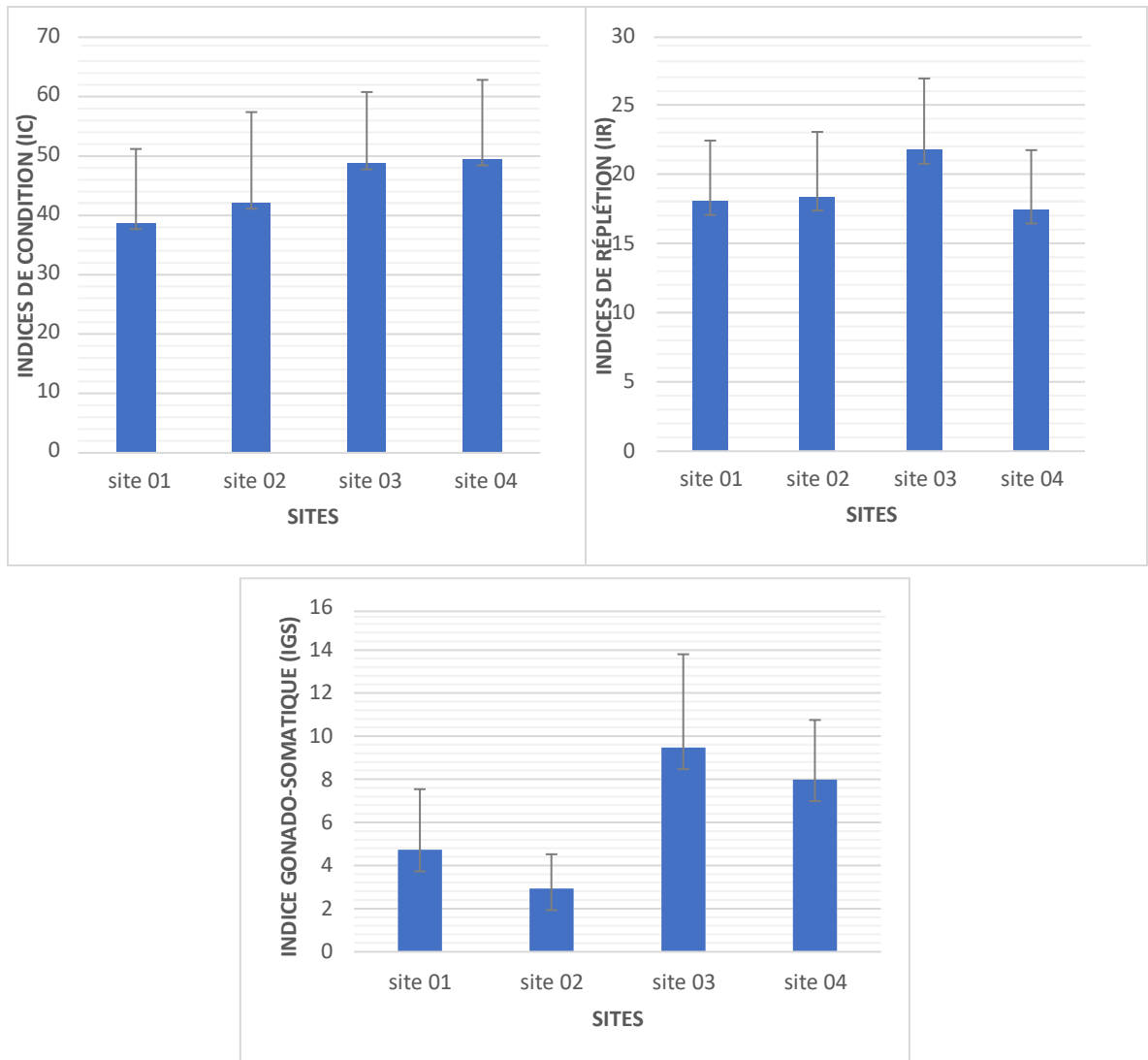


Figure 29 : Variations intersites des indices physiologiques chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

II.5.2. Variations sur deux mois

➤ Indices de condition (IC)

Les résultats de l'indice de condition des oursins entre le mois de février et mai dans les quatre sites d'étude sont présentés dans le (Tableau 4) et la (Figure30).

D'après ces résultats, nous observons une légère diminution de l'IC des oursins du Site 01 au mois de mai ($36,7 \pm 14,61$) par rapport au mois de février ($40,68 \pm 10,94$).

Au niveau du Site 2 on remarque une légère augmentation en mai ($43,30 \pm 16,75$) par rapport au mois de février ($40,96 \pm 13,81$).

Tandis que, pour les sites 3 et 4 nous observons une augmentation très notable du pourcentage de l'IC en février par rapport au mois de mai, notamment site 04 avec ($59,32 \pm 14,07$) au site 04 et ($54,20 \pm 9,81$) au site 03.

➤ **Indices de réplétion (IR)**

Les résultats de l'indice de réplétion oursins entre le mois de février et mai dans les quatre sites d'étude sont présentés dans le (Tableau 4) et la (Figure30).

D'après ces résultats, on observe que pour les quatre sites nous observons une augmentation très notable du pourcentage de l'IR en mai par rapport au mois de février, avec $(19,09 \pm 6,54)$ au Site 01, $(19,37 \pm 3,62)$ au Site 02, $(23,05 \pm 4,92)$ au Site 03 et $(18,36 \pm 4,98)$ au Site 04. Ainsi le niveau le plus élevé d'IR lors de notre étude est enregistré au mois de mai $(23,05 \pm 4,92)$ au site 03, tandis que le niveau le plus bas est au site 04 au mois de février avec $(16,52 \pm 5,58)$.

➤ **Indice gonado-somatique (IGS)**

Les résultats de l'indice gonadique des oursins entre le mois de février et mai dans les quatre sites d'étude sont présentés dans le (Tableau 4) et la (Figure30).

D'après ces résultats nous observons que, l'IGS des l'oursin de site 1 sur deux mois est très proche avec des valeurs de $(4,53 \pm 2,54)$, $(4,94 \pm 3,08)$ au mois de février et mai respectivement. Au niveau du Site 2 on remarque une légère diminution de l'IGS au mois de mai $(4,94 \pm 3,08)$ par rapport au mois de février $(3,14 \pm 1,61)$.

Tandis que, pour les sites 3 et 4 nous observons une augmentation très notable du pourcentage de l'IGS en mai par rapport au mois de février, notamment site 03 avec $(12,23 \pm 4,71)$ au site 3 et $(9,90 \pm 3,59)$ au site 4.

