

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

Tekouk kheira

Et

Hama Asmaa

Pour l'obtention du diplôme de

Master en HYDROBIOLOGIE MARINE ET
CONTINENTALE

Spécialité: Bioressources Marines

Thème

Etude de la qualité du milieu marin a travers deux
bio indicateurs la moule « *Mytilus galloprovincialis* »
et l'oursin « *Paracentrotus lividus* » au niveau de
deux sites du littoral de Mostaganem.

Soutenue publiquement le 12/09/2018

Devant le Jury

Président	Mme Belhakem Fadéla	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	Mme Borsali Sofia	MCB	U. Mostaganem
Examineur	Mme Benzidane Dehiba	MAA	U. Mostaganem

Remerciement

Dans un premier temps nous remercions notre dieu tous puissant et le plus clément, pour nous avoir donné l'énergie et la force a finir ce modeste travaille.

Notre thème est réalisé sous la direction de madame Borsali Sofia, Maitre de conférences au Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture a l'université Abd El Hamid Ibn Badis de Mostaganem, elle nous a aidé et toujours encouragé afin d'améliorer la structure de notre travail.

Au membre de jury :

On tient à exprimer tout notre gratitude à Mme Belhakem Fadéla Maitre de Conférence «A » et Mme Benzidane Dhiba Maitre Assistante « A » pour avoir accepté de faire part dans ce jury et nous enrichir avec leurs remarques importantes.

Nous exprimons également de vifs remerciements à Mr Mekki. M responsable du développement des ressources humaines au niveau de la zone industrielle Fornaka et en particule au technicien du laboratoire Mr Moussa de nous avoir aidés et orientés lors de notre manipulation.

Nous adressons un remerciement à Mr Rouane O. H, enseignant chercheur a l'université Ahmed Ben Bella d'Oran

Nous remercions également toute personne ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement de notre formation, notamment les enseignants du département de Science de la Mer.

Nous remercions notre très chers parents qui nous encouragé durant toutes les étapes de notre étude.

Dédicace

Nous dédions se modeste travaille a :

Notre famille Tekouk et Hama qui nous ont encouragé

tout le temps sans cesse.

Tout mes collègues en particulier notre proche amis

Korichi. F, Khelafi F.Z,

Ameur .A et Belkhira .M

Et a toute personne ayant aidant dans ce travail.

Résumé

Les programmes de bio-surveillances sont des domaines très vastes, ils utilisent des bio-indicateurs pour évaluer et connaître la qualité de milieu marin. Pour notre étude nous avons choisi deux espèces benthiques et bio-indicatrices du milieu marin, le premier est un échinidé l'oursin *Paracentrotus lividus* et le second est un bivalve la Moule *Mytillus galloprovincialis*. Ceci a fin de déterminer la qualité de deux biotope stidia et Sidi majdoub du littoral de Mostaganem.

Notre étude s'étale sur quatre mois (mars, avril, mai et juin) d'échantillonnage, nos analyses sont basées sur deux axes on présente notre résultats en fonction des moyenne et écart type.

Le Premier axe d'étude vise l'évaluation des empreintes physiologiques (indice de condition ICm, indice de réplétion IRm et l'indice gonadique IGM), la variation moyenne des indices ICm et IRm permet de connaître la relation entre les apports trophiques et la croissance de l'individu, selon notre étude leur augmentation est intense aux premiers mois, alors que les fluctuations de l'IGM en fonction des mois indiquent la période de la ponte chez les deux espèces bio-indicatrices qui selon notre résultat s'est avérer en plein saison printanière .

Le second axe s'intéresse à la bio-contamination par les métaux lourds (Fe, Cu, Zn, Cd et Pb) en ppm, dans les gonades de l'oursin *P.lividus* et le tissu mou de la moule *M.galloprovincialis*.

Les valeurs moyennes trouvées après dosage révèlent de fortes accumulations en Pb au niveau des deux biotopes chez les deux espèces du site stidia, par contre le Fe s'affiche à plus haute concentration dans les gonades de l'oursin au niveau Sidi majdoub.

Mots clés : Bio-surveillance, bio-indicateur, *Paracentrotus lividus*, *Mytillus galloprovincialis*, littoral de Mostaganem, empreintes physiologiques, bio-contamination, métaux lourds.

Abstract

Bio-monitoring is large Field So that allows to use bio-indicator to determination quality of water sea , in our study we chose two indicator benthic zone , the echinoid urchin sea *P.lividus* (Lamarck ,1816) and bivalve mussel *M.galloprovincialis* (Lamarck, 1819) in two station stidia and sidi majdoub in littoral of mostaganem .

Dissertation take 4 month during in march until June from sampling in each station ,the result was analyst with two print and we present our result in means and standard deviation .

First print physiologic (index condition ICm, index repletion IRm, index gonad IGM), the mean variation two index ICm and IRm permit to realize relationship with trophic contribution and increase the two index , Which they found increase intense in the first monthly.

The monthly variation Means IGM indicate the period of spawning in two specie bio-indicator urchin end mussel , they are reproduction in season spring .

Second bio- contamination chemical way by bio-accumulate in ppm with heavy metal (iron Fe , copper Cu, zinc Zn, cadmium Cd , lead Pb) in trace organic gonad male and female to urchin sea *P.lividus* and tissue male and female of mussel *M.galloprovincialis* , in dosage heavy metal we use mineralization By damp way and analyze in heavy metal with optical emission spectrometer, in sea urchin we find the dominance by lead Pb metal accumulation on both biotopes, in the mussel and urchin sea of stidia On the other hand we finds dominance by iron Fe on the other urchin in station Sidi majdoub.

Key word:

Bio-monitoring , bio-indicator , urchin sea *P.lividus*, mussel *M.galloprovincialis*, littoral of mostaganem , print physiologic , bio- contamination.

المخلص

الرصد البيولوجي مجال واسع يتم من خلاله استعانة بمؤشرات بيولوجية من أجل تحديد نوعية التلوث في البيئة البحرية. ومن خلاله دراستنا التي تتضمن تحديد التلوث المعدني لمياه البحر ، قمنا باختيار نوعين من مؤشرا شوكيات الجلد هما قنفذ البحر *P.lividus* (لامارك ، 1816) ، و صدفيات البحرية بلح البحر *M. galloprovincialis* (لامارك ، 1819) أجل تحديد تلوث المعدني في موقعين ستيديا وسيدي مجدوب لساحل مدينة مستغانم .

الدراسة استغرقت 4 أشهر (من مارس حتى جوان) من اخذ العينات من كل موقع ويتم تحليل هذه العينات وفقا لمحورين ، كما قمنا بعرض نتائج بحثنا من خلال المتوسط و انحراف المعياري .

المحور لأول يتمثل في البصمة فسيولوجية من خلال (معيار الحالة *ICm* ، معيار تخمة *IRm* ، معيار الغدد التناسلية *IGm*) قمنا بعرض نتائجنا بدلالة المتوسط و لانحراف المعيار ، تغيرات في متوسط المعيارين *ICm* و *IRm* تسمح بمعرفة تأثير إسهام الغذائي في تطور المعيارين بدلالة الأشهر ، *IRm* و *ICM* ، ازدياد كثيف في الأشهر الأولى أما متوسط تغيرات في تطور *IGm* يمكننا من معرفة وقت التفريخ لبلح البحر *M.galloprovincialis* و قنفذ البحر *P.lividus* في موسم التكاثر الذي يحصل في فصل الربيع .

المحور الثاني في البصمة الكيميائية عبر دراسة التراكم البيولوجي للمعادن لثقيلة للقنفذ البحر *P.lividus* وبلح البحر *M.galloprovincialis* عبر تحليل المعادن التالية (الحديد *Fe* ، نحاس *Cu* ، زنك *Zn* ، الكاديوم *Cd* ، الرصاص *Pb*) عبر أنسجة الخلايا الذكرية و الأنثوية لبلح البحر *M.galloprovincialis* و الغدد التناسلية الذكرية و الأنثوية لقنفذ البحر *P.lividus* ويتم ذلك بالتجريب تمعدن عبر الرطوبة ، وتتم المعايرة عبر مطياف انبعاث ضوئي .

في قنفذ البحر نجد الهيمنة عن طريق تراكم المعادن الرصاص لبلح البحر في كلا موقعين ، ولدى قنفذ البحر من موقع ستيديا أما قنفذ البحر من سيدي مجدوب فكانت الهيمنة من الحديد .

الكلمات المفتاحية :

الرصد البيولوجي ، بمؤشرات بيولوجية ، قنفذ البحر *P.lividus* ، بلح البحر *M.galloprovincialis* ، ساحل مدينة مستغانم ، البصمة فسيولوجية ، البصمة الكيميائية .

Liste des abréviations

A.I.E.A. : Agence Internationale Energie Atomique

Cd : Cadmium.

CE50 : Concentration efficace médiane

CSEO : Concentration Sans Effet Observé)

Cu : Cuivre.

DDT : Dichloro-diphényl-trichloroéthane

DL50 : Dose létale médiane

Hg : Mercure.

HNO₃ : Acide nitrique.

ICm : Indice de Condition moyen.

ICP : Plasma couplé induit.

IGm : Indice Gonadique moyen.

IRm : Indice de réplétion moyen.

MAW: Modified Atlantic Water.

MES: Matière en suspension.

NIST : Nationale Instituts Standards Technologie.

Pb : Plomb.

PCB : Polychlorobiphényles.

pH : Potentiel hydrogène.

PPm : Partie par un million.

QSP: Quantité Suffisant Pour.

SEO : Spectrophotométrie Emission Optique.

SRM : Standard Référence Matériel.

Zn : Zinc.

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Capacités de bioconcentration de quelques espèces marines.	7
Tableau 2:	Représente la caractéristique générale de la mer méditerranéenne.	34
Tableau 3:	Principale rejet de la wilaya de Mostaganem.	37
Tableau 4:	Rejet d'eaux usées de wilaya de Mostaganem.	38
Tableau 5:	Longueur onde des éléments métallique sur S.E.O.	50
Tableau 6 :	Pourcentage de sexe ration chez la moule <i>M.galloprovincialis</i>	58
Tableau 7:	Pourcentage mensuelle de sexe ratio chez la population <i>P.lividus</i>	63
Tableau 8:	Moyennes des teneurs métalliques chez <i>M.galloprovincialis</i> .	65
Tableau 9 :	Moyennes des teneurs métalliques chez l'oursin <i>P. lividus</i> .	66
Tableau 10:	Comparaison des teneurs métalliques dans la <i>M.galloprovincialis</i> .	72
Tableau 11:	Comparaison des teneurs métalliques chez l'oursin <i>P. lividus</i> .	80

Tableaux Annexe I

Tableau 1 :	Rapport des indices physiologiques chez <i>M.galloprovincialis</i> .	95
Tableau 2 :	Rapport des indices physiologiques de oursin <i>P.lividus</i> .	95
Tableau 3 :	Moyennes des teneurs métalliques (ppm .pF) au niveau des tissu mou males et femelles .	96
Tableau 4 :	Moyennes des teneurs métalliques (ppm .pF) au niveau des gonades male et femelle de l'oursin <i>P. lividus</i> .	96

Liste des figures

Figure 1 :	Interactions subies par les métaux.	6
Figure 2:	Schéma générale du cycle biogéochimique des métaux lourds.	10
Figure 3:	Principaux pays producteurs de <i>Mytillus galloprovincialis</i> .	17
Figure 4:	La morphologie externe de la moule.	19
Figure 5:	Anatomie interne et externe de la moule.	20
Figure 6:	Le mode alimentaire de la moule.	21
Figure 7:	Système nerveux chez la moule.	22
Figure 8:	La différence sexuelle chez la moule <i>M. galloprovincialis</i> .	23
Figure 9:	Distribution géographique de l'oursin livide <i>P. Lividus</i> .	24
Figure 10:	Morphologie externe de l'oursin régulier <i>P. Lividus</i> .	26
Figure 11:	Présentation d'un piquant primaire de <i>P. lividus</i> .	27
Figure 12:	Les principaux organes internes de l'oursin livide.	28
Figure 13:	Représentation Lanterne d'Aristote de <i>P. lividus</i> .	29
Figure 14:	Disposition pentaradiaire des gondes d'oursin <i>P. lividus</i>	30
Figure 15:	Chronologie du cycle de vie de l'oursin <i>Paracentrotus lividus</i> .	31
Figure 16:	Situation du bassin méditerranéen occidental.	33
Figure 17:	Schémas de la circulation générale méditerranée occidentale.	35
Figure 18:	Littorale de Mostaganem.	37
Figure 19:	la Carte montrant site de stidia.	39
Figure 20:	La carte montrant de Sit sidi majdoub.	40
Figure 21:	Prélèvement de site stidia.	43
Figure 22:	Prélèvement de site sidi majdoub.	44
Figure 23:	La Minéralisation.	49
Figure 24:	Synoptique de protocole de minéralisation.	49
Figure 25:	Etapas du dosage par S.E.O.	50
Figure 26:	Evolution d'ICm <i>M. galloprovincialis</i> .	52
Figure 27:	Evolution d'IRm de <i>M. galloprovincialis</i> .	53
Figure 28:	Evolution d'IGm de <i>M. galloprovincialis</i> .	54
Figure 39:	Evolution des indices physiologique chez <i>M. galloprovincialis</i> sur site de stidia	56

Figure 30:	Evolution des indices physiologique chez <i>M.galloprovincialis</i> sur site de S.majdoub .	56
Figure 31:	Pourcentage de sexe ratio chez <i>M. galloprovincialis</i> .	58
Figure 32:	Evolution mensuelle ICm chez <i>P.lividus</i> .	59
Figure 33:	Evolution mensuelle de IRm chez <i>P.lividus</i> .	60
Figure 34:	Evolution mensuelle IGM chez <i>P. Lividus</i> .	61
Figure 35:	Evolution des indices physiologiques chez <i>P.lividus</i> au stidia.	62
Figure 36:	Evolution des indices physiologiques chez <i>P.lividus</i> de site s.majdoub.	62
Figure 37:	Pourcentage de sexe de <i>P.lividus</i> .	64
Figure 38:	Variations La teneur en fer dans le tissu mou de la moule	66
Figure 39:	Variations des teneurs moyennes de Cu dans la moule.	67
Figure 40:	Variations des teneurs moyennes du Zn dans la moule.	68
Figure 41:	Variations des teneurs en Cd dans la moule.	69
Figure 42:	variations des teneurs en Pb dans la moule.	70
Figure 43:	Teneurs moyennes en Fe dans les gonades <i>P. Lividus</i> .	74
Figure 44:	Variations des teneurs du cuivre dans les gonades de l'oursin	75
Figure 45:	Variations des teneurs moyennes en zinc dans les gonades de l'oursin	76
Figure 46:	Variations des teneurs moyennes en cadmium dans l'oursin <i>P. Lividus</i> .	77
Figure 47:	Variations des teneurs en plomb dans l'oursin <i>P.lividus</i> .	78
Figure 48:	Variations des teneurs moyennes métalliques chez les deux espèces bio-indicatrices.	79

Figures Annexe II

Figure 1 :	Photos prise à la plage stidia .	97
Figure 2 :	Photo prise à plage de sidi majdoub .	98

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------	---

Chapitre I.

Partie I.

Généralités sur la pollution marine et ses interactions.

I. La pollution chimie marine	3
I.1.La pollution marine	3
I.2.La pollution chimique	3
I.2.1. Les hydrocarbure	3
I.2.2. Détergents	3
I.2.3.Les pesticides	4
I.3.Evaluation de la contamination métallique dans le milieu marin	4
I.3. 1.Bio-indicateur	5
I. 3.2. La bioconcentration	5
I.3. 3.La bioaccumulation	7
I.3.4. La bioamplification	8
I.4.Cycle biogéochimique des métaux lourds	8
I.4.1.Première étape	9
I.4.2.Précipitation	9
I.4.3.Adsorption	9
I.4.4.Absorption	9
I.5. La bioaccumulation des métaux lourds (Fe , Cu , Zn et Cd, Pb)	11
I.5.1. Les bio-essais	11
I.5.2. Le fer	12
I.5. 3.Le cuivre	13
I.5.4.Le zinc	13
I.5.5.Le Cadmium	14
I.5.6. Le plomb	15

Partie II.

Les modèles biologiques La moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus*

II.1. Présentation de l'espèce <i>Mytilus galloprovincialis</i>	16
II.1.1. La répartition géographique de La moule <i>Mytilus galloprovincialis</i>	17
II.1.2. Ecologie	17
II.1.3. La morphologie externe	18
II.1.3.1. La coquille	18
II.1.4. Anatomie et physiologie	19
II.1.4.1. Le système digestif	20
II.1.4.2. Le système respiratoire	21
II.1.4.3. Le système circulatoire	21
II.1.4.4. Le système nerveux	22
II.1.4.5. Le système excréteur	22
II.1.5. La reproduction	23
II.1.6. Mortalité et prédation	23
II.2. Présentation de l'espèce <i>Paracentrotus lividus</i>	24
II.2.1. Distribution géographique <i>Paracentrotus lividus</i>	24
II.2.2. Ecologie	25
II.2.3. Morphologie externe	25
II.2.3.1. Zones ambulacraires et inter-ambulacraires	26
II.2.3.2. Le péristome	26
II.2.3.3. Le périprocte	26
II.2.3.4. Les tubercules et piquants	26
II.2.3.5. Les podias	27
II.2.3.6. Les pédicellaires	27
II.2.4. Anatomie et physiologie	28
II.2.5. La Reproduction	29
II.2.6. Mortalité et prédation	32

Partie III:

Caractéristiques générale de la zone d'étude

III.1. Introduction	33
III.1.2. Caractéristique de la mer méditerranée	34
III.1.3. Hydrodynamique de la méditerranée	34

III.1.3.1.La houle	35
III.2.Le littorale algérienne	36
III.2.1.La ville de Mostaganem	36
III.3.La station d'étude	38
III. 3. 1. Stidia	39
III. 3. 1. 1. Les coordonnées géographiques de la plage de Stidia	39
III.3.2. Sidi Majdoub	40
III.3.2.1. Les coordonnées géographiques de la plage Sidi Majdoub	40

Chapitre II

Matériels et méthodes

I. Etude des Indices physiologiques et l'accumulation des métaux lourds	42
I.1. Utilisation des espèces sentinelles	42
I.1.2. Choix des indices biologique	42
I.1.3. Choix des polluants	42
I.1.4. Le mode de prélèvement des échantillons	43
I.1.5. Le traitement des échantillons la moule	44
I.1.6. Détermination des indices physiologiques	45
I.1.6.1. Indices Organo-Somatique	45
I.2. Traitement des échantillons Chez l'oursin <i>P.lividus</i> .	46
I.2.1. Détermination des indices physiologiques	47
I.3. Dosage des métaux lourds	48
I.3.1. Protocole d'analyse	48
I.3.1.2. la minéralisation	48
I.3.1.2. Dosage par Spectrophotométrie émission optique.	50
I.4. Contrôle de la justice protocole analytique	52

Chapitre III. Résultats et discussion

Partie I

Empreintes physiologiques chez la moule *M.galloprovincialis* et oursin *P. lividus*

I. Empreintes physiologiques	52
I.1. Chez la moule <i>M. galloprovincialis</i>	52
I.1.1. Indice de condition	52
I.1.2. Indice de réplétion	54
I.1.3. Indice gonadique	55
I.1.4. Relation entre les indices physiologiques	56

I.1.5. La sex-ratio	58
I.2. Empreintes physiologiques chez <i>P.lividus</i>	59
I.2.1. Indice de condition	59
I.2.2. Indice de réplétion	60
I.2.3. Indice gonadique	61
I.2.4. Les relations entre les indices physiologiques	62
I.2.5. La sex-ratio chez l'oursin <i>P.lividus</i>	64
<u>Partie II</u>	
bio- contamination des métaux lourds chez la moule <i>M.galloprouvincialis</i> et l'oursin <i>P.lividus</i> .	
II. bio- contamination	65
II.1. Résultats des exercices d'inter-calibration	66
II. 2. Résultats de la contamination métallique	66
II.2. 1. Chez la moule <i>M.galloprouvincialis</i>	66
II.2.1.1. Le fer	67
II.2.1.2. Le cuivre	68
II.2.1.3. Le zinc	69
II.2.1.4 .Le cadmium	70
II.2.1.5. Le plomb	71
II.2.bio-contamination chimiques Chez l'oursin <i>P.lividus</i>	73
II.2.1. Le fer	74
II.2.2 Le cuivre	75
II.2.3. Le zinc	76
II.2.4. Le cadmium	77
II.2.5. Le plomb	78
Conclusion générale	81
Références bibliographique	83
Annexes	95

Introduction générale

La totalité des écosystèmes de la planète sont désormais affectés d'une façon ou d'une autre par le développement des sociétés humaines et les rejets agricoles, urbains et industriels peuvent mener à de hauts niveaux de pollution dans les écosystèmes marins côtiers (**Smolders et al., 2003; Rao et al., 2007; D'Adamo et al., 2008**).

Les Côtes algériennes n'échappent pas à ce fléau d'autant plus que les chiffres Parlent d'eux mêmes, environ 100 millions de tonnes d'hydrocarbures passent annuellement à proximité des rivages algériens et nos ports pétroliers assurent le chargement de quelques 50 millions de tonnes d'hydrocarbures avec des pertes inévitables estimées à 10 000 tonnes (**M. A. T. E, 2000**).

La bio-surveillance de la qualité des eaux littorales nécessite l'organisation de programmes scientifiques capables d'estimer l'état sanitaire général du milieu, d'identifier les causes de perturbations et d'obtenir une évaluation globale de la qualité du milieu (**Sahnouni, 2004**).

Les fruits de mer sont une alimentation à surveiller pour trois raisons principales : d'une part, ce sont d'excellents accumulateurs de polluants, y compris les métaux, d'autre part, la concentration se fixe sur les organes d'assimilation tels que le foie et le muscle, qui sont précisément ce que l'homme mange. (**Laglaoui , et al., 2008**).

Sur le plan scientifique, de nombreuses études ont été récemment développées en Algérie pour l'évaluation quantitative et qualitative de différents agents polluants minéraux et organiques, bio-accumulés chez certains organismes marins, (Moules, Oursins, Crustacés, Poissons et Cétacés) provenant de plusieurs sites de la côte occidentale algérienne. Celles– ci ont révélées des concentrations extrêmement élevées en métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Mg), composés organochlorés (PCB et Pesticides chlorés) et hydrocarbures polyaromatiques (chrysène, phénanthrène), dépassant souvent les normes tolérées et les seuils références (**Benguedda- Rahal, 1993; Benguedda- Rahal et al., 1994 a, b; Bouderbala et boutiba , 1997; Merbouh , 1998 ; Taleb et Boutiba, 1999 ; Bachir Bouiadjra et al., 2000; Begoug et Touarsi, 2000; Aoudjit, 2001; Bensahla- Talet, 2001 ; Belhoucine, 2005; Benamar, 2005; Benghali ,2006 ; Borsali, 2007 et 2015, Sahnoun, 2009; Benadda, 2009 ; Belabed, 2010 ; Dermeche ,2010 ;Boukhelf, 2012 ; Rouane, 2013 ;Benali, 2015 ; Guendouzi et Boudjellal, 2016; Guendouzi et al, 2017**).

L'objectif de cette étude est d'établir un bilan de la qualité du milieu marin en utilisant une approche multi- marqueurs basée sur le suivi des indices physiologique et l'estimation des teneurs et de la biodisponibilité des métaux lourds (Fe , Zn, Cu, Pb, et Cd) chez deux espèces,

qui possèdent un certain nombre de caractéristiques qui en font d'eux d'excellents bio-indicateurs, la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus* de deux sites du littoral du Mostaganem à savoir le premier est le site de Stidia alors que le second c'est Sidi Majdoub.

Notre travail s'articule autour de quatre chapitres divisés chacun en parties:

Le premier chapitre : présente une synthèse bibliographique, il est divisé en trois parties: la première concerne des généralités sur la pollution marine et la contamination par les métaux lourds, où on expose aussi le mode de fluctuation de la contamination métallique dans le milieu marin à travers leurs bioaccumulation, la seconde partie présente les différentes caractéristiques générales des espèces bio-indicatrices ciblées par notre étude à savoir la moule et l'oursin, et enfin la dernière partie résumera les caractéristiques générales de la mer méditerranéenne et celles de nos deux sites d'étude

Le second chapitre résume le matériel et méthodes utilisées lors de notre travail, on décrit la stratégie expérimentale pour laquelle nous avons opté compte tenu des objectifs de l'étude. Ainsi, les divers prélèvements, échantillonnages et techniques analytiques sont présentés dans deux parties distinctes concernant, la moule et l'oursin.

Le troisième chapitre regroupe l'ensemble des résultats et leurs interprétations, articulé en deux parties, la première regroupe les résultats des indices physiologiques des deux espèces ciblées, la seconde résumera alors la contamination et bioaccumulation des métaux lourds chez la moule *Mytilus galloprovincialis* suivi de ceux de l'oursin *Paracentrotus lividus*.

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

PARTIE I.

Généralités sur la pollution marine et ses interactions

I.1.La pollution marine

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

I.2.La pollution chimique

Selon **Djilani (2006)**, La pollution chimique est due à l'introduction d'un ou plusieurs éléments indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis.

De nombreux polluants organiques et divers oligo-éléments métalliques, introduits dans ces milieux aquatiques sont susceptibles de se concentrer chez les organismes vivants à des niveaux parfois supérieurs à leurs taux dans le biotope (eau et sédiment), et peuvent donc entraîner des problèmes d'ordre écologique, sanitaire et économique (**Amiard, 1989 ; Bryan et Langoston, 1992**).

Nous présentons quelques types de pollution chimique qui sont introduit dans le milieu marin

I.2.1. Les hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures se présente sous deux aspects selon (**Dandonneau, 1978**) :

- Pollution accidentelle, évidente, choquante et laide. Elle est due aux accidents de navigation ou de forage, la nappe formée au large s'échouant le plus souvent au rivage.
- Pollution chronique, principalement concentrée dans les zones portuaires, elle s'étend souvent vers le large et a tendance, l'huile formant un film à la surface de la mer.

I.2.2. Détergents

Les molécules de détergents possèdent deux partie une chaînes hydrophobes induit une toxicité plus grande dans les organismes aquatique, et une chaîne hydrophile liée à une chaîne hydrocarbonée lipophile. Cette structure chimique est à l'origine de leur aptitude à abaisser la tension superficielle des liquides dans lesquels ils sont en solution.

La nature chimique du groupement hydrophile de la molécule permet de classer ces composés en quatre groupes : anioniques, cationiques, ampholytes et non-ioniques (**Maggi et Cossa, 1973 ; Marchetti, 1965**).

I.2.3. Les pesticides

Un pesticide est une substance destinée à repousser ou à combattre toute espèce indésirable végétale ou animale, pendant la production, le stockage, le transport, la distribution ou la transformation des denrées destinées à l'alimentation humaine ou animale. Ce terme désigne aussi toute substance destinée à servir comme régulateur de la croissance, défoliant ou dessiccateur. Les types les plus connus de pesticides selon **Bouchaud et Chassard (1995)**, sont :

- Les insecticides destinés à tuer les insectes.
- Les herbicides pour éliminer les mauvaises herbes.
- Les fongicides pour éliminer les champignons.

Ainsi les insecticides comme le DDT, liposolubles, non biodégradables, vont subir une bioamplification conduisant à des concentrations multipliées par des facteurs de plusieurs millions au sommet des chaînes alimentaires pour des durées de plusieurs dizaines d'années.

I.3. Evaluation de la contamination métallique dans le milieu marin

La recherche et la quantification de micropolluants peuvent être réalisées dans différents compartiments d'un écosystème. Deux types de supports analytiques sont à distinguer : Les supports inertes et les supports biologiques.

Les supports inertes comme l'eau (brute ou filtrée), les matières en suspension ou les sédiments renseignent sur la charge totale en contaminants d'un milieu (**Mersch et al., 1993**).

Le second type de support analytique, les organismes vivants, présente l'avantage d'estimer la fraction bio-disponible des contaminants, De plus la réponse obtenue est intégrée dans le temps et rend compte de la contamination moyenne récente d'un site.

Parmi les organismes proposés comme indicateurs biologiques de pollution chimique en milieu dulçaquicole, les bryophytes aquatiques et les mollusques filtreurs (**Wehr et al., 1983 ; Kelly et al., 1987 ; Léglize et Crochard ,1987 ; Mersch et al., 1992**).

Parmi les mécanismes disponibles pour détecter le type de pollution dans un milieu et expectation le devenir des contaminants dans les différents compartiments de l'environnement.

I.3. 1. Bio-indicateur

C'est l'ensemble des procédures à fondements biologiques qui peuvent servir à l'établissement de diagnostics écologiques (**Goldberg, 1976**).

D'après **Casas (2005)**, pour constituer un bon « bio-indicateur quantitatif » l'espèce animale utilisée doit avoir les qualités suivantes.

- l'organisme doit concentrer le contaminant, sans effet létal, aux concentrations rencontrées dans le milieu.
- il doit être sédentaire afin d'être représentatif de la zone d'échantillonnage.
- il doit être abondant dans la zone étudiée.
- il doit avoir une durée de vie suffisamment longue pour permettre l'échantillonnage de plusieurs classes d'âges
- il doit avoir une taille suffisante afin de donner une quantité de tissus adéquate pour l'analyse chimique.
- il doit être euryhalin.
- il doit concentrer suffisamment pour permettre des dosages sans pré-concentration.
- il doit exister une corrélation entre la teneur en contaminants dans l'organisme et la concentration dans l'eau environnante, la concentration dans les tissus reflétant ainsi la biodisponibilité du métal dans le milieu.
- les effets de variations de la salinité et de la température doivent être connus.

I. 3.2. La bioconcentration

Définie comme le processus par lequel une substance se trouve présente dans un organisme vivant, à une concentration supérieure à celle de son milieu aquatique environnant.

Les métaux lourds présents dans l'eau et dans les sédiments sont absorbés par les plantes et les animaux marins (**Fig. 1**), 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 menaçant la survie de certaines populations naturelles et présenter des dangers pour le consommateur de produits marins, du fait de leur possibilité de concentration dans les espèces marines, de leur élimination difficile et de leur large répartition dans le milieu aquatique (**Jica, Matet, Onned 2008**).

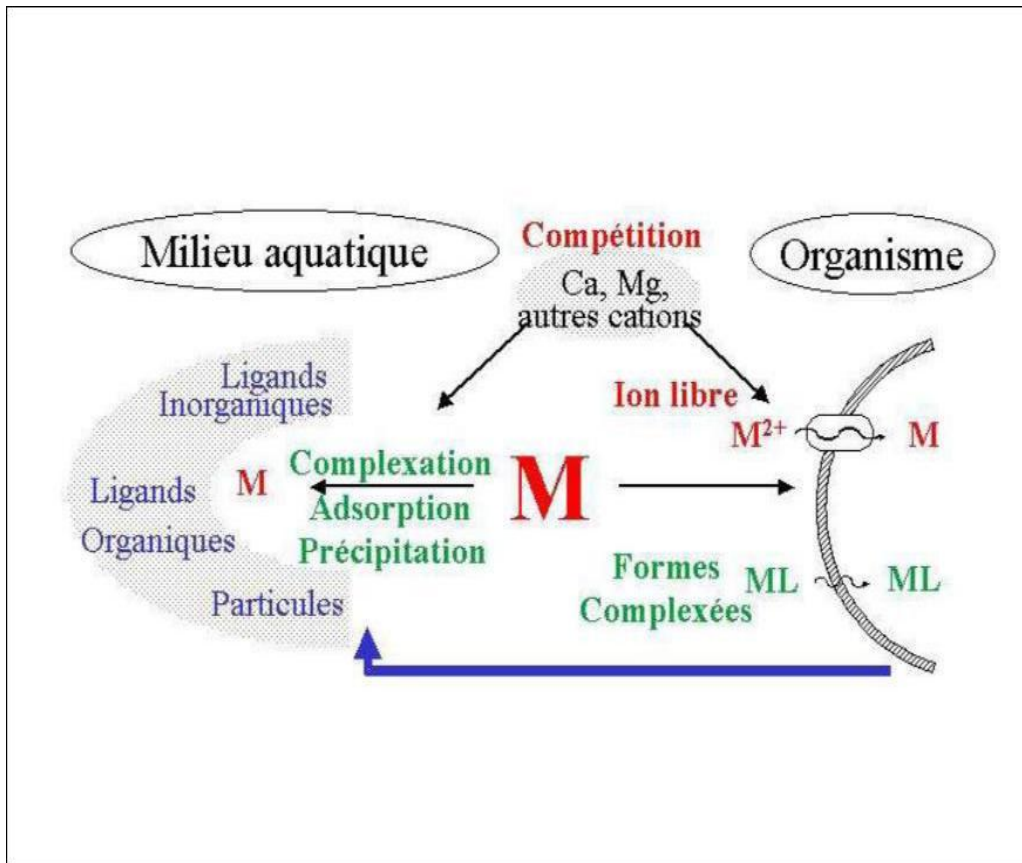


Figure 1 : Interactions subies par les métaux au cours de leur transport en milieu aquatique
(Gilbin, 2002 adapte de Turner et Tessier, 1995).