Ainsi le niveau le plus élevé d'IGS lors de notre étude est enregistré au mois de mai $(12,23 \pm 4,21)$ au site 03, tandis que le niveau le plus bas est au site 02 au mois de mai avec $(2,72 \pm 1,57)$.

Tableau 4 : Variations intersites des indices physiologiques (IC, IR et IGS) durant notre période d'étude.

SAISONS	SITE	IC	IR	IGS
Février	SITE 01	40,68 ± 10,94	16,23 ± 5,13	4,53 ± 2,54
	SITE 02	43,30 ± 13,81	17,37 ± 4,66	3,14 ± 1,61
	SITE 03	54,20 ± 9,81	20,48 ± 4,11	6,72 ± 3,96
	SITE 04	59,32 ± 14,07	16,52 ± 3,50	6,09 ± 1,93
Mai	SITE 01	36,70 ± 14,61	19,01 ± 3,62	4,94 ± 3,08
	SITE 02	40,96 ± 16,75	19,90 ± 4,71	2,72 ± 1,57
	SITE 03	43,36 ± 14,20	23,05 ± 6,20	12,23 ± 4,71
	SITE 04	39,55 ± 12,71	16,36 ± 5,10	9,90 ± 3,59

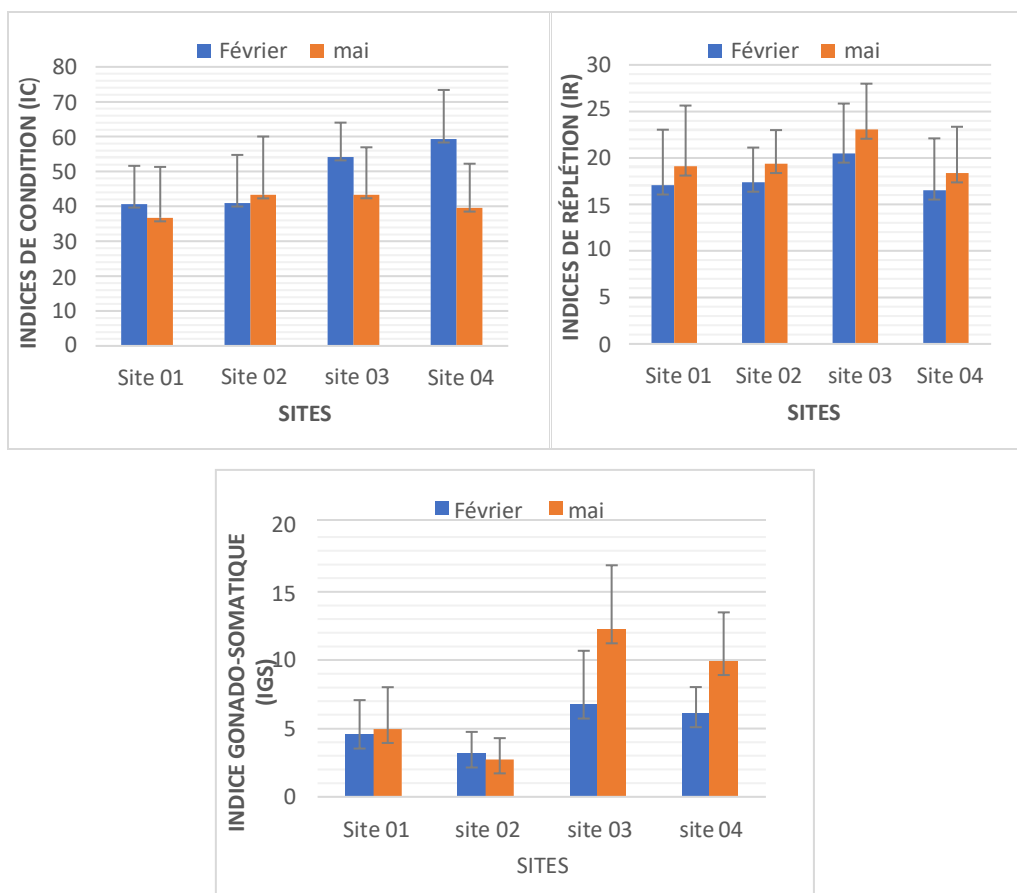


Figure 30 : Variations spatio-temporelles des indices physiologiques chez l'espèce *Paracentrotus lividus*

II.6. Discussion

II.6.1. Sex-ratio

Il y a un déséquilibre de la sex-ratio globale entre les sites, le pourcentage des femelles est plus nombreux que les mâles avec un pourcentage de 65% au site 02 et 03.

Ces résultats correspondent aux résultats de la littérature où de nombreux auteurs démontrent qu'il y a un déséquilibre entre les deux sexes en faveur des femelles en fonction du milieu (**Guettaf, 1997 ; Ouendi & Menad ; 2006**).

Ces résultats vont dans le même sens que ceux de la littérature. Plusieurs auteurs montrent qu'il existe un déséquilibre entre les deux sexes en faveur des femelles quel que soit le nombre d'effectif étudiée, et cela dans les différentes régions de la côte algérienne : la baie d'Alger (**Guettaf, 1997 ; Soualili et al., 2008**) ; Anse de Kouali à Tipasa et Alger Plage à Alger (**Ouendi & Menad, 2006**). Mostaganem (**Adda Neggaz, 2008 ; Bouguerara et Bouhenni, 2008 ; Sahnoun, 2009 ; Dermeche, 2010 ; Boukhelf, 2012**) et la baie d'Oran (**Bouguerara et Bouhenni, 2008 ; Belkhedim, 2010 ; Dermeche, 2010**). La sex-ratio des adultes peut être influencée par la période d'échantillonnage (**Ozvarol & Turna, 2009**).

Selon les tableaux (01 et 02), la sex-ratio favorise les femelles, ainsi que chez les diverses espèces d'oursins tels que *Sphaerechinus granularis* (**Neefs, 1938 ; Semroud et Senoussi, 1988 ; Semroud, 1993**). *Tripneustes ventricosus*, *Eucidaris tribuloides* (**Mc Pherson, 1965a, 1968b**). *Heliocidaris erythrogramma* (**Dix, 1977**).

II.6.2. Les paramètres morphométriques

Grâce à l'analyse des changements de diamètre et de hauteur du test, nous avons pu suivre à la fois, l'évolution des caractéristiques morphologiques de cet animal et celle de sa croissance localités sur nos sites.

Les résultats de notre étude de la variation du diamètre et hauteur des individus ont démontré que les oursins de site 02 ont des valeurs moyennes plus élevées de diamètre et de hauteur lors des tests pendant les deux mois de février et mai par rapport aux autres sites. Ces résultats peuvent être expliqués par les indices écologiques de site 02.

Les résultats de la variation inter sites sur les deux mois du diamètre et hauteur des individus ont démontré que les oursins du mois de mai atteignent des valeurs moyennes plus élevées de hauteur et diamètre.

Aussi les valeurs de ces paramètres se présentent sous l'ordre décroissant suivant :

Site 02 > Site 04 > Site 03 > Site 01.

La croissance de la hauteur et du diamètre du test de cet animal est proportionnelle à la zone géographique ou au biotope étudié (**nataf1954 ; cellario et fenaux 1990 ; SEMROUD 1963**). Beaucoup d'études ont prouvé que la croissance de *P. lividus* pouvait être influencée par différents facteurs biotiques et abiotiques, comme la composition du substrat. Les conditions de l'hydrologie. L'habitat présente des caractéristiques physiques ainsi que la qualité et la disponibilité de la nourriture (**Fernandez & Caltagirone 1990 ; Fernandez & Boudouresque 1998 ; Dermech et al 2008**). la saison (**Azzolina ; 1988**). la température (**Lares & Mc Clintok ; 1991**). Le cycle de reproduction (**Greenwood ; 1988 ; Azzolina 1988 ; Guillou et Michel ; 1993**). Ou les conditions trophiques (**Greenwood., 1980 ; Larson et al., 1980 ; Kites et al., 1984 ; Lumingas, 1994**).

II.6.3. Les paramètres physiologiques

L'objectif est d'évaluer l'activité trophique et les conditions de reproduction de l'oursin qui vit sur le littoral algérien. Les fluctuations des indices physiologiques ont été analysées : Indices réplétion (IR), Indice de condition (IC) et Indices Gonado-somatique (IGS) durant les 2 mois étudié au niveau des quatre biotopes différents. La mesure des variations du poids du contenu digestif et du poids des gonades permet d'avoir une meilleure compréhension de l'activité gonadique. (La période de ponte, les stades de maturation des gonades), aussi de pouvoir faire une approche de l'étude trophique de cet Echinidé (**Nedelec & al., 1981 ; Nedelec, 1982 ; Verlaque & Nedelec, 1983**).

Le suivi des indices physiologiques (IC, IR et IGS) durant notre période d'étude (Février et Mai 2024) montre des fluctuations dans le temps et des différences entre les quatre sites. Les fluctuations des indices physiologiques pourraient être liées aux conditions climatiques, qui influencent sur l'alimentation des oursins et, par conséquent, sur la maturation des gonades (**Semroud, 1993**). Les valeurs les plus élevées en indices de réplétion sont observés à Elhedjira. En effet ce troisième site est caractérisé par l'abondance d'algues photophiles constituant la nourriture préférentielle de *p. lividus*, ce qui permet une alimentation facile pour les oursins, contrairement aux autres trois sites, Ain doula, Molot et la carrière où on remarque une diminution des ressources trophiques. L'indice de condition est une mesure de la condition physiologique des individus (**Bodoy et al., 1980 ; Lucas & Beninger, 1985**) il donne une idée sur la santé des individus (**Ansell & Lagardere, 1980**). Au niveau des stations d'échantillonnages, l'indice de condition, son augmentation en février peut être attribuée à l'augmentation de la taille des gonades et au stockage des nutriments. Les résultats de

(Lawrence & Guille ,1982 ; Fernandez ,1998 ; Mc Clintock & Pearse, 1987) ont indiqué que la composition biochimique des gonades varie selon les saisons.

Aussi (McQuaid & Lawrie ,2005) ont expliqué l'augmentation de l'indice de condition par la maturation des gonades et l'accumulation de réserves. De même (spirlet *et al.*, 1998) ont démontré l'existence d'une relation entre la période de reproduction chez les échinoïdes et la période de stockage des éléments nutritifs. Cependant sa diminution indiquerait l'émission des gamètes (Lasiak & Barnard, 1995) et l'atrophie des gonades (Byrne, 1990). La densité des individus varie également d'une station à l'autre, ce qui est certainement lié à la qualité des eaux des stations d'échantillonnage. Cela a aussi été démontré dans les travaux de (Epherra *et al.*, 2015). Cependant, si la pollution n'affecte pas la densité des individus, il est important de ne pas sous-estimer son impact sur la qualité des gamètes et l'apparition des anomalies larvaires dans les populations d'oursins, comme cela a été précédemment prouvée. (Soualili *et al.*, 2008 ; Soualili & Guillou ,2009).

Sur la base des résultats de ces paramètres, Il a été observé que dans les deux sites (site 01 et site 02), l'IGS est restée presque constante au cours des deux mois. En revanche, l'IGS augmente en mai et diminue en mois de février pour les individus des deux sites (site 03, site 04).

Les résultats obtenus, à savoir, la stabilité, la diminution ou l'augmentation des IGS dans les différents sites, peuvent être liés à plusieurs facteurs physiques (comme l'évolution de la température, le pH et la salinité...) ou chimiques (métaux, pesticides, hydrocarbures...) (Judas, 1994).

L'IGS est calculée afin d'évaluer la maturité sexuelle d'un organisme. Cela permet de déterminer le rapport entre le poids des gonades et le poids total de l'organisme. Habituellement, les oursins présentent une tolérance à la pollution industrielle (Harmelin *et al.*, 1980). Leur nombre augmente en présence de pollution locale avec une diminution de leur taille totale (Delmas, 1985). Un apport accru en matière organique semble également favoriser le développement.

Dans les populations d'oursins (Delmas, 1986 ; Harmelin *et al.*, 1980), c'est-à-dire que la pollution produit une perturbation de l'IGS mais n'affecte pas de manière significative la diminution ou l'augmentation du nombre.

Si les oursins montrent une tolérance à plusieurs types de pollution, alors l'augmentation des niveaux d'IGC peut être liée à d'autres facteurs, comme la qualité et la quantité de lumière. La lumière joue un rôle important dans la régulation de l'activité des gonades, donc le manque

de lumière ou une augmentation de la lumière peut entraîner des modifications du niveau d'hormones génitales, Changements climatiques : Les changements de facteurs climatiques tels que la température et la pluie peuvent affecter l'activité des glandes reproductrices, ce qui explique la différence entre le mois de février et mai, les pressions biologiques : telles que les maladies et les parasites qui affectent les oursins, peuvent affecter négativement l'activité des glandes reproductrices.

En complément d'une bonne alimentation selon la localisation (riche en algues, micro-organismes...) ou à proximité d'une source de pollution.