Le facteur de bioconcentration (FBC) : est défini par le rapport de la concentration d'une substance à l'intérieur d'un organisme, à sa concentration dans l'eau (**Tab.1**), compte tenu seulement de l'absorption provenant du milieu ambiant (**Veith et al., 1979; Ramade, 1992**).

Tableau 1: Capacités de bioconcentration de quelques espèces marines (Miquel, 2001).

métal	cadmium	plomb	mercure
espèces			
Plantes aquatiques	faible	faible	faible
Invertébrés	moyenne à forte	moyenne	moyenne à forte
- Vers	moyenne	moyenne	moyenne à forte
- Mollusques	moyenne	moyenne	moyenne à forte
- Crustacés	forte	moyenne	moyenne à très forte
(Moules)	forte	forte	moyenne
(Huitres)	très forte	moyenne	faible
Poissons	faible	faible	moyenne à forte
- Hareng/sardine	faible	faible	faible
- Plie/sole	faible	faible	moyenne
- Bar/roussette	moyenne	moyenne	moyenne
- Espadon/thon	moyenne	moyenne	forte

I.3. 3. La bioaccumulation

La bioaccumulation est le processus par lequel un organisme vivant, absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète ou la métabolise. Elle désigne donc la somme des absorptions d'un élément par voie directe et alimentaire, par les espèces animales aquatiques ou terrestres (Ramade, 1992).

Selon Casas (2005), Trois groupes de facteurs intimement liés, vont intervenir dans ces interactions entre les composés métalliques et les barrières biologiques sont :

- les caractéristiques physico-chimiques du milieu température, pH, concentration en chlorures et en MES, nature et abondance des ligands organiques et inorganiques dans les phases dissoutes et particulières, condition trophique, etc.
- les propriétés chimiques du contaminant qui correspondent à la nature du contaminant, aux formes chimiques dans le biotope (colonne d'eau, sédiments), à leur spéciation et biodisponibilité, à leur concentration, etc.

- les facteurs biologiques de l'organisme notamment les propriétés structurales et les fonctions des barrières biologiques: surface d'échange et accessibilité des sites de fixation, processus de transport et capacité d'absorption, mais aussi à une échelle plus importante les différentes étapes du cycle biologique tels que la croissance, la reproduction, la nutrition, l'excrétion, etc.

I.3.4. La bioamplification

C'est la concentration d'un toxique après sa consommation du plus petit organisme, de la chaîne alimentaire au plus grand, il s'agit dans ce cas de la possibilité pour un toxique d'être cumulé par une chaîne trophique, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il va s'accumuler de plus en plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (**Boutiba, 2004**). et correspond au processus selon lequel la concentration d'un composé chimique, dans un organisme est supérieure à celle de la proie qu'il consomme (**Gobas et Morrison, 2000**).

I.4. Cycle biogéochimique des métaux lourds (cf Fig . 2)

Le transfert des métaux lourds dans l'eau de mer, ainsi que leur dépôt et leur élimination sont régis par le cycle biogéochimique, qui va avoir pour conséquence d'amener les polluants dans l'océan mondial, qui constitue en définitive l'ultime réceptacle des agents toxiques et d'autres contaminants.

Le transfert de polluant dépendra de ses propriétés physico-chimiques. Le cheminement de la substance s'effectue par les eaux de ruissellement, les eaux souterraines, la pluie, le vent et la sédimentation (**Mackenzie et al., 1979**).

Ces métaux traversent la masse d'eau sous forme dissoute et particulaire. Leur accumulation est faite par une biomasse qui les assimile et les concentre dans ses tissus.

Selon **Marchand et al (1990)**, définissent le cycle biogéochimique d'une substance chimique comme étant :

- Un mécanisme de transport (ou de transfert) entre les différents compartiments d'une part.
- D'autre part, comme étant le processus de transformation ou de dégradation biotique ou abiotique, à l'intérieur des ces compartiments.

Ce cycle obéit, en général, à deux grandes étapes qui sont en fonction des conditions physico-chimiques du milieu :

I.4.1. Première étape

Consiste en un piégeage des molécules métalliques par des particules en suspension, la biomasse marine et le sédiment par différent passage.

I.4.2. Précipitation

Phénomène qui s'opère lorsque le polluant métallique en solution chute par gravitation au fond du milieu marin (**Bittel , 1973**) , mais en eau profonde, certains métaux pourraient retourner en solution avant d'atteindre le fond.

I.4.3. Adsorption

C'est un phénomène physico-chimique où les molécules ou ions métalliques se fixent à la surface des différents compartiments marins (particules en suspension, organismes marins, sédiments). Les polluants peuvent se coller à la peau ou les écailles grâce à un mucus qui les conduit afin d'atteindre l'organisme (**Bittel , 1973**).

I.4.4. Absorption

C'est le passage type du polluant métallique dans un organisme marin (**cf Fig .2**).

Les ions métalliques traversent rapidement des membranes biologiques. D'après **Bittel (1973)**, c'est généralement par la voie des organes filtrant que les éléments à l'état colloïdal ou particulaire pénètrent l'organisme marin.

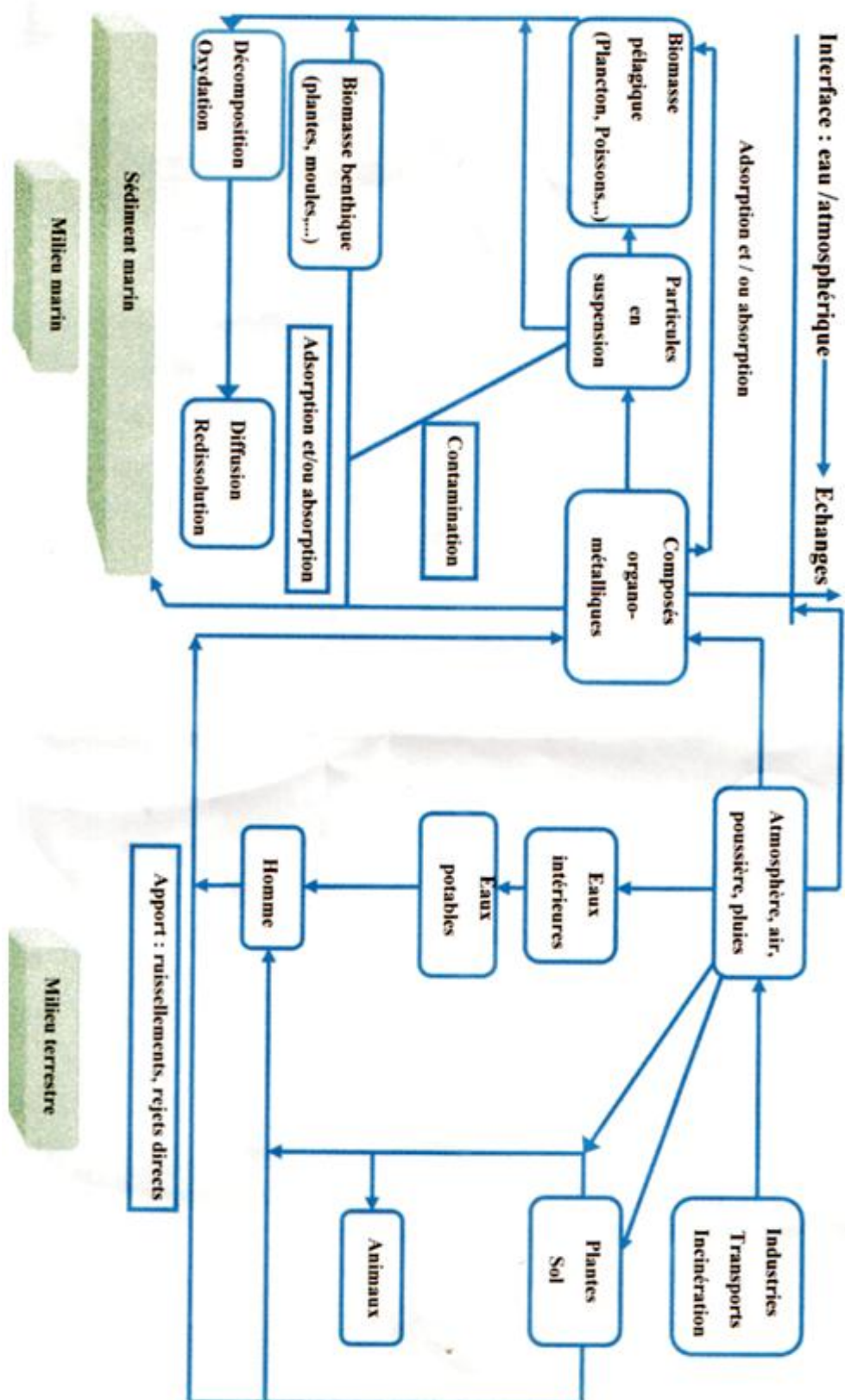


Figure 2 : schéma générale du cycle biogéochimique des métaux lourd dans le milieu marin et en rapport avec le milieu terrestre (*in* Aoumeur, 1990).

I.5. La bioaccumulation des métaux lourds (Fe, Cu, Zn, Cd et Pb)

Les métaux lourds sont peu métabolisés (à l'inverse des polluants organiques), ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique, et s'accumuler dans la matière vivante (**Dusquene, 1992**) et d'après **Bryan (1984)**, les métaux, qui sont des constituants normaux de l'environnement à l'état de traces sont tous toxiques au-dessus d'un certain seuil.

Les éléments traces métalliques dits essentiels (rôle important dans les processus biologiques ex : Cuivre, Fer et Zinc), peuvent produire des effets toxiques comme ceux dits non essentiels (aucun rôle dans les processus biologiques ex : plomb et cadmium lorsque leur concentration dépasse un certain seuil d'acceptabilité selon (**Chiffolleau et al., 2003 ; Miquel , 2001 ; Turkmen et al., 2005 ; Lafabrie et al., 2007**)).

I.5.1. Les bio-essais

Selon **Bouland (2002)** , autres métaux peuvent être toxiques, entraînant des pathologies aiguës ou chroniques. Cette toxicité est très dépendante du type d'élément concerné, de la dose et de la durée de l'exposition.

- **Toxicité aiguë**

Ce sont des essais à court terme (de quelques minutes, heures à quelques jours en fonction du cycle de vie de l'organisme), après exposition à une dose unique de substance. Ces essais permettent d'établir une relation entre la concentration d'exposition et l'intensité de l'effet, généralement exprimée par la DL50 (Dose Létale) ou la CE50 (Concentration Effective), pour lesquelles les effets sont observés pour 50 % des individus testés (**Triffault-Bouchet, 2004**).

- **Toxicité chronique**

Ces tests permettent de déterminer la toxicité chronique (à moyen ou à long terme) vis-à-vis de l'organisme test. La durée d'exposition correspondant en moyenne, à 10 % de la vie de l'organisme et doit intégrer plusieurs stades de son cycle de vie pouvant inclure la reproduction.

Les essais à moyen et long terme permettent de déterminer une concentration expérimentale (CSEO = Concentration Sans Effet Observé), en dessous de laquelle aucun effet toxique n'est observé (**A.E.R.M.C, 2002 ; Triffault-Bouchet , 2004**).

I.5.2. Le fer

Le fer est un élément essentiel pour la survie des êtres vivants. Il est présent en faible quantité dans l'organisme (0,005% du poids corporel) .

Le fer a une importance fondamentale dans le fonctionnement des enzymes Respiratoires, dans le transport de l'oxygène. Cependant, la surcharge en fer peut être à L'origine d'une hémochromatose primitive, c'est une maladie héréditaire génétiquement Déterminée.

Il a tendance à être abondant dans tous les types de roches dans l'eau et dans les Végétaux ainsi que dans les tissus biologiques (**Dghough et al., 2002**).

- **Toxicité aiguë**

La régulation du Fer dans le sang, est contrôlée par deux protéines d'absorption et d'exportation. La carence ou l'excès en Fer peut être potentiellement toxique pour Les cellules, c'est pourquoi son transport est rigoureusement contrôlé. Un faible niveau de Fer Cause l'anémie, l'un des problèmes de santé publique les plus répandus qui Peut être imputable à des causes d'ordre nutritionnel, notamment la carence en Fer, à des Troubles inflammatoires ou infectieux et à des pertes de sang (**Dghoughi et al., 2002**).

- **Toxicité chronique**

Le fer il est immédiatement fixé par son transporteur plasmatique: la transferrine (Tf) synthétisée dans le foie. Elle comporte deux sites de fixation pour le fer Fe^{++} de très haute affinité.

On notera qu'en temps normal seul un tiers de la capacité totale de fixation des transferrines sont utilisés. (**Rymer , 1996**).

Le fer ferreux peut produire des radicaux libres toxiques en réagissant avec l'oxygène. Ces espèces radicalaires risquent d'endommager les membranes lipidiques et les organites Cellulaires par peroxydation. L'enzyme réalisant l'oxydation du fer est l'héphaestine, une Ferroxydase membranaire Cu dépendante colocalisée de la ferroportine et homologue de la Céruloplasmine. (**Viatte et Vaulont , 2005**).

I.5. 3. Le cuivre

C'est un métal malléable et ductile d'une riche couleur. Il est présent dans la nature à l'état pur et dans des minerais de chalcopryrite (CuFeS_2), de chalcosine (Cu_2S) et de cuprite (Cu_2O). Il est utilisé en métallurgie dans la fabrication des alliages comme le bronze (avec l'étain) ; laiton (avec le zinc), Il est aussi connu pour ses propriétés fongicides, insecticides (**Pichard, 2005**).

- **Toxicité aiguë**

L'intoxication aiguë après inhalation de fumées ou de poussières de cuivre ou par ingestion par voie orale (contamination par des boissons ou ingestion accidentelles ou volontaires) se manifeste par des vomissements avec douleurs abdominales et des diarrhées. Une léthargie et une anémie peuvent être observées. Surviennent secondairement une cytolysse hépatique par accumulation du métal dans les cellules hépatiques et des troubles rénaux. (**Franz, 2004 ; Pichard, 2005**).

- **Toxicité chronique**

L'exposition à de faibles doses à long cours provient essentiellement de l'ingestion d'eau contaminée.

Elle se manifeste tout d'abord par une irritation des voies respiratoires et du tube digestif suivie d'une atteinte hépatique. La dégénérescence hépatique observée est due à une surcharge du cuivre au niveau du foie.

Cette surcharge en cuivre peut avoir pour origine un dérèglement génétique de la synthèse de la céruloplasmine (dans la maladie de Wilson) entraînant une nécrose hepato-centolobulaire avec une augmentation de l'activité des transaminases et de la phosphatase alcaline. (**Franz, 2004 ; Pichard, 2005**).

I.5.4. Le zinc

Le zinc un oligoélément essentiel pour la vie. Présent dans la nature suite à l'érosion de gisements primaires, il est principalement utilisé comme revêtement de protection contre la rouille (galvanoplastie, métallisation, traitement par immersion). (**Kaminsky, 1993**).

Il entre dans la composition de divers alliages (laiton, bronze). Il constitue un intermédiaire dans la fabrication d'autres composés de zinc et sert d'agent réducteur en chimie organique et de réactif en chimie analytique (**S. O. E. P. A, 2002**).

- **Toxicité aiguë**

L'intoxication aiguë ou chronique à ce métal est rare. L'intoxication par inhalation des fumées ou par ingestions de fortes doses de Zn, et de composés de Zn se traduit par des nausées, vomissements et des crampes d'estomac avec ou sans diarrhées (S. O.E. P.A, 2002). L'exposition à des fumées contenant des particules ultrafines d'oxyde de Zn peut causer « la fièvre des fondeurs » caractérisée par les symptômes suivants : gorge sèche et douloureuse, toux, dyspnée, fièvre, douleurs musculaires, céphalée et goût métallique dans la bouche. Des effets cardiaques et gastro-intestinaux peuvent être observés. (Pichard, 2005).

- **Toxicité chronique**

Chez des personnes recevant un supplément en Zn, une anémie sidérolastique avec neutropénie, réduction de l'hématocrite, de la ferritine et de l'activité de la superoxydase dismutase, et une diminution du taux des HDL peuvent survenir (S. O. E. P. A, 2002 ; pichard, 2005).

I.5.5. Le Cadmium

Le cadmium est un élément naturel présent dans certains minerais en particulier le zinc sous forme d'impuretés. C'est un sous produit de l'industrie du zinc et du plomb auxquels il est étroitement associé dans la nature. En raison de ses propriétés physicochimiques, le cadmium a été utilisé de façon répandue pour la fabrication de pigments (jaune et rouge de cadmium), de stabilisants, d'alliages et surtout pour la production de batteries rechargeables nickel-cadmium. (W. H. O, 2004 ; Verougstraete et Bernard, 2001).

- **Toxicité aiguë**

Contrairement à de nombreux métaux, le cadmium n'a aucun rôle métabolique connu et ne semble pas biologiquement essentiel, ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants. Il remplace parfois le Zn dans des systèmes enzymatiques carencés en Zn, chez le plancton (Price et Morel, 1990 ; Lane et Morel, 2000).

Le cadmium présente des risques chez le consommateur, même à de faibles concentrations, il tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) où il entraîne une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie), et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées.

- **Toxicité chronique**

Au niveau sub-létal, des concentrations de 0,05 à 1,2g/L peuvent provoquer des effets physiologiques (anomalies dans le développement embryonnaire et larvaire chez mollusques bivalves) et des inhibitions de croissance (**Chiffolleau et al., 2001**).

I.5.6. Le plomb

Le plomb est un métal lourd se trouvant naturellement dans l'environnement (érosion des roches plombifères), et qui a de nombreux usages industriels (**M. S .C, 2007**).

Les dérivés insolubles de plomb s'accumulent au fond de l'eau en se fixant sur les sédiments, ou sur des matières en suspension. En effet, les sédiments représentent le principal compartiment de stockage du plomb dans les écosystèmes aquatiques, L'eau interstitielle et les sols constituent des réservoirs secondaires. Cependant, des modifications des conditions du milieu peuvent toujours provoquer des réactions chimiques et biochimiques , conduisant à un relargage du plomb vers l'eau ou les organismes aquatiques. (**Benadda , 2002**).

- **Toxicité aiguë**

L'absorption massive de plomb, accidentelle ou volontaire peut entraîner isolement, ou, souvent en association, une symptomatologie digestive pouvant être associée à des douleurs abdominales et une diarrhée parfois sanglante, une néphropathie qui peut rapidement évoluer vers l'insuffisance rénale aigue oligo-anurique, une encéphalopathie saturnine. Les convulsions et le co-dominant le tableau clinique qui peut conduire au décès à 48 ou 72 heures (**Larroque, 2000**).

- **Toxicité chronique**

L'exposition chronique ou répétée au plomb provoque des effets toxiques sur plusieurs organes. Les principaux effets sont neurologiques, néphrologiques et hématologiques. Les effets neurologiques observés chez l'adulte pour des doses de Pb >2000 µg/l sont des délires, des hallucinations, un déficit moteur et une amaurose, suivis de coma et des convulsions. (**Gorbela, 2002**).

Le plomb inhibe l'activité de plusieurs enzymes catalysant la synthèse de l'hème. Il a par ailleurs un effet toxique direct sur les hématies dont il diminue la durée de vie. (**Gorbela, 2002**).

PARTIE II

Les modèles biologiques

La moule *Mytilus galloprovincialis*

et l'oursin *Paracentrotus lividus*

Au niveau de cette partie on retrouve la présentation des différentes caractéristiques générales des deux espèces bio-indicatrices qui sont utilisés pour la bio-surveillance du littoral de Mostaganem, citons la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *paracentritus lividus*.

II.1. Présentation de l'espèce *Mytilus galloprovincialis*

La moule noire *Mytilus galloprovincialis* de la famille des Mytilidés (Pélicypodes) est principalement défini par la forme de la coquille extrémité antérieure de la coquille arrondie; bord dorsal et bord ligamentaire ne formant pas un angle saillant, bord ventral souvent concave chez les individus âgées. parmi littérateur qui travaille sur cet espèce (**Lubet, 1959, 1963 ;1973 ; 1981; Lubet et Aloui, 1987; Cahen , 2005 ; Narbonne et al., 2005**).

La classification des Mollusques repose sur des critères anatomiques discriminant les grands axes taxonomiques auxquels s'ajoute la distribution géographique.

La classification de la moule, *Mytilus galloprovincialis* selon **Turgeon et al (1998)**, est établit comme suit :

Règne:	Animal
Sous-règne:	Métazoaires
Phylum:	Mollusques
Classe:	Bivalves
Sous-classe:	Ptériomorphes
Ordre:	Mytiloidés
Famille:	Mytilidés
Genre:	<i>Mytilus</i>
Espèce:	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819).

II.1.1. La répartition géographique de La moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck , 1819).

La moule *M. galloprovincialis* se répartie (**Fig. 3**), au niveau de la Méditerranée Occidentale, Adriatique, Mer Noire, cotes Atlantiques du Maroc, le Portugal, l'Espagne, la France, sud-ouest du Royaume Uni (Cornouaille) et la Manche occidentale.



Figure 3 : Principaux pays producteurs de *Mytilus galloprovincialis* (FAO, 2006).

II.1.2. Ecologie

Les moules sont des espèces sessiles qui vivent fixées sur substrats durs dans la zone médiolittorale (zone intertidale), elles résistent aux courants, aux chocs des vagues et à l'arrachement grâce aux solides filaments du byssus qui sont soudés au rocher (**Songy et Avezard, 1963**).

Elles recouvrent des rochers battus par les vagues, mais peuvent proliférer dans les estuaires où l'eau est moins salée, moins claire et moins agitée (**Songy et Avezard, 1963**).

On les retrouve aussi dans les ports, La nourriture des moules est très diverse elle est à base de diatomées, dinoflagellés, bactéries, flagellés, protozoaires, diverses spores, fragments d'algues et de débris inorganiques (**Lubet et Aloui , 1987**).

Les moules prolifèrent généralement dans les zones riches en phytoplancton, en matières organiques dissoutes ou en suspension et en bactéries (**Lubet , 1973**).

Pendant notre récolte d'échantillons de la moule *M.galloprovincialis*, nous avons trouvé une autre espèce : la moule verte *Perna perna* associée avec la moule noire, au niveau des deux sites Stidia et S.majdoub dans le littoral de Mostaganem, d'après **Abada-Boudjema et Dauvin (1995)** et **Abada-Boudjema, (1996)**, au long des côtes de l'Afrique du Nord une deuxième espèce de moule, *Perna perna* vit en mélange avec *Mytilus galloprovincialis*.

Selon **Lubet (1973)**, il n'y a pas de différences entre *M. edulis* et *M. galloprovincialis* au niveau de la disposition caractéristique de la musculature, mais on observe une absence du muscle adducteur antérieur chez la moule *Perna perna*.

II.1.3. La morphologie externe

II.1.3.1. La coquille

La coquille est formée de deux valves ovales et convexes reliées par une charnière. Celles-ci présentent des stries concentriques, témoins de leur croissance (**Fig. 4**). Le côté postérieur est la partie la plus ancienne de la coquille, et la coquille est constituée de trois couches

- Une couche extérieure sombre et fine (péριοstracum) protège la coquille contre les acides dissous dans l'eau. Elle est formée d'une protéine, la conchyoline, proche de la chitine présente dans la cuticule des insectes. C'est la même substance qui constitue la charnière.

- Une couche plus épaisse (ostracum), sous la couche extérieure, faite de cristaux prismatiques de carbonate de calcium (calcite) imbriqués dans un réseau protéinique.

- Une couche antérieure de nacre est également constituée de cristaux de carbonate de calcium superposés en plusieurs couches fines et imbriqués dans une trame de conchyoline (aragonite) (**Cahen, 2005**).

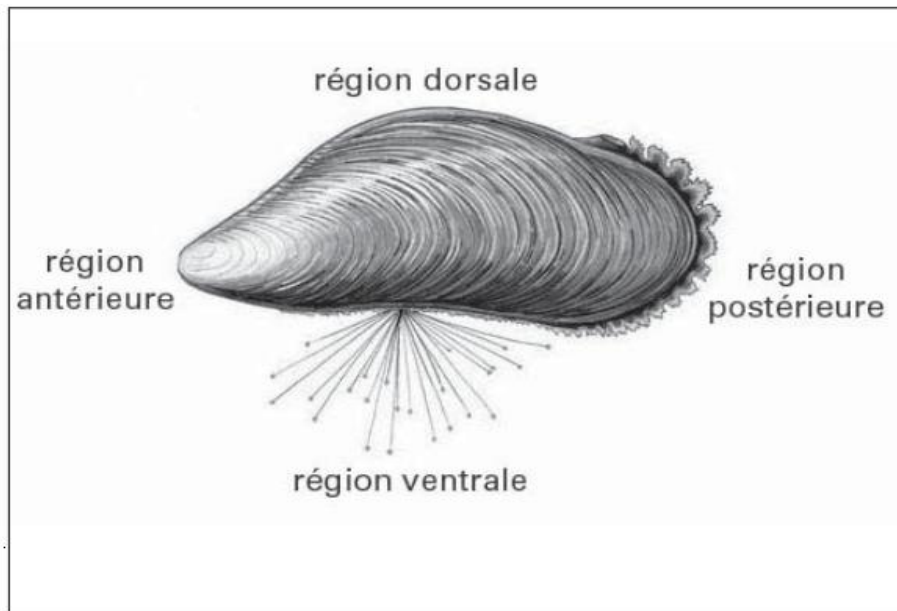


Figure 4 : Morphologie externe de la moule *M. galloprovincialis*. (Deconinck, 1971).

II.1.4. Anatomie et physiologie

Les moules contiennent deux valves lisses, ou coquilles extérieures protectrices, ces coquilles sont sous forme sub-conique de couleur noire bleuâtre, et sont maintenues ensemble par une petite charnière droite. Elles possèdent deux muscles adducteurs inégaux qui leurs permettent d'ouvrir et de fermer leur coquille. La moule se déplace lentement à l'aide de son pied pour trouver le meilleur emplacement de fixation. Le byssus est un faisceau de filaments soyeux sécrétés par une glande située au dessous du pied, il permet la fixation de la moule sur un support (Fig. 5).

La croissance des moules dépend de plusieurs paramètres biotiques et ou abiotiques. L'étude biométrique de **Lubet (1973)**, a montré que la croissance de *M. galloprovincialis* varie Selon les biotopes et les conditions physico-chimiques du milieu, et selon la densité de la population qui augmente beaucoup dans les zones soumises aux influences océaniques.

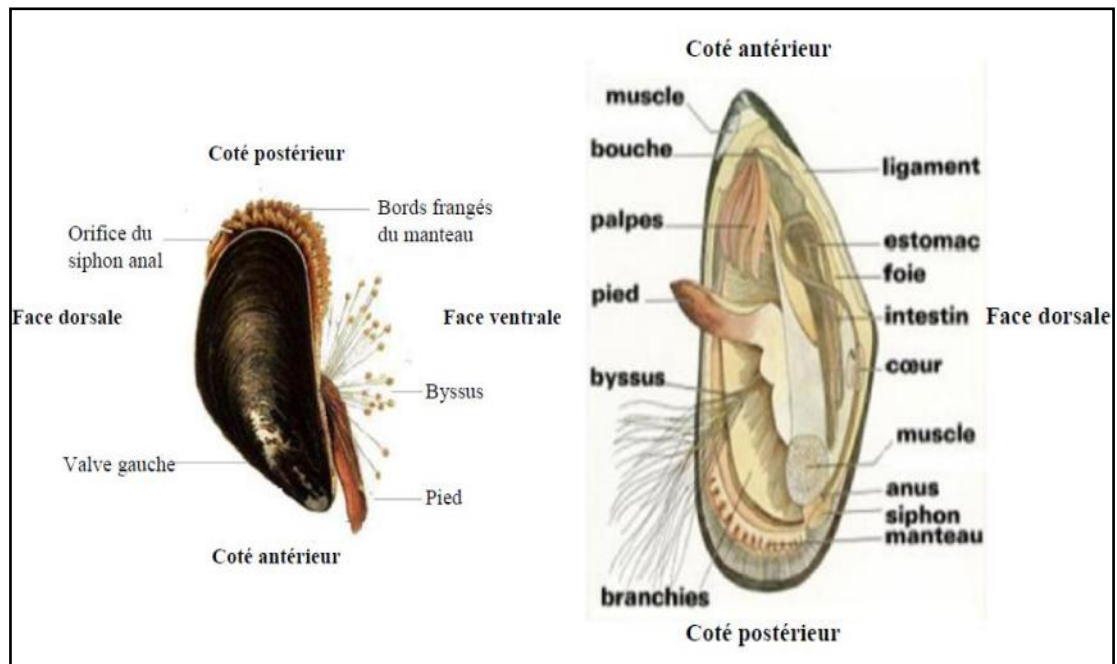


Figure 5 : Anatomie interne et externe de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Khelil, 2007; CRC, 2010).

II.1.4.1. Le système digestif

La moule est un organisme filtreur. Elle ne possède plus de radula. Elle se nourrit de fines particules en suspension dans l'eau (phytoplancton, bactéries...). Celles-ci sont retenues grâce au mucus qui tapisse les branchies. Sous l'eau, la moule s'ouvre légèrement et un courant d'eau pénètre via le siphon inhalant dans la cavité palléale (**Fig. 6**). Le siphon exhalant propulse ensuite l'eau hors de la cavité palléale, Le courant d'eau est entretenu par les nombreux cils vibratiles des branchies. Ceux-ci assurent également un courant permanent de mucus amenant la nourriture vers les palpes labiaux et ensuite vers la bouche. Seules les plus fines particules sont ingérées et digérées par le système digestif. Les plus grosses particules sont rejetées (**Cahen , 2005**).

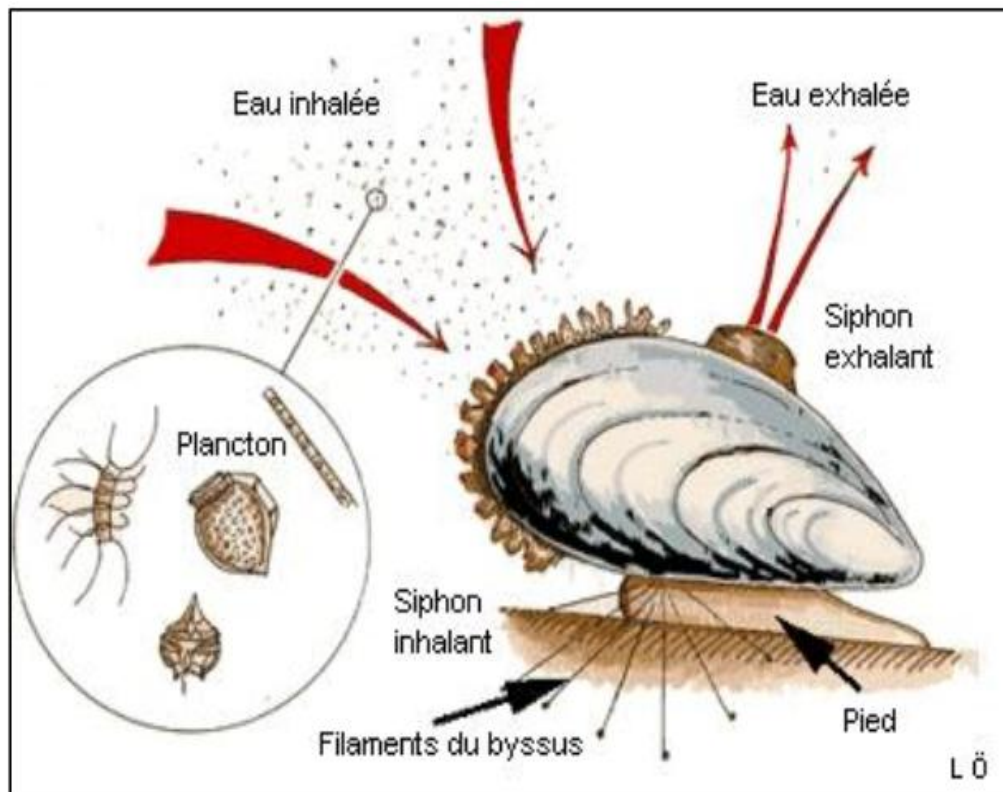


Figure 6 : Le mode alimentaire de la moule (MPO, 2003).