III. Résultats de la contamination métallique chez l'oursin *Paracentrotus lividus*

III.1. Résultats des variations de concentrations pour chaque métal

Les résultats du dosage des métaux lourds (Fer, Chrome) sont présentés dans les figures ci-dessous :

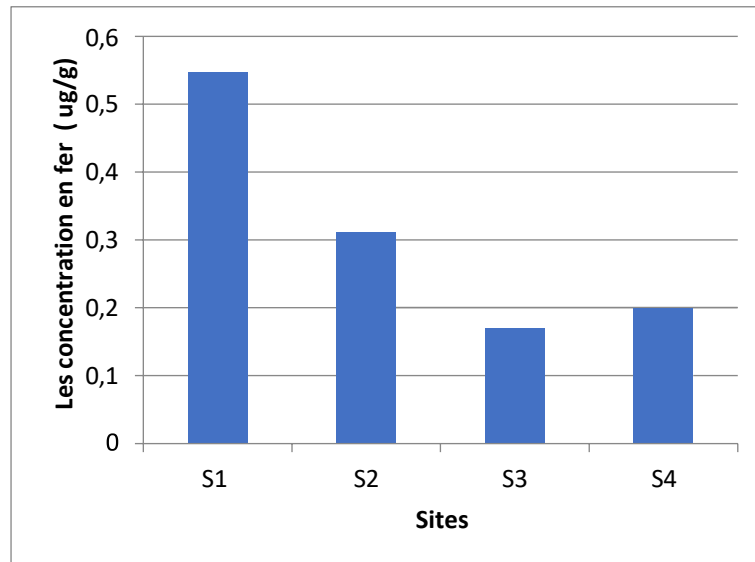


Figure 31 : Variations des concentrations en fer dans les gonades de l'oursin

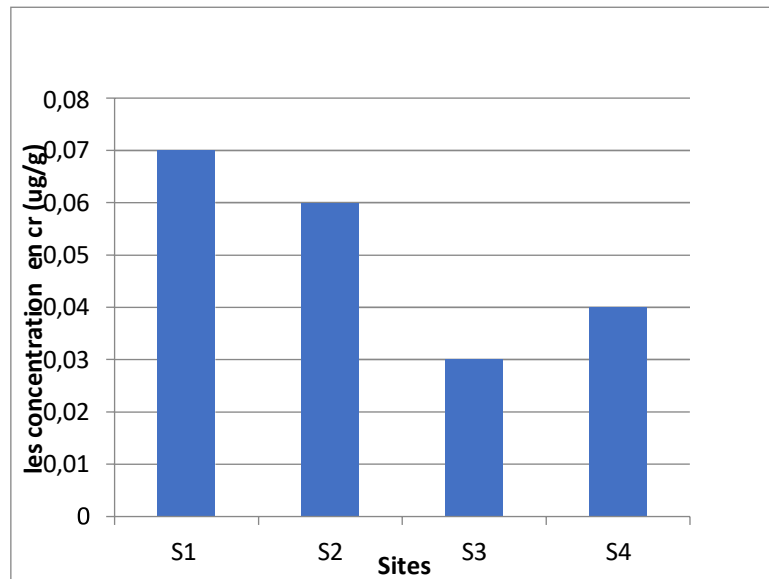


Figure 32 : Variations des concentrations en chrome dans les gonades de l'oursin

D'après nos résultats, il est possible de classer par ordre décroissant la capacité de bioaccumulation des métaux étudiés au niveau des oursins en fonction de site de prélèvement, Fe : S01>S02>S04 >S03, Cr : S01>S02>S04 >S03.

La concentration la plus élevée en fer (0,547 µg/g) est observée chez les oursins du site 01, en revanche, la concentration la plus faible est enregistrée chez les oursins du site 03 avec (0,17 µg/g). Ces résultats sont faibles par rapport à la norme de DMA qui est fixée par 200 µg/g.

Pour le chrome, on a observé que la teneur la plus élevée est enregistrée au niveau de site 01 (0,07 µg/g), et la plus faible au niveau de site 03 (0,03 µg/g). Les résultats enregistrés au niveau de site 01 et 02 et 03 sont correspondants à la norme fixée par DMA (0,05 µg/g), par contre les valeurs enregistrées dans le site 01 sont élevées.

III.2. Résultats des teneurs métalliques (Fe et Cr) dans les quatre sites

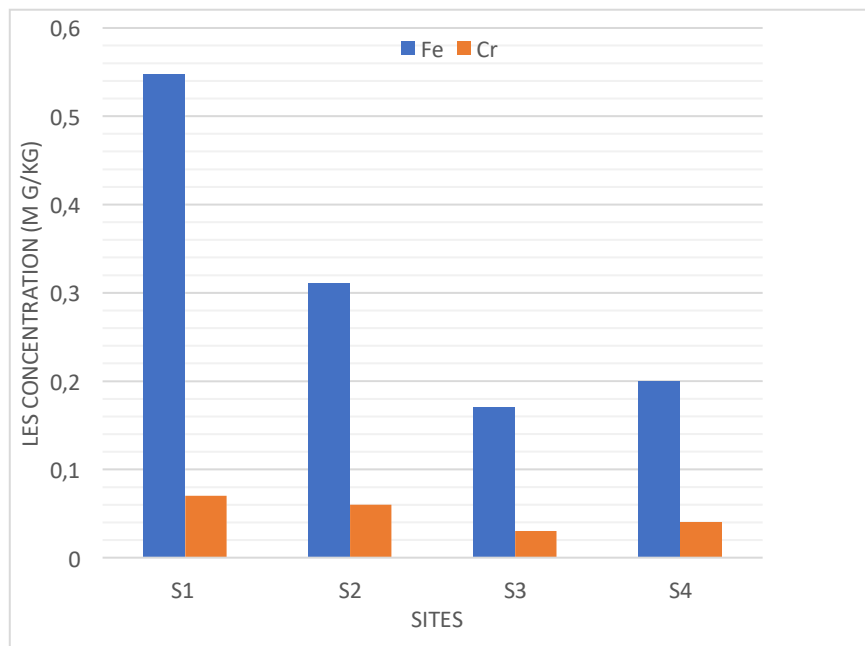


Figure 33 : Variations des concentrations des deux métaux (Fe et Cr) dans les quatre sites.

D'après les résultats obtenus, il est possible de classer par ordre décroissant la capacité de bioaccumulation des oursins on fonction de la nature de métal, quel que soit le site de prélèvement : Fer > Cr.

Tableau 5 : Comparaisons de la concentration relevée chez l'oursin dans les quatre sites avec d'autres travaux dans diverses régions de la méditerranée.

Sites	Espèces	Fer	Chrome	Références
Golfe d'Annaba	mollusque gastéropode <i>Stramonita haemastoma</i>	/	0,04 µg/g	Bouzahouane, 2019
Littoral d'El-Kala	mollusque gastéropode <i>Stramonita haemastoma</i>	/	0.04 µg/g	Bouzahouane, 2019
Baie de Calvi, France	<i>Holothuria tubulosa</i>	13,04 µg/g	/	Dogniez Martin, 2021
Littoral Ouest Algérien ,2008	Moule, <i>Mytilus galloprovincialis</i>	524,03 µg/g	0 ,85 µg/g	Rouane <i>et al</i> ,2008
Civitavecchia, (Italie)	<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck)	/	1.18 µg/g	Scanu <i>et al.</i> 2015
La corse (France)	<i>Paracentrotus lividus</i> (gonades mâles)	106.57 µg/g	1.234 µg/g	El Idrissi, 2022
La corse (France)	<i>Paracentrotus lividus</i> (gonades femelles)	61.93 µg/g	1.036 µg/g	El Idrissi, 2022
Skikda (plage molot)	<i>Paracentrotus lividus</i>	0,547 µg/g	0,07 µg/g	présent travail
Skikda (Plage la carriere)	<i>Paracentrotus lividus</i>	0,311 µg/g	0,06 µg/g	présent travail
Collo (Ain doula)	<i>Paracentrotus lividus</i>	0,17 µg/g	0,03 µg/g	présent travail
Collo (El hedjira)	<i>Paracentrotus lividus</i>	0,2 µg/g	0,04 µg/g	présent travail

III.3. Discussions

Le Fer (Fe) est un oligo-élément indispensable aux organismes aquatiques, car il intervient dans le métabolisme ou dans des fonctions physiologiques précises (Bouchaud, 1985). C'est un élément indispensable pour la respiration cellulaire des animaux. Il agit également comme un catalyseur puissant de certaines réactions biochimiques, mais il est toxique à des doses élevées. (Crighton *et al*, 2002).

nos résultats montrent que tous les sites enregistrés des valeurs de fer au-dessous la norme fixée par le DMA.

Dans le présent travail, la concentration en fer enregistrée oscille entre 0.547 et 0.17 $\mu\text{g/g}$, ces teneurs sont très faibles par rapport aux d'autres travaux réalisés par (El Idrissi, 2022) qui oscillent entre 61.93 $\mu\text{g/g}$ dans les gonades femelles et 106.57 $\mu\text{g/g}$ dans les gonades males dans la corse (France), et par (Rouane *et al*, 2008) dans littoral Ouest Algérien 524,03 $\mu\text{g/g}$.

Concernant le chrome, le chrome est un élément métallique caractéristique d'une pollution de type urbain et industriel (Bennasser *et al*, 2000 ; El Morhit *et al*, 2008). Classé parmi les métaux toxiques pour l'homme et les êtres vivant (Roony et McLaren, 1999).il peut être bio-amplifié dans les systèmes biologiques (kalay et Kanli, 2000).

Les teneurs obtenus dans ce travail dans les gonades de *P. lividus* en Cr sont faibles (0.07–0.03 $\mu\text{g/g}$) par rapport aux résultats donnés par (Scanu *et al*, 2015 ; El Idrissi, 2022 ; Rouane *et al*, 2008) 1.18 $\mu\text{g/g}$, 1.234 $\mu\text{g/g}$, 0 ,85 $\mu\text{g/g}$ respectivement.

Par contre, nos résultats concordent avec ceux signalés par (Bouzahouane, 2019) dans le littoral Est algérien 0,04 $\mu\text{g/g}$.

Les concentrations élevées de chrome enregistrées dans le site de molot par rapport aux autres sites pourrait s'expliquer par la présence d'un courant général plus proche de la côte, provoquant l'écoulement des contaminants vers l'Est (LEM., 1996).

Les valeurs élevées en Chrome rencontrées dans ce travail, s'expliqueraient par l'industrie qui caractérise la région d'étude, qui rejette leurs déchets industriels notamment par le complexe SONATRACH dans l'oued Saf-Saf et contribuent à polluer les eaux du golfe de Skikda. Ainsi, ceci peut être expliqués par les activités portuaires (port de pêche, port mixte) et les eaux urbaines et domestiques li qui se jette dans la Baie (Gharsallah ,2002).

Conclusion Générale

Conclusion générale

La pollution marine constitue un risque croissant pour la santé humaine, les écosystèmes et les économies. L'environnement marin est soumis à la pression de diverses substances toxiques, telles que les hydrocarbures et les métaux trace. Il est donc essentiel d'avoir des outils d'évaluation et de validation pour repérer les sites pollués et évaluer les risques encourus. Dans cette étude, nous avons pu établir une évaluation de la qualité des eaux marines des quatre sites étudiés en utilisant les données et les informations collectées lors de notre étude.

Selon l'analyse des eaux côtières de quatre sites et des paramètres analysés basée sur le suivi des indices biologiques (biométriques et physiologiques) et l'estimation des teneurs et de la biodisponibilité des métaux lourds (Fe et Cr) chez *P. lividus*, il est possible de conclure que :

Les paramètres d'analyse de l'eau de mer sont conformes aux normes pour les paramètres, température, pH, MES et salinité.

Ces eaux côtières sont marquées par une minéralisation importante et une nature très dure notamment en mois de Mai, ce qui peut entraver le développement de certaines espèces marines.

Des concentrations élevées de DCO indique une contamination de l'eau par des substances nécessitant une analyse chimique approfondie, ce qui peut provoquer un manque d'oxygène dans l'eau et nuire à la vie marine.

Des disparités dans les indicateurs biologiques et la bioaccumulation métallique chez l'oursin ont été constaté.

Le suivi des variations des paramètres biométriques et des indices physiologiques des oursins des quatre sites a montré une bonne croissance des populations du Site 03 et site 04 par rapport aux sites 02 et Site 01. Cela signifie les conditions favorables dans ces sites.

Les résultats de la contamination métalliques en fer et chrome ont montré une faible concentration de fer dans les quatre sites et une forte concentration de chrome dans le site 01.

Les valeurs élevées en Chrome rencontrées dans le site 01, s'expliqueraient par les activités portuaires (port de pêche, port mixte...).

Cette méthode intégrative est un outil d'évaluation environnementale accessible à tous les pays, permettant le suivi et la préservation des milieux marins côtiers à l'échelle nationale et internationale. Cependant, il est clair que des analyses partielles et irrégulières manquent souvent de précision et de rigueur nécessaires pour mettre en place une politique de sécurité et de préservation de l'environnement.