II.1.4.2. Le système respiratoire

Les échanges d'oxygène se font par l'intermédiaire des branchies, L'eau chargée en oxygène dissout pénètre dans la cavité palléale via le siphon inhalant. Elle est filtrée par les filaments des deux paires de branchies lamelleuses avant d'être évacuée par le courant exhalant (**Fig. 6**), L'oxygène ainsi capté pénètre dans l'hémolymphe pour être distribué dans tout l'organisme. Lorsque la moule se retrouve à l'air libre, elle ferme sa coquille et passe à une respiration anaérobie (respiration réalisée par certains organismes en l'absence d'oxygène) (**Cahen, 2005**).

II.1.4.3. Le système circulatoire

L'appareil circulatoire est relativement simple. On y trouve un cœur dorsal (enveloppé par le péricarde), qui comprend deux oreillettes latérales et un ventricule. L'hémolymphe (mélange de sang et de lymphe), chassée dans deux aortes, est distribuée aux différentes parties du corps par un réseau de vaisseaux sanguins.

Ce système artériel aboutit à des espaces libres sans parois propres : les lacunes. L'hémolymphe n'est plus, à ce moment, canalisée en un système de vaisseaux individualisés. Elle gagne ensuite les reins, où elle est purifiée, avant de pénétrer dans les branchies. Dans ces organes, elle s'enrichit alors en oxygène (O_2) et se décharge en gaz carbonique (CO_2). Une

fois oxygénée, l'hémolymphe rejoint les oreillettes du cœur. A ce circuit principal se superpose un circuit accessoire. En effet l'hémolymphe qui circule dans le manteau a la possibilité de suivre une voie de retour directe au cœur sans passer par les reins ni les branchies. Lors du passage dans le manteau, un échange d'oxygène et de gaz carbonique a lieu également (Cahen, 2005).

II.1.4.4. Le système nerveux

Le bord du manteau est tapissé de cellules nerveuses sensibles à la température, aux substances chimiques et à la lumière. Selon Cahen (2005), Le système nerveux est réduit à trois paires de ganglions nerveux situés sur la tête, le pied et les viscères (Fig.7).

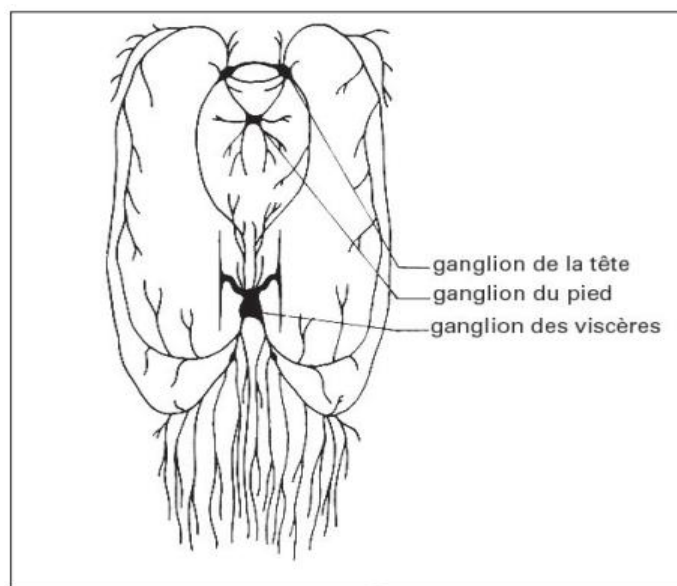


Figure 7: Système nerveux chez la moule (Deconinck, 1971).

II.1.4.5. Le système excréteur

L'excrétion est réalisée par une paire de reins (néphridies) qui acheminent les déchets de l'hémolymphe vers la cavité palléale. Ceux-ci sont ensuite rejetés dans l'environnement de l'animal par le courant d'eau exhalant (Cahen, 2005).

II.1. 5. La reproduction

La moule est sexuellement différenciée (**Fig. 8**), Les gonades de la moule est diffuse dans le manteau et la masse viscérale. Elle est formée par des acini qui aboutissent à des gonoductes constitués par un épithélium cilié uni-stratifié (**Lubet, 1959**).



Figure 8: la différence sexuelle chez la moule *M. galloprovincialis*.

Le cycle de *M.galloprovincialis* durent deux fois par an automnale et printaniers s'étale jusqu'à début de l'été, Elle est liée à plusieurs facteurs dont la température et l'abondance de la nutrition (**Bhaby et al, 2011**).

Selon **Lubet (1959)**, La moule capable de freiné la pont on condition défavorable par phénomènes de restauration pouvant aboutir après un temps minimum d'un mois à une nouvelle phase de maturité, Un même animal peut donc pondre plusieurs fois pendant son cycle sexuel.

D'après **Cahen (2005)**, La fécondation est donc externe, Les œufs très nombreux (environ 500 000) donnent deux stades larvaires successifs : trochophore et véligère. La larve trochophore se transforme en larve véligère en 24 h. Celle ci se fixe sur un substrat, après 2 à 3 semaines, se métamorphose en jeune moule et devient adulte au bout de 2 ans.

II.1.6. Mortalité et prédation

Selon **Kitching et al (1959)**, différents facteurs influencent la mortalité et la dispersion des populations de moules on peut citer comme exemple: la température, le dessèchement, les tempêtes et mouvements des vagues, la salinité, les compétitions intra- et interspécifiques et la prédation qui reste la plus importante cause de mortalité.

II.2. Présentation de l'espèce *Paracentrotus lividus* :

L'oursin livide comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck ,1816) On peut trouve oursin à différents couleurs du vert olive au brun, en passant par différentes nuances de violet, Oursin régulier caractériser par le test est arrondi peu élevé, aplati en face ventrale. La position systématique de l'oursin *Paracentratus lividus* est la suivante (Tortonese et Vadon, 1987).

Embranchement :	Echinodermata
Sous Embranchement:	Echinozoa
Classe :	Echinoidea
Sous Classe:	Regularia
Ordre :	Diadematoidea
Sous Ordre :	Camarodonta
Famille :	Echinidae
Genre :	<i>Paracentrotus</i>
Espèce :	<i>Paracentrotus lividus</i> . (Lamarck 1816)

II.2.1.Distribution géographique *Paracentrotus lividus*

Les différentes zones de répartition de l'oursin *P.lividus* (Fig. 9), d'après Fredjg (2002) , spécifiquement des mers épicontinentales, cette espèce et connu dans l'Atlantique depuis l'Irlande jusqu'aux Açores Canaries, Mais aussi dans toute la Méditerranée (Regis, 1987 ; Tortonese et Vadon, 1987).

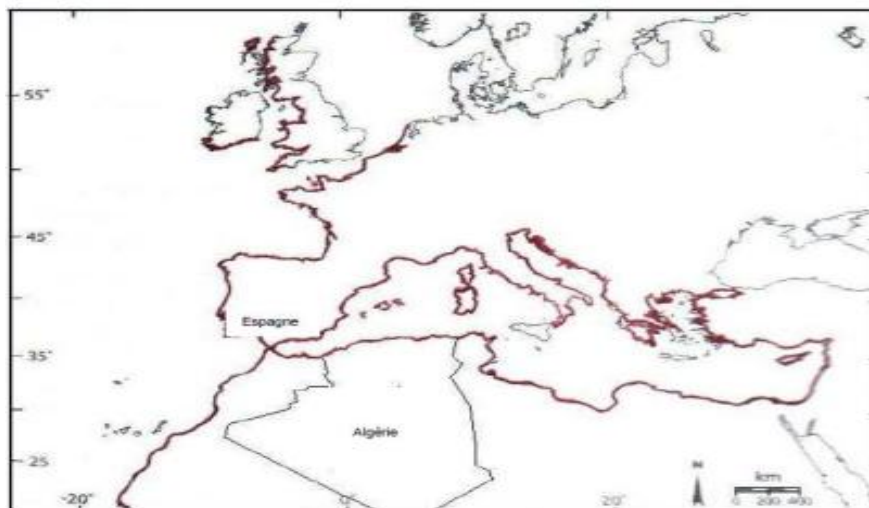


Figure 9 : Distribution géographique de l'oursin livide *P. lividus* .

II.2.2. Ecologie

L'oursin est essentiellement herbivore et son régime alimentaire est marqué par des préférences très nettes (**Verlaque et Nedelec, 1983a ; Verlaque 1987a et b**).

Dans l'herbier à *P. oceanica* il se nourrit de feuilles âgées et des épibiontes de cette phanérogame marine. Dans les zones pauvres où la ressource est limitée, il se comporte comme un omnivore (**Mortensen, 1943 ; Régis, 1978**).

il possède la faculté d'absorber, à travers le test et les piquants, les matières organiques dissoutes et particulaires (sestonophagie), et les cadavres de poissons rejetés à la mer par les pêcheurs et gisant sur le fond (**Verlaque, 1987**), Mais la compétition de *P. lividus* avec d'autres herbivores peut affecter son comportement et son abondance.

En Méditerranée, *P. lividus* partage les habitats rocheux avec une autre espèce d'oursin *Arbacia lixula*. Bien que les niches écologiques des deux espèces soient distinctes, *P. lividus* préférant les algues dressées et pouvant se nourrir du matériel en suspension tandis que *A. lixula* est un brouteur d'algues encroûtantes coralligènes, lorsque la ressource est limitée et les algues dressées absentes, la niche écologique de *P. lividus* change et se superpose à celle d'*A. lixula* (**Kempf, 1962 ; Régis, 1978 ; Verlaque et Nedelec, 1983a**).

II.2.3. Morphologie externe

Les échinidés sont caractérisés par une symétrie penta-radiale : 5 régions ambulacraires portant les pieds ambulacraires et 5 régions inter-ambulacraires, au niveau desquelles les piquants sont mis en place. Chacune de ces régions est formée d'une double rangée squelettique de nature calcaire.

L'oursin possède un squelette calcaire continu formé de plaques soudées (**Fig .10**), c'est le test d'oursin. Il est arrondi (contour circulaire), peu élevé, aplati en face ventrale, et hérissé portant différents appendices soient ; les piquants, les podias et les pédicellaires. L'axe de symétrie du corps passe par la bouche et l'anus déterminant les pôles oraux ou se trouve l'appareil masticateur appelée Lanterne d'Aristote (**Fischer et al., 1987 ; Grosjean, 2001**).

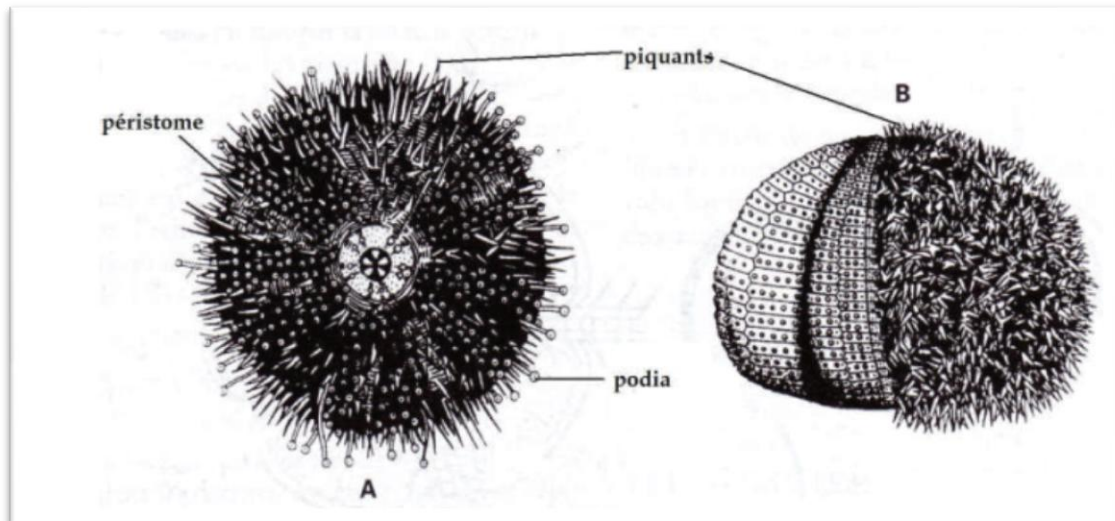


Figure 10 : Morphologie externe de l'oursin régulier *P. Lividus* A : face orale B : face aborale
(Beaumont, 1998).

II. 2.3. 1. Zones ambulacraires et inter-ambulacraires

Le test est divisé en dix régions méridiennes, chacune est formée d'une double série de plaques, cinq régions ambulacraires qui alternent avec cinq régions inter-ambulacraires. Il présente une symétrie pentaradiée superposée à une symétrie bilatérale (Regis, 1987).

II.2.3.2. Le péristome

Sur la face orale, la bouche s'ouvre sur le péristome qui est muni d'un puissant appareil masticateur en forme de pyramide pentagonale, c'est la lanterne d'Aristote, près de la bouche, le péristome porte un cercle de cinq paires de podia modifiés, les podias buccaux.

II.2.3. 3. Le périprocte

Sur la face aborale, l'anus se situe au centre d'une membrane nommée périprocte. Ce dernier est entouré de quatre plaques génitales et de cinq petites plaques ocellaires.

II.2.3.4. Les tubercules et piquants (Regis, 1987).

Les tubercules sont répartis sur tout le corps. Ils sont non perforés et lisses. Le test hérissé de piquants robustes (Fig. 11), pointus, de forme et de taille très diverses, ils jouent un rôle dans la protection, la défense et la locomotion.

Leur couleur varie du violet, au bleu, vert foncé, brun et pourpre. Les oursins noirs possèdent une zone dépourvue de piquants autour de la bouche, contrairement à l'oursin violet. Selon leur taille, les piquants et les tubercules sur lesquels ils s'articulent, sont appelés primaires, secondaires, tertiaires ou miliars (très petits) (Deridder, 1986).

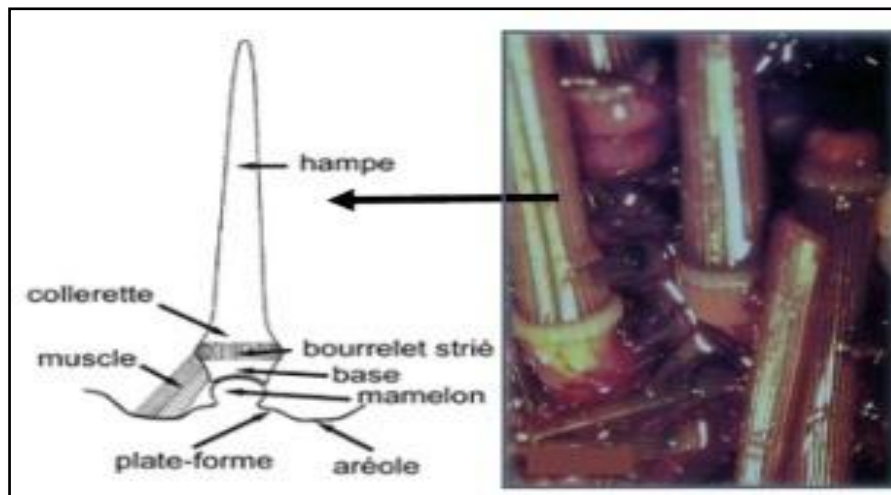


Figure 11 : Piquant primaire de *P.lividus* (DeRidder, 1986).

II.2.3.5. Les podias

Les podias sont appelés également pieds ambulacraires qui peuvent s'allonger ou se rétracter, et se terminent généralement par une ventouse. Leurs fonctions principales sont la locomotion, la respiration, la fixation et retiennent la nourriture (Legall, 1989).

Les piquants participent avec les podias à la locomotion et à l'ancrage des Echinides sur leur substrat. Ils ont également une fonction défensive vis-à-vis des prédateurs (Strathmann, 1981 ; Marsh *et al.*, 1986 ; Barnes, 1987 ; Lawrence, 1987).

II.2.3.6. Les pédicellaires

Sont des petits organes calcifiés fixés sur le test entre les piquants. On distingue 4 types :

- Pédicellaires tridactyles ou tridentés.
- Pédicellaires ophiocéphales.
- Pédicellaire trifoliés.
- Pédicellaire glandulaires.

Ils ont des fonctions multiples : capture des proies, le nettoyage du test, la défense et empêche les petits organismes de s'y fixer (Hyman, 1955 ; Campbell, 1974 ; Boue et Chamton, 1978 ; Ghyoot, 1991).

II.2.4. Anatomie et physiologie

Le cœlome fournit un ensemble de cavités qui entourent les viscères à l'origine de deux systèmes creux, caractéristique des Echinodermes (**Fig. 12**), Le système aquifère d'une part, en communication avec le milieu extérieur par le port aquifère, est représenté extérieurement par des pieds ambulacraires (podias) et le système périhémal (sinusaire) d'autre part, entoure le système sanguin (corps de tiedemann) ainsi que la portion axiale du système aquifère (**Grosjean, 2001**).

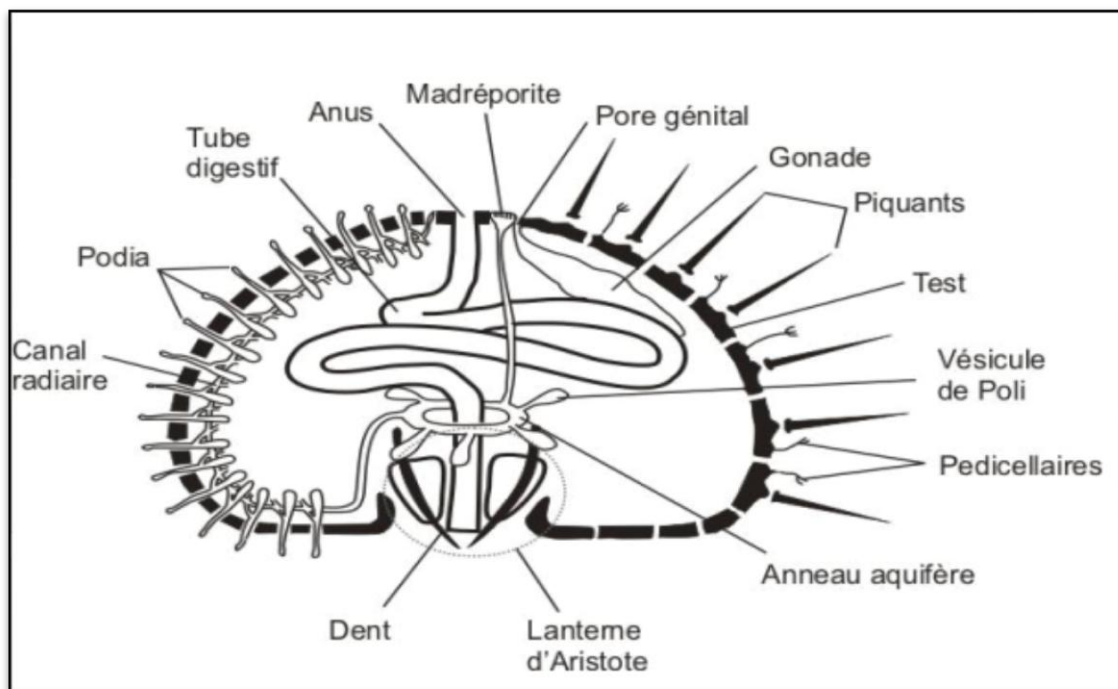


Figure 12 : Les principaux organes internes de l'oursin livide [1].

La Lanterne d'Aristote est attachée au corps par une série de fibres conjonctives et des muscles, elle entoure l'œsophage et le tube digestif, elle est composée de 5 pyramides (**Fig . 13**), L'œsophage et le rectum sont axial et linéaires, mais l'estomac et l'intestin décrivent cinq boucles superposées (**De Ridder , 1986**).



Figure13: Représentation Lanterne d'Aristote de *P.lividus* (C : pentaradiée), (D : avec l'œsophage) [2].

L'œsophage comprend un puissant appareil masticateur , et l'intestin est tapissé par un épithélium cylindrique. L'estomac est accompagné d'un siphon où circulent l'eau et les aliments. Le système nerveux est formé de cinq nerfs radiaires juxtaposés aux canaux radiaires du système aquifère. Ces nerfs dérivent des canaux péris œsophagiens (**Soualili, 2008**).

II.2.5. La Reproduction

Les oursins sont des organismes ovipares gonochoriques (**Fig. 14**), Le cycle commence lors des épisodes de reproduction avec l'émission des gamètes dans la colonne d'eau souvent synchrone au sein d'une population, probablement déterminée par des signaux chimiques propres aux oursins (**Pennigton , 1985**).

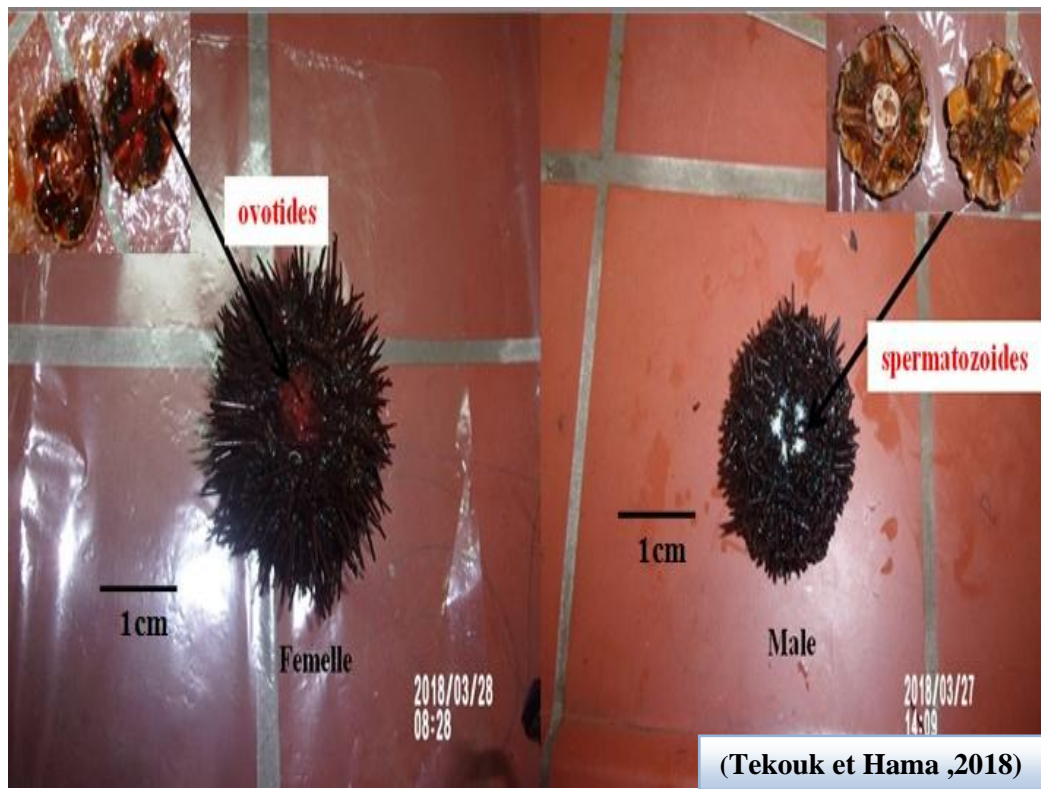


Figure 14 : Disposition penta-radiale des gondes d'oursin *P. lividus* .

La reproduction peut aussi être induite par un bloom phyto-planctonique, une élévation de la température ou des contraintes hydrodynamiques (**Mcedward et Miner, 2007**).

Le long des côtes méditerranéennes, deux épisodes reproductifs ont lieu chaque année, le plus important au printemps, le second de moindre importance à l'automne (**Fenaux , 1994 ; Lopez et al., 1998 ; Tomas et al., 2004**).

L'œuf fertilisé se développe rapidement en un échino-pluteus, larve nageuse, environ 48 heures après la fertilisation (**Fig. 15**), Le développement se poursuit pendant environ 3 à 4 semaines en surface de la colonne d'eau, dans le plancton dont les larves se nourrissent. Vers la fin du développement larvaire, un groupe de cellules situé sur la partie gauche de la larve, se différencie rapidement pour donner le rudiment, qui constituera le futur petit oursin.

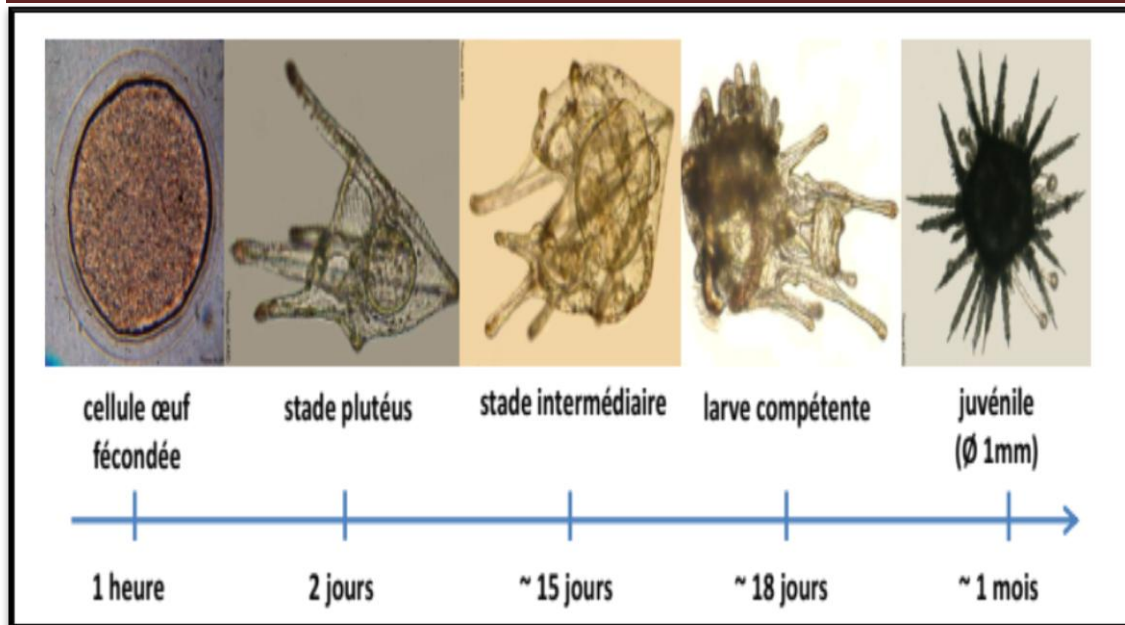


Figure 15: Chronologie du cycle de vie de l'oursin *Paracentrotus lividus* (Miard et Couvray, 2014).

A mesure que le rudiment se développe, les structures larvaires (bras, bouche, estomac) se résorbent et apparaissent des structures typiques des oursins adultes, que sont les pieds ambulacraires (Gosselin et Jangoux, 1998).

Cette métamorphose est initiée en surface de la colonne d'eau. A ce stade, les larves tombent vers le fond et terminent leur métamorphose si le substrat leur est propice (Gosselin et Jangoux, 1998).

Les larves métamorphosées, sont alors des juvéniles d'une taille approximative de 1 millimètre piquants compris (Fig. 15). Les juvéniles devront croître pour atteindre la taille correspondant à leur maturité sexuelle et recommencer le cycle. Le taux de croissance des oursins est déterminé par la nourriture, l'hydrodynamisme, la température de l'eau, l'allocation énergétique vers le développement gonadique ainsi que la densité. Toutefois, la disponibilité en nourriture influence plus le taux de croissance que la densité des populations (Himmelman, 1986 ; Turon et al., 1995 ; Fernandez, 1996 ; Boudouresque et Verlaque, 2007).

L'oursin comestible *P. lividus* atteindra une taille commercialisable au bout de 4 à 5 ans, soit 5 cm de diamètre hors piquants (Grosjean et al., 2003 ; Ouréns et al., 2013b).

II.2.6. Mortalité et prédation

L'abondance et la composition spécifiques des communautés d'oursins peuvent être déterminées par la prédation (**Sala et Zabala ,1996**).

Une liste de 37 espèces de crustacés, mollusques, étoiles de mer, poissons et même oiseaux prédateurs de *P. lividus* est présentée dans la revue de (**Boudouresque et Verlaque , 2007**).

En Méditerranée, les principaux prédateurs de *P. lividus* sont les poissons, et particulièrement les Sparidae *Diplodus sargus* et *Diplodus vulgaris*, capables de consommer des oursins de plus de 5 cm de diamètre, ainsi que le Labridae *Coris julis* qui est le principal prédateur des juvéniles d'oursins (**Sala, 1997**).

La plupart des maladies induites par des agents biotiques ne sont pas mortelles. Toutefois, certaines maladies peuvent provoquer des évènements de mortalités massives chez certaines espèces d'échinodermes (**Jangoux , 1987d**).

Partie III:

Caractéristiques générale des zones d'étude

III.1.Introduction

La mer Méditerranée couvre une superficie d'environ 2,5 millions de km², ce qui représente près de 0,7 % de la surface totale des océans. Cette mer semi-fermée est bordée par 21 pays et entourée par l'Afrique au Sud, par l'Asie à l'Est et par l'Europe au Nord. (Garcia *et al.*, 2010).

Elle revendique tout autant la reconnaissance de sa forte personnalité à partir de ses nombreuses particularités (Fig. 16), mers d'Alboran, Ligure, Adriatique, Egée, de Crète, qui, bien au delà d'une dénomination géographique, représentent un bagage historique immense et un indicateur de sa diversité. Braudel dit en effet ; « La Méditerranée c'est mille choses à la fois. » (Barcelone, 1999).

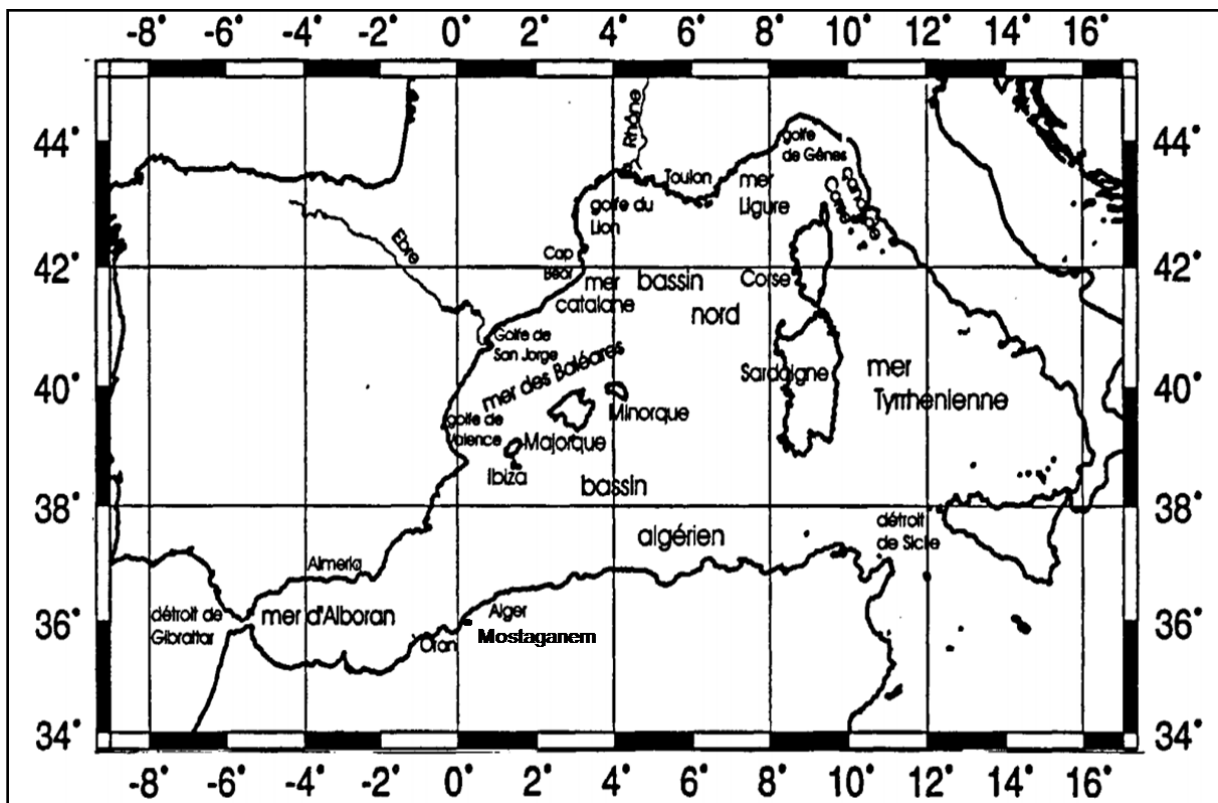


Figure 16: Situation du bassin méditerranéen occidental et position des différents lieux cités.