Il serait nécessaire de mettre en place une politique de sécurité et de préservation de l'environnement, en mettant en avant :

- ❖ Création de laboratoires spécialisés.
- ❖ 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

Références Bibliographiques

AFNOR (1985). Norme Française. Huitres creuses. Dénominations et classification, NF V 45- 056. Publication de l'Association Française de Normalisation (AFNOR), pp. 5.

Allain (1975). Structure des populations de *Paracentrotus lividus* (Lamarck)(Echinodermata, Echinoidea) soumises à la pêche sur les côtes nord de Bretagne. Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes, 39(2), 171-212.

Allam, R. J. (2009). Improved oxygen production technologies. Energy Procedia, 1(1) : 461-470.

Anderson, P. D., & Weber, L. J. (1975). Toxic response as a quantitative function of body size. Toxicology and applied pharmacology, 33(3) : 471-483.

Azzolina (1988) Contribution a l'etude de la dynamique des populations de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lmck) : Croissance, recrutement, mortalité, migrations. Thèse de Doctorat, univ. Aix-Marseille II, France.

Beisel, JN., Usseglio-Polatera, P. & Moreteau, JC. (2000) The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. Hydrobiologia 422,163–171.

BELKHEDIM, L. (2010). Contribution à l'étude de la biologie de l'oursin régulier *Paracentrotus lividus* (Lmck, 1816) du Port d'Oran et d'Ain Franin, thèse de Doctorat, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella, Algérie.

Bendjeddou, H. (2013) Evaluation des niveaux de la pollution marine par les hydrocarbures et les métaux lourds dans l'eau de mer et du sédiment superficiels marin dans Baie de Alger. Mémoire de magister, l'école nationale supérieure hydraulique, Algérie.

Bodoy, A., Maître-Allain, T., & Riva, A. (1980). Croissance comparée de la palourde européenne (*Ruditapes decussatus*) et de la palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*) dans un écosystème artificiel méditerranéen. Vie marine, (2) : 39-51.

Bontoux, J. (1993). Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boissons qualité et santé. (2ème édition). Entièrement revue et complétée. Paris, France.

Boue & Chanton, (1978). Boue H. et Chanton R., 1978. Zoologie I, 2, Invertébrés. Edit.Doin, Paris, 713p.

Bouiba, S. Y., Bendimerad, M. E. A., Rouane-Hacene, O., Boualga, A., & Richir, J. (2024). Metallic trace element dynamics in *Paracentrotus lividus* from Algeria : Environmental large-scale survey and human health risk assessment. *Science of The Total Environment*, 915, 169-492.

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.

BOUZAHOUANE (2019) Biosurveillance environnementale du littoral Est-Algérien : Utilisation d'un Gastéropode *Stramonita haemastoma* : approche multimarqueurs et évaluation de la pollution métallique, Éditions universitaires européennes, France.

Burger, J. (2006). Bioindicators : types, development, and use in ecological assessment and research. *Environmental Bioindicators*, 1(1) : 22-39.

Byrne M. (1990) Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. *Mar, Biol*, 104,275-289.

Couvray (2014). Étude de la dynamique de populations d'oursins comestibles *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) en zone pêchée et anthropisée. Évaluation de l'efficacité et de l'impact d'opérations de lâchers de juvéniles pour le repeuplement. Thèse, Université de Toulon, France.

De ridder C (1986). Les échinides, in Guille A., Laboute P., Menou J. L., (eds). Guide des Étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Caledonie, Coll, Faune Tropicale, ORSTOM, Paris.

DERMECHE, S. (2010). Indices physiologiques, métaux lourds et bioessais chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmck, 1816) de la côte oranaise (Algérie Ouest). Thèse, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella, algérie.

Dix, T. G. (1977). Reproduction in Tasmanian populations of *Heliocidaris erythrogramma* (Echinodermata : Echinometridae). *Marine and Freshwater Research*, 28(4), 509-520.

Drzewina&Bohn (1924). Un nouveau cas d'hermaphrodisme chez l'oursin, *Strongylocentrotus lividus*. CR Academia Science Paris, paris, France.

- El Halouani, H., Picoti, B., Casellas, C., Pena, G., & Bontoux, J. (1993). Elimination de l'azote et du phosphore dans un lagunage à haut rendement. *Revue des Sciences de l'eau*, 6(1), 47-61.
- Epherra, L., Crespi-Abril, A., Meretta, P. E., Cledón, M., Morsan, E. M., & Rubilar, T. (2015). Morphological plasticity in the Aristotle's lantern of *Arbacia dufresnii* (Phymosomatoida : Arbaciidae) off the Patagonian coast. *Revista de Biología Tropical*, 63, 339-351.
- Fernandez, C., & Boudouresque, C. F. (1998). Evaluating artificial diets for small *Paracentrotus lividus* (Echinodermata : Echinoidea). *Echinoderms : San Francisco*, 651-657.
- Fernandez, C., & Caltagirone, A. (2020). Growth rate of adult sea urchins, *Paracentrotus lividus* in a lagoon environment: the effect of different diet types. In *Echinoderms through time* (pp. 655-660).
- Grasse (1998). *Zoologie invertébrés. 6ème édition de l'abrégé de zoologies invertébrées*, 285p. Edt. Masson et C éditeurs, paris, France.
- Greenwood, D. (1988). Microbiological properties of teicoplanin. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, (21) :1-13.
- Greenwood, P. J. (1980). Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal behaviour*, 28(4), 1140-1162.
- Guettaf M(1997). Contribution à l'étude de la variabilité du cycle reproductif (indice gonadique et histologie des gonades) chez *Paracentrotus lividus* (Echinodermata : Echinoidae) en méditerranée Sud Occidentale (Algérie). Thèse.Doct.Océanol.Univer.d'Aix-Marseille II.France.
- Guettaf, M., & San Martin, G. A. (1995). ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ DE L'INDICE GONADIQUE DE L'OURSIN COMESTIBLE *PARACENTROTUS LIVIDUS* (ECHINODERMATA: ECHINIDAE) EN MÉDITERRANÉE NORD-OCCIDENTALE
Study of gonad index variability of the edible sea-urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinidae) in the North-Western Mediterranean. *Vie et Milieu/Life & Environment*, 129-137.

Guillou, M., & Michel, C. (1993). Impact de la variabilité du recrutement sur le stock d'oursins commercialisables de l'archipel de Glénan (Sud-Bretagne). *Oceanologica acta*, (4) :423-430.

Hamouni, S. (2008) : Etude des prétraitements en osmose inverse pour une eau de mer cas de station de dessalement de croso (Alger, Est) : mémoire de magister, procédés chimiques et environnement, Université de Houari Boumediene, p 6-84.

Harmelin G., Bouchon, C., Hong S., 1980. Impact de la pollution sur la distribution des Echinodermes des substrats durs en Provence (Méditerranée Nord Occidentale), *Thétys*, 10, (1) : 13-36.

Hyman L. H (1955) the Invertebrates. Hyman Vol 4. Echinodermata. Mc Craw-Hill: New York, USA.

Judas, A., (1994) Influence de l'environnement sur les phases de reproduction, fécondation et développement larvaire des oursins : cas de *sphaerechinusgranularis* en rade de brest.DBO, DRA CNRS D1513 / IFREMER-Brest, Delieux, Avril -Août 94.

Kartas, F., Quignard, J.-P(1984). La fécondité des poissons téléostéens, Collection de Biologie des Milieux Marins N° 5. Masson ed. Paris, France.

Kempf, (1962). Recherches d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lmk.) et *Arbacia lixula* (L.). Rec. Trav. St. Mar. Endoume.

Key, P. B., Wirth, E. F., & Fulton, M. H (2006). A review of grass shrimp, *Palaemonetes* spp., as a bioindicator of anthropogenic impacts. *Environmental Bioindicators*, 1(2), 115-128.

Larson, W. E., & Gupta, S. C. (1980). Estimating critical stress in unsaturated soils from changes in pore water pressure during confined compression. *Soil Science Society of America Journal*, 4(6): 1127-1132.

Lasiak, T. A., & Barnard, T. C. E. (1995). Recruitment of the brown mussel *Perna perna* onto natural substrata: a refutation of the primary/secondary settlement hypothesis. *Marine Ecology Progress Series*, 120, 147-153.

Levitan, D. R., Sewell, M. A., & Chia, F. S. (1992). How distribution and abundance influence fertilization success in the sea urchin *Strongylocentotus franciscanus*. *Ecology*, 73(1), 248-254.

Linnaeus (1758). *Systema naturae. Regnum animale: Editio decima.* Laurentius Salvius, Holmiae (Stockholm).

Lucas, A., & Beninger, P. G. (1985). The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, (3): 187-200.

Luis, O., Delgado, F., & Gago, J. (2005). Year-round captive spawning performance of the sea urchin *Paracentrotus lividus*: relevance for the use of its larvae as live feed. *Aquatic Living Resources*, 18(1), 45-54.

Lumingas, L. J. (1994). La plasticité chez l'Oursin *Sphaerechinus granularis* dans la Rade de Brest (Bretagne, France). thèse de doctorat, France.

Mc Pherson (1968). Contributions to the biology of the sea urchin *Eucidaris tribuloides* (Lamarck). *Bulletin of Marine Science*, 18(2), 400-443.

Mc Pherson (1965) Contributions to the biology of the sea urchin *Tripneustes ventricosus*. *Bulletin of Marine Science*, 15(1), 228-244.

McClintock, J. B., & Pearse, J. S. (1987). Reproductive biology of the common antarctic crinoid *Promachocrinus kerguelensis* (Echinodermata: Crinoidea). *Marine Biology*, 96, 375-383.

McQuaid, C. D., & Lawrie, S. M. (2005). Supply-side ecology of the brown mussel, *Perna perna*: an investigation of spatial and temporal variation in, and coupling between, gamete release and larval supply. *Marine Biology*, 147, 955-963.

Mortensen (1927). Handbook of the Echinoderms of the British, *Strongylocentrotus purpuratus*, Edit nature: 205-497.

Nedelec, J. C. (1982). Integral equations with non integrable kernels. *Integral equations and operator theory*, (5) : 562-572.

Omar Rouanne-HACENE (2013) Biosurveillance de la qualité des eaux côtières du littoral occidental algérien, par le suivi des indices biologiques, de la biodisponibilité et la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*, thèse, université d'Oran, Algérie.

Ouendi, D., & Menad, T. (2006). Biométrie et indices physiologiques de deux populations a *Paracentrotus lividus* dans la région d'Alger. Mém, Ing, Sciences de la mer. INSMAL. Alger p, 40.

Ozvarol, Y., & Turna, I. I. (2009). Determination of Some Biological Properties of *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in Antalya Gulf Shores. Journal of Applied Biological Sciences, 3(1): 55-58.

Palumbi, S. R. (1994). Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. Annual review of ecology and systematics, 25(1), 547-572.

Paquet, J., Francois, P., & Nedelec, A. (1981). Effect of partial melting on rock deformation: experimental and natural evidences on rocks of granitic compositions. Tectonophysics, 1 (4): 545-565.

Rodier J (2009) : L'analyse de l'eau - 10e édition Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.

Rodier J, Bazin C, Broutin JP, Champsaur H, Rodier L. (1996). L'Analyse de l'Eau (8è édition). Dunod : Paris, France.

Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2009). L'Analyse de l'eau 9e édition. Entièrement mise à jour, Dunod, Paris, France.

Rumrill (1990). Natural mortality of marine invertebrate larvae. Ophelia, 32(1-2), 163-198.

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) pêché sur le littoral mostaganémois .thèse, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella, Algérie.

Semroud, R. (1993). Contribution à la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) Dei-ele dans la région d'Alger. Thèse de doctorat, USTHB, Algérie.

Semroud, R., 1993 - Contribution a la connaissance de l'écosystème à *Posidonia oceanica* Dellile dans la région d'Algie. Thèse Doct. Sciences. Ecol.mar., U.S.T.H.B., Alger., 1- 219.

Soualili D. L (2008) Les populations naturelles d'oursins : un outil évaluateur de l'état de santé de la baie d'Alger. Thèse, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Algérie.

Soualili, D., & Guillou, M. (2009). Variation in the reproductive cycle of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in three differently polluted locations near Algiers (Algeria). *Marine Biodiversity Records*, (2):100.

Soualili, D., Dubois, P., Gosselin, P., Pernet, P., & Guillou, M. (2008). Assessment of seawater pollution by heavy metals in the neighbourhood of Algiers: use of the sea urchin, *Paracentrotus lividus*, as a bioindicator. *ICES Journal of Marine Science*, 65(2): 132-139.

Spirlet, C., Grosjean, P., & Jangoux, M. (1998). Reproductive cycle of the echinoid *Paracentrotus lividus*: analysis by means of the maturity index. *Invertebrate reproduction & développement*, 34(1) : 69-81.