(Wessel et Smith, 1995 Modifiée).

III.1.2. Caractéristique de la mer méditerranéenne

Nous avons présentée dans (**Tab. 2**), Caractéristiques générale de la mer méditerranéenne (**kantin et al ., 2006**).

Superficie	3 millions de km ² (mer Noire comprise).
Volume	3,7 millions km ³ .
Profondeur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne 1370 m. ▪ Maximum 5121 m (fosse de Matapan (Grèce)).
Marée	0,40 en moyenne.
Température	La température de l'eau en surface variable suivant la saison ,(entre 21 et 30° C L'été et entre 10 et 15 °C l'hiver) elle augmente d'ouest en est ,à partir de 100 à 200 m la température devient constante ($\pm 13^\circ$).
Salinité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En moyenne 38 ‰. ▪ Elle augmente d'est en ouest (de 37‰ à 39‰).
Principaux fleuves	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le Nil (Egypte). ▪ Le Pô (Italie). ▪ L'Ebre (Espagne). ▪ Le Rhône (France). <p>Le débit moyen pour les 69 fleuves aboutissant en méditerranée 283 km³/an.</p>
Echange en eau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renouvellement 90ans (entre 77 et 107ans). ▪ Brasage verticale 250ans.
Climat	<p>Il est tempéré</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Automne pluvieux. ▪ Hiver doux. ▪ Printemps pluvieux. ▪ Eté chaud et sec.

III.1.3. Hydrodynamique de la méditerranéenne

La Méditerranée occidentale est une région complexe, où coexiste différent type d'eau. Une eau Atlantique Modifiée (MAW) qui pénètre en surface dans le bassin Méditerranéen, par Le détroit de Gibraltar (**Fig. 17**), elle circule dans les zones côtières d'Ouest en Est pour ensuite Remontée vers le Nord (**Ascencio et al., 1977**).

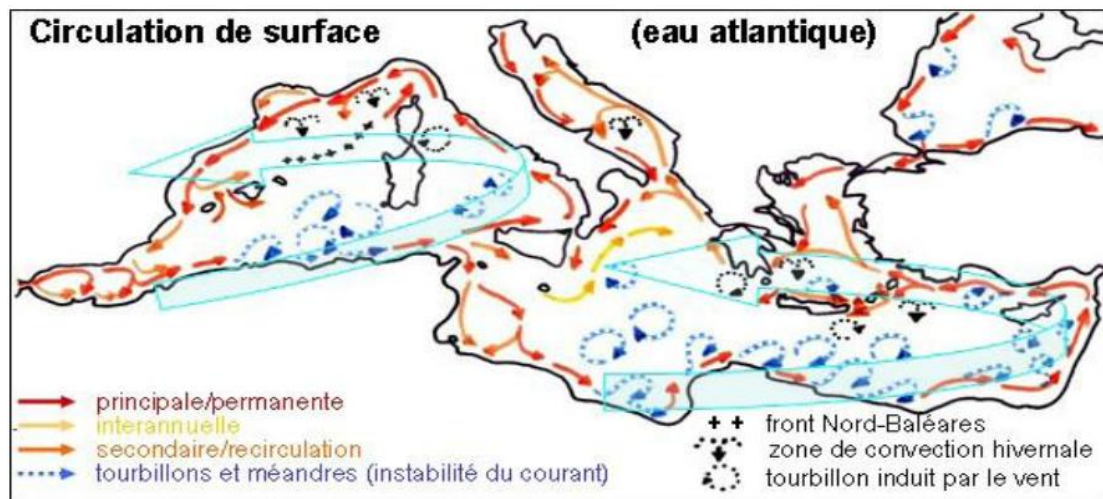


Figure 17 : Circulation générale de l'eau de surface (maw) en méditerranée occidentale (Milot et Taupier-Letage, 2005).

III.1.3.1. La houle

La mer est soumise à des mouvements ondulatoires et à des courants généraux. On distingue Trois mouvements ondulatoires principaux, selon la période : la houle, les courants et la marée :

- La marée Elle existe aussi en Méditerranée occidentale. Le marnage (différence entre la haute et la basse mer) moyen y est d'environ 10 cm avec des amplitudes de 30cm Sans entrer dans les détails il s'agit de l'attraction du Soleil, de la Lune et des astres proches de la Terre sur la mer. Quant à la périodicité des marées, elle est due à la rotation de la Terre.
- Les courants dus au souffle des vents, lorsque ceux-ci soufflent longtemps et régulièrement sur une zone. Ce sont les « courants de dérive », différents des « courants de pente » qui existent près des côtes et qui sont dus à une augmentation de la masse d'eau, une surélévation du niveau, et des courants géo-trophiques liés à la variation de salinité de l'eau de mer (où l'eau la plus saline, ou la plus vaseuse, part s'enfoncer sous l'eau la plus légère).
- Les vagues et la houle Due par Le vent qui souffle. L'ensemble des vagues porte le nom de houle. Trois facteurs sont à responsables de la vague : la force du vent, la durée de son action et la distance (ou fetch) le long de laquelle le vent peut exercer son action sur l'eau [3].

III.2. Le littoral algérien

Le littoral algérien s'étend sur 1200 km. Il représente un écosystème fragile et constamment menacé de dégradation en raison de la concentration de la population (2/3 de la population sur 4% du territoire seulement), des activités économiques et des infrastructures le long de la bande côtière) (M.A.T.E, 2000).

Dans le cadre de cette thèse, nous allons choisir le littoral de Mostaganem en particulier deux stations Stidia et Sidi Lakhdar pour évaluer la qualité des deux milieux.

III.2.1. La ville de Mostaganem

Mostaganem est une wilaya côtière située à l'Ouest de la capitale, à environ 360 Km et à 80 Km à l'Est d'Oran. Son littoral s'étend sur une longueur de 124,5 Km (Fig . 18) , et traverse dix (10) communes (Fornaka, Stidia, Mazagran, Mostaganem, B.A Ramdane, Hadjadj ; Sidi Lakhdar, Achaacha et Ouled Boughalem). La wilaya de Mostaganem compte trois ports (A.N.D.I , 2013).

- Port de marchandises de Mostaganem.
- Port de pêche de Sidi Lakhdar.
- Port de pêche et de plaisance de Salamandre.

Cette ville se caractérise par un climat semi-aride tempéré en hiver et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le Plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahara. Elle couvre une superficie de 2 269 Km² et limitée (A.N.D.I. 2014).

- A l'Est par les wilayats de Chlef et Relizane .
- Au Sud par les wilayats de Mascara et de Relizane .
- A l'Ouest par les wilayats d'Oran et de Mascara.
- Au Nord, par la mer Méditerranée.

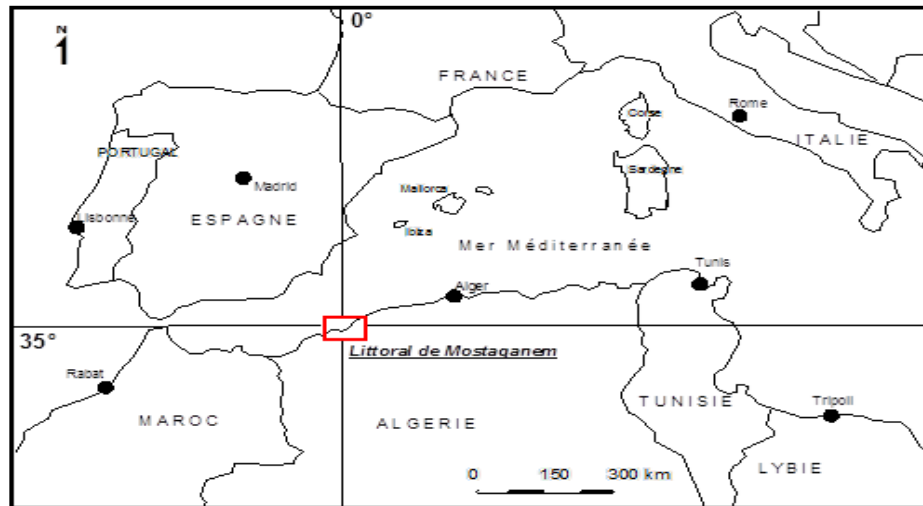


Figure 18 : Littorale de Mostaganem (Ghodbani et al., 2016).

Elle est composée de dix (10) Dairas et trente deux (32) communes. La population totale de la wilaya de Mostaganem est estimée à 807.762 Habitants (fin de 2013) avec une densité de 356 Hab/Km² (A. N. D. I, 2014).

Mostaganem contient une seule station de dessalement qui produit de 200 000 m³/ d' et aussi lie et alimente par station de mactaa,

Littorale maritime de cette ville et menace par plusieurs voies de rejet nocives (Tab .3) , qui influence de façon au notre sur l'écosystème marin .

En raison du caractère continu de la pollution marine par les eaux usées et du fait que la quantité des eaux usées rejetées dans le milieu marin ne cesse d'augmenter avec le développement industriel et la croissance démographique, il devient essentiel d'étudier les effets de ces déversements afin de prévenir la dégradation des écosystèmes côtiers et les dangers potentiels pour la santé humaine (Smolders et al., 2003).

Tableau 3: Principales unités industrielles et leurs rejets de la wilaya de Mostaganem (Boukhelef , 2007).

Entreprises	Volume rejeté (m ³ /j)	Lieu de rejet
Soachlore « Unité d'électrolyse»	2.040	En mer
Sogipec papeterie (à l'arrêt actuellement)	180	En mer
Enasucre	260	En mer
Unité avicole (Bouguerat)	Non estimé	Réseau d'assainissement en puits à la nature
Entreprise de tannage des peaux (à l'arrêt actuellement)	200	Réseau d'assainissement en puits à la mer

Le ministre des Ressources en eau et de l'Environnement, Ouali.A, a indiqué que Mostaganem possède 1.400 points noirs de rejet de déchets et des eaux usées et industrielles polluant de cette ville [5].

Nous avons présente au (**Tab 4**), Rejets d'eaux usées et leurs localisation au niveau de wilaya de Mostaganem (**Boukhelef , 2007**).

Communes	Nombre de rejets		Volume d'eaux usées		Localisation des points de rejets
	Urbains	Industriels	Urbains	industriels	
Fornaka	01	00	770m ³ /j	00	Oued Tinn (zone humide de la Mactaa)
Stidia	01	00	630 m ³ /j	00	Excavation naturelle
Mazagran	01 01	01	1.756 m ³ /j	250 m ³ /j	La crique (Ouréah plage)
Mostaganem	03 01	00	16.881m ³ /j	-	Port de Mostaganem Kharouba (mer)
B.A.Ramdane	01	00	281m ³ /j	00	Oued Chegga
Hadjadj	01	00	340 m ³ /j	00	Oued sidi Moussa
Sidi Lakhhdar	01	00	610 m ³ /j	00	Oued Abid
Khadra	01	00	294 m ³ /j	00	Décanteur milieu naturel (forêt de zerrifa)
Achaacha	01	00	180 m ³ /j	00	Oued Kramis
Ouled Boughalem	01	00	80 m ³ /j	00	Oued Bouzguert

III.3. Les stations d'étude

La collecte des différents échantillons a été faite au niveau de deux différents sites a savoir stidia situé a l'Ouest de la ville Mostaganem et sidi majdoud situé a l'Est. Le choix s'est fait suite a leurs position géographique intéressante mais toute aussi bien a cause de la capacité de recevoir les différents rejets de différentes sources. Sachant tout au moins que la majorité des études déjà faite indiquent que le site de stidia est une zone plus au moins non pollué, alors que sidi majdoub reçoit plusieurs rejets d'origine urbaines et industrielles.

III. 3. 1. Stidia

Se situe 20 km à l'ouest de Mostaganem sur la route d'Oran entre cap Carbon d'Oran et cap de salamandre (**Fig .19**), de superficie 55km².



Figure 19 : Carte montrant site de stidia . (**Google Earth ,2018**).

III. 3. 1. 1. Les coordonnées géographiques de la plage de stidia

Les coordonnées géographiques de stidia sont définies comme suit [4].

Latitude:	35°49'4.62"-
Longitude:	0°2'29.55"

Stidia est caractérisé par un substrat rocheux avec fond sableux. Ainsi, ce site avec sa baie de carte postale et par son Méridien de Greenwich est une richesse en diversité faunistique et floristique mais aussi c'est un lieu idéal pour les amateurs de la pêche et la plongée sous-marine.

De plus ce site connaît des projets aquacoles comme la ferme conchylicole, par deux stations d'une distance de 550 m entre elles, et qui produisent plus de 150 Tonnes de moules [5].

Plusieurs effets ont une influence sur la plage de Stidia, l'urbanisation par le non respect de la distance réglementaire du littoral (100m) et Selon **Karfouf et al (2015)**, la décharge de l'eau urbaine de la population indigène qui vit sur la côte de la plage est rejetée directement dans la mer.

Cette plage manifeste par plusieurs activités anthropiques (les rejets des chalutiers et les apports nutritifs) (**Fig.1, Annexe II**).

De plus la zone de stidia se voit être un site de plusieurs recherches de différents auteurs (**Mezali, 2007 ; Boudjra et al., 2010 ; Belbachir, 2012; Bouaziz , 2012 ; Oulhiz , 2012 ; Karfouf et al., 2015**).

III.3.2. Sidi Majdoub

Certains l'appellent Kharrouba, mais cette plage prend le nom de Sidi Majdoub suite à la présence d'une sainte dans la région. Elle est située à trois kilomètres à l'Est du centre ville de Mostaganem (**Fig. 20**), entre la cap de salamandre à l'ouest et la plage de sonagther à l'Est sur un littoral de 124 km.



Figure 20 : carte montrant Site de Sidi Majdoub (Google Earth, 2018) .

III.3.2.1. Les coordonnées géographiques de la plage Sidi Majdoub.

Les coordonnées géographiques de Sidi Majdoub sont résumées comme suit [4] .

latitude:	35 ° 58'3.97 "
Longitude:	0 ° 5'32.59"

Cette plage est très riche en biodiversité faunistique et floristique, au niveau de cette plage on retrouve une petite activité de pêche artisanale par embarcation, les déversements des eaux

usées au niveau de cette zone provient des habitations limitrophes continue, et ceux, depuis des années (**voir Fig. 2, Annexe II**).

On remarque la présence d'une association qui prend le nom de la plage « association de sidi majdoub », crée par Mr kaid omar et les habitants du quartier en 2013. Parmi les activités de cette dernière c'est le nettoyage la plage chaque vendredi matin, elle signale en 2017 que le phénomène du déversement des eaux usées se fait à travers d'un réseau des eaux pluviales.

Plusieurs chercheurs s'intéresse a ce site, on peut citez : (**Oulhiz 2012; Benali, 2015; Gendouzi, 2016**).

Chapitre II

Matériels et méthodes

I. Etude des Indices physiologiques et la bioaccumulation par les métaux lourds

I.1. Utilisation en tant qu'espèces sentinelles

La moule *M. galloprovincialis*. et l'oursin *P. lividus* sont des modèles biologiques très utilisés en éco-toxicologie Aquatique (Verlaque, 1987 a et b ; Cappello et al., 2013; Paredes et al., 2013). Ils répondent aux critères de bon Bio-indicateurs de pollution: ils sont très abondants, sédentaires, sessiles, ubiquistes, de collecte facile, Transplantables, capables d'accumuler et de tolérer de fortes concentrations de polluants et Fluctuations physico-chimiques de l'environnement (température, salinité, contaminants Chimiques, etc.) (Cossa, 1985 ; Goldberg, 1986; Lopez,et al., 1998).

De plus, ces espèces sont considérées comme bio-indicatrices de pollution, cela a conduit divers Chercheurs a les utilisés comme model lors des différentes études des métaux traces en Algérie (Fenaux, 1968 ; Regis, 1979 ; Byrne, 1990 ; Dermeche ,1998 ; Elhaj , 2006 ; Soualili , 2008 ; Sahnoun, 2009 ; Belkhedim, 2009 ; Dermeche , 2010 ; Drif , 2012 ; Rouane , 2013 ; Taleb et Boutiba , 2014 ; Benali , 2015 ; Guendouzi et Boudjellal , 2016 ; Guendouzi et al., 2017).

I.1.2. Choix des indices biologique

L'étude des différents paramètres biométrique et physiologique caractéristiques des deux espèces bio-indicatrices la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'oursin *Paracentrotus lividus* nous permettent d'évaluer l'effet de la pollution et la qualité de environnement marin que subit ces organismes vivant ; Parmi ces indices nous citons :

- **Indice organo- somatique :**
 - Indice de Condition
 - Indice de Réplétion
 - Indice Gonado-Somatique

I.1.3. Choix des polluants

Les métaux lourds sont des éléments lipophile qui s'accumulent dans les tissus adipeux (bioconcentration) ce qui permet une dispersion sur la longue chaîne trophique (bio-accumulation) causant une toxicité potentielle pour l'organisme et l'environnement (WHO, 2004 ; PNUE, 2005 ; CE, 2011).

Les métaux cible dans notre travail sont : le fer (Fe), zinc (Zn) et le cuivre (Cu), ces métaux se trouvent être essentielle pour les différents processus biologique des organismes vivant, en

visant tout aussi bien le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) qui sont des éléments nocives sur la vie biologique.

I.1.4. Le mode de prélèvement des échantillons

Les organismes échantillons (l'oursin et la moule) sont prélevés mensuellement à marée basse au niveau des côtes rocheuses des deux zones d'étude à savoir : Stidia et Sidi majdoub.

- Les coquilles sont collectées chaque fois au même endroit.
- Les échantillons sont prélevés avec l'eau de mer, On les met dans des boîtes incolores puis dans une glacière bien réfrigérée afin de passer au tri au laboratoire.
- Eliminer les espèces endommagées.
- Eliminer toutes espèces qui adhèrent aux échantillons (vase, épibiose, byssus chez la moule).
- Rincer les échantillons avec de l'eau courante et on les nettoie bien.
- Parmi les caractéristiques les deux bio-indicateurs ces résistances à la déshydratation dans le transport.



Figure 21 : Prélèvement des échantillons au niveau de Stidia (à gauche la moule associée avec le plomb qui s'accroche sur le byssus, à droite l'oursin *P.lividus*).

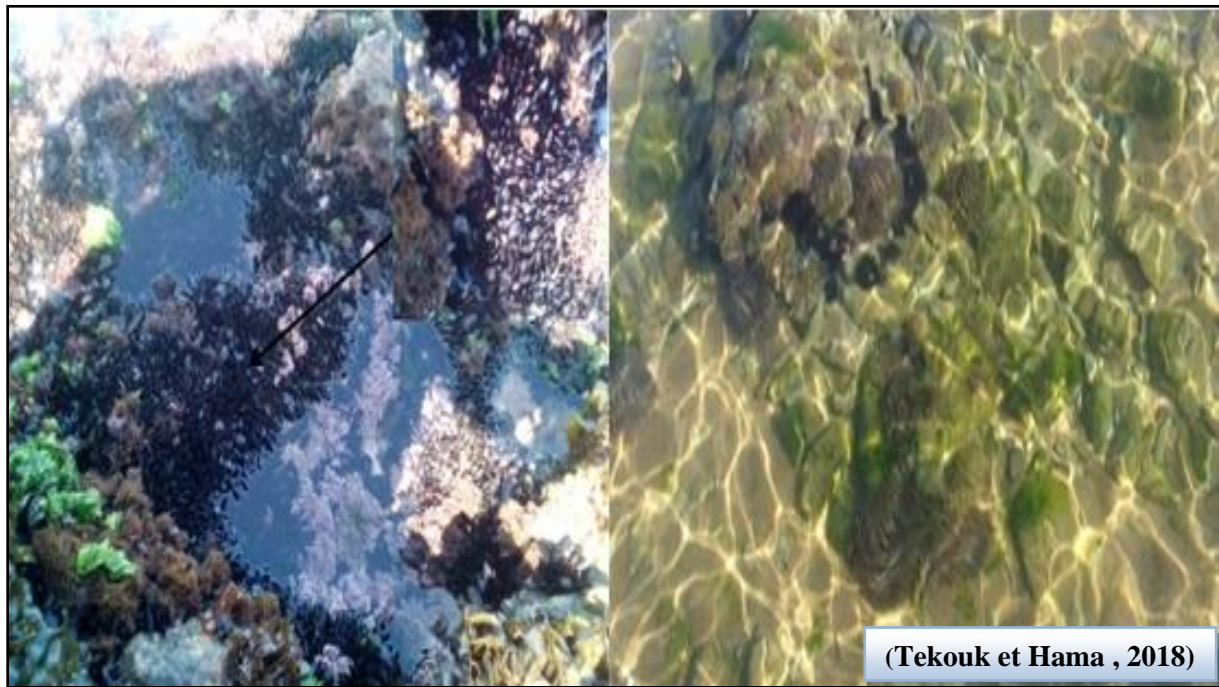


Figure 22 : Prélèvement des échantillons au niveau de Sidi majdoub (la moule *M. galloprovincialis* a gauche et l'oursin *P.lividus*).

I.1.5. Le traitement des échantillons la moule

Les moules peuvent prospérer dans des zones soumises de fortes pollutions (zones portuaires, sorties d'égouts..). Ils sont prélevés a raison de 11 spécimens par mois pendant 4 mois, de ce fait un totale de 44 individus sont retenus au niveau de chaque site (**Fig . 21 et 22**) a profondeur < 70 cm sur l'étage médiolittorale.

Nous avons observé pendant la période du prélèvement au niveau du site de stidia (**Fig.21**) , la présence du métal plomb qui s'accroche sur le byssus de la moule *M. galloprovincialis* , et après avoir fait une petite recherche sur terrain on a constaté que ce métal est utilisé par les pêcheurs pour fabriquer et moulé des boules de forme d'olive qui se déposent sur la canne a pêche afin de garantir sa résistance contre les courants et dans ce cas de figure le reste du plomb fusionné est déversé directement sur la plage (**voire Annexe II**).

Au niveau du laboratoire, chaque moule est :

- pesé à l'aide d'une balance à précision,
- la hauteur maximale des coquilles 5cm est mesurée au moyen d'un pied à coulisse de (0-15mm).
- la dissection est faite par des couteaux et ciseaux inoxydables en portant des gants et on met les échantillons dans des bacs propres.

- Après la dissection les gonades, la glande digestive et le tissu mou sont peser a l'aide de la balance a précision.

I.1.6. Détermination des indices physiologiques

L'Indice de Condition est le rapport du poids de chair sur le poids égouttée, et représente le premier indicateur du taux de remplissage de la coquille par les tissus mous. Cet indice est généralement utilisé pour évaluer les variations saisonnières des réserves nutritives ou de la qualité des tissus, aussi bien que pour suivre les effets délétères de divers contaminants et/ou maladies (Crosby et Gale, 1990).

Il existe également indice recommandé par l'Association Française pour la Standardisation (Afnor, 1985), calculé de la façon suivante:

$$Ic = \frac{\text{poids frais du corps mou(g)}}{\text{poids totae sans liquide intervallaire}} * 100$$

I.1.6.1. Indices Organo-Somatique

- **Indice de Réplétion selon San martin (1995).**

C'est le rapport de la glande digestive sur le poids total.

$$IR = \frac{\text{poids frais de la glande digestive (g)}}{\text{poids frai totale (g)}} * 100$$

- **Indice Gonado-Somatique selon San martin (1995).**

Cet indice permette de connaitre le cycle sexuel de l'espèce qui s'exprime par le rapport du poids frais de la gonade sur le poids frais total.

$$IGS = \frac{\text{poids frais de la gonade (g)}}{\text{poids frais total (g)}} * 100$$

- **Sex-ratio :** se calcul pour les deux espèces selon kartas et quignard (1 984).

La sex-ratio est l'un des paramètres qui contribue au maintien, dans une certaine limite, de la capacité reproduction de l'espèce.

Cet indice, représente l'abondance d'un sexe par rapport a l'autre d'une population d'une espèces donnée. La valeur de la sex-ratio est donnée par l'expression.

Le taux de féminité

$$F = \frac{\text{effective des femelle}}{\text{effective des femelle} + \text{effective des male}} * 100$$

Le taux masculinité

$$M = \frac{\text{effective des males}}{\text{effective des males} + \text{effective des femelles}} * 100$$

Puis on calcule le rapport de masculinité sur la féminité.

I.2. Traitement des échantillons chez l'oursin *P. lividus*.

Nous avons prélevé 12 spécimens d'oursins chaque mois durant 4 mois, ce qui donne un total de 48 coquilles traitées ; le prélèvement se fait à une profondeur < 1m, sur l'étage médiolittorale (cf **Fig. 21 et 22**) , et aussi on peut les trouver au niveau de l'étage infralittorale en association avec des phanérogames marins *posidonia oceanica*. Les oursins ont été placés sur du papier pour éliminer les excès d'eau. Chaque oursin est traité au laboratoire comme suit :

- La pesée à l'aide d'une balance à précision.
- Mensuration : le diamètre maximale des coquilles hors piquant 60 mm est mesurée au moyen d'un pied à coulisse au (0-15mm) .
- Les coquilles sont disséquées en les découpant avec un ciseau en portant des gants, la dissection se fait en cercle équatoriale pour ne pas endommager les gonades. Après la dissection les gonades, la glande digestive et le tissu mou sont pesés à l'aide d'une balance à précision.

I.2.1. Détermination des indices physiologiques

- **Indice de condition** selon **Afnor (1984)**.

Et calculer par le rapporte tissu interne sur le poids totale d'oursin.

$$Ic = \frac{\text{poids frais du tissu interne (g)}}{\text{poids frais totale de l'oursin (g)}} * 100$$

- **Indice de réplétion** selon **Regis (1978)**.

IR est un indice qui permet de déterminer l'état physiologique de la cavité gastrique de l'oursin. Sont exprimé sur le rapport de tube digestif sur le diamètre cube mg/cm^3 .

$$IR = \frac{\text{poids frais du tube digestif (mg)}}{(\text{diamètre horizontale du teste})^3 (\text{cm})^3}$$

Indice gonadique selon **Fenaux (1968)**.

Pour déterminer les périodes de reproduction et les diverses étapes du cycle de reproduction de l'espèce.

$$IG = \frac{\text{poids frais des gonades (mg)}}{(\text{diametre horizontale du teste})^3 (\text{Cm})^3}$$

De plus, l'IGS permet un suivi temporel du poids ou du volume relatif des gonades et permet de distinguer les phases d'évolution du cycle de reproduction en mettant en évidence la croissance gonadique (augmentation de l'indice) et la ponte (diminution de l'indice) (**Fenaux, 1981**).

- **Sex-ratio** : se calcul pour les deux espèces selon **kartas et quignard (1984)**.
Le sex-ratio est l'un des paramètres qui contribue au maintien, dans une certaine limite, de la capacité reproduction de l'espèce.

Cet indice, représente l'abondance d'un sexe par rapport a l'autre d'une population d'une espèces donnée, la valeur de la sex-ratio est donnée par l'expression.

Le taux de féminité

$$F = \frac{\text{effective des femelle}}{\text{effective des femelle} + \text{effective des male}} * 100$$

Le taux masculinité

$$M = \frac{\text{effective des males}}{\text{effective des males} + \text{effective des femelles}} * 100$$

Puis on calculer le rapport de masculinité sur la féminité.

I.3. Dosage des métaux lourds

Le principe de cette méthode consiste d'abord en une minéralisation à l'aide l'acide nitrique puis un dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique (**AOAC, 1980 ; Cossa et al., 1998 ; Besada et al ., 2002 ; Casas et Bacher, 2006**) .

I.3.1. Protocole d'analyse :**I.3.1.2 la minéralisation**

La digestion par voie humide, c'est la voie la plus efficace, car elle présente un fort pourcentage de récupération de métaux lourds. Elle consiste en une minéralisation et une solubilisation des matières organiques à l'acide HNO_3 , à grande température et pression (Kerfouf, 2012).

Les méthodes utilisés dans ce travail sont le bilan de plusieurs études déjà faite (Sahnon, 2009 ; Dermech, 2010 ; Boukhalaf, 2012 ; Borsali, 2007 et 2015 ; Bentata, 2015).

La minéralisation s'est effectuée au laboratoire chimie générale N° 14 à la Faculté des Sciences Technologie, à l'aide d'un appareil minéralisateur (Fig.23), électrique selon le protocole d'Amiard et al (1987), on pèse 1g de tissu mou de la moule à sexe différent et 1g de gonade oursin à sexe différent, qu'on dépose au fond de tube à matras, puis on ajoute 1 ml d'acide nitrique HNO_3 pure à concentration 65 % et on ferme par le réfrigèrent, cette minéralisation se fait à chaud à 95°C pendant 1 heure.

Après le refroidissement des matras, on récupère le minéralisa à qui on rajoute de l'eau bi-distillée à 4ml QSP. Le minéralisa est ainsi récupérer et mis dans des tubes bien fermés et sont prêts pour un lecteur sur SEO.



Figure 23 : Etapes de la minéralisation ; 1 balance à précision ; 2 les matras avec les échantillons ; 3 les matras avec réfrigèrent.

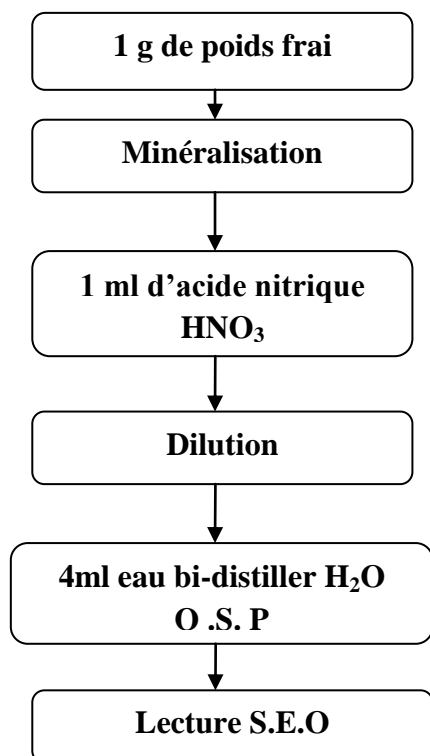


Figure 24 : Synoptique du protocole de minéralisation (Amiard *et al.*, 1987).

I.3.2.2. Dosage par Spectrophotométrie émission optique

La lecture de minéralisât se fait au laboratoire de la zone spa ADWAN chemicals cie situé dans la commune de Fornaka Mostaganem, à l'aide Spectrophotométrie émission optique en plasma couplé induit haute fréquence (ICP) de type PERKIN ELMER 8000.

L'étalonnage se fait par standard de 21 élément (**Fig. 25**), qui est préparé par la calibration de standard 0.1,0.5,1 et de dilution 100 ml par solution mère $\mu\text{g}/\text{g}$ ppm, chaque métal détecter par S.E.O il a sa propre longueur d'onde qui montre dans (**Tab .5**).

Tableau 5 : Longueurs d'ondes des éléments métallique sur S.E.O.

Elément métallique	Fer	Cuivre	Zinc	Cadmium	Plomb
Longueur d'onde nm	238.204	327.393	206.203	228.802	220.353



Figure 25 : Etapes du dosage par S.E.O, 1: Echantillon de l'inter calibration de la moule fourni par NIST, 2 : série de minéralisation ,3 : l'appareille spectrophotométrie émission optique SEO, 4 : standard multiélément de 21 éléments.

I.4. Contrôle de la justesse du protocole analytique

Chaque série de minéralisation est accompagné d'un blanc (acide nitrique) d'une part, qui passe par les mêmes conditions que les échantillons afin de minimiser le risque de contamination et d'erreur ; D'autre part, par une série de standard munie par l'agence internationale d'énergie atomique (A.I.E.A) dite code de l'inter-calibration de la moule *M.gallprovincialis* SRM 2976 (**Fig.26**) afin d'uniformiser nos résultats

$$\Delta = \frac{V_t - V_r}{V_r} * 100$$

Si $\Delta \% < 10$ aucune correction n'est apportée.

Si $\Delta \% > 10$ une correction est obligatoire et s'effectue de la manière ci-dessous.

$$V_c = \frac{V_t}{\frac{1+\Delta}{100}}$$

V_t ; valeur trouver.

V_r ; valeur de référence.

V_c ; valeur de corrigée.

Analyse les résultats

Les résultat obtenue a l'aide du logiciel **Excel 2007** sont présenté par des moyennes mensuelles avec leurs différents Ecart type.

Chapitre III

Résultats et discussions

Partie I

Empreintes physiologiques de la moule *M.galloprovincialis*

et l'oursin *P. lividus*.

I. Empreintes physiologiques

Nous avons abordée au niveau de ce chapitre tous les résultats obtenus des différents paramètres physiologiques avec leurs interprétations et cela chez nos deux espèces bio-indicatrice à savoir la moule *M. galloprovincialis* l'oursin *P. lividus* récolté pendant la période de notre recherche.

I.1. Chez la moule *M. galloprovincialis*

Onze spécimen ont été examinés et ont subi le même traitement expérimental similaires dans des conditions identiques pour chaque mois d'échantillonnage au niveau des deux sites stidia et Sidi Majdoub.

I.1.1. Indice de condition

Cet indice permet de rendre compte du degré du remplissage des coquilles de la moule *M. galloprovincialis*. Nous avons reflété les différentes fluctuations de ce paramètre par la figure 26

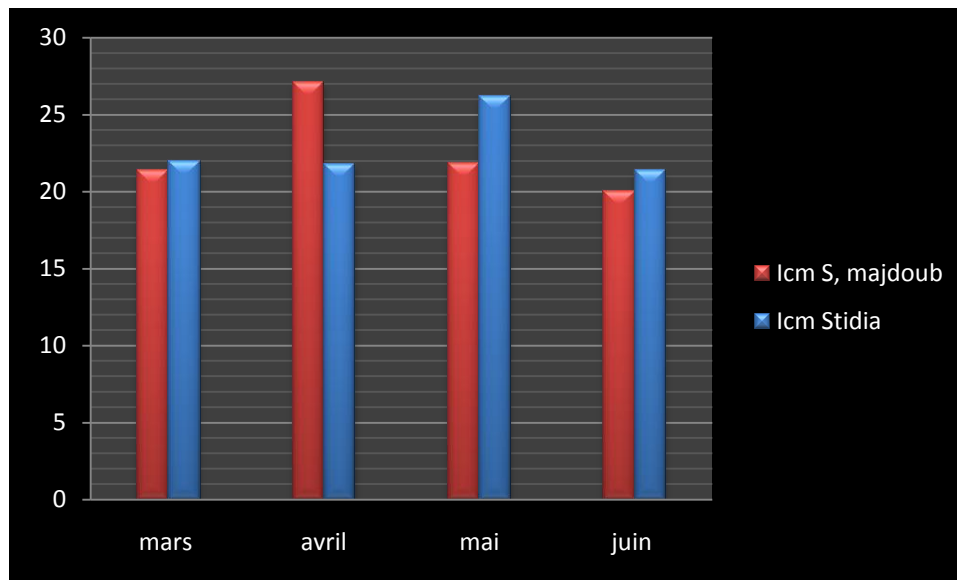


Figure 26 : Evolution de IC_M *M. galloprovincialis* au niveau des deux sites stidia et S.majdoub.

On remarque un léger changement dans les fluctuations de l'évolution d' IC_M en fonction des mois.

Au mois de mars cet indice IC_M marque au taux important 25.97 % avec une valeur maximal de $IC_{max} = 38.63$ % et une valeur minimal $IC_{min} = 15.72$ %, puis en mois d'avril que ce rapport est le moins important au niveau de stidia marquant un $IC_M = 21.81$ % avec $IC_{max} = 35.89$ % et $IC_{min} = 15.58$ %.

Le mois de mai rapport de IC_M plus élevée Pendant notre recherche égale 26.22 %, avec IC_{max} =26.72 % et IC_{min} =14.21 %. Enfin IC_M de mois de juin et 23.38 % avec IC_{max} =30.06 % et IC_{min} = 18.75 %.

Cependant cet indice au site S. majdoub presente une fluctuation remarquable qui augmente au mois d'avril puis régresser dans les mois suivant mai et juin.

En mars IC_M de S.majdoub marque environ 21.43 % avec IC_{max} = 31.21% et IC_{min} =9.65 %, alors qu'en avril le rapport de IC_M est très important 27.08 % avec la valeur de IC_{max} = 45.72 % et IC_{min} =20.32 %.

Mais une certaine stabilité caractérise le mois de mai et juin avec un même rapport IC_M de mai = 21.82 % et IC_{max} = 26.72 % et IC_{min} = 14.21 %, en juin IC_M = 21.6 % avec IC_{max} = 29.41 % IC_{min} =14.4 %.

L'indice de condition (IC), qui est très souvent utilisé pour qualifier l'état physiologique des bivalves, est considéré comme l'un des meilleurs indicateurs de l'état général des organismes pour les études environnementales (**Hyotylanen et al., 2002**).

Nos résultats indiquent que le meilleur effectif de l'IC se retrouve au niveau des deux sites (stidia et S. majdoub) durant les mois d'avril et mai, et selon **Naouel (2014)**, la prise de poids d'IC est liée à la croissance et/ou à la maturation gonadique.

I.1.2. Indice de réplétion

Cet indice permet de suivre les besoins trophique de la moule *M. galloprovincialis*, nous avons illustré ses variations par la figure 27.

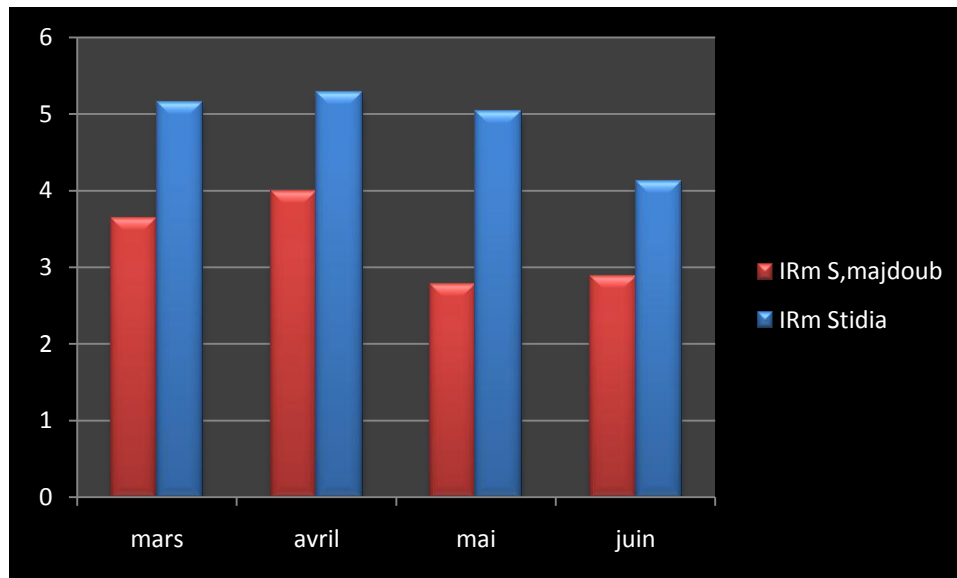


Figure 27: Evolution de l'IR_M de *M. galloprovincialis*. au niveau des deux sites stidia et S.majdoub .

Le rapport IR_M varie sur les 4 mois avec concentration au mars environ de 5.15 % d'IR_{max} 14.54 % et IR_{min} 1.58 % puis IR_M augment en mois avril IR_M d'avril 5.27 % avec IR_{max} 20.08 % IR_{min} 1.04 %. puis en remarque léger diminution le mois de mai IR_M 5.04 % avec IR_{max} 16.55% et IR_{min} 1.15% ,et le rapport d IR_M en juin moins important par rapporte les autre mois égal 4.12 % avec IR_{max} 6.39 % IR_{min} 1.85 %.

On remarque léger changement sur S. majdoub le rapport IR_M pendent les quatre mois. On trouve au mars IR_M 3.64 % avec IR_{max} 4.41 % et IR_{min} 1.58 % puis le rapport de IR_M de mois avril augment par rapport précède mois IR_M 3.99 % avec IR_{max} 3.47 % et IR_{min} 1.03 %. au mois de mai et juin IR_M égal 2.78 % et au juin IR_M 2.88 %.

L'IR_M au niveau du site de stidia est très important suite a la richesse de cette zone en matières en suspension Selon **Lubet (1959)**, le *M. galloprovincialis* prolifère dans les zones riches en phytoplancton, en matières organiques dissoutes ou en suspension, bactéries, car la croissance y est beaucoup plus rapides. Notons aussi que nos résultats sont en accord avec ceux de (**Le gall, 1969**), qui avance que le taux de croissance le plus élevés observés pendant les mois de printemps et d'été.

I.1.3. Indice gonadique

C'est un indice qui permet de suivre le cycle de la reproduction et de l'activité sexuelle de *M. galloprovincialis*. Nous avons illustrés les résultats des fluctuations de cet indice par la figure 28

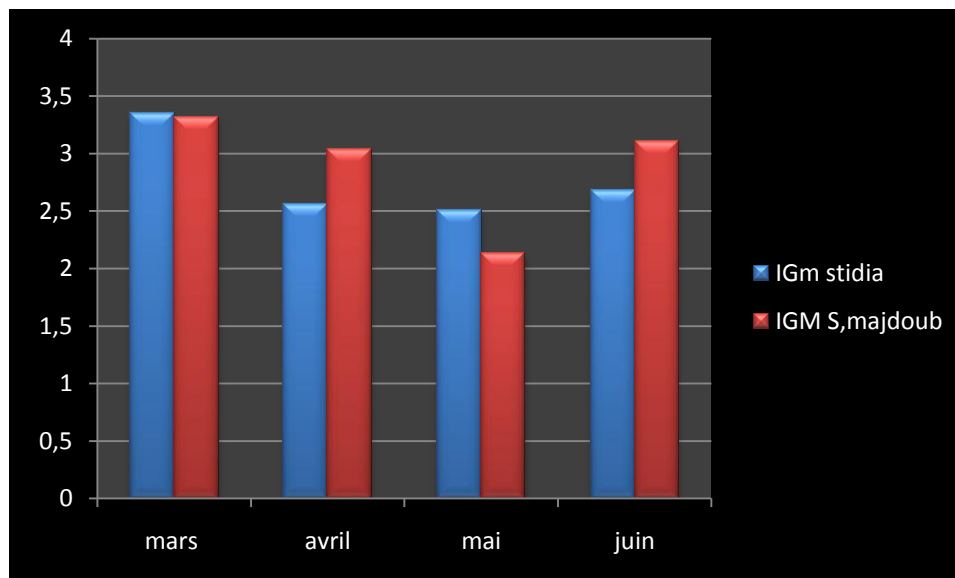


Figure 28: Evolution de l'IGm de *M. galloprovincialis* au niveau des deux sites de stidia et S.mahdoub.

Au niveau du site de stidia on observe une augmentation de l'indice gonadique IGm en début du mois de mars marquant une valeur moyenne de IGm = 3.35 % avec IG_{max} = 2.80 % et IG_{min} = 2.53 %, puis une certaine régression suivi d'une stabilité caractérise les mois d'avril et mai avec respectivement un IGm de 2.56 % et 2.51 %, marquant des IG_{max} = 5.80 % / 3.23 % et IG_{min} = 0.52 % et 0.16 % ; par contre cet indice subit une légère augmentation en juin marquant un IGm = 2.68 % avec IG_{max} = 3.31 % et IG_{min} = 0.92 % .

Ce pendant, on relève des perturbations sur les fluctuations de l'évolution du IGm au niveau du site S.majdoub (**Fig .28**) , Une valeur importante est noté au mois de mars avec un IGm = 3.34 % (IG_{max} = 2.73 % et IG_{min} = 2.59 %) suivi d'une régression en avril et mai avec respectivement des IGm = 3.03 % (IG_{max} = 5.45 % et IG_{min} = 2.10 %) et IGm = 2.13 % (IG_{max} = 3.23 % et IG_{min} = 0.16 %).

Au mois de juin, cet indice augment marquant un IGm de 3.73 % avec des IG_{max} = 5.07 % et IG_{min} = 0.88 %.

Plusieurs chercheurs ont proposé que la période de ponte de *M. galloprovincialis* se situ entre les deux saisons à savoir le printemps et l'automne (Cossa, 1998 ; Bhaby et al., 2011).

Ce qui confirme notre résultat qui a marqué la période de la ponte *M. galloprovincialis* durant les de mois mars et juin entre deux saison la fin de hiver et printemps.

La période de développement de la gamétogénèse et indiquée par l'augmentation de l'indice gonadique calculé mensuellement, sa diminution indique l'émission des gamètes (Tourari, 1988). Selon Bhaby et al (2011), la période de ponte de *M. galloprovincialis*, les gonades présentent des stades de dégénérescence des cellules sexuelles et d'arrêt du redémarrage de la gamétogénèse sont observées entre mai et juillet.

I.1.4. Relation entre les indices physiologiques

On a reflété la relation entre les différents indices physiologique des deux zones d'étude par les figures 29 et 30

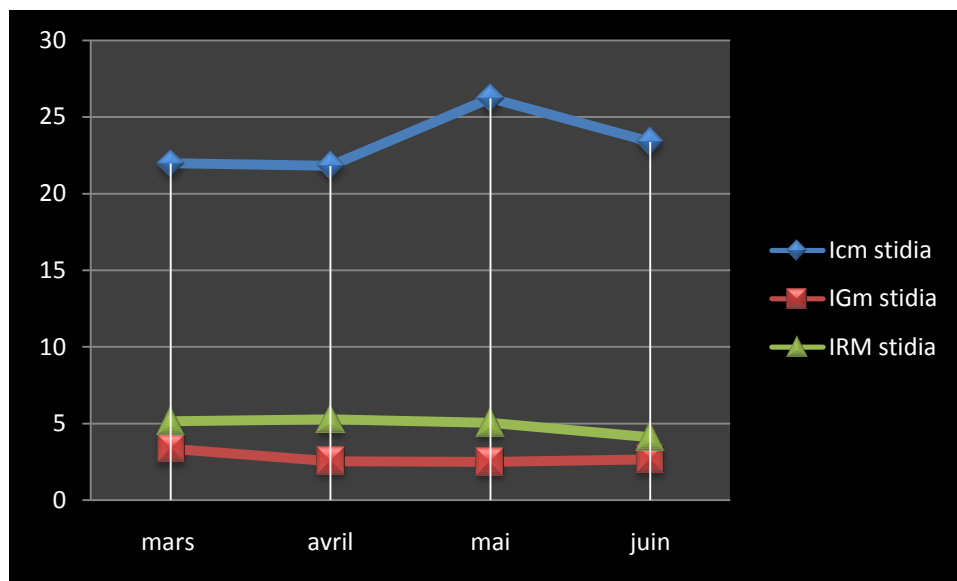


Figure29 : Evolution mensuelle de la moyenne des indices physiologique chez *M. galloprovincialis* au niveau de stidia.

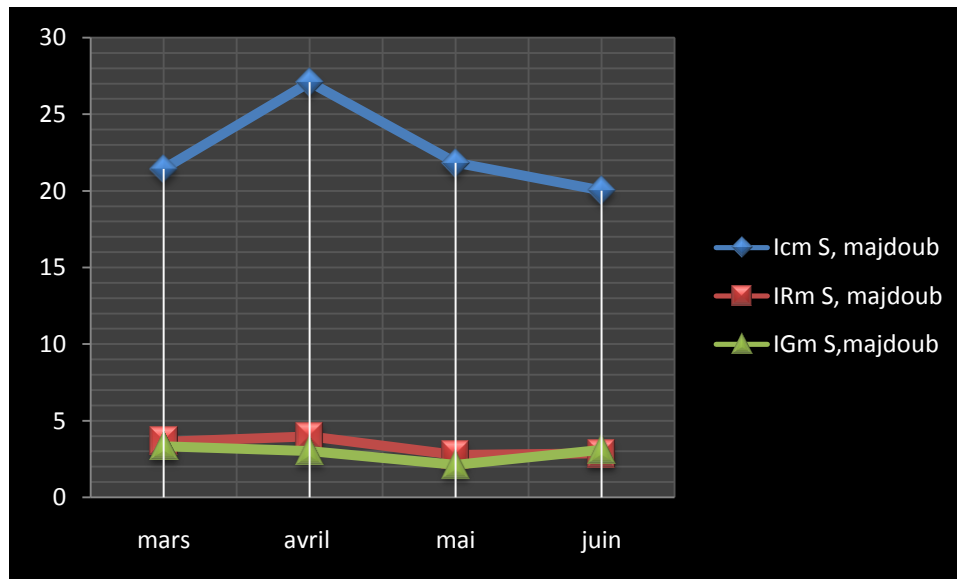


Figure 30 : Evolution mensuelle de la moyenne des indices physiologique chez *M.galloprovincialis* au niveau de S.majdoub .

On remarque que la variation du rapport moyen des indices physiologiques varie d'un mois à l'autre (**Annexe I, tab .1**).

Concernant les indices physiologiques des organismes du site de stidia (**Fig.29**), on remarque que l'évolution de l'indice de condition et l'indice réplétion est proportionnelle, elle augmente entre mars et avril, diminue entre avril et mai et marque une légère augmentation entre mai / juin.

Ce résultat est parfaitement cohérent car le facteur qui détermine la fluctuation de ces deux indices c'est la nutrition (dite aussi : matière en suspension) puisque IR augmente au fur des mois et IC s'accroît ce qui traduit une croissance de l'organisme *M.galloprovincialis*.

On relève cependant une évolution proportionnellement inverse pour les deux indices IGm et IRm, ce dernier marque au début de mars une valeur très élevée qui diminue en fonction des mois ; Par contre l'IGm reste stable au mois de mars puis diminution au cours de la période de notre échantillonnage pour augmenter en juin.

Au niveau de S. majdoub dont on a illustré leurs variations par la (**Fig. 30**), la fluctuation de la moyenne des rapports de ces indices est peu différente. On remarque que la fluctuation de l'ICm et l'IRm est identique, quoique l'ICm marque des taux très importants, ils augmentent entre mars et avril puis diminuent entre avril et mai et juin .

Toutefois, les variations de l'IGm et l'IRm affichent une relation proportionnellement inverse, on observe une diminution de l'IGm en fonction des mois marquant une légère augmentation en juin.

L'utilisation de l'indice de condition reste toutefois intéressante. Ces variations confirment la période de ponte maximale, où le manteau devient très mince sans cellule sexuelle et sans réserve (**Bhaby et al., 2011**), Il permet également de confirmer l'effort de la reproduction en lien avec l'indice gonadique.

Le profile de IC et complémentaire avec IG selon (**Sheehan et Power, 1999**), L'effort de reproduction est considérablement coûteux en énergie chez les bivalves. Des modifications hormonales et énergétiques importantes ont lieu, durant le cycle reproducteur et avec les transferts des réserves du soma vers les gonades.

I.1.5. La sex-ratio

Dans cette étude de distribution des sexes et selon **Lubet (1973)**, la proportion de sexes indéterminés (de longueur ≥ 35 mm) n'est pas prise en compte. Nous avons regroupés les résultats de la sex-ratio dans le (**Tab. 6**), et illustrés par la figure 31.

Concernant la sex-ratio des deux sites, on remarque qu'ils sont comparables en se caractérisant par l'abondance des femelles par rapport aux mâles, cependant on relève une légère augmentation dans le pourcentage des femelles du site de S. majdoub. Dans cette étude de distribution des sexes, et selon (**Lubet , 1973**), la proportion de sexes indéterminés (de longueur ≥ 35 mm) n'est pas prise en compte.

Tableau 6 : Pourcentage de sexe ration chez la moule *M.galloprovincialis*.

Les mois	Stidia	M/F	S.majdoub	M/F
Mars	40♂	0.66	30♂	0.43
	60♀		70♀	
Avril	33.33♂	0.5	40♂	0.66
	66.66♀		60♀	
Mai	36.36♂	0.57	27.27♂	0.37
	63.63♀		72.72♀	
Juin	33.33♂	0.5	45.45♂	0.83
	66.66♀		54.54♀	

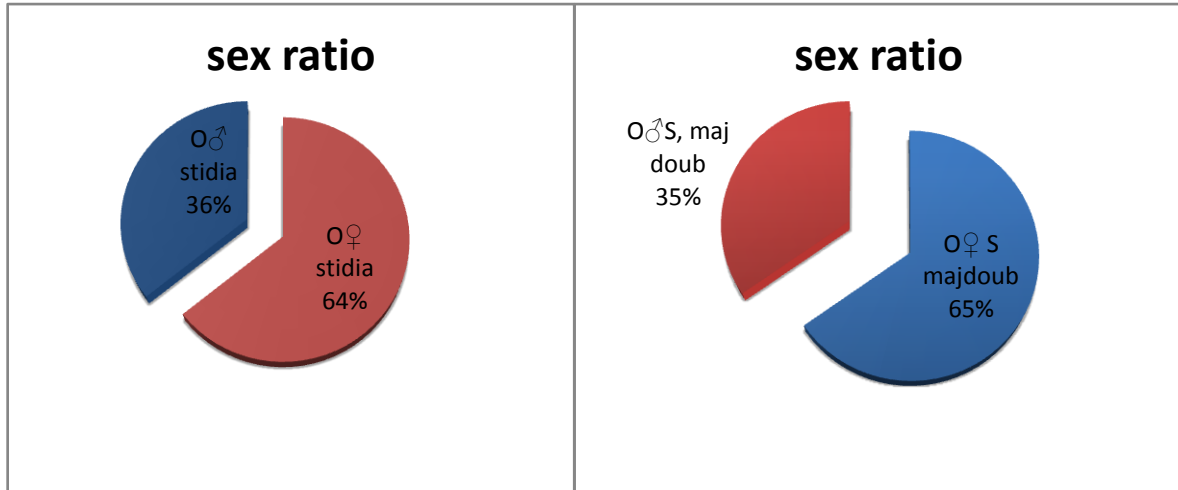


Figure 31 : pourcentage de sexe ratio chez *M. galloprovincialis* a gauche au niveau du site stidia, a droite le site s.majdoub.

I.2. Chez *P.lividus*

I.2.1. Indice de condition

Nous avons reflété le résultat des variations de cet indice par la (Fig . 32), il permet de suivre le développement des tissus mous ainsi que la croissance de la coquille.

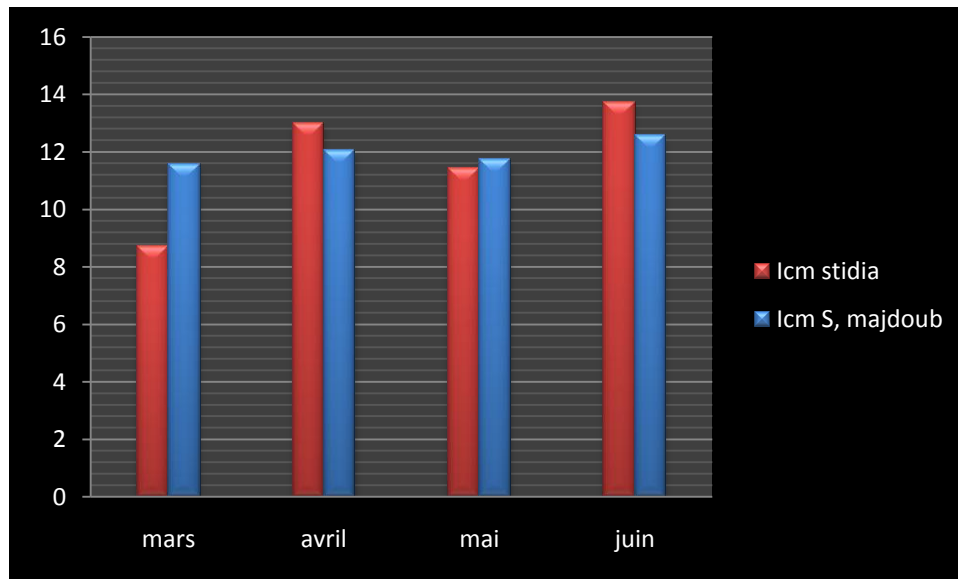


Figure 32 : Evolution mensuelle de l'ICm chez *P.lividus* au niveau des deux sites stidia et S Majdoub.

L'évolution de cet indice ICm au niveau de stidia marque une fluctuation importante en fonction des mois d'échantillonnage (Fig .32), la moyenne s'affiche avec des valeurs comprise entre 8.71 % et 13 %, le mois de mars se remarque avec un ICm de 8.71 % (IC_{max} = 11.17 % et IC_{min}= 5.02 %) ; il s'accroît au mois d'avril avec un taux de 12.99 % (IC_{max}=

20.15 % et $IC_{\min} = 6.03$ %) alors que le taux le plus important caractérise le mois de juin avec $IC_m = 13.74$ % ($IC_{\max} = 17.58$ % et $IC_{\min} = 9.20$ %).

I.2.2. Indice de réplétion

C'est un indice qui permet de suivre la relation entre l'alimentation et l'état physiologique de la cavité gastrique de l'oursin, on a illustré ses fluctuations dans la figure 33.

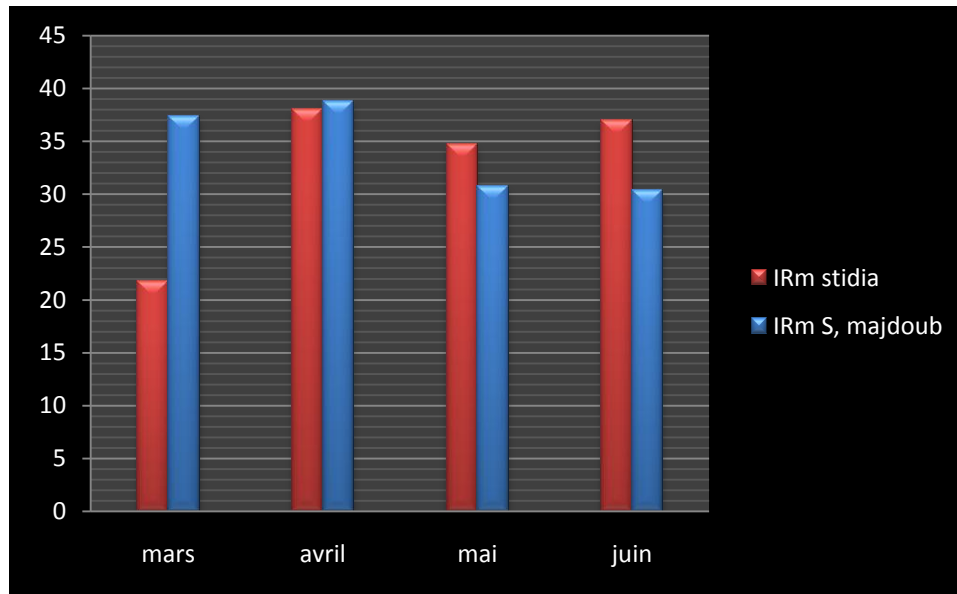


Figure 33 : Evolution mensuelle de l'IRm chez *P. lividus* au niveau des deux sites de stidia et S. majdoub.

L'évolution des fluctuations de l'IRm du site de stidia est remarquable ; Le mois de mars s'affiche par l'IRm le plus faible environ de 21.79 mg/cm^3 ($IR_{\max} = 37.72 \text{ mg/cm}^3$ et $IR_{\min} = 10.40 \text{ mg/cm}^3$), cet indice suit une variation importante vue qu'il augmente rapidement au reste des mois d'échantillonnage marquant en avril une valeur maximale de 38.01 mg/cm^3 ($IR_{\max} = 40.45 \text{ mg/cm}^3$ et $IR_{\min} = 11.75 \text{ mg/cm}^3$), alors que les mois de mai et juin s'affichent avec des valeurs avoisinantes avec respectivement $IR_m = 34.76 \text{ mg/cm}^3$ ($IR_{\max} = 46.16 \text{ mg/cm}^3$, $IR_{\min} = 19.58 \text{ mg/cm}^3$) et IR_m de 36.99 mg/cm^3 ($IR_{\max} = 48.56 \text{ mg/cm}^3$ et $IR_{\min} = 20.48 \text{ mg/cm}^3$).

Au niveau de S Majdoub, les fluctuations de cet indice marquent un taux important en mars qui diminuent relativement après. Il s'affiche un IR_m de 37.31 mg/cm^3 ($IR_{\max} = 61.89 \text{ mg/cm}^3$; $IR_{\min} = 20.48 \text{ mg/cm}^3$) cette valeur subit une diminution au mois d'avril marquant 20.80 mg/cm^3 ($IR_{\max} = 40.45 \text{ mg/cm}^3$; $IR_{\min} = 11.75 \text{ mg/cm}^3$).

I.2.3. Indice gonadique

C'est un indice qui facilite la détection de la période de reproduction sexuelle chez les organismes marins, on a illustré ses variations chez *P. lividus* par la figure 34.

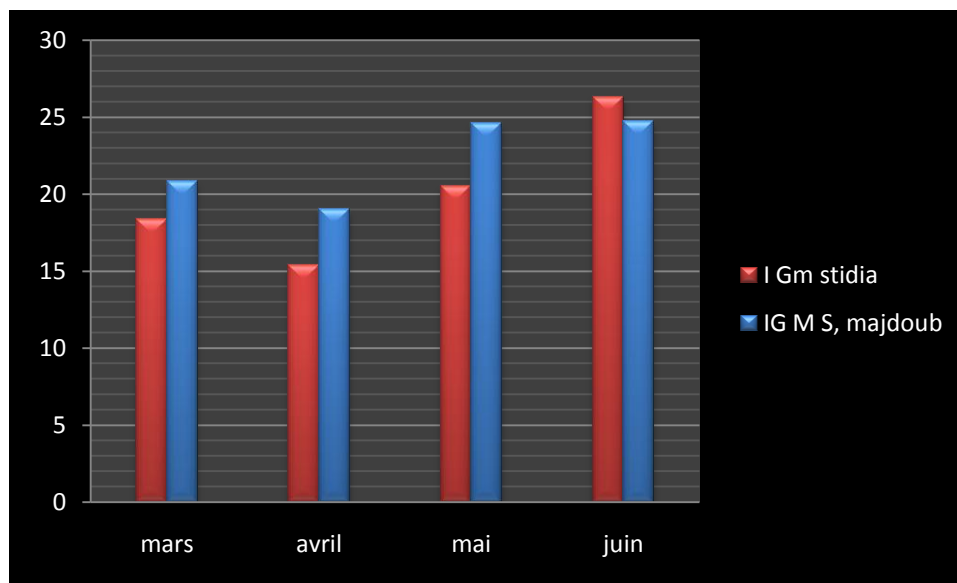


Figure 34 : Evolution mensuelle de l'IGm chez *P. lividus* au niveau des deux sites stidia et S. majdoub.

Concernant le site de stidia, on peut relever facilement l'augmentation proportionnelle de cet indice en fonction des mois d'échantillonnage.

Ces variations marquent des valeurs minimal en mars affichant un $IG_m = 15.36 \text{ mg/cm}^3$ ($IG_{\max} = 26.51 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 5.65 \text{ mg/cm}^3$) qui augmente progressivement, marquant en avril une valeur de 18.36 mg/cm^3 ($IG_{\max} = 61.66 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 13.71 \text{ mg/cm}^3$), en mai l' $IG_m = 20.48 \text{ mg/cm}^3$ ($IG_{\max} = 35.09 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 13.12 \text{ mg/cm}^3$) et en juin la valeur est maximale de $IG_m = 36.99 \text{ mg/cm}^3$ ($IG_{\max} = 50.66 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 15 \text{ mg/cm}^3$).

Par contre, les fluctuations de ce rapport au niveau des organismes de S. Majdoub sont plus accentués ; le mois de mars affiche une valeur minimale de l' IG_m avec 19.02 mg/cm^3 ($IG_{\max} = 32.89 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 6.82 \text{ mg/cm}^3$) qui augmente en avril marquant une valeur de 37.78 mg/cm^3 ($IG_{\max} = 61.66 \text{ mg/cm}^3$ et $IG_{\min} = 13.71 \text{ mg/cm}^3$) ; Cependant une régression soudaine se fait remarquer en mai avec un IG_m de 24.58 mg/cm^3 ($IG_{\max} = 35.09 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 13.12 \text{ mg/cm}^3$).

Cette valeur progresse enfin en juin avec $IG_m = 34.12 \text{ mg/cm}^3$ ($IG_{\max} = 32.12 \text{ mg/cm}^3$; $IG_{\min} = 9.72 \text{ mg/cm}^3$).

Notre résultat pour cette indice gonadique au niveau des deux sites et leurs évolution remarquable dans les deux mois mai et juin « saison de printemps » correspondent au cycle de la reproduction chez notre espèce, ces résultats sont confirmés par plusieurs auteurs

(Soualili, 2008 ; Boukhelef, 2012; Rouane, 2013), et Selon Mahias et al (2014), le cycle de reproduction de *P. lividus* est annuel et dans ce cas de figure .34, les gonades sont matures au printemps.

I.2.4. Relation entre les indices physiologique

Nous avons essayé de refléter les fluctuations et la relation entre les différents indices physiologiques au niveau des deux sites d'étude par les figures 35et 36.

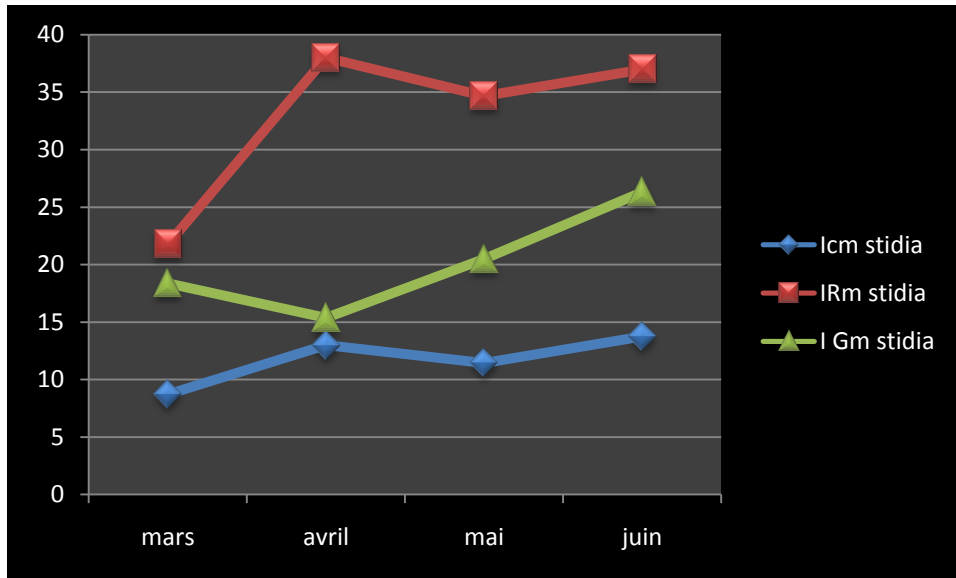


Figure 35 : Evolution moyenne des indices physiologiques chez *P.lividus* de site stidia.

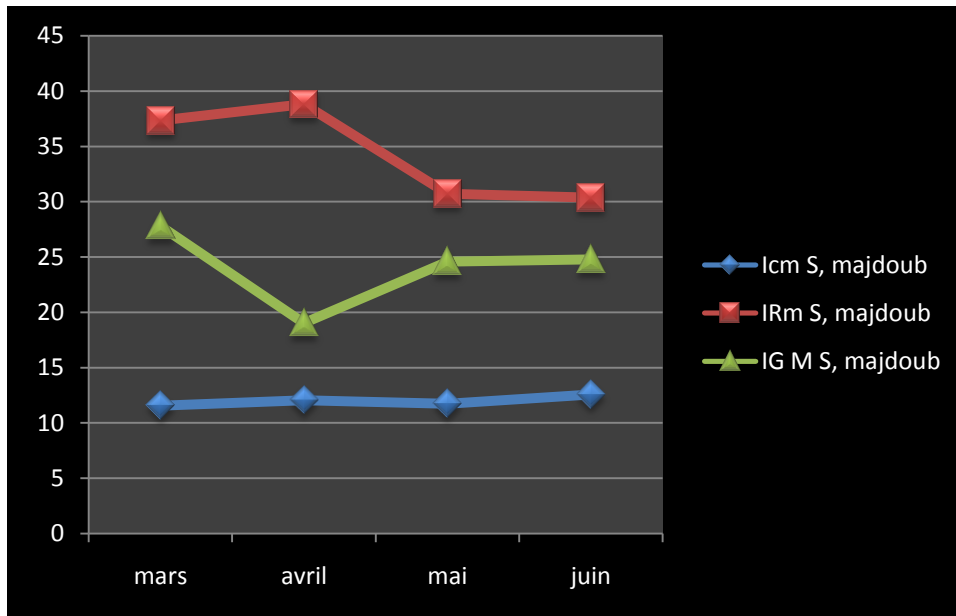


Figure 36 : Evolution des indices physiologiques chez *P.lividus* du site s.majdoub.

long de la période d'échantillonnage reflétant bien la période de la reproduction chez notre espèce. Les fluctuations des indices physiologiques chez l'oursin *P.lividus* du site de stidia (**Annexe I, Tab. 2**) marquent une progression pendant toute la période de notre étude (**Fig. 35**), On relève que l'évolution des deux indices ICm et IRm sont proportionnelle, on note alors une augmentation entre les mois de mars et avril avec une baisse en fin de ce dernier, pour ensuite progresser entre mai et juin. Toute fois, l'évolution de l'IGm est en augmentation tout au long de notre période d'étude marquant un taux maximal en juin.

Cependant, l'évolution des moyennes d'indices physiologiques marque des fluctuations importantes au niveau des organismes du site de S.majdoub (**Fig. 36**), On relève alors que les deux indices de l'IRm et IGm évoluent de façons proportionnellement inverses tout au

D'après **Leighton (1968)**, le développement des gonades provoque une diminution physique de l'espace de la cavité cœlomique qui devient insuffisant pour le tube digestif et son contenu d'où la baisse de l'indice de réplétion ; Ce dernier évolue inversement à la taille de l'oursin.

Selon (**Lawrence, 1975 ; Buckle et al ., 1980 ; t Fenaux , 1981**), le taux d'alimentation qui chez les Echinoidea joue un rôle déterminant est bas lorsque les gonades sont très développées.

Ces fluctuations des indices physiologiques d'après **Semroud (1993)**, pourraient être liées aux conditions climatiques qui influencent sur l'alimentation des oursins et par conséquence sur la maturation des gonades.

I.2.5. La sex-ratio chez oursin *P.lividus*

Les résultats de la sex-ratio sont regroupés dans le tableau 7 et illustrés par les figures 37.

Tableau7 : Pourcentage mensuelle de sexe ratio chez la population *P.lividus* au niveau des deux sites.

Les mois	Stidia	M/F	S.majdoub	M/F
Mars	41.66♂ 58.33♀	0.71	50♂ 50♀	1
Avril	50♂ 50♀	1	33.33♂ 66.66♀	0.5
Mai	25♂ 75♀	0.33	41.66♂ 58.33♀	0.71
Juin	50♂ 50♀	1	33.33♂ 66.66♀	0.5

Notre résultat est comparable sur les deux sites stidia et S.majdoub par abondance des femelle par rapport les males mais on remarque que le site stidia nombre de femelle est supérieure que S. majdoub.

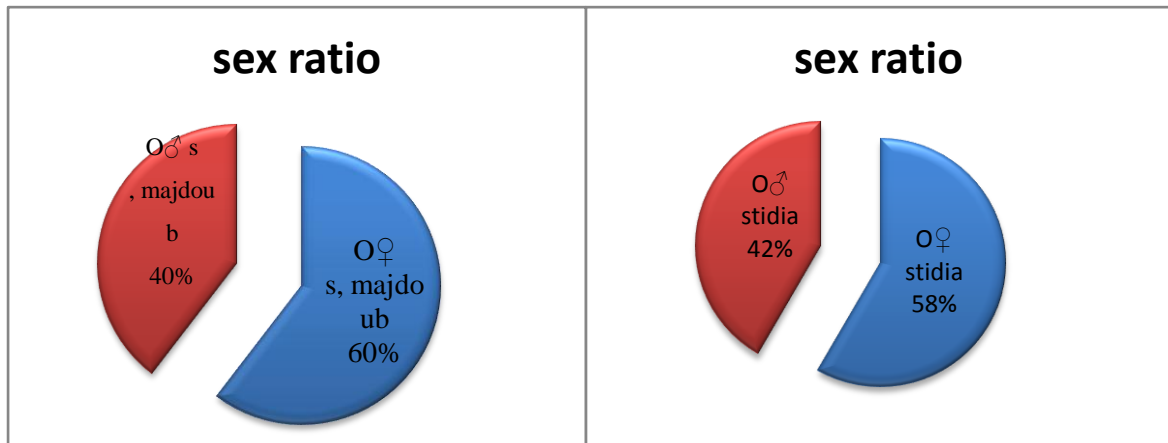


Figure 37: Pourcentage Sex-ratio chez *P.lividus* à gauche sur site de stidia et à droite sur site S.majdoub.

Partie II :

**La bio- contamination par les métaux lourds chez
la moule *M.galloprovincialis* et l'oursin *P.lividus*.**

II. La bio- contamination

Nos résultats seront présentés par des teneurs moyennes en ($\mu\text{g/g}$, Pf) des métaux lourds suivant (Fer, Cuivre, Zinc ,Cadmium ,Plomb) qui sont accumulés dans les tissus mous (mâles et femelles) et des gonades (mâles et femelles) respectivement chez nos deux espèces bio-indicatrices : la moule *M.galloprovincialis* et l'oursin *P. lividus* au niveau des deux sites stidia et S. majdoub .

II.1. Les résultats des exercices d'inter-calibration

Les valeurs des moyennes des concentrations des métaux traces des nos résultats sont représentées et exprimées sans distinction sexuelle

- **Chez la *M. galloprovincialis***

Les Concentrations moyennes des métaux obtenues pour le standard certifié SRM de code 2976 fourni par NIST sont regroupé dans le tableau 8.

Tableau 8 : Moyennes des teneurs métalliques (\pm écart type) (ppm .pF) au niveau des tissus mous de la moule *M. galloprovincialis* du site I (stidia) et site II (sidi majdoub).

Elément	Valeur certifié	Valeur mesure site I	Valeur mesure site II
Fe	85.82 171-0.64	1.93 \pm 0.01	1.85 \pm 0.03
Cu	2.3 4.02- 0.58	1.11 \pm 0.31	1.34 \pm 0.11
Zn	68.72 137- 0.44	1.83 \pm 0.06	1.8 \pm 0.01
Cd	0.41 0.82- 0.01	1.46 \pm 0.42	1.45 \pm 0.06
Pb	0.65 1.19- 0.11	39.88 \pm 58.68	1.91 \pm 0.42

- **Chez l'oursin *P.lividus***

Les Concentrations des métaux obtenues sont pour un standard certifié SRM de code 2976 et sont regroupé dans le tableau 9.

Tableau 9 : Moyennes des teneurs métalliques (\pm écart type) (ppm μ F) au niveau des gonades de l'oursin *P. lividus* dans le site I (stidia) et site II (sidi majdoub).

Elément	Valeur de référence	Valeur trouve site I	Valeur trouve site II
Fe	85.82 171-0.64	1.97 \pm 0.008	1.95 \pm 0.01
Cu	2.3 4.02- 0.58	1.4 \pm 0.30	1.6 \pm 0.15
Zn	68.72 137- 0.44	2.11 \pm 0.45	1.85 \pm 0.03
Cd	0.41 0.82- 0.01	1.6 \pm 0.15	1.6 \pm 0.15
Pb	0.65 1.19- 0.11	3.54 \pm 1.98	1.67 \pm 0.22

Les différentes concentrations des métaux traces obtenues concernent le tissu mou de notre espèce en fonction du sexe.

II. 2. Résultats de la contamination métallique

II.2. 1. Chez la moule *M.galloprovincialis*

Les différentes concentrations des métaux traces obtenues concernent le tissu mou de notre espèce en fonction du sexe.

II.2.1.1. Le Fer

Les teneurs moyennes mensuelles du Fe dans le tissu mou de la moule *M.galloprovincialis* au niveau des deux sites stidia et S.majdoub sont représentées dans le (Tab. 3, Annexe I) et illustrée par figure38.

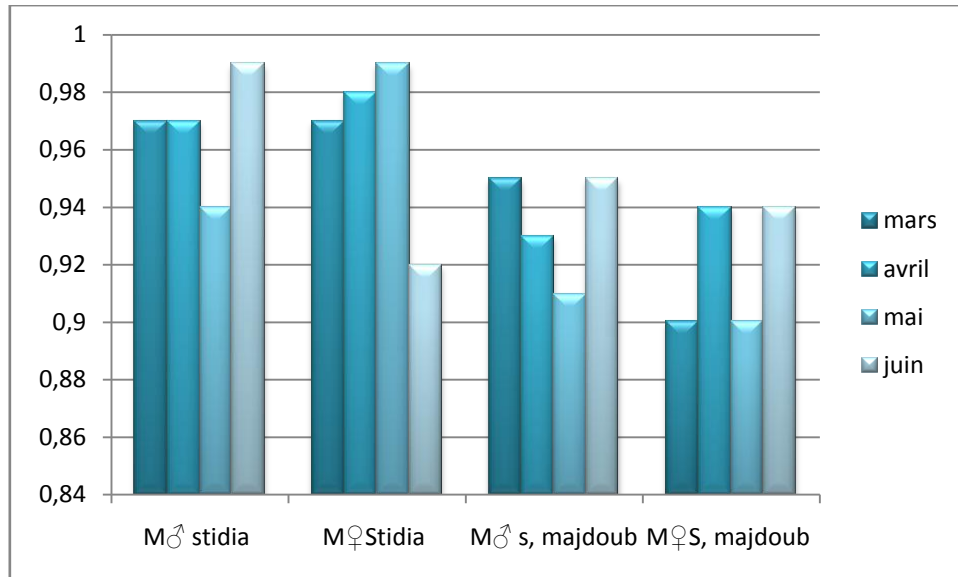


Figure 38 : Variations des teneurs moyennes en (ppm .Pf) du fer dans le tissu mou de la moule *M. galloprovincialis* en fonction du sexe.

Les teneurs moyennes en fer varient dans un intervalle de [0.92-0.99 ppm .Pf] au niveau de stidia et de [0.90-0.95 ppm .Pf] à S.majdoub.

Les variations mensuelles des teneurs en Fe entre les deux sexes au niveau de stidia sont plus au moins proportionnelles, les mâles affichent une petite régression en mai avec une moyenne de 0.94 ppm .Pf, puis augmente en juin affichant des teneurs moyennes de 0.99 ppm .Pf ; Alors que les femelles affichent une fluctuation plus importante qui augmente pour atteindre une valeur moyenne de 0.99 ppm .Pf en mai puis rechute a des teneurs moyennes de 0.92 ppm .Pf en juin.

Au niveau de S.majdoub, la fluctuation mensuelle des teneurs en Fe marque de plus importante variations entre les deux sexes, ces teneurs moyennes diminuent chez les mâles marquant une moyenne maximale de 0.95 ppm .Pf en mars et mai alors qu'une baisse importante se fait remarquer en avril affichant une teneur moyenne de 0.91 ppm .Pf, alors que les concentrations moyennes chez les femelles marquent des variations plus instables, des teneurs minimales spécifient les mois de mars et mai avec une moyenne de 0.90 ppm .Pf, alors qu'avril et juin s'affichent a des concentrations moyennes de 0.94 ppm .Pf.

II.2.1.2. Le Cuivre

Les variations des teneurs mensuelles moyennes en Cu dans le tissu mou des mâles et des femelles chez la moule *M. galloprovincialis* au niveau des deux sites sont regroupé dans le (Tab. 3, Annexe I) , et représenté par la figure 39.

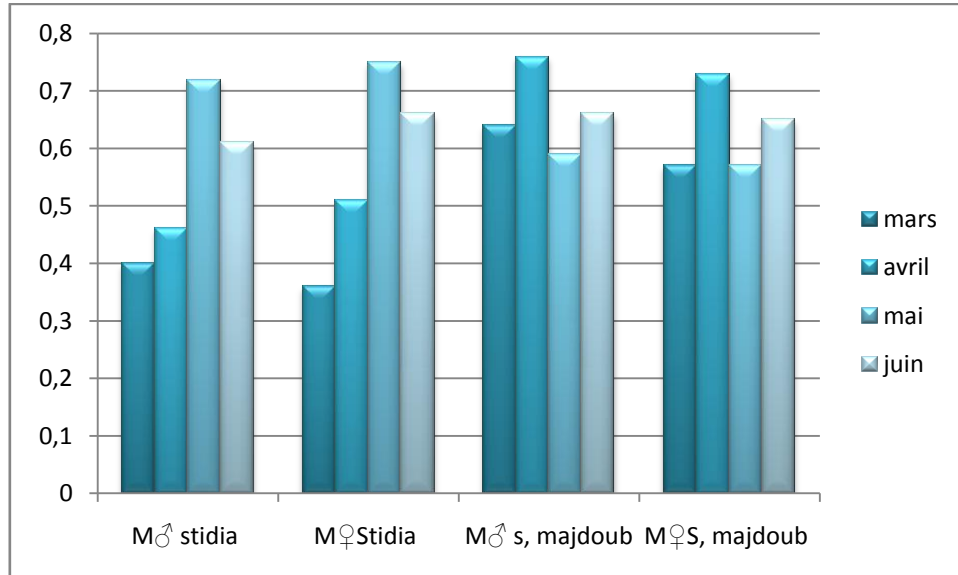


Figure 39 : Variations des teneurs mensuelles moyennes en ppm .Pf du cuivre dans le tissu mou en fonction du sexe chez la moule *M. galloprovincialis*.

Les teneurs moyennes en cuivre varient au niveau des deux sites stidia et s.majdoub dans un intervalle de [0.35-0.78 ppm. Pf] et [0.55-0.78 ppm. Pf] respectivement.

Au niveau de stidia, les valeurs moyennes montrent une accumulation progressivement proportionnelle en fonction des mois d'échantillonnage chez les deux sexes ; les concentrations les plus basses s'enregistrent au mois de mars tous sexes confondus avec des teneurs moyennes minimales de 0.4 ppm. Pf et 0.38 ppm. Pf chez les mâles et les femelles respectivement ; Ces teneurs augmentent jusqu'à marquer des valeurs maximales de 0.76 ppm. Pf et 0.78 ppm .Pf en mai chez les mâles et les femelles respectivement par amplification dans les mois mars d'avril et mai puis régression au juin.

Les teneurs des concentrations au niveau des échantillons du site S.majoub connaissent par contre des fluctuations plus importantes, elles affichent des valeurs moyennes maximales en avril et juin tout sexe confondu avec respectivement (0 .78 ppm. Pf et 0.68 ppm. Pf) chez les mâles et (0.73 ppm .Pf et 0.65 ppm. Pf) chez les femelles.

III.2.1.3 Le Zinc

Les fluctuations des teneurs en Zn dans le tissu mou de la moule mâle et femelle de la *M. galloprovincialis* au niveau des deux sites stidia et S. majdoub sont regroupées dans le (Tab. 3, Annexe I) et illustrées par figure 40.

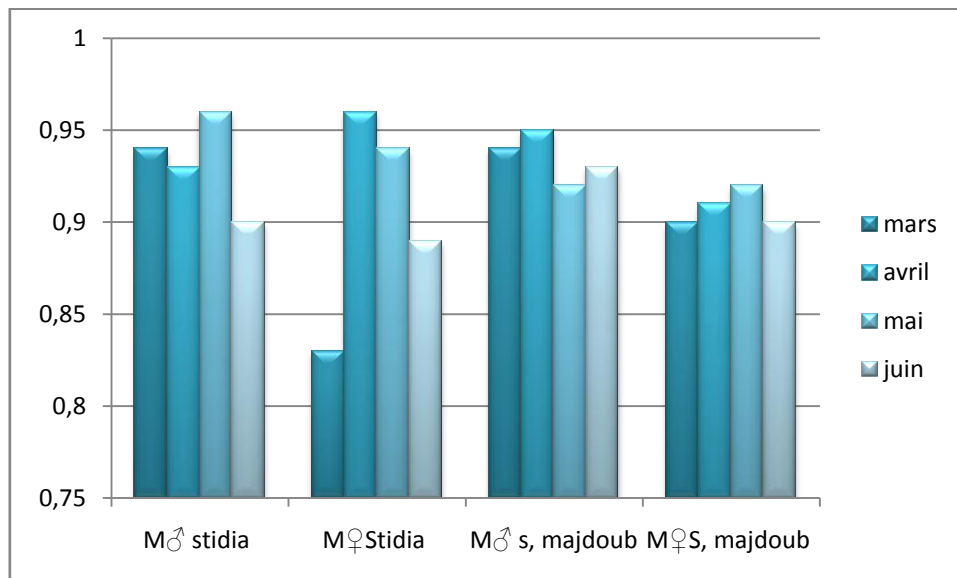


Figure 40 : Variations des teneurs en zinc dans le tissu mou chez la moule *M. galloprovincialis* en fonction du sexe

Les teneurs moyennes mensuelles du Zn varient au niveau des échantillons des deux sites dans un intervalle de [0.82-0.96 ppm. Pf] a stidia et [0.90-0.95 ppm. Pf] a S.Majdoub.

Au niveau de stidia, les teneurs moyennes affichent des taux importants chez les mâles et les femelles avec respectivement une moyenne de 0.96 ppm. Pf en mai et avril, alors que la teneur la plus basse s'enregistre chez les femelles au mois de mars avec 0.83 ppm. Pf.

Cependant, les valeurs moyennes dans nos échantillons au niveau de S.majdoub fluctuent de façon plus homogène durant les mois de notre étude, les mâles affichent des teneurs homogènes avec une moyenne maximale de 0.95 ppm. Pf en avril et une minimale en mai avec 0.92 ppm. Pf ; Alors que les femelles s'affichent avec des concentrations moyennes qui fluctuent pour atteindre des teneurs maximales en mai avec 0.93 ppm. Pf puis baissent en juin marquant une teneur moyenne de 0.90 ppm. Pf.

II.2.1.4. Le Cadmium

Les fluctuations de la variation des concentrations moyennes d'accumulation en Cd dans le tissu mou de *M.galloprouvencialis* au niveau des deux sites d'étude sont regroupées dans le (Tab.3, Annexe I) et illustrées par la figure 41.

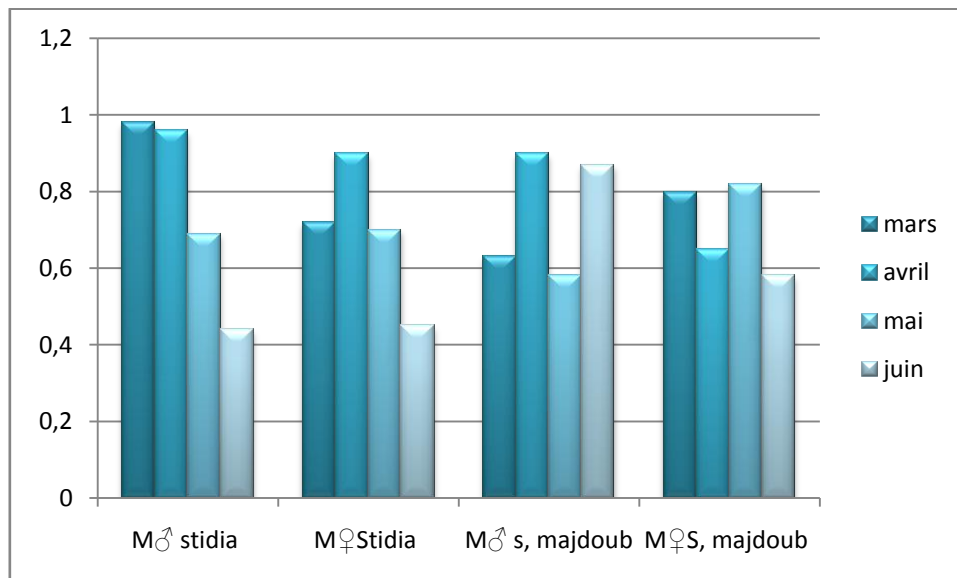


Figure 41 : Variations des teneurs en cadmium dans le tissu mou chez la moule *M. galloprouvencialis* en fonction du sexe.

Les teneurs moyennes en Cd chez les mâles au niveau des deux sites varient entre [0.44-0.98 ppm Pf] a stidia et [0.52-0.90 ppm. Pf] a s.majdoub.

Les concentrations moyennes des teneurs chez les mâles reflètent une régression au fur et à mesure des mois d'échantillonnages, les taux les plus importants marquent les mois de mars et avril avec une valeur moyenne de 0.98 ppm. Pf, ce taux régresse pour afficher une teneur minimale de 0.44 ppm. Pf en juin. Chez les femelles, la fluctuation de ces concentrations est plus importante, les teneurs les plus importantes s'enregistrent dans les mois de mars et mai avec une moyenne de 0.8 ppm. Pf et 0.82 ppm. Pf respectivement, alors que les taux les plus faibles marquent les mois d'avril et juin avec respectivement 0.63 ppm. Pf et 0.58 ppm. Pf

Au niveau de S.majdoub, la variation des fluctuations des concentrations moyennes en Cd est plus remarquable ; Les mâles enregistrent des teneurs moyennes importantes d'environ 0.63 ppm. Pf en avril et juin, alors que les taux les plus bas caractérisent les mois de mars et mai avec des valeurs moyennes entre 0.62 ppm. Pf et 0.58 ppm. Pf respectivement. Au contraire les teneurs qu'affichent les femelles sont inverses des mâles, les taux les plus importants caractérisent les mois de mars et mai avec 0.8 ppm. Pf et 0.82 ppm. Pf respectivement, alors

que le mois avril et juin affichent des taux plus bas 0.63 ppm. Pb et 0.58 ppm. Pb respectivement.

II.2.1.5. Le Plomb

Les variations des concentrations mensuelles des teneurs en Pb dans le tissu mou en fonction du sexe de la moule *M.galloprovincialis* au niveau des deux sites sont regroupées dans le (Tab. 3 , Annexe I) , et illustrées par la figure 42.

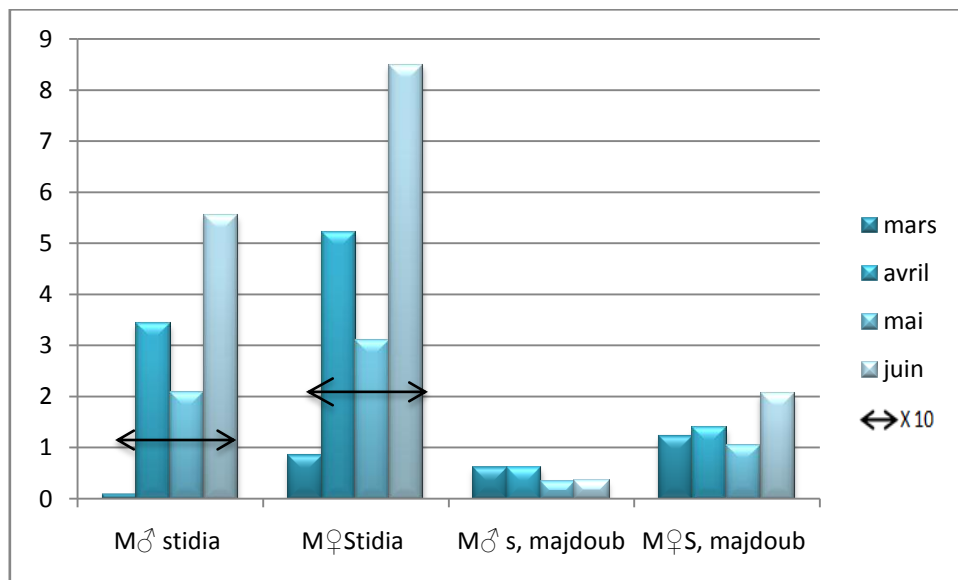


Figure 42 : Variations des teneurs mensuelles moyennes en plomb dans le tissu mou chez la moule *M. galloprovincialis* en fonction du sexe.

On remarque que les teneurs en Pb sont les plus importantes au niveau du site de stidia à partir de mois avril (concentration *10) chez les mâles, alors que les femelles reflètent des teneurs plus élevée au niveau des deux sites, les taux en Pb varient entre [0.09-84.93 ppm. Pb] à stidia et [0.34-2.06 ppm. Pb] à S.majdoub.

Au niveau des échantillons du site de stidia, les teneurs moyennes en Pb augmentent chez les deux sexes, les teneurs plus faibles sont signalés en mars avec des valeurs traces de 0.09 et 0.9 ppm. Pb chez les mâles et les femelles respectivement ; ces teneurs augmentent rapidement et progressivement en avril qui affiche des taux de 30.43 ppm. Pb et 50.21 ppm. Pb chez les mâles et les femelles respectivement. Cependant, les concentrations moyennes les plus remarquables sont attribuées au mois de juin avec des teneurs moyennes de 50.55 ppm. Pb et 84.93 ppm. Pb chez les mâles et les femelles respectivement.

Les teneurs moyennes obtenus au niveau des échantillons du site de S.majdoub montrent des fluctuations identiques chez les deux sexes ; Cependant les femelles s'affichent avec des taux plus importants enregistrant une teneur de 2.06 ppm. Pb en juin, par contre les mâles se remarquent avec des concentrations moyennes plus faibles, la plus faible concentration

caractérise les mois de mai et juin avec des taux moyen de 0.34 ppm. Pf, alors que la concentration la plus importante est relevé aux mois de en mars et avril avec une moyenne de 0.61 ppm. Pf .

En comparant nos teneurs moyennes trouvés de ces xéno-biotiques avec ceux de la littérature, et regroupé dans le (Tab .10), au niveau des deux zones d'étude (stidia et S.majdoub), on relève une certaine régression de cette contamination métallique excepter pour le plomb qui est présent a un taux vraiment important au niveau de stidia .

Tableau 10 : Moyennes des teneurs métalliques en (ppm. Pf) du tissu mou de *M.galloprovincialis* par des études faite au niveau du littoral de Mostaganem.

Métaux lourds	La teneur en ppm	Référence et station
Pb	<u>39.88</u>	(Tekouk et Hama ,2018) stidia (pf)
Cu	1.11	
Zn	1.83	
Pb	<u>1.91</u>	(Tekouk et Hama ,2018) S.majdoub (pf)
Cu	1.34	
Zn	1.8	
Pb	10.32	(Guendouzi , 2014) S.majdoub (ps)
Cu	6.61	
Zn	156.80	
Pb	13.96	(Guendouzi , 2014) Wilis (ps)
Cu	6.59	
Zn	176.00	
Pb	5.29	(Benali, 2015) Kharouba (ps)
Cu	2.99	
Zn	55.7	

La résistance des bivalves à l'action létale des métaux est liée à des particularités comportementales de ces organismes qui ont la possibilité de fermer leur coquille ou de fermer leur siphon exhalant, arrêtant ainsi toute filtration, en réponse à un stress environnemental (**Rodgers et al., 1980; Watling, 1981; Manley, 1983**). Cependant, le Fe, le Cu et le Zn sont des métaux essentiels pour le métabolisme, mais il y a d'autres métaux nocifs à la vie des bivalves comme le cadmium et le plomb.

La teneur moyenne en Cd est dans un gradient décroissant au niveau des deux sites, toujours est-il que le site de Stidia marque le taux le plus élevé. En effet, selon (**Sunila, 1981; Manley, 1983**), le seuil de ce métal chez *mytilus* s'élève à une concentration de 3 ppm entraînant la fermeture des valves en plus à des concentrations de 5 et 10 ppm de lésion du tissu épithélial sont provoqués causant la désintégration en 24 heures des filaments branchiaux, notre résultat reste tout de même inférieur affichant une teneur en Cd chez la moule d'environ 1.45 ppm.

Les teneurs moyennes en Pb sont dans un gradient croissant au niveau des deux sites (39.88 > 1.88 ppm), la zone de Stidia affiche des concentrations très importantes due à une contamination par le déversement de ce métal qui est utilisé par les pêcheries (**cf chapitre II**) et les pêcheurs. Peu d'information sur l'effet de ce métal chez les bivalves. D'après **Benyahia et al (1988)**, peu d'études ont été consacrées sur l'effet de plomb chez ces espèces.

Les teneurs métalliques régressent pendant les mois de mai et juin, ce qui est caractéristique de la période de ponte chez *M.galloprovincialis*, ce résultat est confirmé par (**Bryan et al., 1980; Cossa, 1989**), qui affirment que les pontes correspondant à l'émission des œufs s'accompagneraient d'une chute des teneurs métalliques, parallèlement à une baisse du poids de l'animal.

II. 2. Bio-contamination Chez l'oursin *P.lividus*

Les résultats des différentes concentrations moyennes dans les gonades du *P. lividus* obtenues lors de notre étude sont représentés pour chaque métal en fonction du sexe.

II.2.1.Le Fer

Les différentes teneurs moyennes mensuelles relevés dans l'accumulation du Fe dans les gonades mâle et femelles de l'oursin *P.lividus* au niveau des deux sites d'études sont regroupées dans le (Tab. 4, Annexe I), et illustrées par la figure 43.

Les valeurs moyennes des concentrations en Fe sont comprises au niveau des deux sites dans un intervalle de [0.96 – 0.99 ppm. Pf], on relève que l'accumulation est plus au moins importante au niveau des gonades femelles dans les deux sites.

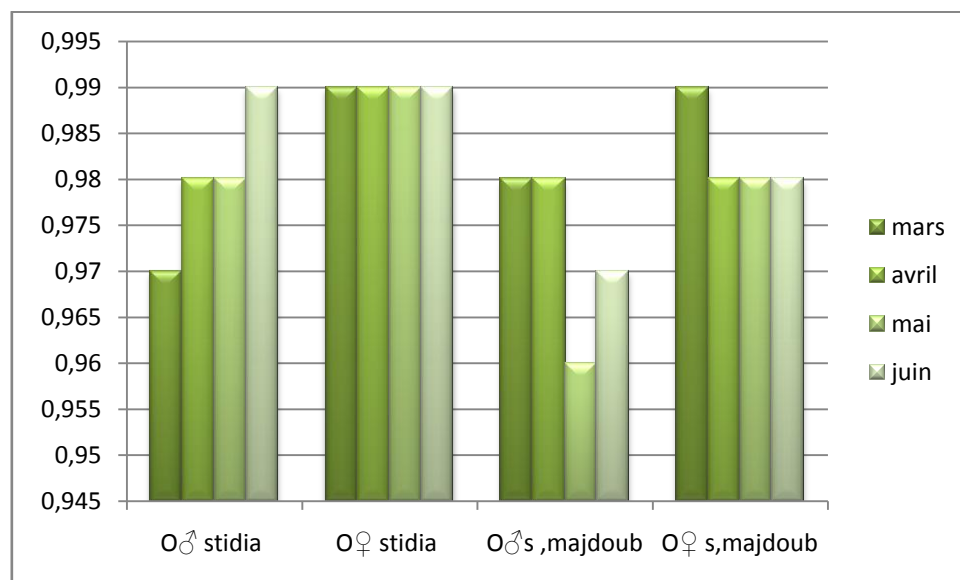


Figure 43 : Variations des teneurs moyennes en Fer dans les gonades de l'oursin *P. Lividus* en fonction du sexe.

Au niveau des échantillons acquis à stidia, les teneurs des concentrations moyennes augmentent proportionnellement en fonction des mois chez les mâles marquant un taux minimal de 0.97ppm. pf en mars et atteignant une valeur maximale de 0.99 ppm. pf en juin par contre chez femelles elles sont stables durant les quatre mois d'étude.

Pour les échantillons de S.majdoub, on remarque une stabilisation des concentrations moyennes des femelles qui marque une teneur maximale en mars avec 0.99 ppm. Pf, puis diminue à partir d'avril pour marquer des valeurs moyennes stables de 0.98 ppm. Pf, par contre les mâles affichent des teneurs moyennes maximales en mars et avril avec une teneur

de 0.98 ppm.Pf qui régresse pour atteindre une teneur minimale de 0.96 ppm. qui est suivie par une légère augmentation en juin.

II.2.2. Le Cuivre

Les variations des teneurs moyennes en Cu dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P. lividus* sur au niveau des deux sites d'études sont regroupées dans le (Tab.4, Annexe I), et illustrées par la figure 44.

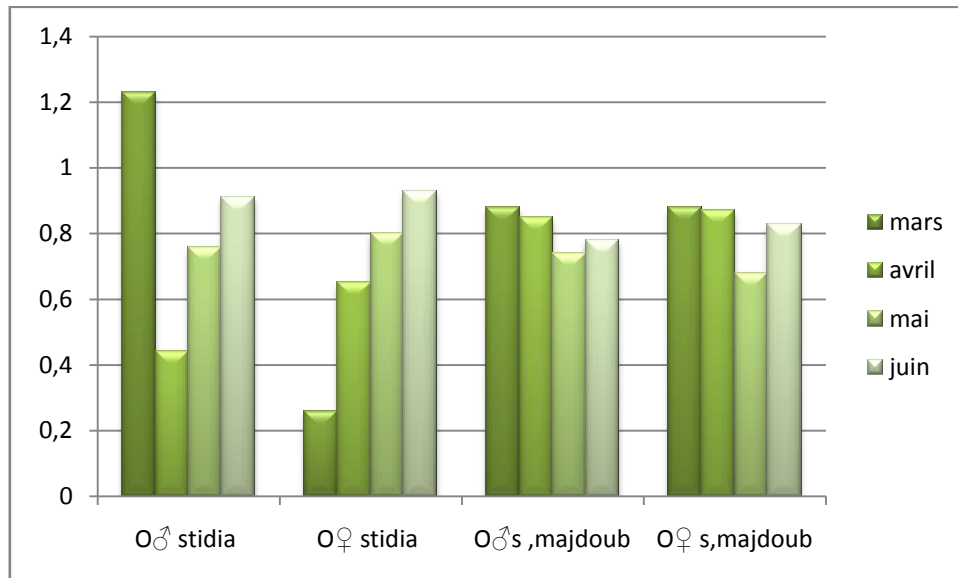


Figure 44 : Variations des teneurs du cuivre dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P. Lividus*.

On remarque des fluctuations plus importantes dans l'accumulation de ce métal chez les deux sexes confondus et au niveau des deux sites d'études, les variations de ces concentrations varient dans un intervalle de [0.26-1.23 ppm. Pf] à stidia et [0.74 – 0.88 ppm. Pf] à s.majdoub.

On relève qu'au niveau des échantillons de stidia qu'en mars les gonades mâles affichent une concentration moyenne maximale de 1.23 ppm. Pf, ce taux chute rapidement marquant une teneur minimale de 0.45 ppm. Pf en avril pour s'élever ensuite au mois restant de notre échantillonnage. Les femelles par contre affichent des teneurs moyennes qui augmentent proportionnellement au fur des mois de notre étude marquant une valeur minimale en mars avec 0.26 ppm. Pf et la teneur maximale est attribuée au mois de juin avec 0.93 ppm. Pf.

Cependant, les variations des concentrations au niveau de S.majdoub sont moins accentuées chez les deux sexes, on trouve alors que le mois de mars se caractérise avec la teneur la plus

Importante de 0.88 ppm. Pf et que le mois de mai se remarque avec la teneur la plus faible de 0.74 et 0.68 ppm. Pf chez les mâles et les femelles respectivement.

II.2.3. Le Zinc

Les teneurs mensuelles moyennes en Zn dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P. lividus* sont regroupés dans le (Tab.4 , Annexe I) , et illustrés par la figure 45.

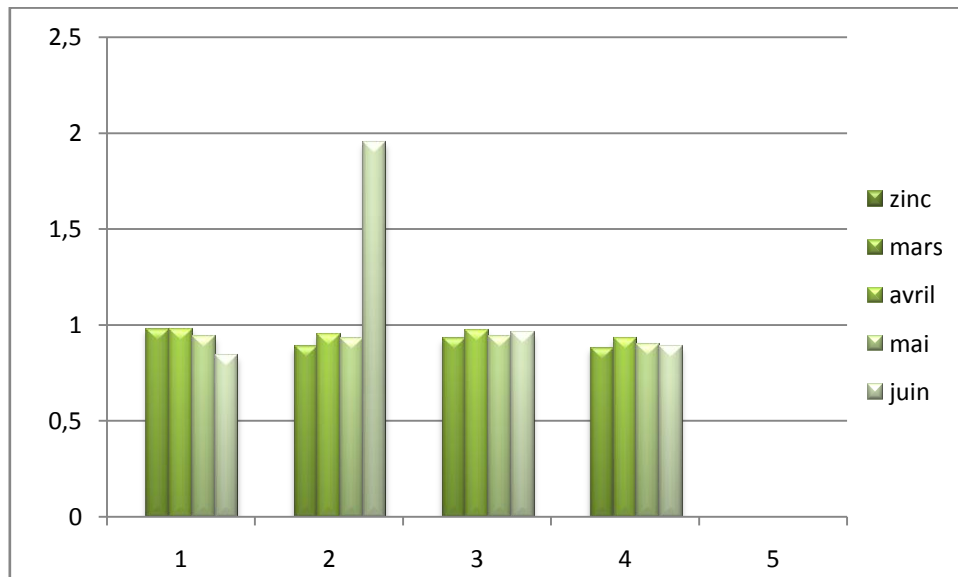


Figure 45 : Variations des teneurs moyennes en zinc dans les gonades de l'oursin *P. Lividus*.

Les teneurs moyennes en Zn varient entre [0.84-1.95 ppm.pf] à stidia et [0.88-0.99ppm. pf] à site s.majdoub.

Les variations des concentrations moyennes des gonades mâles ne montrent pas de grandes différences en fonction des mois d'échantillonnages, le taux le plus stable caractérise le mois de mars et avril avec 0.98 ppm. Pf, puis diminue légèrement Chez les femelles, la teneur en En fluctuent légèrement après allant a une teneur maximale de 1.95 ppm. Pf en juin.

Toutefois, ces variations mensuelles des concentrations moyennes en Zn au niveau de S.majdoub se caractérisent avec une légère fluctuation des concentrations variant entre 0.88 et 0.99 ppm .Pf.

II.2.4. Le Cadmium

Les teneurs moyennes mensuelles du Cd dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P. lividus* sont regroupées dans le (Tab.4, Annexe I), et illustrées par la figure 46.

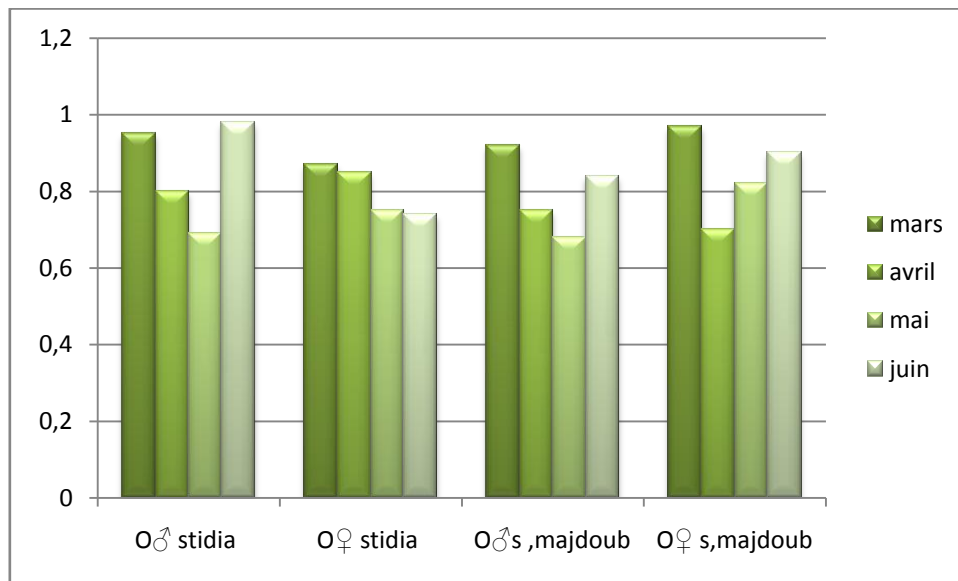


Figure 46 : Variations des teneurs moyennes en cadmium dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P. Lividus*.

Les concentrations moyennes en cadmium varient entre [0.69-0.95ppm .pf] à stidia et [0.68-0.97 ppm.pf] à S. majdoub.

Les variations des teneurs moyennes en Cd régissent au niveau des gonades de l'oursin tous sexes confondus.

Chez les mâles et au niveau des deux sites, on relève une concentration moyenne très importante en mois de mars avec 0.95 Ppm.Pf, et 0.92 ppm chez les gonade males au S.majdoub, ces teneurs refluent avril et mai puis augmentent en juin avec 0.98. Ppm.Pf a stidi et 0.84 ppm. Pf a S.majdoub.

Les gonades femelles de stidia, affichent aussi des valeurs de concentrations moyennes élevées en mars qui diminuent au fur des mois pour atteindre un taux minimal en juin de 0.74 ppms. Pf. Par contre a S.majdoub les concentrations moyennes en Cd varient considérablement, la teneur la plus importante s'affiche en mois de mars, qui diminue en avril puis augmente graduellement en mai et juin atteignent un taux moyen maximal de 0.82 et 0.95 ppm. Pf.

II.2.5. Le Plomb

Les variations mensuelles du Pb dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P.lividus* sont regroupées dans le (**Tab.4, Annexe I**) et illustrées par la figure 47.

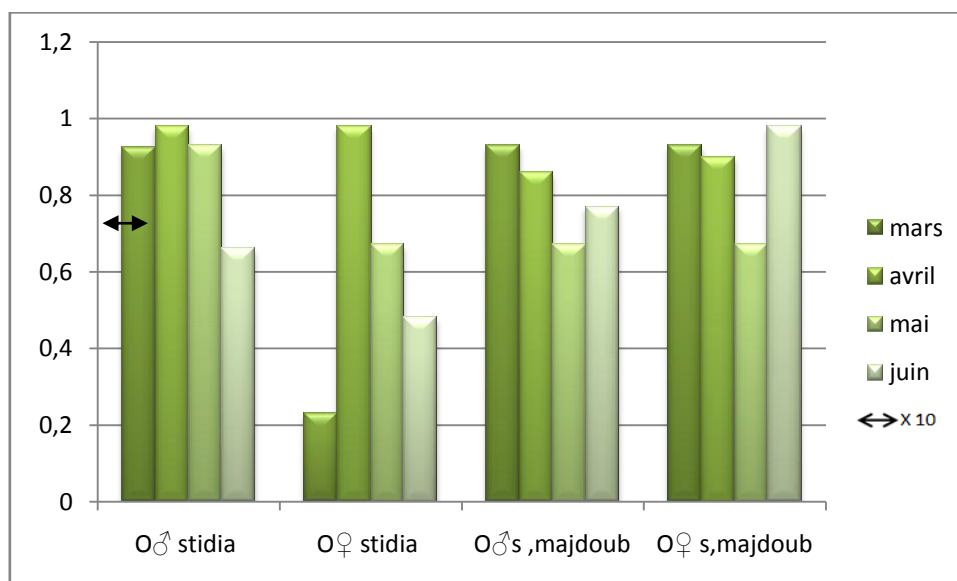


Figure 47: Variations des teneurs en plomb dans les gonades mâles et femelles de l'oursin *P.lividus*.

On remarque que la teneur moyenne la plus importante en plomb est caractérisé par les gonades des oursins mâles de la zone de stidia cela au mois de mars avec une valeur moyenne de 9.23 ppm. Pf, ces teneurs restent dans un intervalle de [0.23-9.23 ppm. Pf] à stidia et [0.67-0.98 ppm. Pf] à S. Majdoub.

Au niveau du site de stidia, la teneur la plus élevée est chez les gonades mâles en mars (concentration observe *10), cette dernière diminue au fur des mois ; Chez les gonades femelles, la concentration la plus faible s'affiche en mars et augmente pour atteindre un taux maximal de 0.98 ppm. Pf en avril, ces teneurs diminuent affichant une concentration moyenne minimale de 0.48 ppm. Pf juin.

Néanmoins, au niveau de S.majdoub, les teneurs en Pb fluctuent chez les gonades mâles et femelles de façons identiques, une concentration moyenne est enregistrée en mars avec 0.86 et 0.93 ppm. Pf chez les mâles et les femelles respectivement, puis ces teneurs diminuent en avril et mai pour augmenter ensuite en juin marquant des valeurs de 0.77 et 0.98 ppm. Pf chez les mâles et les femelles respectivement.

Afin de mieux refléter notre résultat, nous avons représenté par la figure 48 les degrés de la bioconcentration métallique de chaque site qui se trouve être comme suit : Pb > Zn > Fe, quoique la contamination en Pb se trouve être plus intense au niveau de stidia par rapport S.majdoub et tout aussi bien que les teneurs métalliques en Cu sont très importantes au niveau

De ce dernier. L'accumulation de teneur moyenne on Cd sont identique chez les deux espèces bio- indicatrices.

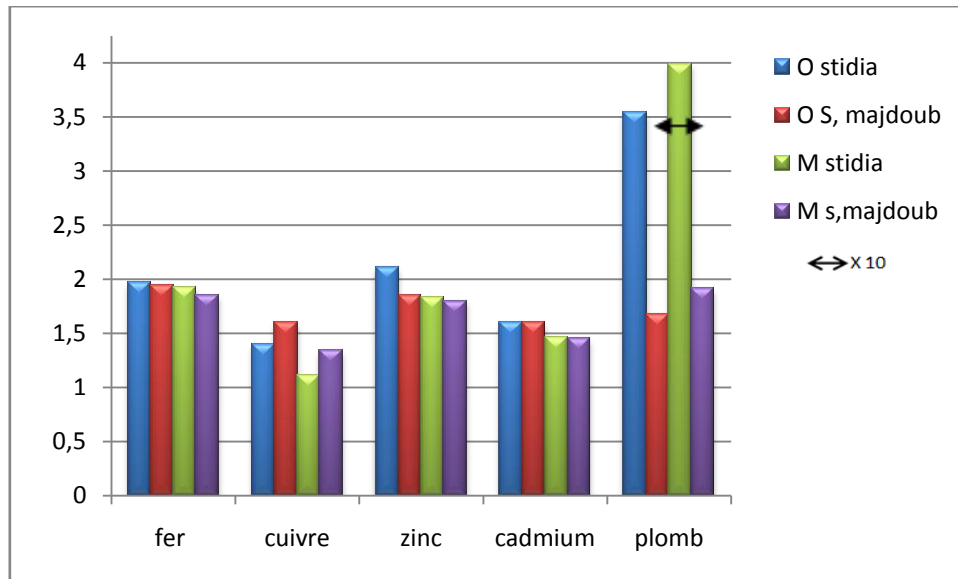


Figure 48: Variations des teneurs moyennes métalliques chez les deux espèces bio-indicatrices la moule *M.galloprovincialis* et l'oursin *P.lividus* au niveau des deux sites d'étude stidia et S.majdoub.

Pour encore mieux d'explicité, nous avons résumé nos résultats obtenus et ceux de la littérature dans le tableau 11 afin de mieux les visualisé et les comparé.

Tableau 11 : Comparaison des différents résultats sur le littoral de Mostaganem.

Elément	La teneur ppm	Référence et station
Cu	1.19	(Sahnoun , 2009)
Zn	4.95	Mostaganem
Cd	1.97	
Pb	0.01	
Cu	2.19	(Dermache ,2010)
Zn	5.49	Mostaganem
Cd	1.97	
Pb	0.01	
Cu	1.4	(Tekouk et Hama ,2018)
Zn	2.11	stidia Mostaganem
Cd	1.6	
Pb	<u>3.54</u>	
Cu	1.6	(Tekouk et Hama ,2018)
Zn	1.85	S. majdoub Mostaganem
Cd	1.6	
Pb	<u>1.67</u>	

Selon **Asso (1982)**, le zinc et le fer sont des oligoéléments indispensables pour les êtres vivants, tandis que le cadmium est un métal lourd qui n'à aucun rôle biologique connu. De plus, ce métal figure dans la liste des substances dangereuses (**C.E.E, 1982**), et est considéré comme polluant hautement dangereux et non biodégradable (**E.E.A, 1997**).

Notre résultat montre que la teneur de Pb et élève chez les gonades de l'oursin du site de stidia d'une moyenne de $3.54 \mu\text{g.g}^{-1}$, les organismes contrôlent l'accumulation métallique selon leurs mécanismes de détoxification, et plusieurs chercheurs propose que la résistance des oursins à ces contaminants est due à la présence de la métallothioneine dont la propriété essentiel le est l'immobilisation des métaux sous forme non toxique à l'intérieur de la cellule (**San Martin, 1995 ; Dermeche, 1998**).

Toute la régression des teneurs métalliques et leurs chute entre les mois avril et mai sont au moment de la ponte de l'oursin *P.lividus*, selon **Webb (1997)**, a la ponte, les concentrations en métaux lourds chutent (relargage des métaux en ce moment là) et l'accumulation des réserves ne reprendra lentement qu'au début de la période du repos sexuel.

Conclusion générale

L'étude que nous avons réalisée sur la bio-surveillance biologique est une investigation de la qualité de milieu marin par deux espèces bio-indicatrices «la moule *M.galloprovincialis* et l'oursin *P.lividus*» par l'empreinte physiologique (indice de condition ICm, indice gonadique IGm et indice de réplétion IRm) et l'empreinte chimique pour évaluer la contamination métallique (Fer, Cuivre, Zinc, Cadmium et Plomb) au niveau de deux biotopes Stidia et Sidi Majdoub au littoral de Mostaganem.

La comparaison des variations des ICm et IRm mensuelle est évaluée pour les deux- espèces bio-indicatrices *M.galloprovincialis* de site sidi majdoub et *P.lividus* sur les deux biotope qui affichent des fluctuations importantes pour les deux indices ICm et IRm, leur augmentation est intense aux premiers mois à savoir mars et avril, puis une réduction qui se remarque en mai et juin suite à la diminution des consommations des ressources trophiques ; Par contre la variation de ICm IRm de la moule *M.galloprovincialis* du site stidia augmente en avril et diminue durant les mois restant.

Les fluctuations mensuelles de l'évolution d'IGm chez les deux espèces bio-indicatrices indiquent qu'elles sont en période de reproduction en pleine saison printanière, on relève que la ponte de l'oursin *P.lividus* se situe entre les mois mars et avril au niveau des deux sites d'étude, alors que chez la moule *M.galloprovincialis* elle s'étale au printemps et se prolonge en début d'été entre les mois avril et mai pour les deux sites.

Concernant la sex-ratio, nos deux espèces, l'oursin *P.lividus* et la moule *M.galloprovincialis*, affichent le même taux d'abondance des femelles au niveau des deux biotopes «stidia et sidi Majdoub »

Pour ce qui est de la bioaccumulation des métaux traces par nos espèces, nos résultats montrent que ces xéno-biotiques (Fe, Cu, Zn, Cd et Pb) sont présents dans tous les organes cibles chez les deux espèces bio-indicatrices tous sexes confondus, ils s'affichent à de hautes concentrations chez les femelles, toutefois, en comparant nos résultats avec ceux de la littérature au niveau de cette même zone d'étude, nos données y semblent similaires.

Les fluctuations mensuelles de la bioaccumulation montrent une chute des concentrations au moment de la période de ponte chez les deux espèces bio-indicatrices prise en considération lors de notre étude.

Au niveau du site de stidia, on relève que la moule portuaire présente une contamination intense par concentration du Pb, qui dépasse plus de 20 fois celle de sidi majdoub, alors que la teneur moyenne en Cd dans les gonades d'oursin sont identique au niveau des deux biotopes.

Selon **karfouf et al (2015)**, cette charge de pollution métallique au niveau des deux sites stidia et sidi majdoub est sûrement due aux rejets qui ne subissent aucun traitement préalable a leurs rejets en particulier sur site stidia

Références bibliographique

A

Abada-boudjema Y.M., Dauvin j.c., 1995- Recruitment and life-span of two natural mussel populations *perna perna* (linnaeus) and *mytilus galloprovincialis* (lamarck) from the algerian coast. j. moll. stud., 61 : 467-481.

Abada-boudjema Y.M., 1996 - Cinétique, croissance, production et composition biochimique de deux bivalves mytilidés, *perna perna* (l.) et *mytilus galloprovincialis* (lmk) du littoral algérois. thèse doct. muséum national hist. nat. paris 243.

A.E.R.M.C., 2002 - Guide technique n° 7. Pollution toxique et écotoxicologie : notion de base. lyon : agence de l'eau Rhône-méditerranée-corse. 84p.

Afnor., 1985- Norme française d'huîtres creuses. Dénomination et classification, NF V45-056, 5p.

Amiard J.C., Pineau A., Boiteau H.L., Metayer C. Amiard-Triquet c., 1987 - Application de la spectrométrie d'absorption atomique Zeeman aux dosages de huit éléments traces (Ag, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb et Se) dans des matrices biologiques solides. Wat. Res., 21 (6) : 693-697.

Amiard-Triquet C., 1989 - Bioaccumulation et nocivité relatives de quelques polluants métalliques à l'égard des espèces marines. *Bull. Ecol.*, 20, 2, 129-151.

A.N.D.I., 2013 - Agence Nationale de Développement de l'Investissement wilaya de Mostaganem p22.

ANDI .,2014 - Agence Nationale de Développement de l'Investissement Entretien avec Monsieur Ahmed MAABED, Wali de Mostaganem .

AOAC. , 1980 - Association of Official Analytical Chemists AOAC – 13ème Ed ,Page 405.

Aoudjit, N., 2001 – Etude de certains facteurs biologiques et de la contamination de la Bogue (*Boops Boops*) par les métaux lourds provenant de la baie d'Oran. Thèse de Magister, Dép. De Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Oran : 120p.

Aoumeur, R., 1990 - Contribution à l'étude de certains métaux lourds dans les sédiments superficiels de la baie d'Alger. Mémoire d'Ingénieur d'Etat, I.S.M.A.L., Alger : 62 p.

Ascensio, E., Bordreuil, C., Frasse, M., Orioux, A. Roux, D., 1977 -Une approche des conditions météorologiques sur le Golfe du Lion. Annales de l'Institut Océanographique, Paris, 53 (1), 155-169.

B

Bachir -Bouidjra, A., Halmouti, A., Bensahl a- Talet, L et Boutiba, Z., 2000 - Recherche sur la biométrie de la langouste rose (*Palinurus mauritanicus*) pêchée dans la baie d'Oran et de Béni Saf et sa contamination par les métaux lourds. Journée Internationale sur la Biodiversité, Bordj El Kiffane (Alger), 20–21 mai 2000 .

Bachir-Bouidjra.B, Belbachir.N, Benkada.M.Y, Maarouf.A, Riadi .H.,2010 - sur la présence de l'algue *Caulerpa Racemosa* (forsskal)J. agardh (caulerpales , chlorophyta) devant la cote Mostaganem (ouest algerie) p05.

Barcelone, 1999- Atlas ambiental de la Mediterrània. L'estructura del territori i del paisatge, ouvrage collectif, Portic.

Beaumont, A., 1978 - Biologie animale des Protozoaires au Métazoaires Epithélienneuriens tome I 2^{ème} Edition, Dunod, Univ, :447p .

Begoug, S., Touarsi, N., 2000 - Indice de contamination métallique de la moule *Mytilus galloprovincialis*(L.) du port d'Oran. Mémoire DES, Dép., de Biologie .

- Belabed B., 2010** - La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « Sources de contamination des écosystèmes aquatiques » obtention du diplôme de Docteur en Sciences de la Mer Option : Biologie et physiologie des organismes marins Université Badji Mokhtar Annaba pp199.
- Belbachir.N.,2012** - contribution a l'étude écologique de l'herbier a *posidonia oceanica* (L) Delile (1813) de la frange de Mostaganem .état de sante et relation entre plante et échinoderme thèse écosystème côtier marine magister option p178.
- Belhoucine, F., 2005** - Contamination du Merlu *Merluccius merluccius* (L., 1758) par trois métaux lourds(Cadmium, Plomb et le Zinc) pêché dans la baie d'Oran. Thèse de Magister Univ. Oran : 110p.
- Benadda,H., 2009** – Evaluation de la pollution marine par trios éléments en trace métalliques (plomb, cadmium et zinc) sur un poisson pélagique: La Saurel, *Trachurus trachurus* (Linné,1758) pêchée dans la baie d'Oran, Thèse Magister. Univ.Oran Es- Sénia 82p + Annexes .
- Benadda , B.,2002** - état de l'art concernant la mesure des émissions et le traitement des métaux dans les fumees cas du cadmium, du mercure et du plomb etude n° 00-0220/1a pp22 : 215.
- Benali , I.,2015** -Utilisation de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lmk, 1819) collectée sur le littoral ouest algérien, pour l'évaluation de l'impact d'une pollution anthropogénique (Métaux lourds, PCBs et HAPs) Pour l'obtention du diplôme de doctorat en science en biologie option: sciences de l'environnement université d'Oran pp213.
- Benamar, N., 2005** - Evaluation de la pollution marine par trios éléments en trace métalliques (plomb, cadmium et zinc) sur un poisson pélagique: L'allache *Sardinella aurita* (Valencienne,1847) pêchée dans la baie d'Oran, Thèse Magister. Univ.Oran 97p.
- Benghali. S., 2006** - Biosurveillance de la pollution marine de la côte occidentale algérienne par la mesure de l'activité de acétylcholinestérase chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, l'oursin *Paracentrotus lividus* et la *Patella caerulea*, Mémoire de Magister, Université d'Oran, 83p.
- Benguedda- Rahal, W., 1993** -Contribution à l'étude de quelques polluants métalliques chez la moule *perna perna* (L) et le rouget *Mullus surmuletus* (L) dans la partie occidental du golfe d'A rzew. Thèse de Magister en Océanologie Biologie, ISMAL (Alger) : 152p. **02 p.**
- Benguedda- Rahal, W., Chouikhi, A. et Boutiba, Z., 1994a-** La contamination par les métaux lourds de la moule *Perna perna*, L. dans le golfe d'Arzew. 1 er Colloque Climat-Environnement de l'ARCE, Oran .
- Benguedda- Rahal, W., Chouikhi, A., Boutiba, Z., 1994b-** Teneurs en métaux lourds du rouget *Mullus surmeletus*, L. dans le golfe d'Arzew. Colloque International sur les écosystèmes. 23–24 Nov. 94. Tlemcen, Alg .
- Bensahla-Talet, L., 2001**– Contribution à l'étude des caractères biologiques du rouget (*Mullus barbatus*) du golf d'Oran et sa contamination par les métaux lourds. Thèse de Magister, Dép. De Biologie, Faculté des Sciences, Univ. Oran : 156p.
- Bentata –kaddar .I., 2015** - évaluation de la contamination métallique par trois métaux traces (Cd ,Ni ;Zn) de rouget de vase *mullus barbatus* (L ; 1758) pêche au niveau de la cote occidentale algérienne opt , science de environnement marine magister ,these magister univ,oran 122p

- Besada V., Fumega J., Vaamonde A., 2002** - Temporal trends of Cd, Cu, Hg, Pb and Zn in mussel (*Mytilus galloprovincialis*) from the Spanish North-Atlantic coast 1991-1999. Science of the Total Environment 288, 239-253.
- Bhaby .S , Belhsen .O.K, Errhif. A.,2011** - Cycle de reproduction de la moule *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819 au Maroc p05.
- Bittel, R., 1973** - Etude du comportement des métaux lourds en milieu marin, en vue de l'évaluation de la capacité limite d'acceptation des écosystèmes océaniques pour la pollution chimique. Rev. Inter. Océanog. Méd. Tome XXX : 37 p.
- Bonnard, N., Brondeau M -T., Jargot, D. Nikolova-Pavageau, N. Schneider, O. Serre P.,2011**-base de données fiches toxicologiques acide nitrique fiche toxicologique n°9 p8,-2.
- Borsali.S.,2007** –contribution a l'étude de la contamination par les métaux lourds (Zn,Cd ,Pb) dans les organes (foie, gonade et muscle) de rouget de roche *Mullus surmuletus* (L.1758) pêche dans la baie d'Oran.
- Borsali.S.,2015** - contribution a l'étude de la contamination par les métaux lourds (Zn,Cd ,Pb) dans les organes (foie, gonade et muscle) de rouget de roche *Mullus surmuletus* (L.1758) pêche dans la baie d'Oran thèse doctorat P 202.
- Bouaziz .B.,2012** - étude de la plage submergée de stidia côte ouest de Mostaganem thèse ingénieure option ressources halieutiques.
- Bouchaud, Chassard ,C., 1995** - *l'écotoxicologie*, ed. P.u.d. France. paris.
- Bouderbala, M., Boutiba.Z. 1997** – Teneurs en cuivre, plomb, zinc et nickel chez le dauphin commun (*Delphinus delphis*) des côtes algériennes. II ème Journées Maghrébines des Sciences de la Mer, ISTPM, Agadir(Maroc), 20–22 Déc. 11997.
- Boudouresque, C -F., Verlaque, M., 2007** - Ecology of *Paracentrotus lividus*, in: Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. John Miller Lawrence, pp. 243–285.
- Boue.H , Chanton. R., 1978**– Zoologie I, 2, Invertébrés Edit.Doin, . Paris, 713p.
- Boukhelf. K., 2007** - Etude de l'écosystème marin de oued Sadaoua Sidi Lakhdar Mostaganem. (étude hydrologique, bactériologique et physicochimique).
- 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), these de magister science de la mer Option : Biologie et pollution marines 183p.
- Bouland.C., 2002** - Intoxication aux métaux lourds Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement P07.
- Bourrelrier P. H., Berthelin J., 1998** - Contamination des sols par les éléments en traces: les risques et leur gestion. Rapport n°42 à l'Académie des Sciences. Veith, G.D., Defoe, D.L.,
- Boutiba, Z.,2004** - Guide de l'environnement marin Edit : DAR EL GHARB,273 P.
- Branes, R. D., 1987.** -Invertebrates zoology, (Fifth edition). Saunders college publishing. 893p.
- Bryan G.W. Langoston, W.J., 1992** - Bioavailability, accumulation and effects heavy metals in sediments with special reference to united estuary. *Environ. Pollution*, 76, 89-131.
- Bryan, G. W., 1984** - Pollution due to heavy metals and their compounds. *Marine ecology*, (5), 1290- 1431.
- Buckle.L.E,Alveal.K,Tarfeno.E,Guisado.C,Cordoba.L,Serrano.C,Valenzuela.j,19980** - biological studies on the Chilean Sea urchin *Loxechinus albus* (Molina) (Echinodermata :

Echinoidea) .food analysis and seasonal feeding rate .*An.centrocien. mar. limnol .univ. nat. auton .mexico*,7:149-158.

C

- Cahen ,D., 2005** - Dossier didactique, Moules natures, Muséum des Sciences naturelles 31 p.
- C.E.E.,1982-** communication de la commission au conseil relative aux substances dangereuse susceptibles de figure sur la liste I de la directive 76/464/CCE du conseil.*J.O.n°C176* :3-10.
- Campbell, A. C., 1974** - Observations on the activity of Echinoid pedicellairae. *Mar, Behav, Physiol.* 3 : 17-34.
- Cappello, T., Maisano, M., D'Agata, A., Natalotto, A., Mauceri, A., Fasulo, S., 2013** - Effects of environmental pollution in caged mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Mar. Environ. Res.* 91, 52–60.
- Casas S., 2005** - Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. Thèse de Doctorat de l'université du sud Toulon Var, 276p.
- Casas S., Bacher C., 2006** -. Modeling trace metal (Hg and Pb) Bioaccumulation in the Mediterranean Mussels, *Mytilus Galloprovincialis*, Applied to environmental Monitoring, *Journal of sea research*56, pp.186-181.
- CE, 2011-** Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport
- Chiffolleau ,J F., Auger D., Boutier B., Rozuel E. Truquet I., 2003** - Dosage de certains métaux dans les sédiments et la matière en suspension par absorption atomique. Ifremer, p. 45.
- Chiffolleau, J.F., Auger D., Chartier, E., Michel, P., Truquet, I., Ficht, A., Gonzalez, J. L., et Romana, L. A. , 2001** -«Spatiotemporal changes in Cadmium contamination in the Seine estuary (France)». *Estuaries* 24 (6B): 1029-1040.
- Cossa, D., 1985.** - Le cadmium et le mercure en milieu côtier : biogéochimie et utilisation du genre *Mytilus galloprovincialis* comme indicateur quantitatif. Thèse de Doctorat d'état, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 387 p.
- Cossa.D,Lassus.p.,1989** - le cadmium en milieu marin.biogéochimie et écotoxicologier , Edition Ifremer ,pouzané, France 16 :11.
- Cossa D., Abarnou A., Andral B., Bougrier S., Buestel D., Claisse D., Hatt P. J., Stanisiere J. Y., 1998** - De l'usage de la méthode des transplants de moule pour le suivi de la contamination chimique le long des cotes méditerranéennes françaises. Compte rendu et recommandations de l'atelier RINBIO, Rapport DEL/PC, RA708, Ifremer: 76.
- CRC, 2010** -Mytiliculture. Publication du Comité Régional de la Conchyliculture Bretagne Iud. Htto: [//www.hitres-de-bretagne.com/mytiliculture](http://www.hitres-de-bretagne.com/mytiliculture). de la commission des questions sociales, de la santé et de la famille du conseil de l'Europe. Doc: 12613

D

- D'adamo, R., Di Stasio, M. , Fabbrochini, A., 2008** - Migratory crustaceans as biomonitors of metal pollution in their nursery areas. The Lesina lagoon (SE Italy) as a case study. *Environmental monitoring and assessment*, 143, 15-24. 760.
- Dandonneau ,y.,1978-**effet biologiques de la pollution des mers par les hydrocarbures p.4
- Dermeche. S., 1998-** Teneur en métaux lourds (Cd, Pd, Cu, Zn, et Ni) chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus*(Lmk) pêché dans le golfe d'Arzew, Thèse de Magister Univ. Oran: 132 pp.

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- Calédonie, Coll, Faune tropicale, ORSTOM, Paris.

Deconinck. W, 1971- , Dossier didactique moules nature.

Dermeche S; 2010- Indices physiologiques, métaux lourds et bioessais chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmck ,1816) de la côte oranaise (Algérie Ouest). Doctora en pollution marin. Uni Oran. p6-23-38.

Dghoughi. L, B. Elidrissi, C. Bernede, M. Addou, M. Alaoui Lamrani, M. Regragui, H. Erguig, Applied ,2006 - Surface Science. (253) : 1823–1829.

Djilani .C, 2006 - Analyse et traitement des eaux de rejets de l'unité VCM du complexe pétrochimique de Skikda, Mémoire de Magister. Université de Skikda.

Drif F.,2012 - Distribution des métaux traces chez les bivalves(Mollusques) dans le golfe d'Annaba (Nord-est Algérien) , Thèse de Doctorat Filière: Biologie Animale .

Dusquene. S., 1992 - Bioaccumulation métallique et métallothioneines chez trois espèces de poissons du littoral Nord-Pas De Calais. Thèse de Doctorat en Biologie et Santé.. Lille: Université des Sciences et Techniques de Lille.

E

E.E.A, 1997 - inter-regional forum.2nd meeting repport of european marine conventions. Rome , 6-7 novembre 1997.doc . European Environemental agency . technical repport N° 10.57 p.

Elhaj.z ,2006 -Recherche des trace des composés organostamiques dans les eau de mer et les tissus de la moule *mytillus gllloprovincialis* ; L 1819 des zones portuer de l'oueste algerie .these magister p185.s

F

FAO, 2006 - Département des pêches et de l'aquaculture Statistiques de Pêches

Fenaux L., 1968 - Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A.lixula*, *P.lividus* et *Psammechinus microtuberculatus* (Echinides) à Villefranche- sur- Mer.Vie et milieu, 19(1- A) ,1-52.

Fenaux, L., 1981 - cycle saisonnière de reproduction croissance larvaire chez echinoderme (ocieanis ,b: 277 -307).

Fenaux, L., 1994 - Five tests of food-limited growth of larvae in coastal waters by comparisons of rates of development and form of echinoplutei. Limnol Ocean. 39, 84–98.

Fernande.z .C., 1996 - Croissance et nutrition de l'oursin *Paracentrotus lividus* dans le cadre d'un projet aquacole avec alimentation artificielle .Thèse .Doct.,Oceanol, Univ.Corse, France., 1-200.

Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L. 1987- Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche37. Révision I.Vol. I. Végétaux et invertébrés. 760p.

Franz – xavier R. , 2004 - Guide pratique de toxicologie. De Boeck 2004,2^{ème} édition.

Fredig, G., 2002 - *Paracentrotus lividus* .MEDIFAUNE.

G

- Garcia, N., Cuttelod, A., Abdul Malak, D., 2010**-Te Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Malaga, Spain. vii+32pp .
- Crosby MP, Gale LD., 1990** -A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. Journal of Shellfish Research, 9, 1, 233-237.
- Ghodbani.T, Kansab. O, et Kouti .A.,2016** - Développement du tourisme balnéaire en Algérie face à la problématique de protection des espaces littoraux. Le cas des côtes Mostaganemoises p 20.
- Ghyoot, M., 1991** -Les pédicellaires globifères de *Sphaerechinus granularis*, morphologie et comportement d'un appendice défensif. Thèse Doct, Univ, Bruxelles.
- Gilbin .R. ,2002** -caractérisation de l'exposition des écosystème aquatique à , des produit phytosanitaire : spéciation , biodisponibilité et toxicité.thèse.doct.Fac.des sciences.univ de genève .thèse N°3315.pp195.
- Gobas, F.A.P.C., Morrison, H.A., 2000** - Bioconcentration and biomagnification in the aquatic environment. In: Boethling, R.S., Mackay, D., (Eds.), Handbook of Property Estimation Methods for Chemicals: Environmental and Health Sciences, Lewis, Boca Raton, Florida, USA, pp 189–231.
- Goery D., 2014** -"La pollution marine", in Woessner Raymond (dir.), Mers et océans, Paris: Atlante, Clefs concours.16p.
- Googel.,2018**- version7.3.1 Satellite landsat.
- Goldberg E., 1976** - The health of the oceans. The Unesco Press. pp. 165-170.
- Goldberg, E.D., 1986** - The mussel watch concept. Environ. Monit. Assess 7, 91–103.
- Gorbela. F., 2002** - Exploration des effets cytotoxiques du plomb sur la fonction sexuelle endocrine et exocrine chez le rat pubère mâle et femelle. Mise en évidence d'une action apoptotique. Comptes Rendus de Biologies 2002, 325, 927–940.
- Guettaf, M., 1992** - Contribution à la connaissance de l'indice gonadique de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Echinodermata : Echinidea) en Méditerranée Nord-Occidental. Vie Milieu, 45(2) : 129-137.
- Gosselin, P., Jangoux, M., 1998** -From competent larva to exotrophic juvenile: a morphofunctional study of the perimetamorphic period of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata, Echinoida). Zoomorphology 118, 31–43.
- Grosjean ,F., 2001** - Growth models of the reared sea urchin *Paracentrorus lividus*(Lamarck, 1816) these PhD. U.L.B., Belgique.
- Guendouzi ,Y. Boudjellal . B., 2016**- biosurveillance saisonniere des metaux traces a travers la moule *Mytilus Galloprovincialis* dans le bassin sud-ouest mediterraneen (algerie) Rapp. Comm. int. Mer Médit., 41,.2P.
- Guendouzi Y , , Boulahdid Mostefa , Boudjenoun Meriem , Mezali Karim , Soualili ,D.L , .2017** - Seasonal variation in bioavailability of trace metals in the echinoid *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) from Algerian coastal waters: Effect of physiological indices Regional Studies in Marine Science 112–117p.

H

- Himmelman, J.H., 1986** - Population biology of green sea urchins on rocky barrens. Mar.

Ecol. Prog. Ser. 33, 295–306.

Hyman, L.H., 1955 - The Invertebrates. Vol 4. Echinodermata. Mc Craw- Hill: New York.

J

Jangoux, M., 1987d - Diseases of Echinodermata. IV. Structural abnormalities and general considerations on biotic diseases. Dis. Aquat. Organ. 3, 221–229.

Jica, Matet, Onned., 2008 -Compte rendu du séminaire Conjoint Algérie Japon pour une gestion efficace de l'Environnement. Alger, du 21 au 22 avril , 102 p.

K

Kaminsky. P,1993- Physiopathologie de l'intoxication par le plomb inorganique. Revue de Médecine Interne; 14 : 163-170.

Kantin R , B. Andral, S. Debard, J. Denis, V. Derolez, E. Emery, N. Ganzin, G. Hervé, T. Laugier, M. Le Borgne, D. L'Hostis, J. Oheix, V. Orsoni, S. Raoult, S. Sartoretto, C. Tomasino.,2006- Le Référentiel Benthique Méditerranéen(Rebent Med) **Ifremer** p 127.

Kartas F., Quignard J.P. , 1984 - La fécondité des poissons Téléostéens. Masson. Ed., Paris. 117p.

Kelly M.G., Girton C., Whitton B.A., 1987— Use of mossbags for monitoring heavy metals in rivers. Water Res., 21 : 1429-1435.

Kempf M., 1962 -Recherche d'écologie comparée sur *Paracentrotus lividus* (Lamarck.) et *Arbacia lixula* (L.). Rec. .. Trav.Stnmar Endoume.Fr.25 (39).47-116

Kerfouf , A 2012 - la contamination des organismes marins par les métaux traces : cas des moules du littoral oranais 25p.

Kerfouf.A,M. K. Taleb , F. Tahraoui .,2015 -Impact of Anthropic Activity on a Coastal Environment of Ecological Interest: *Stidia*(Mostaganem -Algerian) p 08.

Khelil, F.Z., 2007- Evaluation de la contamination bactérienne de l'eau de mer et d'un mollusque de moule *M. galloprovincialis* pêché du port d'Oran. 57 p.

Kitching JA. Sloane .JF et Ebling FJ., 1959 - The Mussels and Their Predators. The Journal of Animal Ecology28 (2): 331=341 Ed British Ecological Society Ecology of Lough Ine: VIII.

L

Lafabrie C., Pergent G., Kantin R., Pergent-Martini C .,Gonzalez J L., 2007 - Trace metals assessment in water, sediment, mussel and seagrass species- Validation of the use of *Posidonia oceanica* as a metal biomonitor.. Chemosphere, 68(11), 2033-2039.

Laglaoui. A , Arakrak .A, Benakam R. , El Hamri .H .,2008 -Contamination des moules du littoral Méditerranéen Marocain par les métaux lourds International Conference on"Monitoring & modeling of marine pollution"1-3 December 2008, Kish Island- Islamic Republic of IRAN 05 p.

Lane, T. W., Morel,F.M.M., 2000 -"A biological function for cadmium in marine diatoms."Proceedings of the National Academy of Sciences 97(9): pp.4627-4631.

Larroque ,B.,2000 - Effets neurotoxiques du plomb chez l'enfant : aspects biologiques et épidémiologiques. Médecine thérapeutique / Pédiatrie, Biologie. Novembre - Décembre 2000, Volume 3, Numéro 6, 474-81.

Lawrence, J. M., 1987 - Echinodermata. In, Pandian T, J., Vernberg F, J., (eds), animal energetic, Academic Press, Inc., San Diego, 2: 229-321.

- Lawrence.J.C., 1975** - on the relationships between marine plants and sea urchins .*oceanogr.mar biol.ann .Rev.*13, 213-286.
- Legall P., Buccaille .D., Dutot P., (1989)** - Résistance aux variations de salinité chez *Paracentrotus et Psammechinus*. Centre Régional d'Etudes Côtières, Laboratoire Maritime.
- Léglize L. Crochard C., 1987** — Vérification expérimentale du choix de *Dreissena polymorpha Pallas* (lamellibranche) comme bioindicateur de contamination métallique. Nat. Can. (Rev. Eco!. Syst.), 114 : 315-323.
- Leighton.,1968** -a comparative study of food selection and nutrition of echinoculture en north atlantic waters with special reference to *P.lividus*.ph.D. thesis .university.college .G, galway, irland.
- Lopez, S., Turon, X., Montero, E., Palacin, C., Duarte, C.M., Tarjuelo, I., 1998.b** - Larval abundance, recruitment and early mortality in *Paracentrotus lividus* (Echinoidea). Interannual variability and plankton-benthos coupling. Mar. Ecol. Prog. Ser. 172, 239–251.
- Lopez-Barea, J., Pueyo, C., 1998.a** - Mutagen content and métabolic actévation of promutagens by molluscs as biomarkers of marine pollution. Mutat. Res-Fund. Mol. M. 399, 3–15.
- Lubet, P., 1959** - Recherche sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit, 23 (4). 548 p.
- Lubet, P., 1963.** -‘ ‘Physiologie des moules’’. Bull. Soc. Sci. Vét. Med. Comp. Lyon, 65, 1, pp31–62.
- Lubet, P., 1973** - Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lmk., 1819). Synop. F.A.O. pêche 88 p.
- Lubet, P., 1981** - Action de la température sur le cycle de reproduction des lamellibranches. Extrait Bull. Soc. Zool. France, 106, 3, pp 283–291.
- Lubet, P., Aloui, N., 1987.** -Limites létales thermiques et action de la température gamétogénèse et l'activité neurosécrétrice chez la moule (*Mytilus eduliss et Mytilus galloprovincialis*), Mollusques bivalves. Haliotis, 16. pp 309–316.

M

- Marchand,M. Abarmoub.A, Marailou-lebaut.C .,1990** - les polychlorobiphényles (PCB)en milieu marin : bio-géochimie et écotoxicologier. Rapport scientifique et technique de L' IFREMER , n°18 :162p.
Algerie congre magherbin theme ; envirenment aquatique et ses ressources connnaissance gestion et vlorisation (maroc) p 115 .
- M.A.T.E., 2000** - Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement., Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement (version grand public), Algérie: 118. Univ.Oran : 50p.
- M.S.C.,2007** -Ministère de la santé du Canada, Santé Canada : La présence de plomb dans l'eau potable .Feuillet d'info, 2007 .site :www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_supappui/lead-plomb/index_f.html.
- Marsh, L., S., Smith, S., 1986** - Sea Stringers, 133p, Western Australia Museum.
- Mcedward, L., Miner, B.G., 2007** - Echinoid larval ecology, in: Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. Second Edition., Developments in Aquaculture and Fisheries Science. John M. Lawrence, U.S.A., pp. 71–93.

McKenzy ,F.T,Lanzy,R.J,Patterson.V.,1979 -global race métal cycle and prediction .matherm.geol.II.99-142.

Merbouh, N., 1998.– Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) d'un poisson pélagique, la sardine (*Sardina pilchardus*.)

Mersch J., Jeanjean A., Spor H. & Pihan J.C. 1992. — The freshwater mussel *Dreissena polymorpha* as a bioindicator for trace metals, organochlorines and radionuclides. In Neumann D. & Jenner H.A. (eds), The zebra mussel *Dreissena polymorpha*. Fischer-Verlag, Stuttgart, Limnol. Aktuell, 4 : 227-244.

Mersch. J .,1993- Comparaison de plusieurs supports analytiques inertes et biologiques pour apprécier la contamination métallique de la retenue du site électronucléaire de Cattenom, France 325-337p.

Mezali .K.,2007 - état de pollution de la cote de Mostaganem étude systématique et écologique de patelle géant *patella ferruginea Gmelin* (1971) dans la zone de stidia

Miard .T., Couvray. S.,2012 - Affinage d'oursins : synthèse bibliographique. Comité Local des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Var / Fonds Européen pour la pêche – Institut Océanographique Paul Ricard. 19 pp.

Millot C., Taupier-Letage I., 2005 -, Additional evidence of LIW entrainment across the Algerian subbasin by mesoscale eddies and not by a permanent westward flow.

Mahias . J ;Casamajor . M. N ; Bru.N ; Caill-Milly.N.,2014 - Analyse des ressources et des caractéristiques individuelles du stock d'oursin *Paracentrotus lividus*(Lamarck, 1816) du territoire ifremer 64 p63.

Miquel G., 2001 - Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Dir.). Rapport Sénat n°261: 360.

MPO, 2003 - Direction des politiques et des services économiques, Région du Golfe, « Profil de la moule bleue (*Mytilus edulis*) », pêche et Océans Canada., 59 p.

Mortensen. T., 1943 - Handbook of the echinoderms of the British Isles. University Press, Oxford. pêchée dans la baie d'Oran. , Thèse de Magister, I.S.M.A.L., Alger, 139p.

N

Narbonne, J.F., Aarab, N., Clérandeau, C., Daubèze, M., Narbonne, J., Champeau O., Garrigues, P., 2005 - Scale of classification based on biochemical markers in mussels: Application to pollution monitoring in Mediterranean coasts and temporal trends. Biomarkers10, 58–71.

O

Oulhiz .A.,2012 -contribution a l'évaluation de la qualité de milieu marins côtier de Mostaganem a travers un bio- indicateur de la macrofaune benthique p79.

Ouréns, R., Flores, L., Fernández, L., Freire, J., 2013b - Habitat and density-dependent growth of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in Galicia (NW Spain). J. Sea Res. 76, 50–60.

P

Paredes, E., Perez, S., Rodil, R., Quintana, J.B., Beiras, R. 2013 - Ecotoxicological evaluation of four UV filters using marine organisms from different trophic levels *Isochrysis galbana*, *Mytilus galloprovincialis*, *Paracentrotus lividus*, and *Siriella armata*. (Article in Press).

Pennigton, J.T., 1985 - The ecology of fertilization of echinoid eggs: the consequences of sperm dilution, adult aggregation and synchronous spawning. Biol. Bull. 169, 417–430.

Pichard. A., 2005- Cuivre et ses dérivés. Fiche de données toxicologiques et environnementales substances chimiques, INERIS-DRC-02-25590-02DF54.doc, février 2005.35p .

Price, N. M., Morel,F.M.M., 1990 - Cadmium and cobalt substitution for zinc in a marine diatom. Nature 344(6267): 658-660.

R

Ramade, F., -1992- Précis d'écotoxicologie, Paris.

Ramade, F., Papigny, A -G., 2000 – Dictionnaire encyclopédique des pollutions: les polluants de l'environnement à l'homme. Paris: Ediscience international. 690 p.

Regis M.B. 1987 - L'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, une ressource en danger dans le Quartier maritime de Marseille, France. In : Boudouresque C-F. Ed, Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles, GIS.

Regis, M. B., 1978 - Croissance de deux Echinoides du Golfe de Marseille (*Paracentrotus lividus* (Lmck) et *Arbacia lixula*, L) Aspects écologiques de la microstructure du squelette et de l'évolution des indices physiologiques. Thèse de Doctorat d'état, Univ. Aix- Marseille III, Marseille Fr., : 221 p+I- VI+12 pl.h.t.

Rodgers,J.H., Jr., Cierry, D.S.,Graney, R.L., Dickson, K.L., Cairns, J., Jr., 1980 - Comparison of heavy metal reactions in acute and artificial sea bioassay techniques for the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*). In: "Aquatic Toxicology", ASTM STP 707.

Rouane O.H., 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* obtention du diplôme de Doctorat université d'Oran.

Ruitton S, Francour P, Boudouresque CF., 2000- Relationships between algae, benthic herbivorous invertebrates and fishes in rocky sublittoral communities of a temperate sea (Mediterranean). Estuar Coast Shelf Sci 50:217-230.

S

Sunila. I., 1981 - Toxicity of copper and cadmium to *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) in brackish water. Ann. Tnn, I. Fennici, IL18, 213-223

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

S.O.E.P.A., 2002- State of Ohio Environmental Protection Agency, Zinc and Zinc Compounds. Office of pollution prevention. September 2002, Number 98.

Sahnoun. Z., 2009 - Etude préliminaire des indices physiologiques (Indice de réplétion, indice gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *Paracentrotus lividus* (Lmk, 1816) pêché sur le littoral mostaganémois. Mém. Magister. Biologie et pollution marines Univ. Oran. Algérie. pp102+Annexes.

Sahnouni, F., 2004.– Surveillance de la qualité des eaux marines du littoral oranais cas des baies de Cap Falcon, des Andalouses et de Maddagh. Mém. 144 p. Magister. Biologie et pollution marines. Univ. Oran. Algérie

- Sala, E., 1997** - Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north-west Mediterranean Sea. Mar. Biol. 129, 531–539.
- Sala, E., Zabala, M., 1996** - Predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 140, 71–81.
- San martin G.A., 1995** - contribution a l'étude du comportement trophique de l'échnoïde *Paracentrotus Lividus* (LMK) dans l'étang de thau (HERAULT Mme D.E.A.Oceanol.Univ.Aix-marseille II.france.,1-42.
- Sheehan.D,et Power.A.,1999** - effets of seasonality on xenobiotic and antioxidant defence mechanisms of bivalve molluscs . comparative biochemistry and physiology 123C,p.193-199.
- Smolders R., Bervoets L., Wepener V. Blust R., 2003** - A conceptual framework for using mussels as biomonitors in whole effluent toxicity. Human and ecological risk assessment 9, 741-760.
- Smolders, R., Bervoets, L., Wepener, V. et Blust, R., 2003** -A conceptual framework for using mussels as biomonitors in whole effluent toxicity. Human an d'ecological risk assessment9, 741-760.
- Songy, P., Avezard, J., 1963** - Documents pour l'étude des invertébrés (non Arthropodes). Cours de sciences naturelles. Classique Hachette, 84 p.
- Soualili D.L., 2008** - Les populations naturelles d'oursins: un outil évaluateur de l'état de santé de l'Algérie. These Doct, Océan. Unive. U. S. T. H. B. 147p.
- Strathmann, R. R., 1981** - The role of spine in preventing structural damage to echinoid tests. Paleobiology. 7: 400-406.

T

- Taleb M.Z, et Boutiba, Z., 1999-** The Organochlorine compounds: Threat to Cetaceans of the Algerien waters. 13 th Annual Conference of the European society, 5–8 April 1999 (Valencia, Spain)
- Tomas, F., Romero, J., Turon, X., 2004** - Settlement and recruitment of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in two contrasting habitats in the Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 282, 173–184.
- Tortones E., Vadon C., 1987** - Oursin et Holothuries (Echinoderme) in fiche FAO didification des espèces pour les besoins de pêche Révision I, Méditerranée, Mer noir zone de pêche 37 vol I, végétaux et invertébrés : pp715-739.
- Triffault-Bouchet G., 2004** - Effets sur les écosystèmes aquatiques lenticques des émissions de polluants provenant de différents modes de valorisation/élimination de déchets - Application à des mâchefers d'UIOM et à des boues de dragage de canaux. Thèse. Spécialité : Biologie et Biochimie Appliquées. Chambéry, Vaux en Velin: Université de Savoie et LSE de l'ENTPE, 309p.
- Turgeon, D.D., Quinn, J.F., Bogan, A.E., Coane, V., Hochberg, F.G., Lyon, W.G., 1998** - Noms communs et scientifiques des invertébrés aquatiques des Etats-Unis et canada: Mollusque, 2^{ème} ED. Publication spéciale 26 de Société Américaine de pêche. Société Américaine de pêche. Bethesda, Le maryland, Etats-Unis. 526, ISBN/ 1-888569-01-8.
- Turkmen A., Turkmen M., Tepe Y et Akyurt I., 2005** - Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea,. Food Chemistry, (91), 167-172.

Turner, D.R, Tessier.A.,1995 -problems in trace metals speciation modeling.metal speciation and bioavaibility in aquatic systems .3 :150-196.

Turon, X., Giribert, G., Lopez, S., Palacin, C., 1995 - Growth and population structure of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. Mar. Ecol. Prog. Ser. 122, 193–204.

V

Veith, G.D., Defoe, D.L, Bergstedt B.J., 1979 - Measuring and estimating the bioconcentration factor of chemicals in fish. J. Fish. Res. Bd. Can. 36, 1040-1048.

Verlaque .M., 1987a - Relations entre *Paracentrotus lividus*(Lamarck) et le phytobenthos de Méditerranée occidentale. In: Boudouresque CF (ed) Colloque international sur *Paracentrotus lividus* et les oursins comestibles. GIS Posidonie, Marseille, pp 5-36.

Verlaque .M., Nedelec .H., 1983. -Note préliminaire sur les relations biotiques *Paracentrotus lividus* (LmK) et herbier de Posidonies. Rapp.Comm.int.Mer Medit. , 28 (3), 157-158

Verlaque. M., 1987b - Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophyle thermophile marin en Méditerranée occidentale. Etude structurale et dynamique du phytobenthos et analyses des relations faune flore. Thèse de doctorat d'état Sci.nat., Uni Aix-Marseille II, France, 389p.

Verougstraete ,Bernard A., 2001 -Cadmium. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-002-B-30, 2001, 5 .

W

Watling.H., 1981 -Theeffectsof metal son mollusk filtering rates. Trans.Roy. Soc. S.Afr., 44.441-45.

W.H.O.,2004 -World Health Organisation Cadmium in Drinking-water,Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, World Health Organization.

Webb.d.,1997 - the metalllothionéines. the chemistry , biochemistry and biology of cadmium .topics in environmental health .elsivier ,Amsterdam:195-266.

Wehr J.D., Empain A., Mouvet C , Say P.J. Whitton B.A., 1983 — Methods for processing aquatic mosses used as monitors of heavy metals. Water Res., 17 : 985-992.

Wessel, P. et Smith, W. H. F. ,1995 -New version of the Generic Mapping Tools released. American Geophysical Union.

Site web

[1] (<http://www.snv.jussieu.fr>) valide au 27/02/2018 .

[2] (<http://doris.ffessm.fr>). Valide au 27/02/2018.

[3] <http://doris.ffessm.fr> Valide au 15/03/2018.

[4] (dz.geoview.info)Valide au 25/03/2018.

[5] www.reflexiondz.net Valide au 17/04/2018.

Annexe I

Tableau 1 : Moyenne (\pm écart-type) des rapport des indices physiologiques chez *M.galloprovincialis* .

Les indices physiologiques	Stidia	Majdoub	Les mois
I.Cm	21.97 \pm 7.34	21.43 \pm 6.80	Mars
I.Gm	3.35 \pm 2.40	3,34 \pm 2.40	
I.Rm	5.15 \pm 4.03	3.64 \pm 2.41	
I.Cm	1.81 \pm 6.07	27.08 \pm 8.88	Avril
I.Gm	2.56 \pm 1.59	4.78 \pm 3.91	
I.Rm	5.27-5.36	2.88 \pm 2.58	
I.Cm	26.22 \pm 13.42	21.82 \pm 5.04	Mai
I.Gm	2.1 1-3.08	2.13-2.94	
I.Rm	5.04 \pm 4.38	3.99 \pm 2.46	
I.Cm	23.38 \pm 5.45	21. 01 \pm 6.15	Juin
I.Gm	2.68 \pm 2.80	3.73 \pm 2.66	
I.Rm	4.12 \pm 2.52	2.78 \pm 2.64	

Tableau 2 : Moyenne \pm écart type des rapports indices physiologiques IRm , IGM et ICm de oursin *P.lividus* .

Les indices physiologiques	Stidia	Majdoub	Les mois
I.Cm	8.71 \pm 2.03	11.56 \pm 1.80	Mars
I.Gm	18.36 \pm 8.32	20.78 \pm 10.35	
I.Rm	21.79 \pm 7.60	37.31 \pm 12.9	
I.Cm	12.99 \pm 3.40	12.05 \pm 4.73	Avril
I.Gm	15.36 \pm 5.70	19.02 \pm 7.38	
I.Rm	38.01 \pm 18.64	38.80 \pm 14.20	
I.Cm	11.44 \pm 3.01	11.73 \pm 2.45	Mai
I.Gm	24.48 \pm 9.32	24.74 \pm 8.38	
I.Rm	34.70 \pm 15.53	30.71 \pm 9.69	
I.Cm	13.74 \pm 2.86	12.57 \pm 3.06	Juin
I.Gm	8.71 \pm 2.03	34.12 \pm 23.97	
I.Rm	36.99 \pm 10.64	30.35 \pm 13.71	

Annexe I

Tableau 3 : Moyennes des teneurs métalliques (\pm écart type) (ppm .pF) au niveau des tissu mou male et femelle dans le site I (stidia) site II (sidi majdoub).

Les métaux	Stidia		S.majdoub	
	M♂	M♀	M♂	M♀
Fer	0.97±0.02	0.96±0.03	0.93±0.01	0.92±0.02
Cuivre	0.55 ±0.14	0.57± 0.17	0.66±0.07	0.63±0.07
Zinc	0.93± 0.02	0.90±0.05	0.93±0.01	0.90±0.009
Cadmium	0.77±0.25	0.75±0.22	0.74±0.16	0.71±0.11
Plomb	36.88±25.44	42.24±35.39	1.48±0.20	1.43±0.43

Tableau 4 : Moyennes des teneurs métalliques (\pm écart type) (ppm .pF) au niveau des gonades male et femelle de l'oursin *P. lividus* dans le site I (stidia) site II (sidi majdoub).

Les métaux	Stidia		S.majdoub	
	O♂	O♀	O♂	O♀
Fer	0.98 ±0.008	0.99±0.001	0.97±0.009	0.98±0.05
Cuivre	0.83±0.33	0.66±0.29	0.81±0.06	0.81±0.09
Zinc	0.93±0.06	1.18±0.51	0.89±0.09	0.9±0.02
Cadmium	0.85±0.13	0.80±0.06	0.84±0.11	0.90±0.06
Plomb	2.95±2.09	0.59±0.31	0.81±0.05	0.89±0.14

Annexe II



Figure 1 : photo prise à la plage stidia : **1-** caractéristique de la plage stidia, **2-** zone portuaire de la plage, **3-** la limite qui transgression par urbanisation, **4-** les moule produit par projet conchylicole , **5-** le plomb dans les rocher sur la zone portuaire de la plage ,**6-** rejet assainissement en eau de mer .

Annexe II



Figure 2 : photo prise à plage de sidi majdoub , **7-** la plage suchrger par des embercation , **8-** barière des rochers traversant la mer (roches de moule) , **9-** cannaux des eau pluvial, **10-** trajet les eau poluer vers la mer .s