Tortonese & Vadon, (1987). Oursin et Holothuries (Echinodermes) in fiche FAO Nidifications des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noire zone de pêche 37 vol I, végétaux et invertébrés : 715-739.

Verlaque & Nedelec, (1983). Biologie de *Paracentrotus lividus* sur substrat rocheux en Corse (Méditerranée, France) : alimentation des adultes. *Vie et milieu* 33, 191-201.

Verlaque & Nedelec, (1983). Note préliminaire sur les relations biotiques *Paracentrotus lividus* et herbier de Posidonies. *Rapp Comm Int Mer Médit*, (28): 157-158.

Wirth & Debelius (2003). Mediterranean and Atlantic invertebrate guide from Spain to Turkey, from Norway to Equator, 305 p ConchBooks, Hackenheim, Allemagne.

Zovodnik (1987). Synopsis on the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in the Adriatic Sea. In : colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles, C.F. Boudouresque édit, Marseille, France.

Annexes

Annexes

Annex 1

La température

Mode opératoire : Dans un bécher contenant l'eau à examiner :

- Plonger un thermomètre.
- Attendre la stabilisation de l'appareil et on réalise la lecture. Es valeurs dans la fiche d'échantillonnage (LEYNAUD ,1968).

Annex 2

La conductivité électrique

Mode opératoire

- Allumer l'appareil.
- Agiter l'échantillon doucement et verser 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher propre.
- Rincer la sonde avec de l'eau ultra pure puis avec de l'eau à analyser.
- Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde.
- Enregistrer la valeur de la conductivité électrique et la température qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture
- . - Rincer la sonde.
- Arrêter l'appareil.

Annex 3

Mesure de PH

Assurez-vous que le pH-mètre est propre et fonctionne correctement (rincez-le à l'eau distillée).

Recueillez l'échantillon à mesurer dans un récipient propre pour obtenir une lecture précise.

Plongez l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon de manière suffisante pour obtenir une lecture stable.

Remuez doucement l'échantillon pour vous assurer que la solution est homogène et attendez la stabilisation de la lecture de l'appareil, cela peut prendre un certain temps.

Notez la lecture affichée par l'appareil.

Après les mesures, rincez l'électrode à l'eau distillée pour éliminer tous les résidus de l'échantillon.

Appareillage :

- Etuve pour MES
- Dessiccateur
- Dispositif de filtration
- Balance

Annex 4

MES

Mode opératoire

- Sécher le filtre à une température de 105 °C, le maintenir dans un dessiccateur et le peser.
- Mise en place du filtre dans l'entonnoir du système de filtration, puis connexion à un système d'aspiration sous vide.
- Choisir un volume d'échantillon puis on le filtre.
- Le filtre doit être retiré, puis séché à une température de 105°C, puis placé dans un dessiccateur pour finir le processus de refroidissement.
- Peser à nouveau le filtre qui ne contient que les matières qui étaient en suspension avant séchage.

Calculs

$$\text{MES} = 1000 \times (B - A) / V$$

MES : matières en suspension.

B : poids du filtre vide.

A : poids du filtre après filtration.

V : volume d'échantillon.

Mesure

Assurez-vous que le multi paramètre est propre et fonctionne correctement (rincez à l'eau distillée).

Placez l'échantillon d'eau dans un récipient propre pour obtenir une lecture précise.

Trempez suffisamment l'électrode du multi paramètre dans l'échantillon pour obtenir une lecture cohérente.

Attendez que la lecture de l'appareil se stabilise, ce qui peut prendre un certain temps.

Notez la lecture affichée par l'appareil.

Après les mesures, rincez l'électrode avec de l'eau distillée pour éliminer tous les résidus d'échantillon.

ANNEX 5

TDS

Mesure

Assurez-vous que le multi paramètre est propre et fonctionne correctement (rincez à l'eau distillée).

Placez l'échantillon d'eau dans un récipient propre pour obtenir une lecture précise.

Trempez suffisamment l'électrode du multi paramètre dans l'échantillon pour obtenir une lecture cohérente.

Attendez que la lecture de l'appareil se stabilise, ce qui peut prendre un certain temps.

Notez la lecture affichée par l'appareil.

Après les mesures, rincez l'électrode avec de l'eau distillée pour éliminer tous les résidus d'échantillon.

Annex 6

DCO

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure La diminution de la coloration jaune du Crest mesurée par photométrie.

Mode opératoire

- 1 Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène.
2. Pipetter 2.0 ml d'échantillon avec précaution.
3. Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle - ci
4. Mélanger
5. Chauffer dans le thermostat
 - a) DCO classique 2 h à 148 °
 - b) HT 200 S : 15 min avec le programme standard HT
6. Sortir la cuve chaude.
 - a) DCO classique Retourner 2 x avec précaution.

Le présent document est la propriété exclusive du Complexe CP2K Il ne peut être diffusé en externe sans l'autorisation écrite du Dire mesure.

7. Laisser refroidir à température ambiante,
 - a) DCO classique dans le support de cuve b) HT 200 S : dans le thermostat
8. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer. Les résidus doivent être complètement éliminés avant l'évaluation. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesure.

ANNEX 8

VII2 Mode opératoire d'analyse du Fer total

- Nous utilisons 5 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 200ml, portez au volume avec de l'eau distillée.
- Ajouter 8 ml HCL
- Porter la solution à ébullition jusqu'à ce que le volume soit porté à 20-40 ml
- Refroidir et transférer dans un flacon volumétrique de 100ml
- Ajouter : 2 ml d'hydroxylaminehydrochlorure.30 ml de la solution tampon d'acétate d'ammonium. 5 ml de la solution TPTZ, porter le volume avec de l'eau
- Appliquer l'agitation
- Transférer dans une cellule d'absorption Mesurer l'absorbance à la longueur d'onde 595 nm.

Mode opératoire d'analyse du Chrome total et Cr par LCK313 EN ISO 11083

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable. Dévissez le DosiCap Zip.
- Pipetter 2.0mL d'échantillon

- Vissez le DosiCap Zip : dirigeant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement.
- Chauffer dans le thermostat. HT 200 S : 15 min avec le programme standard HT Thermostat : 60 min à 100 ° C
- Ne pas mélanger la cuve après la digestion. Laisser refroidir a température ambiante. Attention ! Pour les échantillons troubles et/ou colores après oxydation.
- Mesurer la cuve d'analyse (= valeur à blanc).
- Visser un DosiCap B (LCK 313 B) de couleur orange sur la cuve.
- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite. Attendre 2 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer