

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID - TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

*Laboratoire de recherche Gestion conservatoire de l'eau, du sol et des forêts et
développement durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen.*

THESE

Présenté par

BENDOULA Mohamed Cherif

En vue de l'obtention du

Diplôme de DOCTORAT

En Ecologie animale

Thème

Etude et conservation des espèces de gastéropodes d'une partie du
littoral Centre et Ouest algérien

Soutenu le : 03/11/2019 devant le jury composé de :

Président : M. BENDIMERAD Mohammed El Amine M.C.A Université de Tlemcen

Directeur de thèse : M. TAIBI Ahmed M.C.A Université de Tlemcen

Examineurs : Mme BENGUEDDA Wacila M.C.A Université de Tlemcen

M. KERFOUF Sid Ahmed Professeur Université de Sidi Bel Abbas

M. ROUANE-HACENE Omar M.C.A Université d'Oran 1

Année universitaire 2019-2020

-République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID - TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

*Laboratoire de recherche Gestion conservatoire de l'eau, du sol et des forêts et
développement durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen.*

THESE

Présenté par

BENDOULA Mohamed Cherif

En vue de l'obtention du

Diplôme de DOCTORAT

En Ecologie animale

Thème

Etude et conservation des espèces de gastéropodes d'une partie du
littoral Centre et Ouest algérien

Soutenu le : 03/11/2019 devant le jury composé de :

Président : M. BENDIMERAD Mohammed El Amine M.C.A Université de Tlemcen

Directeur de thèse : M. TAIBI Ahmed M.C.A Université de Tlemcen

Examineurs : Mme BENGUEDDA Wacila M.C.A Université de Tlemcen

M. KERFOUF Sid Ahmed Professeur Université de Sidi Bel Abbas

M. ROUANE-HACENE Omar M.C.A Université d'Oran 1

Année universitaire 2019-2020

Dédicace

A la mémoire de mon défunt père

À ma mère

Remerciements

Il est rare qu'on nous accorde dans nos vies des endroits spécifiques pour dire « merci ».

Je saisis sans hésiter l'occasion qui m'est offerte.

Je suis très sensible à l'honneur que m'a fait M. BENDIMERAD Mohamed El Amine M.C.A à Université de Tlemcen en acceptant de Présider ce travail de thèse.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde reconnaissance, mes plus sincères remerciements et ma gratitude à mon directeur de thèse M. TAIBI Ahmed, professeur à l'Université de Tlemcen. Je remercie M. TAIBI Ahmed, pour son enseignement, pour les conseils, pour le soutien moral et technique, pour son dévouement dans la direction, la supervision et l'encadrement de mes travaux de recherche sur le terrain pour la collecte et la compilation des données, mes plus sincères remerciements. Qu'il trouve ici le témoignage de ma vive reconnaissance et ma profonde gratitude.

De même, je tiens à adresser mes très sincères remerciements aux examinateurs de ma thèse pour leur disponibilité et pour m'avoir accordé une partie de leur temps afin de juger ce travail.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance envers Mme BENGUEDDA Wacila M.C.A à l'Université de Tlemcen, je tiens également à remercier chaleureusement mon professeur M. KERFOUF Ahmed professeur à l'Université de Sidi Bel Abbes à qui j'exprime toute ma gratitude rien de cela ne serait arrivé sans aide durant mon cursus universitaire à l'Université de Sidi Bel Abbes et je remercie M. ROUANE Omar M.C.A à l'Université d'Oran pour avoir si gentiment accepté de juger ce travail.

Je remercie docteur YUCEFI Fatima (Université de Tlemcen) pour son aide qui a contribué à l'avancement de cette thèse.

Enfin, merci à mes parents vous m'avez toujours soutenu dans mes choix, poussé à aller plus loin, à donner le meilleur de moi-même et merci à tous mes proches de m'avoir toujours soutenu et encouragé dans le développement de cette thèse.

Je remercie M. BENTAALLAH Mohammed El Amine avec qui j'ai pu avoir des échanges fructueux.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	2
Chapitre 1 - Synthèse bibliographique	6
1.1.- Caractéristique des écosystèmes marins et côtiers en Algérie	6
1.1.1.- Description du littoral Algérie	6
1.1.1.1.- Chefef	7
1.1.1.2.- Mostaganem	7
1.1.1.3.- Oran	7
1.1.1.4.- Ain Temouchent	8
1.1.2.- Morphologie du littoral Ouest Algérien	8
1.1.3.- Type de substrat	9
1.1.3.1.- Dunes de sable	9
1.1.3.2.- Falaises	9
1.1.3.3.- Plates-formes à vermetes	9
1.1.3.4.- Digue portuaire	10
1.1.4.- Pollution du littoral Ouest Algérien et l'accumulation des métaux lourds	11
1.1.5.- Menaces	16
1.1.5.1.- Pêche	17
1.1.5.2.- Invasions biologiques	18
1.1.5.3.- Erosion côtière et dégradation des ensembles dunaires (dunes bordières)	19
1.1.5.4.- La démographie	20
1.1.5.5.- L'urbanisation	20
1.1.5.6.- Le tourisme balnéaire	21
1.1.5.7.- L'agriculture polluante	22
1.1.5.7.1.- Les engrais	22
1.1.5.7.2.- Pesticides	23
1.1.6.- Climat du littoral Ouest Algérien	24
1.2.- Généralités sur les Patelles	25
1.2.1.- Description	25
1.2.2.- Systématique	26
1.2.3.- Anatomie	27
1.2.4.- Nutrition	30

1.2.5.- Reproduction	30
1.2.6.- Biodiversité des Patelles dans le monde et en Algérie	31
1.2.7.- Les prédateurs des Patelles	32
1.3.- La Patelle géante <i>Patella ferruginea</i> Gmelin, 1791 (Mollusca : Gastropoda)	32
1.3.1.- Choix de la Patelle géante	32
1.3.2.- Description et habitat de la Patelle géante	33
1.3.3.- Reproduction et mobilité de la Patelle géante	34
1.3.4.- Distribution dans le monde et en Algérie	35
1.4.- Bioaccumulation métallique chez les Patelles	36
1.4.1.- Les contaminants métalliques dans l'écosystème aquatique	36
1.4.2.- Les contaminants métalliques chez les Patelles	37
1.4.3.- Bioaccumulation chez les Patelles	37
Chapitre 2 - Matériels et méthode	40
2.1. - Biométrie et distribution de la Patelle géante	40
2.1.1. - Stations d'étude	40
2.1.1.1.- Région de Chlef	41
2.1.1.1.1.- Station de Damous	42
2.1.1.1.2.- Station de Beni Haoua	42
2.1.1.1.3.- Oued Goussine	43
2.1.1.1.4.- Boucheral	44
2.1.1.1.5.- Dramla	45
2.1.1.2.- Région de Mostaganem	45
2.1.1.2.1.- La station Wilis	45
2.1.1.2.2.- Chaabia	46
2.1.1.2.3.- Kharouba	47
2.1.1.2.4.- Stidia	47
2.1.1.3.- Région d'Oran	48
2.1.1.3.1.- Marsa El Hadjadj	48
2.1.1.3.2.- Kristel	48
2.1.1.3.3.- Canastel	49
2.1.1.3.4.- Cap Falcon	50
2.1.1.3.5.- Île Cap Falcon	51

2.1.1.3.6.- Cap Blanc	51
2.1.1.3.7.- Le Rocher Hormigas	52
2.1.1.3.8.- Madagh	53
2.1.1.4.- Région d'Ain Temouchent	53
2.1.1.4.1.- Bouzedjar	53
2.1.1.4.2.- Sbiaat	54
2.1.1.4.3.- Île Sbiaat	55
2.1.1.4.4.- Sassel	55
2.1.1.4.5.- Île Rachgoun	56
2.1.2.- Méthodologie	57
2.1.2.1.- Etude de la Patelle géante	57
2.2.- Biodiversité des Patellidae	58
2.2.1.- Echantillonnage	58
2.2.2.- Exploitation des échantillons au laboratoire	59
2.2.3.- Reconnaissance des espèces	60
2.3.- Analyse des métaux lourds	60
2.3.1.- Stations de prélèvement	60
2.3.1.1.- Marsa El Hadjadj	60
2.3.1.2.- Canastel	61
2.3.1.3.- Sbiaat	61
2.3.1.4.- Sassel	61
2.3.2.- Prélèvements	61
2.3.3.- Minéralisation	62
2.3.4.- Dosage des métaux lourds	63
2.3.5.- Principe de fonctionnement	63
2.4.- Étude d'un prédateur des Patelles	64
2.5.- Exploitation des résultats	66
2.5.1.- Indices écologique de composition utilisés pour le traitement des résultats	66
2.5.1.1. - Richesse totale (S) et la richesse moyenne (s)	66
2.5.1.2.- Abondance relative (A.R. %)	66
2.5.1.3.- Fréquence d'occurrence (F.O. %)	66
2.5.2.- Indices écologique de structure	67
2.5.2.1. - Indices de diversité de Shannon-Weaver (H')	67

2.5.2.2.- Diversité maximale (H' max.)	67
2.5.2.3.- Equitabilité (E)	68
2.6.- Analyses statistiques	68
2.6.1.- Etude de la Patelle géante	68
2.6.2.- Etude des concentrations des métaux lourds	68
2.6.3.- Etude d'un prédateur des Patelles	68
Chapitre III – Résultats et discussions	70
3.1.- Biométrie et distribution de la Patelle géante	70
3.1.1.- Résultats de la biométrie et la distribution de la Patelle géante à l'Ouest de l'Algérie	70
3.1.2.- Discussions de la biométrie et la distribution de la Patelle géante en l'Algérie	76
3.2.- Dosage des métaux lourds chez la Patelle pointue <i>Patella rustica</i>	78
3.2.1.- Aluminium	79
3.2.2.- Bore	80
3.2.3.- Cuivre	81
3.2.4.- Fer	82
3.2.5.- Manganèse	83
3.2.6.- Zinc	84
3.2.7.- Cadmium	85
3.2.8.- Plomb	86
3.2.9.- Discussions sur le dosage des métaux lourds chez <i>Patella rustica</i>	87
3.3.- Biodiversité des Patelles et des espèces animales proches	89
3.3.1.- Biodiversité des Patelles et des espèces animales dans la station Sassel	97
3.3.1.1.- Richesse totale et richesse moyenne	97
3.3.1.2.- Abondance relative et Fréquence d'occurrence des espèces animales à Sassel	97
3.3.1.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces dans la station de Sassel	97
3.3.2.- Biodiversité des Patelles dans la station de l'île Sbiaat	98
3.3.2.1.- Richesse totale et la richesse moyenne	98
3.3.2.2.- Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales de l'île Sbiaat	98

3.3.2.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces animales à l'île Sbiaat	99
3.3.3.- Biodiversité des Patelles dans la station de Canastel	99
3.3.3.1.- Richesse totale et la richesse moyenne	99
3.3.3.2.- Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales de la station Canastel	99
3.3.3.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces animales à Canastel	100
3.3.4.- Biodiversité des espèces animales dans la station de Marsa El Hadjadj	100
3.3.4.1.- Richesse totale et la richesse moyenne	100
3.3.4.2.- Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales de la station Marsa El Hadjadj	101
3.3.4.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces animales à la station Marsa El Hadjadj	101
3.3.5.- Discussion de la partie biodiversité des Patelles et des espèces animales proches	102
3.4.- Étude d'un prédateur des Patelles (<i>Stramonita haemastoma</i>)	103
3.4.1.- Structure de taille de la population	103
3.4.2.- Taille des coquilles	104
3.4.3.- Analyse statistique	105
3.4.4.- Discussion sur l'étude d'un prédateur des Patelles	105
Conclusion	110
Perspectives	112
Références bibliographiques	114
الملخص	
Résumé	
Abstract	

Liste des tableaux

Tableau 1 - Tableau 1 - Différents oueds et rejets déversant dans le secteur Ouest (Grimes, 2010)	13
Tableau 2 - Etat de conservation et menaces persistantes pour les grands écosystèmes algériens (MEER, 2016).	16
Tableau 3 - Liste des sites d'échantillonnage, les coordonnées géographiques, le mois de recensement, le nombre de transects, le niveau d'accessibilité et la structure du substrat de <i>P. ferruginea</i> à l'Ouest de l'Algérie	71
Tableau 4 - Résultats de la RM-PERMANOVA bidirectionnelle et comparaison par paires de la densité de <i>Patella ferruginea</i> en fonction des régions et des stations	74
Tableau 5 - Résultats de RM-PERMANOVA et comparaison par paires de la densité de <i>Patella ferruginea</i> en fonction des niveaux d'accessibilité (E = facilement accessible, S = semi-accessible, H = difficilement accessible)	75
Tableau 6 - Résultats de RM-PERMANOVA et comparaison par paires de la densité de <i>Patella ferruginea</i> en fonction du substrat.	75
Tableau 7 - Comparaisons par paire des structures de taille entre les régions, niveaux d'accessibilité et substrats. Le test de Kolmogorov-Smirnoff avec correction de Bonferroni pour des comparaisons multiples a été effectué. ns: non significatif.	76
Tableau 8 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration de l'aluminium chez la Patelle pointue entre les régions ($p > 0,05$)	79
Tableau 9 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du bore chez la Patelle pointue entre les stations ($p > 0,05$)	80
Tableau 10 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du cuivre chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$)	81
Tableau 11 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du fer chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$)	82
Tableau 12 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du manganèse chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$)	83
Tableau 13 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du zinc chez la Patelle pointue en fonction des stations ($p < 0,05$).	84

Tableau 14 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du cadmium chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$)	85
Tableau 15 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du plomb chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$)	86
Tableau 16 - Abondance relative des Patelles et des espèces animales à l'Ouest de l'Algérie	89
Tableau 17 - Richesse totale et richesse moyenne des gastéropodes de la station de Sassel.	97
Tableau 18 - Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales dans la station Sassel.	97
Tableau 19 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces dans la station de Sassel	98
Tableau 20 - Richesse totale et richesse moyenne des gastropodes de la station de l'île Sbiaat	98
Tableau 21 - Abondance relative et Fréquence d'occurrence des espèces de l'île Sbiaat	98
Tableau 22 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces animales à l'île Sbiaat	99
Tableau 23 - Richesse totale et richesse moyenne des espèces animales de la station Canastel	99
Tableau 24 - Abondance relative et Fréquence d'occurrence des espèces animales de la station Canastel	100
Tableau 25 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces animales à Canastel	100
Tableau 26 - Richesse totale et richesse moyenne des espèces animales de la station de Marsa El Hadjadj	100
Tableau 27 - Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales dans la station Marsa El Hadjadj	101
Tableau 28 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces animales à Marsa El Hadjadj	101
Tableau 29 - Nombre d'individus, taille moyenne avec écarts-types et densité de <i>S. haemastoma</i> à l'Ouest de l'Algérie.	104

Tableau 30 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la taille des individus de *S.haemastoma* entre les stations ($p < 0,05$).

105

Liste des figures

Figure 1 -Situation géographique des 4 régions d'étude parfaitement la roche (photo personnel)	06
Figure 2 -Présentation du tissu urbain de la ville de Chlef (Layadi, 2017)	07
Figure 3 -Digue du port militaire d'Oran (Originale)	10
Figure 4 -Digue du port commercial d'Oran (Originale)	11
Figure 5 -Principales sources de la pollution industrielle des wilayas littorales (Grimes, 2010)	12
Figure 6 -Dauphin échoué dans la région de Madagh (Originale)	13
Figure 7 -Tortue marine dégagée d'un filet de pêche dans la région de Madagh (Originale)	18
Figure 8 -Quantité d'engrais utilisée et par ha irrigué (MATEV, 2013)	23
Figure 9 -Quantité de pesticide en kg/ha utilisée par Wilaya (MATEV, 2013)	24
Figure 10 -Patelles sujettes au facteur physique de la dessiccation (Originale)	25
Figure 11 - <i>Patella ferruginea</i> sa coquille est déformée afin d'épouser parfaitement la roche (Originale)	26
Figure 12 -Forme conique des Patelles (Originale)	28
Figure 13 - <i>Patella ferruginea</i> avec des balanes sur la coque externe (Originale)	28
Figure 14 -Les Patelles n'ont pas d'opercule (Originale)	29
Figure 15 -Microscopie électronique de la radula de la Patelle (Nakhlé, 2003)	29
Figure 16 -Phénomènes de complexations des métaux dans l'eau (Borsali, 2015)	36
Figure 17 -Localisation géographique de la zone d'étude de l'Algérie occidentale côté Est (Originale)	40
Figure 18 -Localisation géographique de la zone d'étude de l'Algérie occidentale côté Ouest (Originale)	41
Figure 19 -Littoral de la région de Chlef (Originale)	41
Figure 20 -Station de Damous (Originale)	42
Figure 21 -Station de Beni Haoua (Originale)	43
Figure 22 -Port de pêche de Beni Haoua (Originale)	43
Figure 23 -La station d'Oued Goussine (Originale)	44
Figure 24 -Station de Boucheral	44

Figure 25 -Station de Dramla	45
Figure 26 -Station de Wilis	46
Figure 27 -Station de Chaabia	46
Figure 28 -Station de Kharouba (Originale)	47
Figure 29 -Station de Stidia (Originale)	47
Figure 30 -Station Marsa El Hadjadj (Originale)	48
Figure 31 -Station Kristel (Originale)	49
Figure 32 -Station de Canastel (Originale)	49
Figure 33 -Vue du principal émissaire d'eaux usées de la ville d'Oran	50
Figure 34 -Agauche de la figure la station Cap Falcon (Originale)	50
Figure 35 -L'Île Cap Falcon (Originale)	51
Figure 36 -Station de Cap Blanc (Originale)	52
Figure 37 -Station Rocher Hormigas (Originale)	52
Figure 38 -Station de Madagh (Originale)	53
Figure 39 -Station de Bouzedjar (Originale)	54
Figure 40 -Prélèvement des Patelles au niveau de la station Sbiaat (Originale)	54
Figure 41 -Station de l'île Sbiaat (Originale)	55
Figure 42 -Station de Sassel (Originale)	56
Figure 43 -Ile de Rachgoun (Taibi <i>et al.</i> , 2013)	56
Figure 44 -Mesure de <i>Patella ferruginea</i> sur son axe longitudinal avec un pied à coulisse dans son milieu naturel (Originale)	57 56
Figure 45 -Prélèvement de la biodiversité des Patellidea (Originale)	59
Figure 46 -Identification sous une loupe binoculaire (Nexius Zoom) (Originale)	59
Figure 47 -Effluents de la ferme aquacole se déverse en mer (Originale)	61
Figure 48 -Four à Moufle pour la minéralisation (Originale)	62
Figure 49 -ICP-OES ICAP 6000 (Thermo Fisher Scientific) (Originale) ayant servi aux mesures des métaux lourds des Patelles (Originale)	63
Figure 50 -Situation géographique des stations d'étude de <i>Stramonia haemastoma</i> à l'Ouest de l'Algérie (Originale)	65
Figure 51 - <i>Stramonia haemastoma</i> prédateur des Patelles (Originale)	65
Figure 52 -Densité de <i>P. ferruginea</i> le long de la côte Ouest algérienne.	72
Figure 53 -Densité de <i>P. ferruginea</i> selon les niveaux d'accessibilité	72
Figure 54 -Fréquences de classe de taille (5 mm) de <i>Patella ferruginea</i>	73

Figure 55 -Teneurs moyennes en Aluminium en fonction des stations	79
Figure 56 -Teneurs moyennes en bore en fonction des stations	80
Figure 57 -Teneurs moyennes en cuivre en fonction des stations	81
Figure 58 -Teneurs moyennes en fer en fonction des stations	82
Figure 59 -Teneurs totales moyennes en manganèse en fonction des stations	83
Figure 60 -Teneurs moyennes en zinc en fonction des stations	84
Figure 61 -Teneurs moyennes en cadmium en fonction des stations	85
Figure 62 -Teneurs moyennes en plomb en fonction des stations	86
Figure 63 -Face externe de <i>Patella ferruginea</i> (Originale)	90
Figure 64 -Face interne de <i>Patella ferruginea</i> (Originale)	90
Figure 65 -Face externe de <i>Patella rustica</i> (Originale)	91
Figure 66 -Face interne de <i>Patella rustica</i> (Originale)	91
Figure 67 -Face externe de <i>Patella caerulea</i> (Originale)	92
Figure 68 -Face interne de <i>Patella caerulea</i> (Originale)	92
Figure 69 -Face externe de <i>Patella ulyssiponensis</i> (Originale)	93
Figure 70 -Face interne de <i>Patella ulyssiponensis</i> (Originale)	93
Figure 71 -Face externe de <i>Patella vulgata</i> (Originale)	94
Figure 72 -Face interne de <i>Patella vulgata</i> (Originale)	94
Figure 73 -Face externe de <i>Siphonaria pectinata</i> (Originale)	95
Figure 74 -Face interne <i>Siphonaria pectinata</i> (Originale)	95
Figure 75 -Face externe de <i>Diodora gibberula</i> (Originale)	96
Figure 76 -Face interne de <i>Diodora gibberula</i> (Originale)	96
Figure 77 -Longueur de <i>S. haemastoma</i> mesurée à l'Ouest de l'Algérie	105

Liste des abréviations

ANIRF : Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière

CP/RAC: Regional Activity Centre for Cleaner Production

IAEA: International Atomic Energy Agency

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

MATET : Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Environnement et du Tourisme.

MATEV : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville

MEER : Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables

METAP : Mediterranean Environmental Technical Assistance Program

ONS : Office National des Statistiques

RADPMADR : REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT RURAL

RADPMRE : REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU.

RADPMREONID : République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
Ressource en Eau Office National de l'Irrigation et du Drainage

UNEP : UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME

INTRODUCTION

Introduction

Les écosystèmes marins sont de plus en plus modifiés en raison des activités humaines et plusieurs impacts menacent leur intégrité et leur exploitation durable (Teixeira, 2010). La pression démographique qui augmente d'une année à l'autre s'accompagne inévitablement de répercussion sur l'environnement en général et sur le milieu marin en particulier. 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 (Belanger, 2009).

Dans le milieu aquatique, les substances toxiques présentent souvent une grande variabilité de concentration dans le temps et dans l'espace. Ceci complique l'évaluation des quantités rejetées et de leurs impacts sur les écosystèmes. Pour ces raisons, un grand nombre d'intervenants du milieu marin (scientifiques, gestionnaires, agences gouvernementales et le public en général) s'intéressent au développement de différents moyens permettant de mesurer les effets de la pollution urbaine, industrielle et agricole sur les écosystèmes marins. L'utilisation de bioindicateurs choisis au sein des communautés marines affectées représente un des moyens d'évaluer l'impact du développement humain sur les écosystèmes marins et de prévenir les situations critiques par la mise en place d'outils de restauration et de conservation (Belanger, 2009).

La macrofaune benthique représente une fraction importante de la richesse, de la diversité et de l'abondance dans les communautés marines. De plus, la majorité de ces organismes possède un certain nombre de caractéristiques qui en font d'excellents bioindicateurs de la qualité du milieu marin et leur importance a déjà été soulignée par de nombreux travaux de recherche (Belanger, 2009). Les organismes benthiques accumulent les métaux lourds à des niveaux reflétant ceux de l'environnement. Un grand nombre de polluants sont toxiques pour les organismes aquatiques, entraînant leur détérioration mortelle ou sublétales. Pour obtenir une meilleure estimation de l'exposition aux métaux biodisponibles, il est recommandé d'analyser les métaux traces dans les tissus des organismes (Gupta et Singh, 2011). Parmi les contaminants les plus communément mesurés dans le cadre de la surveillance environnementale des écosystèmes aquatiques les métaux traces (Kamel, 2014).

La dégradation de l'écosystème, l'élimination des espèces sensibles et la réduction de la biodiversité peuvent être révélées comme des conséquences néfastes de la pollution au niveau des populations (Gupta et Singh, 2011). Aussi les facteurs abiotiques et biotiques se combinent pour jouer un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème du rivage rocheux. Ils modulent les paramètres démographiques des communautés (richesse en espèces,

abondance, distribution) en fonction de la disponibilité des ressources trophiques et habitats, ainsi que par des processus de concurrence et de recrutement (Tlig-Zouari *et al.*, 2009).

Les Patellidae (Mollusques, Gastéropodes) représentent un des éléments-clés de la composante zoologique des écosystèmes médiolittoraux de la Méditerranée algérienne, où ils occupent de nombreux espaces tout en régulant la dynamique écologique déséquilibrée de la zone intertidale. Il s'agit, d'un maillon important du réseau trophique, protecteur du littoral par leur implication effective dans l'érosion des substrats rocheux, ainsi qu'un bioindicateur de la qualité sanitaire du milieu marin. Les Patelles s'impliquent directement en tant que consommateurs de microalgues telles que les diatomées, et en broutant les petits "macrophytes" ou des débris de macroalgues, tout en étant une proie favorite pour de nombreux Crustacés (Crabes: *Pachygrapsus marmoratus*, *Eriphia verrucosa*, *Liocarcinus navigator* et *Carcinus maenas*), les Echinodermes (Etoile de mer : *Echinaster sepositus*), et les Oiseaux marins (Goélands : *Larus audouini* et *L. michahellis*) et participe aussi à l'amélioration des habitats (bâtisseurs) à travers l'érosion des substrats rocheux en découpant la roche pour y récupérer les végétaux endolithes (Kallouche, 2018).

Aussi la diversité côtière et insulaire est héritée de la configuration géographique privilégiée des côtes algériennes, proches du détroit de Gibraltar et bordant la façade Sud de la Méditerranée, lui offrant une particularité écologique : espèces rares, endémiques, menacées, espèces symboles, remarquables, espèces d'intérêt méditerranéen, paysages sous-marins, communautés remarquables (Kallouche, 2018 ; Grimes *et al.*, 2004).

Patella ferruginea (Gmelin, 1791) (Mollusca, Gastropoda) communément appelée la Patelle géante, elle est l'exemple d'une espèce endémique de la Méditerranée occidentale où elle est considérée comme l'invertébré marin le plus menacé. Inscrite dans la directive 92/43/CEE du conseil européen, elle est actuellement exposée à un risque d'extinction grave (Laborel-Deguen et Laborel, 1991 ; Ramos, 1998 ; Espinosa *et al.*, 2006) en raison de l'impact humain croissant sur l'environnement marin (Aversano, 1986 ; Guerra-Garcia *et al.*, 2004). Sa présence se limite maintenant à quelques sites de la péninsule ibérique, de la Corse, de la Sardaigne et des côtes Nord-Africaines du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie (Espinosa *et al.*, 2014 ; Marra *et al.*, 2016).

Nombreuses sont les études effectuées en Algérie sur cette espèce, cependant d'après la bibliographie disponible il ne s'embles pas exister des travaux synthétiques sur de grandes zones d'étude concernant *Patella ferruginea* et il existe peu de données disponibles sur les Patelles et les espèces proches associées à la Patelle géante.

L'objectif de la présente recherche est d'évaluer la répartition et la structure des populations de la Patelle géante à l'Ouest Algérien. De faire une carte de répartition des populations pour faciliter la gestion de l'espèce. De comparer la répartition de la Patelle géante en fonction de la pollution des stations par les métaux lourds (Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Cd et Pb).

Enfin, l'objectif est d'approfondir les connaissances sur les espèces de patelles et les espèces proches associées et sur les prédateurs des Patelles.

La présente recherche est structurée en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est une étude bibliographique consacrée à l'étude du milieu avec une description des régions d'études. Un aperçu sur la pollution marine et le dosage des métaux lourds. Quelques informations sur la biologie des Patelles, sur la Patelle géante et les prédateurs sont aussi détaillées.

- Un deuxième chapitre est consacré au matériel et méthodes, où sont exposées les stations d'étude et une description du contexte méthodologique (échantillonnage, analyses chimiques).

- Un troisième chapitre correspond aux résultats et aux discussions concernant la Patelle géante, le dosage des métaux lourds, la biodiversité des Patelles et des espèces proches et l'étude d'un prédateur de Patelle.

- Nous terminerons cette thèse par la conclusion issue des principaux résultats obtenus faisant le bilan des questions non résolues et ouvrant de nouvelles problématiques.

Enfin proposer des perspectives de recherche future qui semblent nécessaires après ce travail.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

Chapitre 1 - Synthèse bibliographique

Le chapitre un est composé des caractéristiques des écosystèmes marins et côtiers en Algérie, des généralités sur les Patelles, quelques informations sur la Patelle géante et de la bioaccumulation métallique chez les Patelles.

1.1.- Caractéristique des écosystèmes marins et côtiers en Algérie

1.1.1.- Description du littoral Algérie

Partie intégrante du sous-continent Nord-Africain, l'Algérie s'étend sur une superficie de 2.381.741 km² (MATET, 2009 ; MEER, 2016), avec une frange littorale de 1.622 km sur la Méditerranée (MATET, 2009 ; MATE, 2015 ; MEER, 2016). Les écosystèmes marins et côtiers sont situés sur la frange littorale au Nord (MATE, 2015). La zone côtière en Algérie est écologiquement riche et variée avec des rivages rocheux, des plages sablonneuses et des zones humides (METAP, 2005). Le littoral Algérien se particularise par l'attractivité, la diversité et la richesse de ses paysages, de ses plages, de ses massifs forestiers et de ses parcs naturels (ONS, 2006). Les écosystèmes marins et côtiers s'intègrent dans l'un des secteurs phytogéographiques les plus riches néanmoins, leur superficie est relativement faible (0,07 % de la superficie du pays). A l'opposer, les écosystèmes humides s'étendent sur une superficie relativement importante, dont une grande partie néanmoins est représentée par des chotts et des sebkhas, essentiellement salés et abiotiques dans l'essentiel de leur aire (MATE, 2015), les écosystèmes humides sont des pôles de biodiversité qui englobent plusieurs types d'écosystèmes comme marais, lagunes, deltas, dunes (Ghodhani *et al.*, 2015).



Figure 1 – Situation géographique des 4 régions d'étude (<http://cartotheque.sciences-po.fr/media/Algerie>) [consulté le 13 mai 2019]

1.1.1.1.- Chlef

La ville de Chlef est située approximativement à 170 km de la capitale Alger. La région de Chlef a avant tout une vocation agricole. Elle est dotée d'une superficie importante de terres irriguées, d'une main d'œuvre en nombre cultivant ces terres et est nantie d'un tissu agro-industriel développé. La ville de Chlef s'est développée à l'extrémité Nord du bassin du Bas-Chélif à proximité de sa fermeture périclinale Est. Plus précisément, la ville se situe entre les montagnes rouges au Nord et le rocher Miocène supérieur au Sud (Fig. 2), au voisinage du confluent de l'Oued Tsighaout et de l'oued Chélif. Ce dernier sépare les deux quartiers de «Firm» au Nord et le centre-ville «El-Asnam» au Sud (Layadi, 2017).

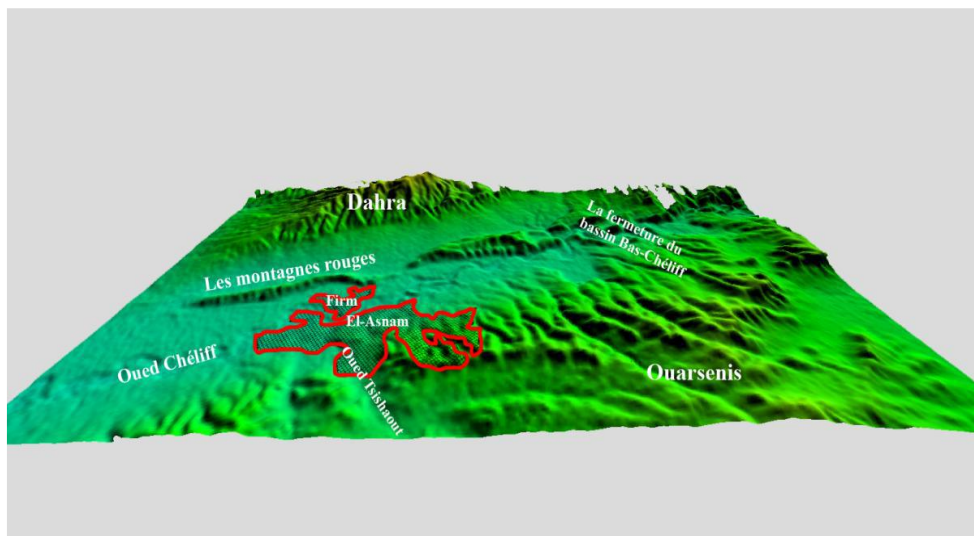


Figure 2 - Présentation du tissu urbain de la ville de Chlef (Layadi, 2017)

1.1.1.2.- Mostaganem

La wilaya est située sur le littoral Ouest du pays, elle s'étend sur une superficie de 2.269 km² et dispose d'une façade maritime de 124 km. Mostaganem est limitée par la mer méditerranée au Nord, la wilaya de Relizane au Sud-Est, la wilaya de Mascara au Sud-Ouest, la wilaya d'Oran à l'Ouest. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 365 km à l'Ouest de la capitale Alger (ANIRF, 2011).

1.1.1.3.- Oran

La wilaya est située sur le littoral Nord-Ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. Elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord ; les wilayas de Sidi bel Abbas et Mascara au Sud ; la wilaya d'Ain Timouchent à l'Ouest et au Sud-Ouest et par la wilaya de Mostaganem à l'Est.

Le chef-lieu de la wilaya est situé à 432 km à l'Ouest de la capitale Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 2.114 km².

La wilaya compte trois ports possédants :

- Port d'Oran : 2^{ème} port commercial du pays.
- Port d'Arzew : 1^{er} Port pétrolier du pays.
- Port de Bethioua : Port pétrolier du pays (ANIRF, 2013a).

La côte Oranaise est rocheuse à l'Est de la ville d'Oran, plus variée à l'Ouest où alternent des zones rocheuses et sablo-argileuses. Dans l'ensemble, le littoral présente un portrait en dents de scie avec une succession de tronçons verticaux de différentes natures et orientations, séparés par des décrochements, chacun détermine une morphologie (baie, golfe, anse crique ou un arc) relativement protégé des houles (Hussein, 2015).

1.1.1.4.- Ain Temouchent

La wilaya est située sur le littoral Ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 80 km. Elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord, la wilaya de Sidi Bel Abbas au Sud, la wilaya d'Oran à l'Ouest et la wilaya de Tlemcen au Sud-Est.

Le chef-lieu de la wilaya est situé à 500 km à l'Ouest de la capitale Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 2.376 km².

La wilaya compte deux ports :

- Port de Beni Saf : 1^{er} Port de pêche du pays.
- Port de Bouzedjar : Port de pêche, récemment réalisé (ANIRF, 2013b).

1.1.2.- Morphologie du littoral Ouest Algérien

Le cap Ténès, c'est le domaine des très hautes falaises atteignant parfois 300 m de dénivelé et plongeant à des profondeurs importantes. C'est le secteur en Algérie où le talus continental est très réduit. Dans la basse Tafna (Rachgoun à Bled El Haouaria), la prédominance des plages localisées aux débouchés des oueds ou au pied des falaises est notée, et des falaises qui terminent la partie aval d'un plateau. Ces falaises sont soit des falaises vives (El Guedime) ou des falaises mortes (au Nord de l'embouchure d'oued El Hallouf). De Sidna Youchaâ à Sidi Med El Ouardini le littoral se caractérise par le passage brutal des versants vers la mer. A l'extrême Ouest, le littoral des Traras est une façade maritime qui s'étend sur une centaine de km. Elle débute à Rachgoun (embouchure de la Tafna) près de Beni Saf à l'Est et se termine à l'Ouest près de Foum Kiss à la frontière algéro-marocaine. Ce tracé présente un dessin très sinueux et suit presque régulièrement l'orientation générale de la côte algérienne qui est en

respect avec les grandes lignes structurales tello-atlasique. Entre Cap Tarsa à l'Est et le Cap Milona à l'Ouest, on distingue deux types morphologiques : des falaises qui forment l'essentiel de ce secteur et des plages ponctuelles et se localisent souvent aux embouchures des oueds ; les exemples les plus frappants sont ceux de Ghazaouet, Oued Abdellah, plage de Sel et Marsa Ben-M'hidi (Grimes, 2010 ; MATEV, 2013).

1.1.3.- Type de substrat

Les principaux types de substrats côtiers qui donnent lieu aux paysages côtiers sont les dunes de sable, falaises, les plates-formes de vermetes et digues portuaires.

1.1.3.1.- Dunes de sable

Les dunes de sable constituent l'habitat d'une grande variété d'espèces. Les dunes sont les habitats exclusifs d'un grand nombre d'animaux (gastéropodes, arthropodes, etc.) et d'espèces végétales. Il s'agit d'écosystèmes très fragiles qui abritent une flore endémique considérable. Un tiers de la flore des dunes est propre à la Méditerranée. Les dunes jouent un rôle majeur dans la préservation des plages et la protection des installations qui se trouvent derrière elles (CP/RAC, 2013). Les plages sont composées de sédiments de tailles diverses, allant du sable fin aux blocs comme celle de la plage à gravier de Madagh 2 dans la wilaya d'Ain Témouchent (Kallouche, 2018).

1.1.3.2.- Falaises

Entre Ténès et l'embouchure du Chelif, les falaises dominent, et sont essentiellement formées dans les grès et les argiles du Miocène ou du Quaternaire. Plus à l'Ouest, les formations de roches dures du Jurassique, du Crétacé sont mises en relief dans tout le secteur du Cap Carbon dans la région d'Arzew. Seul le secteur de la Tafna, les îles Habibas et l'île Rachgoun compose un ensemble de roches volcaniques dures (Grimes, 2010 ; MATEV, 2013).

1.1.3.3.- Plates-formes à vermetes

Ce type de formation récifale calcaire est d'origine biologique. Les trottoirs et corniches à vermetes sont construits par l'association entre une algue calcaire *Corallinacée Neogoniolithon notarisii* et un gastéropode prosobranche de la famille des vermetidés, *Dendropoma (Novastos) petraeum*, souvent désigné dans la littérature sous le nom de *Vermetus critatus*. La lenteur de leur édification, rend ces formations très vulnérables. En effet, du fait de leur

position au niveau du médiolittoral, ils sont très sensibles à la pression humaine et aux activités industrielles (hydrocarbure, matière organique, piétinement) (MATE, 2002).

Les premières signalisations de ces plates-formes à vermetes ont été faites dans la région oranaise entre Arzew et Cap Carbon au bas des falaises à Marsat El Hadjadj. De celle-ci à l'embouchure de l'oued la Macta, la côte est formée par des falaises relativement hautes. A la base de ces falaises se développent d'importantes plates-formes, parfois de plusieurs mètres de largeur. De même, ces plates-formes sont larges du Cap Falcon à la pointe Coralès (Matev, 2013).

1.1.3.4.- Digue portuaire

Ces ouvrages en pierre maçonnée ou en enrochement, sont disposés le long du trait de côte, pour contrer l'érosion côtière (Fig. 3 et 4). Ils agissent comme une barrière de protection face à l'action des vagues et sont souvent utilisés en dispositif de protection d'urgence suite à une tempête (Balouin *et al.*, 2012). Les cubes de béton sont entreposés du côté externe de la digue, de façon à ce que l'eau pénètre au niveau des interstices qui les séparent, afin d'absorber le choc frontal des vagues (Kallouche, 2018).



Figure 3 - Digue du port militaire d'Oran (Originale)



Figure 4 - Digue du port commerciale d'Oran (Originale)

1.1.4.- Pollution du littoral Ouest Algérien et l'accumulation des métaux lourds

Le littoral, territoire et écosystème sensible et complexe a subi, et continue encore de subir, le plus de pressions, de sollicitations et de dégradations induites par une logique de planification insoucieuse de l'environnement (localisation de projets et de programmes de développement lourds et pollueurs) (Fig. 5) et par le laxisme dans l'application des textes relatifs à la protection de l'environnement. Les conséquences de cet état ne sont pas sans incidences sur le milieu marin en général et sur la biodiversité marine en particulier (MATE, 2002). Le faible échange d'eau rend la mer Méditerranée un écosystème vulnérable à l'accumulation de polluants, en effet, le bassin méditerranéen est exposé à une pollution émergente et permanente causée par l'industrie, l'agriculture et la forte urbanisation des villes côtières. Ces sources de pollution sont considérées comme l'un des problèmes écologiques importants dans la majorité des pays méditerranéens (Kamel, 2014).

La pollution engendrée par le déversement des eaux usées est l'une des formes de pollution les plus répandues et les plus dommageables pour l'ensemble des écosystèmes marins côtiers de la planète (Espinosa *et al.*, 2007). Les déchets industriels sont issus de réseaux d'égouts et établissements industriels ; ils comprennent, des métaux lourds et d'autres substances dangereuses émanant d'activités maritimes (hydrocarbures, des HAP et des produits antisalissures) et des eaux résiduaires de centrales thermo-électriques et des eaux usées hypersalines (UNEP, 2004).

Sur le littoral Ouest algérien, les villes d'Arzew et de Bethioua sont des pôles de l'industrie pétrochimique algérienne et à ce titre elles sont considérées comme les principales sources de pollution par les hydrocarbures (Grimes, 2010). Les zones côtières les plus affectées par la

pollution hydrique, sont adjacentes aux grandes métropoles cas de la wilaya Oran ou bien voisines des complexes industrialo-portuaires (Ghazaouet, Mostaganem, Arzew).

Ces zones sont le réceptacle de diverses sources de pollution (Tab. 1), les rejets domestiques des grandes villes maritimes ; les rejets des industries chimiques et pétrochimiques (Grimes, 2010) et les eaux de refroidissement des centrales thermiques de Sonelgaz (Marsat El Hadjadj, la centrale d'Arzew) provoquent la pollution thermique du milieu marin auquel s'ajoutent les rejets en mer d'un grand nombre de déchets et de polluants qui peuvent être à l'origine de nombreux échouage, de certaines faunes marines, observés sur la côte Ouest algérienne (MATE, 2002 ; Bouroumi, 2014) (Fig. 6).

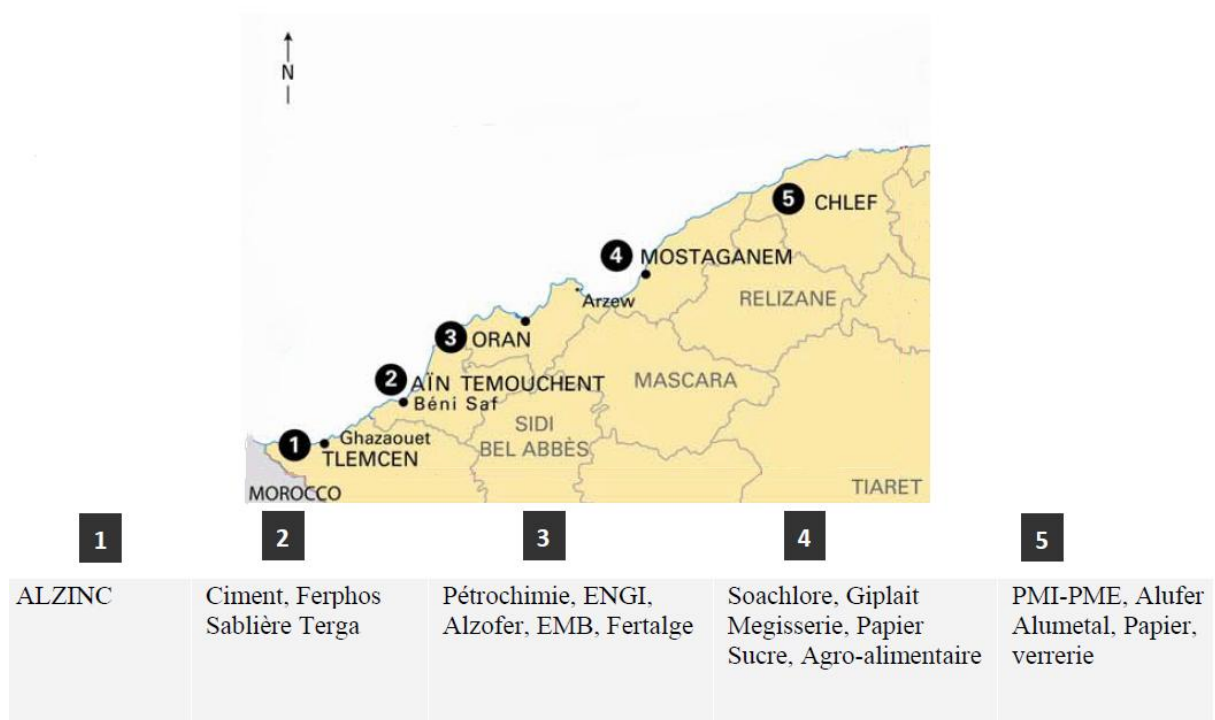


Figure 5 - Principales sources de la pollution industrielle des wilayas littorales (Grimes, 2010)

Tableau 1 - Différents oueds et rejets déversant dans le secteur Ouest (Grimes, 2010)

Régions	Les oueds, les rejets et leur emplacement
Ghazaouet	<p>Golfe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oued la Tafna ; Oued de Sidi Djilloul ; Oued el Hallouf. - Oued de Ghazaouet (se déverse au milieu du port),
	<p>Port</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systèmes d'égouts qui collectent les eaux usées domestiques (METAP, 1994), - Les rejets industriels de la METANOF (Entreprise Nationale des Métaux non Ferreux) et de la briqueterie de Touane (METAP, 1994). - Les rejets de 3 ports (Mers-El Kebir, d'Oran et de Kristel), - Les rejets domestiques de la ville d'Oran essentiellement chargées en matière organique et en détergents (METAP, 1993),
Oran	<p>Golfe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les rejets industriels des 375 unités industrielles de la ville d'Oran, des 108 unités de la zone industrielle d'Es Senia et des 29 unités de la zone industrielle de Hassi Ameur (METAP, 1993).
	<p>Port</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets R1 et R2 à l'extérieur Ouest du port d'Oran (d'origine domestique), - Rejets R3, R4 et R5 au bassin de Ghazaouet (d'origine domestique et industrielle), - Rejet R6 au bassin de Mostaganem (d'origine industrielle), - Rejet R7 au bassin de Ténés, - Rejets R8 et R9 au bassin de Béjaïa, - Rejet R9 bis au bassin de Skikda, - Rejets R10 et R11, 400 m à l'Est du port d'Oran. - Oued Chellif ; - Oued Mahgoun ; - Rejets des eaux usées urbaines de la ville d'Arzew, - Rejets de Bethioua et de Mostaganem,
Arzew	<p>Golfe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets industriels (industries pétrochimiques) et ceux de la centrale thermique ; - Rejets du port pétrolier d'Arzew, - Rejets du port gazier de Bethioua
	<p>Port d'Arzew</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets R1, R2, R3 et R4 au Bassin 1 (eaux usées domestiques), - Rejet R5 situé au niveau de l'oued Mahgoun (eaux domestiques et de l'hôpital), - Rejet R6 (bassin3) draine les déchets de l'usine de liquéfaction, - Rejet R7 (à l'extérieur du port) provient de la raffinerie et METHANOL, - Rejet R8 (à l'extérieur du port) provient de l'usine d'ammoniac (SONATRACH).
	<p>Port de Bethioua</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejet R1 à l'intérieur du port (eaux domestiques et pluviales), - Rejet R2 à l'extérieur du port (eaux domestiques, pluviales et surtout industrielles).



Figure 6 - Dauphin échoué dans la région de Madagh (Originale)

Certaines villes côtières qui sont peu pourvues en unités industrielles en zones littorales sont par ailleurs responsables des pollutions spécifiques. C'est le cas de la ville de Ghazaouet pour son unité d'électrolyse de zinc. Pour la région Ouest, les principales sources génératrices de déchets étant la zone industrielle d'Arzew qui génère le plus de déchets avec les boues et sloap issues du raffinage du pétrole, du nettoyage et de l'entretien des bacs de stockage des hydrocarbures (Grimes, 2010). Les fortes teneurs en hydrocarbures totaux mesurées dans l'eau témoignent d'une contamination permanente du port d'Arzew (trafic maritime intense, eaux usées industrielles raffinerie, GNL Méthanol, GPL, usine d'ammoniac). C'est le cas, aussi, des hydrocarbures polyaromatiques qui révèlent de forts taux avec des écarts très remarquables, témoignant de la diversité des sources de pollution pétrolière (Grimes, 2010).

Les métaux lourds à l'état de traces constituent une source de danger certain, aussi bien sur le plan écologique vis-à-vis des systèmes aquatiques, que sur la chaîne alimentaire. Leur effet négatif est évident, non seulement en diminuant la diversité des espèces aquatiques, mais en exposant les êtres humains à ces xénobiotiques directement par le biais de la chaîne alimentaire, avec un danger potentiel pour la santé humaine (Perez-Lopez *et al.*, 2003). En plus ils peuvent causer des mortalités ou difformités (Tagliarolo, 2012).

Dans le milieu marin, les métaux lourds qui ont retenu le plus l'attention des chercheurs en raison de leur toxicité sur les organismes et des risques qu'ils présentent pour la santé humaine sont le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le mercure (Hg), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni), l'aluminium (Al), le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et l'arsenic (As). Ces métaux entrent dans la chaîne alimentaire pour atteindre leur niveau maximum chez les grands prédateurs comme les poissons et les mammifères marins (Belanger, 2009).

Plusieurs travaux sur la pollution par les métaux lourds des sédiments ont été effectués sur divers secteurs de la côte algérienne.

Des pics ont été rencontrés dans les sédiments du port de Ghazaouet, avec une prédominance du zinc, contamination causée par l'usine d'électrolyse de zinc, suivi du mercure et du plomb. Les sédiments du port d'Oran révèlent de fortes valeurs, notamment pour le mercure ($0,83 \pm 0,31 \mu\text{g/g}$), le cuivre ($88,74 \pm 23,07 \mu\text{g/g}$) et le zinc ($217,85 \pm 41,94 \mu\text{g/g}$) (Grimes, 2010). Haddou (2017) souligne que les activités anthropiques sont à l'origine de la pollution du port d'Oran en mettant en exerce une pollution en plomb et zinc et classe le site d'Ain Franin qui se trouve dans la région de Kristel à l'Est du port d'Oran, comme site salubre ou l'impact des métaux lourd se fait très peu ressentir.

De fortes concentrations en manganèse ont été enregistrées dans les sédiments du port d'Arzew ($105,79 - 203,4 \mu\text{g/g}$), en zinc ($30,72 - 211,2 \mu\text{g/g}$) et en plomb ($163,8 - 187,85$

µg/g). Ces concentrations s'expliquent par les apports des égouts à l'intérieur même du port et de ses limites immédiates. Ces apports proviennent des usines implantées dans cette zone (usine de liquéfaction, raffinerie) (Grimes, 2010).

Dans une étude faite par Belkessa *et al.* (2011) sur la pollution par les métaux lourds du port de Ténès avec le mercure, le cadmium, le plomb, le cuivre et le zinc, indique que globalement les taux de pollution sont assez faibles par rapport aux normes nationales.

De plus les eaux usées peuvent contenir une très grande quantité de matière organique. Les apports en nutriments et en matière organique sont aussi à l'origine d'un autre problème important : l'eutrophisation des écosystèmes côtiers (Belanger, 2009), l'une des conséquences les plus directes des apports polluants (MATE, 2002), est l'une des principales facteurs qui occasionnent des altérations de la biodiversité et une dégradation de la qualité des écosystèmes méditerranéens (Kamel, 2014), résultant de l'agriculture, du développement urbain et touristique elle a entraîné une sérieuse dégradation de toutes les composantes biologiques de l'écosystème marin, visible surtout dans les baies où se localisent les grandes agglomérations (UNEP, 2004). Les processus de rejet (eaux usées, eaux de lessivage), se combinent avec ceux des apports de fertilisants (phosphates et nitrates), accélérant le mécanisme d'altération (MATE, 2002). Bien que la plupart des organismes semblent profiter d'une certaine augmentation du taux de matière organique dans l'eau, au-delà d'un certain seuil l'abondance, la richesse et la biomasse du benthos commence à diminuer en raison de la diminution du taux d'oxygène et de l'augmentation du taux d'ammoniac et de sulfite résultant de la décomposition de cette matière organique (Belanger, 2009). L'augmentation des apports de matière organique peut induire des phénomènes d'anoxie (Tagliarolo, 2012). Il a été démontré que les communautés de Patelles de la baie d'Algésiras les plus faibles en densités se trouvaient à proximité des bouches de rejet d'eaux usées (Belanger, 2009). Des cas ponctuels sont connus, comme dans la région d'Annaba avec l'usine ASMIDAL, ou à Mostaganem avec la papeterie située à l'Ouest de la ville (MATE, 2002). Les nuisances causées par le phytoplancton marin, qu'elles s'accompagnent ou non des pullulations désignées sous les noms d'efflorescences « eaux colorées », « eaux rouges » ne peuvent plus être considérées comme bénignes, ni anecdotiques. Des échantillons de phytoplancton récoltés sur les côtes algériennes indiquent la présence d'espèces toxiques telle que *Prorocentrum lima*, *Noctiluca scintillans*, *Pseudo-Nitzschia mulieries*, sans omettre le genre *Dinophysis* qui compte des espèces très toxiques (MATET, 2009).

1.1.5.- Menaces

Le littoral méditerranéen, notamment en Algérie, est soumis à plusieurs pressions, des enjeux financiers, risques climatiques, pollutions et préservation de l'eau. Depuis la fin des années 90, le littoral Algérien connaît des transformations profondes et brutales. Si toutes ne sont pas apparentes, un phénomène au moins est directement perçu par les populations qui y résident, celui de sa dégradation. C'est toute l'identité de cet espace unique qui est en train de disparaître au profit d'une occupation déstructurée et irréversible (Bouroumi, 2014).

L'Algérie présente une vulnérabilité écologique se traduisant par une fragilité de ses écosystèmes à la sécheresse et à la désertification, une érosion côtière effrénée ainsi qu'un stress hydrique chronique dans certaines régions. D'importantes menaces pèsent sur la diversité du patrimoine biologique algérien qui se trouve soumis à d'importants risques d'appauvrissement. Tous les écosystèmes sont menacés, à des degrés différents, par la diminution de leur biodiversité. Cette fragilité des écosystèmes se traduit par une vulnérabilité croissante des divers taxons constitutifs de la biodiversité en Algérie (MATE, 2015). Dans l'ensemble tous les écosystèmes sont menacés par des pressions diverses et le niveau de dégradation est globalement préoccupant (Tab. 2) (MEER, 2016).

Tableau 2 - Etat de conservation et menaces persistantes pour les grands écosystèmes algériens (MEER, 2016).

Ecosystème	Etat de conservation	Menaces persistantes
Ecosystème marin	Dans l'ensemble bon mais menacé	Pollutions terrestres et surpêche
Ecosystème du littoral	En voie de dégradation en raison des pressions urbanistiques	Mitage, dégradation des habitats naturels
Ecosystème forestier	En voie de dégradation, lenteur des processus de régénération	Incendies et déforestation
Ecosystème montagnard	En dégradation sous les pressions multiples	Transformation sociale et usage des territoires
Ecosystème agricole	En perte de naturalité pour cause d'augmentation de productivité	Usage des pesticides et intrants chimiques
Ecosystème steppique	Préoccupant	Surpâturage et pratiques agricoles inadéquates
Ecosystème saharien	Stable mais de plus en plus soumis aux pressions diverses	Anthropisation des espaces notamment les lits d'oueds
Ecosystème aquatique d'eau douce et zones humides	Moyen malgré les initiatives de classement en site Ramsar	Pollutions domestiques et industrielles

D'une manière générale, les communautés marines répondent à un stress environnemental, par réduction de la diversité des espèces (espèces moins nombreuses), régression vers la dominance de quelques espèces opportunistes, réduction de la taille moyenne des espèces dominantes (lien avec le niveau de population) et par l'élimination d'espèces caractéristiques de niveaux trophiques supérieurs (UNEP, 2004). Les différentes menaçantes sur les écosystèmes littoraux sont surtout la pêche, l'invasion biologique, l'érosion côtière et dégradation des ensembles dunaires, la démographie, l'urbanisation, le tourisme balnéaire et l'agriculture polluante.

1.1.5.1.- Pêche

Les activités de pêche représentent la principale cause de mortalité des poissons et d'invertébrés par l'homme et sont par ailleurs sélectives sur les tailles de capture. Dans la mesure où les traits de croissance et de reproduction sont directement liés à la taille, et pour partie héritable, les populations exploitées vont évoluer en réponse à l'effort de pêche (Bœuf *et al.*, 2010).

Les changements adaptatifs dus aux pêcheries ont montré des glissements continus des traits de vie des poissons vers des maturations sexuelles plus précoces et aux tailles plus faibles.

Les effets directs des activités de pêche peuvent également influencer la diversité des espèces à deux niveaux. Premièrement, en enlevant des composantes de la population qui présentent des différenciations génétiques et deuxièmement en réduisant les espèces vulnérables à la mortalité. De grandes espèces à croissance lente et maturation sexuelle tardive seront plus fortement impactées pour un taux de mortalité donné, dans la mesure où ses caractéristiques sont associées à des taux de croissance de la population intrinsèquement plus faibles (Bœuf *et al.*, 2010).

La superficie maritime exploitable a été évaluée à 9,5 millions d'hectares, mais seulement 2,2 millions d'hectares sont effectivement exploités (forte pression sur la pêche en zones côtières de moins de 200 mètres). D'une façon générale, il est aujourd'hui admis que d'ici 20 ans, les ressources auront diminué de 30 % même si l'Algérie ne pêche que le tiers autorisé du stock disponible, évalué à 210.000 T. L'accroissement du nombre de bateaux (2.400 bateaux en 1999 à presque 4000 en 2005), l'impact des changements climatiques et l'étranglement de la bande marine exploitée affecteront sans doute la structure de la biodiversité des espèces commerciales (Sardine, Anchois, Brochet) (MATET, 2009).



Figure 7 - Tortue marine dégagée d'un filet de pêche dans la région de Madagh (Originale)

1.1.5.2.- Invasions biologiques

La vulnérabilité de certaines espèces marines pourrait être accentuée par l'élévation de la température qui favorise la prolifération d'espèces invasives. La prolifération de ces espèces invasives véhicule des risques liés aux conséquences sur les ressources halieutiques et sur la santé de l'homme par la transmission des toxines le long de la chaîne alimentaire, ou par la consommation de poissons et crustacés (MATE, 2015).

La première signalisation d'un invertébré tropical en Algérie concerne *Oculina patagonica*, un hexacoralliaire scléactinaire de la famille des Oculinidae. Ce cnidaire anthozoaire a été signalé aux îles Habibas en 2007. La seconde signalisation de cette espèce a été faite en 2010 dans la zone marine d'El Kala. *Oculina patagonica* prolifère progressivement dans le secteur centre de la côte algérienne ; ils la signalent à Bounetah (île Agueli à la limite Est de la wilaya d'Alger en décembre 2009), à Sidi Fredj (observée en 2008, 2009 et 2010), à Tamenfoust (en mai 2010) et de très forte abondance sur les parois verticales du port de la Corne d'Or (en mai 2010) (MATEV, 2013).

Pour réussir sa colonisation, une espèce invasive doit présenter des caractéristiques écologiques, physiologiques, génétiques et morphologiques favorables à une dispersion sur de longues distances des juvéniles et des propagules, des forts taux de colonisation et une forte capacité à la compétition (Bœuf *et al.*, 2010).

La pollution biologique représentée par des espèces exogènes (également appelées allogènes ou invasives) pose de plus en plus de problèmes en raison des effets imprévus et nocifs que ces espèces peuvent avoir sur la faune indigène (conséquences évolutionnistes : espèces

cryptiques et l'hybridation avec des espèces indigènes), l'environnement, l'économie et la santé humaine (dissémination d'agents pathogènes et de maladies) (UNEP, 2004).

La Méditerranée, ouverte aux biotes de l'Atlantique, de la mer noire et de la mer rouge, est sujette aux invasions, en particulier dans son bassin oriental. Le plus grand afflux d'espèces invasives a résulté, en 1869 (UNEP, 2004), avec l'ouverture du canal de Suez qui a eu le double effet d'augmenter les échanges commerciaux par mer au point qu'il représente environ 30 % du trafic pétrolier mondial, et de modifier l'écosystème marin par l'arrivée d'espèces lessepsiennes aux incidences encore mal connues (MATE, 2002).

1.1.5.3.- Erosion côtière et dégradation des ensembles dunaires (dunes bordières)

Les écosystèmes littoraux recèlent une diversité d'habitats qui sont, généralement, le siège d'une diversité biologique importante. Si les communautés vivantes inféodées aux faciès rocheux des côtes abruptes sont pour l'instant relativement moins menacées par la pression d'urbanisation et d'aménagement touristique du littoral, il en va tout autrement pour les habitats dunaires. Les écosystèmes littoraux algériens comprennent de nombreux habitats ou micro-habitats, dont l'importance est reconnue non seulement pour leur biodiversité mais aussi pour leur rôle de zones relais de nombreuses espèces avifaunes (MEER, 2016).

L'avance du trait de côte à cause du prélèvement massif des sédiments et de la destruction des cordons dunaires côtiers constitue déjà une menace pour les écosystèmes côtiers (certaines plages comme celle de Sidi Fredj ont enregistré des pertes entre 40 et 80 % en 50 ans (1954-2003) (MATET, 2009 ; MATE, 2015).

Les cordons dunaires côtiers constituent un écosystème dont l'importance écologique est très importante. Cet écosystème, qui constitue une défense naturelle des plages, contribue au maintien et à la fixation des plages, à l'équilibre sédimentaire des plages et au maintien de la biodiversité.

26 cordons dunaires d'importance écologique ont été identifiés le long du littoral algérien, dont certains, comme celui d'El Kala (wilaya d'El Tarf), de Réghaia et de Zeralda (wilaya d'Alger), de Guerbès (wilaya de Skikda) (MATEV, 2013).

Les extractions de sable et de tout venant des oueds ont deux conséquences synergiques, elles fragilisent la côte soumise simultanément à l'hydrodynamisme et l'érosion éolienne et elles menacent les biocénoses littorales. Le problème du pillage de sable est effrayant par son ampleur et les volumes concernés. Le problème de l'érosion côtière est posé par rapport au démaigrissement des plages et au recul du rivage (MATE, 2002). L'érosion côtière (recul du

trait de côte) est indéniablement le phénomène le plus important observé au cours de ces 20 dernières années (MATET, 2009).

En Algérie sur les 250 à 300 km de sites côtiers sableux existant, environ 85 % connaissent des situations d'amaigrissement, 10 % un état de stabilité et 5 % à peine de progradation.

Les raisons de ce recul sont d'ordre naturel (processus hydrosédimentaires marins) (MATE, 2002), la hausse relative du niveau de la mer (environ 0,2 m par 100 ans/1900-2000) et les effets répétés et cumulés des tempêtes, les causes naturelles d'érosion sont amplifiées par les nuisances anthropiques (piégeage des sédiments au niveau des bassins versants ; extraction abusive de sable, mauvaise occupation du rivage) (MATET, 2009). L'extraction sauvage de sable favorise l'avancée de la mer ce qui altère la nappe phréatique qui devient salée. Au cours de ces deux dernières décennies, les sablières se sont multipliées entraînant des nuisances considérables sur l'environnement (dégradation des ensembles dunaires caractérisée par une désertification et une réduction de la diversité biologique) (MATE, 2002).

1.1.5.4.- La démographie

En Algérie, environ les deux tiers de la population sont concentrés sur le littoral qui ne représente que 4 % du territoire. L'Algérie est bordée au Nord par la mer Méditerranée. Son littoral s'étend d'Est en Ouest sur un linéaire côtier de 1622,48 Km. Cette concentration de la population, dans les grandes métropoles algériennes et dans celles du littoral, est une des conséquences directes de l'implantation de zones industrielles dans ce secteur. La sectorisation de l'industrialisation, le déséquilibre du développement entre villes et campagnes durant la décennie 1970-1980 et l'insécurité de la dernière décennie ont accentué la migration vers les grandes villes. Aujourd'hui, la saturation des espaces intra-muros a entraîné un renversement du sens des flux migratoires par débordement et redéploiement du surplus des populations des grandes villes côtières sur leurs abords immédiats (Bouroumi, 2014).

1.1.5.5.- L'urbanisation

La démographie associée à la concentration des activités humaines et à l'existence des infrastructures et des équipements structurants sont autant d'indicateurs à travers lesquels le phénomène de la "littoralisation" est décrit et analysé (MATE, 2002).

Le littoral en Algérie est, par ailleurs, caractérisé par une concentration des activités industrielles. L'Organisation du littoral Nord-Ouest Algérien a largement été perturbé en

raison des aménagements effectués (Pôle industriel d'Arzew, construction du nouveau village tel que Cap Falcon, déviation de rivière ...etc.), qui ont affaibli, voire brisé l'équilibre de l'écosystème. L'industrie pétrolière participe aussi à ce désastre écologique : elle s'est accaparé de nombreux sites présentant d'importantes potentialités paysagères, culturelles et historiques, bloquant ainsi toute possibilité d'évolution pour d'autres usages liés à la mer, notamment liés au tourisme balnéaire. L'essor de cette industrie s'est soldé par un aménagement chaotique : des communes ont été enclavées et privées de toute initiative sur leurs littoraux et de vastes étendues de terres agricoles ont été consommées (Bouroumi, 2014).

1.1.5.6.- Le tourisme balnéaire

La perte totale d'habitats liée aux activités humaines a été estimée comme la menace principale affectant actuellement la biodiversité marine. Ces écosystèmes sont par conséquent particulièrement sensibles aux perturbations associées aux activités humaines dans ces zones (Schaal, 2009).

Il convient de noter qu'en Algérie les problèmes de durabilité en zones côtières sont causés principalement par la littoralisation qui est le résultat de deux processus majeurs qui interagissent mutuellement, le premier est un processus d'urbanisation et de métropolisation en particulier, le second est un processus lié au développement de l'activité touristique, principalement balnéaire (MATEV, 2013).

Le tourisme balnéaire demeure de loin le plus attrayant et représente la destination touristique la plus prisée, malgré la faiblesse des capacités installées (MATE, 2002).

Une partie du littoral algérien a été artificialisée, soit par l'urbanisation, soit par d'autres activités telles que le tourisme (MATEV, 2013), son emprise a quelque peu perturbé l'interface terre-mer (écosystèmes, biotopes, paysages), dans les zones où se sont édifiés des complexes touristiques disséminés tout le long du littoral algérien, à l'Ouest (Oran et Béni-Saf), comme au centre (Alger, Zéralda et Sidi Fredj) ou encore à l'Est (Béjaia, Annaba et El Kala). Les autres agglomérations littorales près des sites balnéaires sont intensément sollicitées durant la saison estivale : Ghazaouet, Mostaganem, Ténès, Boumerdès, Tigzirt, Aokas, Jijel (MATE, 2002).

Le phénomène de "littoralisation" dont le constat alarmant vient d'être retracé avec ses multiples nuisances sur le milieu naturel (consommation du foncier agricole, renforcement de la concentration humaine, industrialisation, tourisme) a non seulement des incidences sur l'aménagement littoral et le milieu marin, mais aussi et surtout sur l'érosion de la diversité biologique (MATE, 2002).

La végétation peut aussi être endommagée par les activités touristiques (MATE, 2002) :

- Le campement, le piétinement, et le traçage des chemins peuvent mener à la dégradation de la couverture végétale, accentuant l'érosion et le lessivage des sols. L'ampleur des dégâts dépend de la vulnérabilité et de la pression exercée sur l'écosystème.
- La cueillette permanente des fleurs, plantes, et autres champignons peut modifier la répartition des espèces.
- Le fait de couper volontairement les jeunes arbres pour stabiliser les sentiers, de tailler des mâts de tente ou de faire du feu peut être désastreux pour l'écosystème. La suppression des jeunes arbres modifie la structure d'âge de la communauté de plantes et le nombre d'arbres arrivant à maturité diminue.
- Dans les zones maritimes (eaux côtières, plages et rivages et eaux du large) de nombreuses activités touristiques se déroulent dans ou à proximité d'écosystèmes fragiles. L'ancrage de bateaux, la plongée sous-marine, la pêche sportive, le nautisme, et la navigation de plaisance font partie des activités pouvant causer une dégradation directe des écosystèmes marins, et avoir un impact non négligeable sur la protection des côtes et des pêcheries.

Des gisements entiers de mollusques lamellibranches couvrant plusieurs dizaines d'hectares ont complètement disparu dans la grande périphérie d'Alger à proximité de Boumerdès, la situation est tout aussi dégradée sur la corniche oranaise (MATEV, 2013).

1.1.5.7.- L'agriculture polluante

Les activités agricoles occupent sur les wilayates littorales une superficie estimée à 1.632.000 ha. Les principaux périmètres agricoles recensés sur un peu plus de cinquante km de bande côtière s'étendent sur 1.270.094 ha, dont une grande proportion (80 %) se situe entre Ténès et Béjaia (MATE, 2002).

Bien que les engrais et les produits sanitaires aient un rôle considérable en agriculture, d'eux dépendent l'augmentation de la productivité des sols et la préservation des sols contre leur épuisement. Néanmoins un usage abusif de ces produits chimiques aura des répercussions néfastes sur les différents écosystèmes (lacustres, marins et terrestres). C'est pourquoi un usage raisonnable de ces produits doit être adopté (MATEV, 2013).

1.1.5.7.1.- Les engrais

C'est la wilaya de Tipaza qui est la plus grande utilisatrice d'engrais avec une consommation totale d'environ 41.654 tonnes par année en moyenne (Fig. 8), suivies de la wilaya de Skikda avec une moyenne d'environ 8.842 T, El Tarf (6.487 T) et Mostaganem et Tlemcen à l'Ouest avec respectivement 8.375 T et 5.545 T. Les wilayas qui utilisent le moins

d'engrais son Chlef qui n'en utilise qu'à peine 883 T par an et la Wilaya de Ain Témouchent 920 T,

Bien que l'Algérie soit le pays le moins utilisateur d'engrais au niveau du Maghreb, il faudra tout de même rationaliser cette utilisation par un meilleur rééquilibrage, les wilayas qui consomment le plus (Tipaza et Mostaganem) doivent en limiter l'utilisation. Certaines Wilayas, devrait recourir avantageusement à l'agriculture bio. Particulièrement pour les wilayas qui ont jusqu'à présent très peu utilisé, c'est le cas des wilayas de Chlef, Ain Témouchent, Oran, Boumerdes et Tizi-Ouzou (MATEV, 2013).

Dans les zones littorales les engrais azotés utilisés, pour la région centre (Mitidja, Sahel, plateaux côtiers algérois) peuvent être mis en relation avec la concentration élevée des nitrates dans les sédiments marins au niveau des oueds qui les transportent vers la mer. Les eaux de ruissellement évacuent en mer par les oueds principalement les excédents en nitrates et phosphates des sols agricoles du littoral centre et des plaines de l'Est du pays (MATE, 2002).

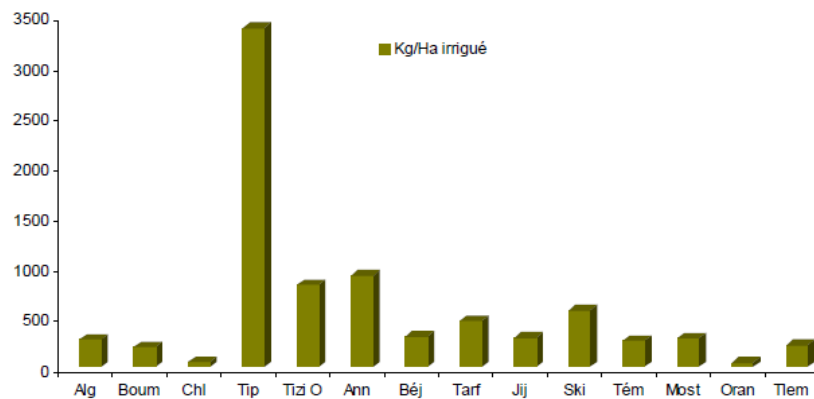


Figure 8 - Quantité d'engrais utilisée et par ha irrigué (MATEV, 2013)

1.1.5.7.2.- Pesticides

Ce sont les wilayas de Chlef, Alger et Oran qui consomment le plus de pesticide (Fig. 9). Il est tout à fait possible de réduire la quantité de pesticides utilisés en ayant recours aux techniques culturales et à l'utilisation d'auxiliaires biologiques contre les différents ravageurs (MATEV, 2013).

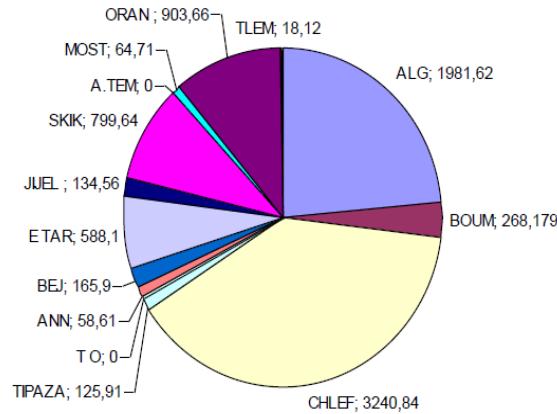


Figure 9 - Quantité de pesticide en kg/ha utilisée par Wilaya (MATEV, 2013)

1.1.6.- Climat du littoral Ouest Algérien

L'influence de la mer, comme facteur attiédissant en hiver et rafraichissant en été, est assez marquée sur les régions du littoral. De même, les constantes saisonnières sont bien marquées entre l'hiver et l'été. Les minima thermiques sont généralement atteints au mois de janvier alors que les maxima sont atteints en juillet et aout. Les analyses des variations des températures annuelles, sur une série d'observations de 10 ans (1975 à 1985), montrent que les stations du littoral sont caractérisées par des maxima compris entre 25 °C et 30 °C atteints en juillet. Les automnes sont plus chauds que les printemps. Oran, par exemple, a une moyenne de 18,8 °C en octobre et de 16,7 °C en mai (Taibi, 2011).

L'Ouest algérien est touché par la sécheresse. Cette sécheresse a eu un impact négatif sur le régime d'écoulement des oueds, sur l'alimentation de la nappe phréatique et sur le niveau de remplissage des barrages. Le climat est caractérisé par une continentalité plus marquée compte tenu de la latitude et de la disposition Est-Ouest des reliefs qui limitent le passage vers l'intérieur du pays des perturbations d'origine océanique (Atlantique) et Méditerranéenne porteuses de pluie. En Algérie Nord-Occidentale la quantité de pluie annuelle atteint parfois celle enregistrée dans certaines régions sahariennes. Dans la région Nord-Occidentale de l'Algérie, le phénomène de la sécheresse ne constitue pas en fait un événement exceptionnel, mais un phénomène fréquent qui a toujours pesé sur l'homme et son environnement (Medejerab et Henia, 2011). C'est le cas de la région de Chlef, caractérisée par de l'air chaud à caractère ascendant d'où la sécheresse estivale de ces plaines, la zone littorale, de la ville de Ténès et les communes limitrophes telles que, Abou El-Hassane, Sidi-Okacha et Sidi-Abderrahmane sont les plus ventées de la vallée du Cheliff (Boukli Hacene *et al.*, 2010).

On constate d'importantes variations de la pluviométrie le long du littoral, et on passe de plus de 4.000 mm/an dans l'Ouest (Béni Saf) à différentes valeurs jusqu'à Mostaganem. Cependant le phénomène gel-dégel est rare, ce qui explique l'intensité de culture, au bord de la côte, de végétaux sensibles au gel, comme l'olivier ou les agrumes (Kallouche, 2018).

1.2.- Généralités sur les Patelles

1.2.1.- Description

Le terme Patelle est largement utilisé pour couvrir une gamme de mollusques coniques (Le Quesne *et al.*, 2005). Le genre *Patella* est réparti sur les côtes rocheuses de l'Atlantique Nord-Est et Mer Méditerranée et mer Noire, habitant de la zone médiolittorale où elles constituent des populations denses, les Patelles y sont favorisées par leur organisation qui leur permet de résister à la fois aux chocs des vagues et à la dessiccation (Sá-Pinto *et al.*, 2007) (Fig. 10). On peut juger de la puissance de leur adhérence lors de la récolte, difficile à réussir sans l'aide d'une lame utilisée comme levier (Fisher *et al.*, 1987), elles adhèrent très fortement aux rochers (Arzel *et al.*, 1992) grâce à son pied musclé adhérent (Nakhlé, 2003). La ténacité avec laquelle ils peuvent s'accrocher varie selon les individus et les espèces en fonction de la taille et de la forme du pied ainsi que de la composition et de la quantité de mucus (Branch, 1981). C'est leur ténacité qui a permis aux Patelles de s'étendre en rivages balayés par des vagues de haute énergie (Le Quesne *et al.*, 2005).



Figure 10 - Patelles sujettes au facteur physique de la dessiccation (Originale)

Lorsqu'elle est sur les rochers calcaires elle creuse une dépression pour y être plus à l'abri de la dessiccation lors des périodes d'exondation. A marée haute, la Patelle quitte son gîte pour aller brouter les algues macroscopiques, les débris divers ou la couverture d'algues microscopiques (diatomées) poussant sur la roche environnante (Nakhle, 2003). A marée descendante, elle regagne son gîte sans jamais se tromper (en général) et réoccupe exactement la même place dans la même position (homing). Sa coquille épousant parfaitement la roche, les pertes d'eau par évaporation seront réduites au minimum lors de la marée basse (Fig. 11) (Nakhlé, 2003 ; Fisher *et al.*, 1987 ; Arzel *et al.*, 1992).

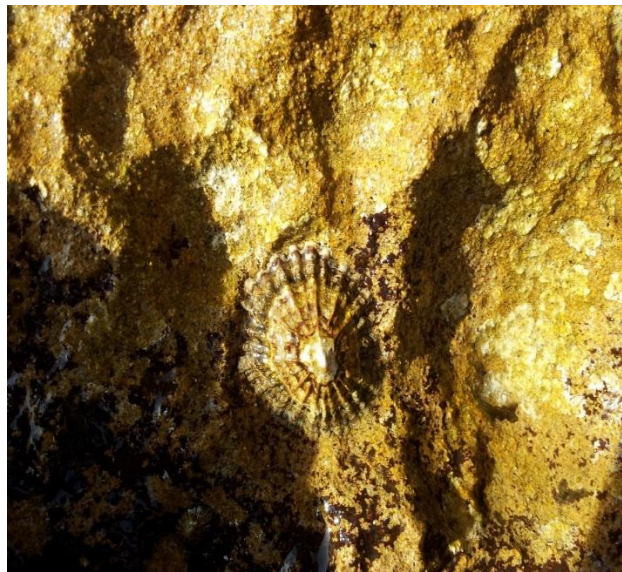


Figure 11 - *Patella ferruginea* sa coquille est déformée afin d'épouser parfaitement la roche
(Originale)

1.2.2.- Systématique

La systématique du genre *Patella* est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Mollusca

Classe : Gastropoda

Ordre : Archaeogastropoda

Super-famille : Patelloidea

Famille : Patellidae

Sous-famille : Patellinae

Genre : *Patella*

Les Patelles, mollusques très abondants sur les côtes méditerranéennes, présentent au sein d'une même espèce des variations morphologiques qui sont, dans le domaine de la

systématique, à l'origine de controverses dont témoignent de nombreux essais de classification. La classification des Patelles a été élaborée en effet en plusieurs étapes. Les premiers auteurs ont utilisé des caractères écologiques et anatomiques (longueur du ruban radulaire, couleur des papilles du bord du manteau, etc.), pour diminuer l'incertitude qui subsistait souvent, on a ajouté d'autres critères portant notamment sur les différences dans les périodes de maturité sexuelle, sur les éléments radulaires et plus particulièrement sur les dents pluricuspidées (Rampal, 1965).

D'autres auteurs ont proposé pour les Patelles atlantiques un système de classification fondé sur la morphologie des dents latérales unicuspidées et plus précisément de la dent latérale interne (Rampal, 1965).

La famille des Patellidés représente la forme générale d'une coquille conique sans opercule (Blanchard *et al.*, 1985).

Bien que l'on sache beaucoup de choses sur la biologie de Patellidae, la systématique du groupe a été relativement négligée. La plupart des travaux systématiques se sont concentrés sur la description et la séparation des espèces, mais la taxonomie n'est pas encore complètement résolue. Historiquement, la forme externe de la coquille était le principal caractère utilisé dans la taxonomie des Patellidés au niveau de l'espèce, mais dans de nombreuses espèces, elle est très variable, ce qui entraîne une confusion taxonomique. On a reconnu depuis longtemps que la radula est aussi un caractère utile pour la discrimination entre espèces. Des monographies taxonomiques mondiales ont utilisé une combinaison de morphologie de la coquille et de caractères radicaux dans leurs diagnostics, mais montrent néanmoins de nombreux désaccords (Ridgway *et al.*, 1989).

D'autres caractères qui ont été utilisés avec succès pour distinguer les espèces comprennent la coloration du pied (Ridgway *et al.*, 1989 ; Sá-Pinto *et al.*, 2007) et des tentacules palliaux, l'ultrastructure des spermatozoïdes et le nombre de chromosomes. L'électrophorèse des allozymes a également été utilisée pour distinguer les espèces sympatriques. Cependant, il reste des incertitudes sur le nombre d'espèces qui devraient être reconnues dans la famille (Ridgway *et al.*, 1998).

1.2.3.- Anatomie

Les Patelles diffèrent des autres gastéropodes de leur géométrie de coque, microstructure de coque, forme radulaire, dans la morphologie des branchies, système digestif et autre caractères anatomiques (Ridgway *et al.*, 1989), ce sont des mollusques gastéropodes prosobranches coniques (Le Quesne *et al.*, 2005), univalve (Derrien, 2014) (Fi. 12).



Figure 12 - Forme conique des Patelles (Originale)

La coquille est non spiralée (Fisher *et al.*, 1987 ; Le Mao *et al.*, 1995), conique, à sommet central ou décalé vers l'avant ; face interne luisante, portant la trace de l'insertion musculaire, en forme d'arc ouvert vers l'avant ; face externe très variable en sculpture et fréquemment érodée ou attaquée par des organismes épizoïques (Fisher *et al.*, 1987). Les individus les plus âgés sont souvent recouverts d'algues ou de balanes (Arzel *et al.*, 1992) (Fig. 13).



Figure 13 - *Patella ferruginea* avec des balanes sur la coque externe (Originale)

Leur corps interne a subi une torsion. Elles n'ont pas d'opercule (Fig. 14), car ils passent généralement toute leur vie post-larvaire attachés par leur pied à un substrat solide (Le Quesne *et al.*, 2005), où elles se fixent par un gros pied charnu formant une ventouse (Arzel *et al.*, 1992). Leur corps est mou non segmenté, constitué d'une tête d'une cavité palléale, d'un pied et d'une masse viscérale. Leur tête porte les yeux et les tentacules.



Figure 14 - Les Patelles n'ont pas d'opercule (Originale)

Les viscères sont enveloppés dans un manteau, lui-même protégé par une coquille externe protectrice sécrétée par un bourrelet de l'épiderme appelé manteau ou pallium. Les yeux chez les Patelles ne perçoivent pas le mouvement mais uniquement la direction de la lumière (Boumaza, 2014). Les 'dents' de la Patelle sont en fait une multitude de petits denticules d'une substance dure (une protéine modifiée appelée scléroprotéine) imprégnée de minéraux et disposées sur un ruban souple formant une râpe appelée radula (Fig. 15). Cette radula est animée d'un mouvement de va-et-vient par des muscles du bulbe buccal (Nakhlé, 2003).

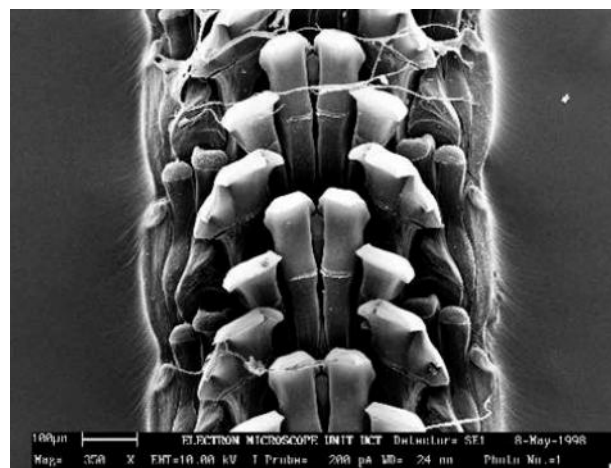


Figure 15 - Microscopie électronique de la radula de la Patelle (Nakhlé, 2003)

1.2.4.- Nutrition

Les Patelles font partie des herbivores marins les plus connus sur les côtes rocheuses du monde (Prusina *et al.*, 2015). Étant herbivores elles se nourrissent d'algues vivant dans la zone littorale (Ayas, 2010).

Certains consommateurs importants des estrans rocheux, comme les Patelles, se nourrissent de façon privilégiée sur les biofilms epilithiques, en raclant le substrat à l'aide de leur radula (Schaal, 2009). Elles se nourrissent de biofilms microbiens, de cyanobactéries et de microalgues, notamment des diatomées, des spores et d'autres propagules de macroalgues (Prusina *et al.*, 2015).

Les Patelles sont importantes, non seulement parce qu'elles sont répandues et communes, mais aussi parce qu'elles sont capables de pâturer des matières dures par rapport à de nombreux autres gastéropodes brouteurs. Les Patelles et les chitons sont les seuls mollusques gastéropodes herbivores capables de brouter des algues crouteuses (Le Quesne *et al.*, 2005). Les dents de la Patelle sont en fait une multitude de petits denticules d'une substance dure (scléroprotéine) imprégnée de minéraux et disposées sur un ruban souple formant une râpe appelée radula. Cette radula est animée d'un mouvement de va-et-vient par des muscles du bulbe buccal. A l'aide de cette radula les Patelles grattent la surface des roches sur lesquelles elles sont installées (Boumaza, 2014). Ainsi, les Patelles en plus des algues crouteuses elles consomment des algues coriaces qui ne seraient pas affectées par d'autres mollusques herbivores (Le Quesne *et al.*, 2005).

Il existe quatre modes d'alimentation de base chez les Patelles, les généralistes se nourrissant principalement de microalgues et de détritus (débris) ou de tout matériau approprié qu'ils prélèvent sur la paroi rocheuse (Branch, 1981 ; Le Mao *et al.*, 1995 ; Fisher *et al.*, 1987); d'autres espèces mangeant des macroalgues, notamment des corallines incrustantes et des algues frondeuses dressées ; espèces territoriales étroitement liées à des plantes alimentaires particulières ; et les espèces épiphytes qui se nourrissent de leurs plantes hôtes (Branch, 1981). La jeune larve planctonique se nourrit d'algues microscopiques jusqu'à sa métamorphose et sa fixation (Fisher *et al.*, 1987).

1.2.5.- Reproduction

Les cycles de reproduction annuels et les déclencheurs sous-jacents du développement des gonades et de la ponte chez les Patelles ont fait l'objet d'études approfondies pendant de nombreuses années pour plusieurs espèces (Ribeiro *et al.*, 2009).

La Patelle est hermaphrodite. La jeune Patelle est en général de sexe mâle, mais elle deviendra femelle dès sa deuxième année. Il n'y a pas de copulation (Nakhlé, 2003). Elles sont des génitrices de larves qui subissent un développement pélagique et, bien qu'ils aient mis au point de nombreuses stratégies pour résister à la dessiccation dans la zone intertidale, elles sont contraintes de vivre dans des habitats marins en vue d'une fertilisation externe et d'un développement larvaire ultérieur (Fretter et Graham, 1962 ; Le Quesne *et al.*, 2005).

La reproduction a lieu en automne ou au début de l'hiver (de septembre à janvier). Les gamètes mâles et femelles sont émis conjointement et la fécondation a lieu en pleine eau (Nakhlé, 2003). La reproduction est réalisée par la libération des éléments sexuels des deux sexes en pleine eau où se fait la fécondation (Fisher *et al.*, 1987). Les œufs planctoniques donnent naissance à des larves planctoniques qui se métamorphosent et commencent leur vie benthique à la fin de l'hiver ou au début du printemps. A ce moment, la jeune Patelle ne mesure que 0,2 mm. Elle atteint déjà une taille de 3 cm au cours de sa première année et est déjà sexuellement mature. Après la première année, la croissance se ralentit (Nakhlé, 2003).

1.2.6.- Biodiversité des Patelles dans le monde et en Algérie

La diversité biologique, ou biodiversité, est un "faisceau de concepts" qui couvrent de nombreux aspects intimement liés, depuis la génétique et la biologie moléculaire jusqu'à la structure des communautés et à l'hétérogénéité des habitats. Cependant, la signification la plus fondamentale de la biodiversité réside dans le concept de richesse en espèces, à savoir le nombre d'espèces se trouvant en un site, une région ou un écosystème (UNEP, 2004).

Les Patelles vivent sur les côtes rocheuses de toutes les mers du monde (Bouzaza *et al.*, 2016). La distribution des Patelles s'étend sur la façade Atlantique, de la Norvège jusqu'aux Açores. On les trouve également sur les côtes Ouest des îles Britanniques, en Manche, en mer du Nord, en Méditerranée et en Afrique du Sud (Kallouche, 2018).

Le littoral algérien est constitué de diverses espèces de Patelles. L'étude relative à la composition des Patellidae dans l'étage médiolittoral du golfe d'Annaba ainsi que la plage de l'embouchure dans la région d'El-Kala révèle l'existence de 5 espèces appartenant au genre *Patella* : *Patella caerulea*, *Patella rustica*, *Patella vulgata*, *Patella ulyssiponensis* et *Patella intermedia*. Cependant, la région d'El-Kala abrite en plus des cinq espèces citées, la Patelle noire *Patella nigra* une espèce en voie de disparition en méditerranée (Boumaza, 2014).

L'inventaire du genre *Patella* du golfe de Skikda a révélé la présence de six espèces. Les espèces observées étaient : *Patella caerulea* ; *Patella rustica* ; *Patella ferruginea* ; *Patella aspera* ; *Patella safiana* ; *Patella vulgata* (Maatallahal *et al.*, 2014).

Dans les régions d'Oran Kallouche (2018) souligne la présence de six espèces de Patelles : *Patella caerulea*, *Patella rustica*, *Patella ferruginea*, *Patella vulgata*, *Patella ulyssiponensis* et *Patella depressa*.

1.2.7.- Les prédateurs des Patelles

Les prédateurs naturels des Patelles, sur nos côtes, sont les crabes (*Pachygrapsus marmoratus*), les goélands d'audouin (*Ichthyaetus audouinii*) et leucophée (*Larus michahellis*) (Kallouche, 2018), auxquels s'ajoute le gastéropode *Stramonita haemastoma*, il est répandu en Méditerranée, qui consomme les bivalves et les Patelles (Bendoula *et al.*, 2017).

En revanche, *Patella ferruginea* semble avoir peu de prédateurs naturels à son stade adulte. La robustesse de la coquille et la force adhésive de son pied protègent les espèces de la prédation, les spécimens de grande taille avec la coquille recouverte d'algues épizoïques et bernaches facilite leurs camouflages. Cependant, au stade juvénile et dans les tailles moyennes, elles peuvent être dévoré par les principaux les prédateurs de l'infralittoral, mésolittoral ou supérieur, tels que les crabes *Eriphia verrucosa* et *Pachygrapsus marmoratus* ou le gastéropode *Stramonita haemastoma*, une espèce capable de percer la coquille des adultes, il semble que les goélands puissent également s'en prendre à eux (Guallart *et al.*, 2012).

1.3.- La Patelle géante *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Mollusca : Gastropoda)

1.3.1.- Choix de la Patelle géante

Notre choix s'est porté sur *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Mollusca : Gastropoda), afin d'évaluer sa répartition dans le littoral Ouest Algérien, informations en grande partie très peu connues pour cette zone. Aussi entreprendre une étude biométrique, dynamique et un recensement de cette Population. L'espèce est l'une des espèces les plus menacées d'extinction en Méditerranée.

Les résultats ont été comparés à d'autres études de cas en Méditerranée, afin de mieux définir l'état de conservation actuel de la population de l'Ouest algérien et d'évaluer les principales menaces pesant sur sa population, enfin apporter quelques éléments à la compréhension des facteurs régissant la distribution de l'espèce dans la zone étudiée et proposer des suggestions de gestion pour renforcer sa protection.

1.3.2.- Description et habitat de la Patelle géante

Grande espèce avec un axe longitudinal de 55 à 75 mm, elle peut dépasser 100 mm, ayant 30 à 50 grosses côtes subégales, bien saillantes non granuleuses, irrégulièrement noueuses, très épaisses (Laborel-Deguen et Laborel, 1991 ; Guallart *et al.*, 2012). Sommet subcentral ; galbe régulièrement conique ; le galbe peut être bombé ou capuloïde. Test très épais et solide, rarement attaquées par les balanes qui le couvrent ; bord plus ou moins dentelé. Intérieur blanc nacré avec parfois un reflet bleuâtre, pourtour bordé de noir ; extérieur roux clair, généralement avec des lignes ferrugineuses concentriques. Pour les parties molles, la sole pédieuse uniformément beige orange (tirant sur le kaki) la colonne du pied est noir-bleu, le manteau très mince, beige, bordé de papilles. Les très jeunes individus (moins 5 mm de diamètre) possèdent une coquille conique élevée, sans costulation visible, avec une dizaine de rayons blancs tranchant sur la coloration sombre de la coquille. Au-delà de 5 mm la costulation apparaît peu à peu, les côtes se renforçant graduellement. La coloration est alors caractéristique, avec des bandes beige clair concentriques, très visibles déformés en étoile au niveau des côtes (Laborel-Deguen et Laborel, 1991). Sa longévité est inconnue, mais il a été prouvé qu'elle dépasse 12 ans et, selon certaines estimations, pourrait atteindre 20 à 30 ans (Guallart *et al.*, 2012).

Elle nécessite des surfaces rocheuses stable (naturel ou artificiel) pour s'installer, elle est donc absente sur les plages de sable fin et de gravier (Guallart *et al.*, 2012).

La Patelle géante est un mollusque brouteur qui ne se trouve que dans une très étroite bande du littoral rocheux (quelle que soit sa nature : granite, calcaire, et même béton des briselles), juste au-dessus du niveau de la mer et plus précisément au-dessous des crustacés communément appelés balanes et au-dessus des algues *Rissoella* et *Lithophyllum* (Delaugerre et Thibault, 1997). Avec une préférence pour les surfaces d'inclinaison moyenne dans les zones exposées à la houle, mais sans excès, les enclaves excessivement protégées ne favorisent pas le développement de leurs populations (Guallart *et al.*, 2012).

Le régime alimentaire de *P. ferruginea* est peu connu, mais il semble être constitué principalement par le "biofilm" cyanobactéries épineuses et endolytiques et dans une moindre mesure, de diatomées et de petites propagules.

L'activité de navigation de la Patelle semble très efficace ; en se déplaçant très lentement, elle déplace la tête et le corps d'un côté et de l'autre en alternance, de manière à effectuer un balayage complet en zigzag de la surface de navigation. Dans les zones où la prolifération d'algues vertes a eu lieu (*Enteromorpha* sp. ou *Chaetomorpha* sp.), en raison de l'enrichissement en matière organique, une migration des spécimens a lieu vers des zones

proches dépourvues de cette couverture d'algues. L'un des facteurs qui marquent le début de son activité trophique est l'arrivée de la marée haute, ce qui pourrait indiquer qu'elle préfère les zones de marée, même s'ils ont une amplitude limitée (Guallart *et al.*, 2012).

1.3.3.- Reproduction et mobilité de la Patelle géante

C'est une espèce hermaphrodite protandre, c'est-à-dire que les individus sont d'abord des mâles (à partir de 28 mm environ), puis ils deviennent des femelles (à environ 40 mm) quand ils ont entre 3 et 4 ans. La Patelle géante atteint la maturité sexuelle au cours de sa deuxième année de vie, avec une taille moyenne de 28 mm et la taille du changement de sexe et d'environ 40 mm, peut être atteint après 3 ans de vie. Entre 25 et 40 mm tous les spécimens sont des mâles. En fait, il a été récemment prouvé qu'un renversement du sexe de femelle en mâle peut se produire, ce mode de reproduction correspondrait à un proterandrico hermaphrodite séquentiel. Les facteurs déterminants ce changement de sexe sont inconnus, mais on pense qu'ils dérivent de la structure de la population (Guallart *et al.*, 2012).

La période de reproduction a lieu en automne (Guallart *et al.*, 2012). La maturation gonadique commence. L'ovaire est rougeâtre, le testicule a une coloration blanchâtre (Laborel-Deguen et Laborel, 1991). Chez *P. ferruginea*, comme dans les autres Patelles, la fécondation est externe et les gamètes sont expulsés vers la mer lors des premières fortes tempêtes d'automne (Guallart *et al.*, 2012).

Les premières émissions ont lieu chez les individus de petite taille, tous mâles, le décalage étant de courte durée un mois à peine. Le repos est total de janvier à juillet (Laborel-Deguen et Laborel, 1991).

Chez les espèces marines, l'incorporation de nouveaux spécimens juvéniles à la population qui a lieu tous les ans s'appelle le recrutement. La fixation des juvéniles sur le substrat chez *P. ferruginea* a lieu après une courte phase larvaire de nage (dont la durée ne semble pas durer plus de trois jours) et a lieu dans le même habitat que pour les adultes.

Pour que le recrutement réussisse, il est nécessaire que la contribution des larves soit importante, ce qui implique qu'il devrait y avoir des populations avec une densité suffisante de spécimens mâles et femelles, à l'heure actuelle, un seul recrutement notable est observé dans les régions d'Afrique du Nord où il y a des populations importantes (Guallart *et al.*, 2012).

Les déplacements trophiques sont relativement courts, se déplaçant exceptionnellement de plus d'un mètre de leur empreinte, dans des conditions où elles restent totalement ou partiellement submergées (par des vagues ou à marée haute) et de préférence la nuit. La durée des mouvements trophiques est très variable (généralement entre 2 et 6 heures), après quoi

elles retournent à leurs empreintes respectives. Après chaque période de déplacement, les Patelles peuvent rester inactives pendant plusieurs jours (Guallart *et al.*, 2012).

1.3.4.- Distribution dans le monde et en Algérie

La Patelle géante *P. ferruginea* est une espèce endémique de la Méditerranée occidentale où elle est considérée comme l'invertébré marin le plus menacé. Inscrite dans la directive 92/43/CEE du Conseil européen, elle est actuellement exposée à un risque d'extinction grave (Laborel-Deguen et Laborel, 1991 ; Ramos, 1998 ; Espinosa *et al.*, 2006) en raison de l'impact humain croissant sur environnements marins (Aversano, 1986 ; Guerra-Garcia *et al.*, 2004).

Bien que la biodiversité côtière algérienne soit encore mal connue, la côte algérienne reste un élément clé de la conservation de la biodiversité marine et côtière du bassin méditerranéen (Grimes *et al.*, 2004 ; Doukara, 2019).

En Algérie, cette espèce se rencontre surtout à l'Ouest (Espinosa, 2009 ; Taibi *et al.*, 2013) et à l'Est à Skikda (Maatallah *et al.*, 2014).

Les îles algériennes occidentales (Rachgoun, Habibas et Plane) sont des sites de grande valeur écologique en raison du nombre élevé d'espèces marines méditerranéennes endémiques et en danger de disparition qui y vivent (Bachet *et al.*, 2007). Des populations importantes du mollusque en danger ont été enregistrées à l'île Rachgoun (Frenkiel, 1975), aux îles Habibas (Boumaza et Semroud, 2001) et à l'île Plane (Espinosa, 2009). Doukara (2007) a signalé l'espèce à Cap Falcon et Mezali (2007) le long de la côte Mostaganemoise. Benguedda (2012) a signalé l'espèce dans la région de Ghazaouet, Beni-saf et Honaine.

La structuration de la population génétique à l'aide de répétitions de séquences inter-simples a montré la présence de deux groupes génétiques principaux, correspondant à l'Espagne, l'Afrique du Nord et la Sicile et la région Sarde-Corse (Casu *et al.*, 2011).

Son abondance dans des gisements paléolithiques et néolithiques indique qu'autrefois la distribution de l'espèce englobait certainement une grande partie de la Méditerranée Occidentale, c'est les côtes Ouest de l'Italie, Méditerranée française, Péninsule Ibérique, Maroc, Algérie, Tunisie et les îles de la Méditerranée Occidentale (Espinosa *et al.*, 2009 ; Laborel-Deguen et Laborel, 1991).

Son aire de répartition c'est considérablement réduit au cours du siècle dernier, principalement en raison de la pression humaine sur les habitats côtiers.

Aujourd'hui l'espèce est surtout présente sur les côtes Nord-Africaines du Maroc, de l'Algérie et en Tunisie et réduit à des zones spécifiques d'Europe (principalement le Sud de l'Espagne,

la Corse, la Sardaigne, Pantelleria, l'archipel toscan et Sicile) (Rivera-Ingraham *et al.*, 2014 ; Espinosa *et al.*, 2014 ; Marra *et al.*, 2016 ; Doukara, 2019).

1.4.- Bioaccumulation métallique chez les Patelles

1.4.1.- Les contaminants métalliques dans l'écosystème aquatique

Les ETM (Eléments traces métalliques) sont présent dans le milieu marin sous la forme d'un continuum de tailles depuis la phase particulaire ($> 0,45 \mu\text{m}$) jusqu'à la phase dissoute ($< 0,1 \mu\text{m}$), en incluant aussi une phase colloïdale intermédiaire. La plupart du temps, la distinction entre phase dissoute et particulaire s'effectue à partir de la filtration à $0,45 \mu\text{m}$ (Abed, 2011). Dans les milieux aqueux, les métaux sont présents sous différentes formes chimiques. Les éléments et composés chimiques inorganiques (anions majeurs tels que les carbonates, les chlorures et les hydroxydes) et organiques (composés formant la matière organique dissoute) (Borsali, 2015). Il faut ajouter à cela les colloïdes et les particules en suspension issus des sols et des sédiments ainsi que des particules d'origine biologique (phytoplancton et zooplancton notamment) (Haddou, 2017), présents dans ces milieux constituent des ligands capables de complexer les ions métalliques. La Figure 16 illustre les interactions entre un ion métallique libre (M^{2+}) et les ligands avec lesquels des complexes peuvent se former.

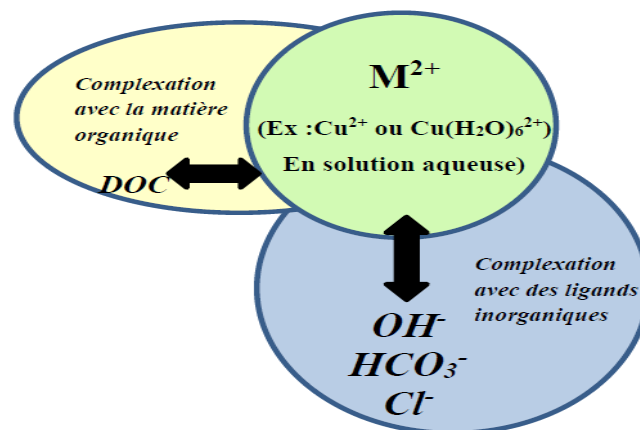


Figure 16 - Phénomènes de complexations des métaux dans l'eau (Borsali, 2015)

Les phénomènes de complexations faisant intervenir les métaux sont gouvernés par un ensemble de paramètres physico-chimiques. Ceux-ci modifient la spéciation des métaux, c'est-à-dire qu'ils influent sur la répartition des différentes formes chimiques métalliques, mais agissent également sur l'assimilation par les organismes vivants. Selon Borsali (2015), parmi

ces paramètres, le pH, l'oxygène, la salinité, la dureté et la teneur en carbone organique sont les paramètres physico-chimiques qui influencent en majeure partie ce type d'échange dans l'eau. Par exemple, lors d'une diminution du pH dans l'eau, la concentration des métaux sous forme ionique augmente du fait de la compétition avec un nombre croissant d'ions hydroniums (H_3O^+) vis-à-vis des sites d'adsorption. Ainsi la mobilité des métaux augmente généralement dans le milieu lorsque le pH diminue (Haddou, 2017).

1.4.2.- Les contaminants métalliques chez les Patelles

.....Ça devient plus important de mener des recherches sur la distribution et la biologie des espèces appartenant au genre des Patelles, qui peuvent en fait être utilisées comme indicateurs biologiques de la pollution des écosystèmes marins (Ayas, 2010). Elles ont été proposées comme organismes sentinelles et des biomonitor idéal avec une tolérance aux environnements contaminés et une capacité élevée de tolérer, d'accumuler de larges concentrations de gammes de contaminants dans leurs tissus dans des environnements contaminés (Brazão, 2009).

Différentes espèces de Patelles ont été utilisées pour la biosurveillance car elles sont largement distribuées et ils concentrent des métaux lourds (Perez-Lopez *et al.*, 2003).

La Patelle a été utilisée comme bioindicateur quantitatif de la contamination par les métaux traces. En Méditerranée, où les bioindicateurs déjà établis ne sont plus présents (*Mytilus edulis*, poissons sédentaires, etc.), les Patelles sont considérées comme organismes de remplacement. Des corrélations entre la concentration des métaux traces dans l'eau et dans les Patelles ont été établies et ces dernières ont été utilisées pour déterminer l'influence des décharges industrielles sur l'environnement rocheux en Angleterre (Nakhlé, 2003).

Espinosa *et al.* (2007) proposent d'utiliser la composition des communautés de Patelles du port de Ceuta (Afrique du Nord) comme bioindicateur de l'état des côtes soumises au déversement des eaux usées.

1.4.3.- Bioaccumulation chez les Patelles

Les métaux sont présents à l'état naturel dans des minerais. On les retrouve ainsi dans tous les compartiments de l'environnement et notamment dans l'eau de mer. Les métaux ont la propriété de s'accumuler dans les organismes vivants le long des réseaux trophiques et présentent donc un risque pour l'homme, qui constitue l'ultime consommateur (Arnich, 2008). En fait, les métaux lourds peuvent être trouvés dans la colonne d'eau et sédiments où ils persistent et peuvent être diffusés aux espèces marine, et si elles atteignent des niveaux anormaux, ils peuvent constituer une menace potentielle pour l'environnement (Rabaoui *et al.*,

2013). Ce sont des micropolluants qui peuvent affecter la salubrité du milieu marin, puisqu'ils ne subissent pas de dégradation biologique ou chimique. Ils peuvent de ce fait s'accumuler dans les différents maillons des chaînes trophiques à des concentrations toxiques dans les organismes marins (Merzouki *et al.*, 2009).

Les métaux lourds sont principalement répartis entre la phase aqueuse et les sédiments (Gupta et Singh, 2011). Pour agir de façon positive ou négative au niveau cellulaire, les métaux doivent tout d'abord être accessibles au niveau physiologique, c'est-à-dire qu'ils doivent pouvoir pénétrer dans les cellules. Selon les conditions physico-chimiques du milieu, les métaux se présentent sous des espèces chimiques différentes, mais ils ne pénètrent efficacement dans les cellules que sous forme d'ion divalent ou de complexes chlorés (Achard-Joris, 2005). La nature et la forme des métaux lourds (ionique/élémentaire, complexes, dissous particuliers) influencent leur diffusion à travers la barrière biologique que forme le plasmalemme, et donc conditionnent leur capacité de bioaccumulation. Les formes ioniques sont celles à la biodisponibilité la plus élevée car Hg^{2+} , Cd^{2+} et Pb^{2+} diffusent à travers la membrane biologique par des canaux protéiques non spécifiques. L'assimilation dans le milieu marin est d'ailleurs proportionnelle à la concentration en ion bivalents mais pas à la concentration en métal total. La spéciation des métaux, c'est-à-dire la capacité qu'ils ont à former des complexes avec différents ligands, contrôle aussi leur assimilation : les complexes volumineux sont plus difficilement absorbés (Perrin, 2007). Les ions métalliques ne peuvent pas être dégradés comme les composés organiques toxiques (Achard-Joris, 2005).

Dans certains écosystèmes, de nombreux êtres vivants, sinon tous, peuvent accumuler dans leur organisme, à des degrés divers, toute substance peu ou non biodégradable (Mazini, 2012). Les métaux lourds peuvent être adsorbés par des composés inorganiques et organiques matière sur laquelle les espèces benthiques se nourrissent, et peuvent ensuite être incorporées dans les réseaux trophiques des écosystèmes marins (Rabaoui *et al.*, 2013).

Les métaux lourds peuvent être à l'origine de la disparition de certaines espèces animales et/ou végétales et par conséquent, entraînent le dysfonctionnement de la chaîne trophique (faible biodiversité...). Ils sont des polluants non biodégradables, qui peuvent affecter la vie aquatique. Depuis les producteurs primaires, le risque de contamination s'amplifie au fur et à mesure que l'on remonte à travers les maillons de la chaîne trophique (phénomène de bioaccumulation). La bioaccumulation est le processus d'assimilation et de concentration des métaux lourds dans l'organisme. Comparés aux polluants organiques, les métaux lourds ont l'inconvénient majeur de ne pas être biodégradables par des processus chimiques ou biologiques, on parle de persistance des métaux (Mazini, 2012).

Chapitre II

Matériel et méthodes

Chapitre 2 - Matériel et méthodes

L'étude de la patelle géante a été réalisée dans 22 stations entre la région de Chlef et Ain Témouchent. L'étude de la biodiversité des Patelles et espèces proches dans quatre stations : Marsa El Hadjadj Canastel, Île Sbiaat et Sassel. Le dosage des métaux lourds dans 4 stations : Marsa El Hadjadj, Canastel, Sbiaat, Sassel et la campagne d'échantillonnage du prédateur des Patelles *S. haemastoma* a été menée dans 8 stations : Chaabia, Stidia, Marsa El Hadjadj, Kristel, Canastel, Cap Blanc, Sbiaat et Sassel.

2.1. - Biométrie et distribution de la Patelle géante

2.1.1. - Stations d'étude

Ce travail est réalisé entre février et octobre 2016, d'abord la prospection ainsi que l'étude de la biométrie et la distribution spatiale de la Patelle géante sur dix-neuf sites situés le long des rivages intertidaux rocheux et sur trois sites insulaires de la côte Ouest algérienne entre la région de Chlef et Ain Témouchent (Fig. 17 et 18).

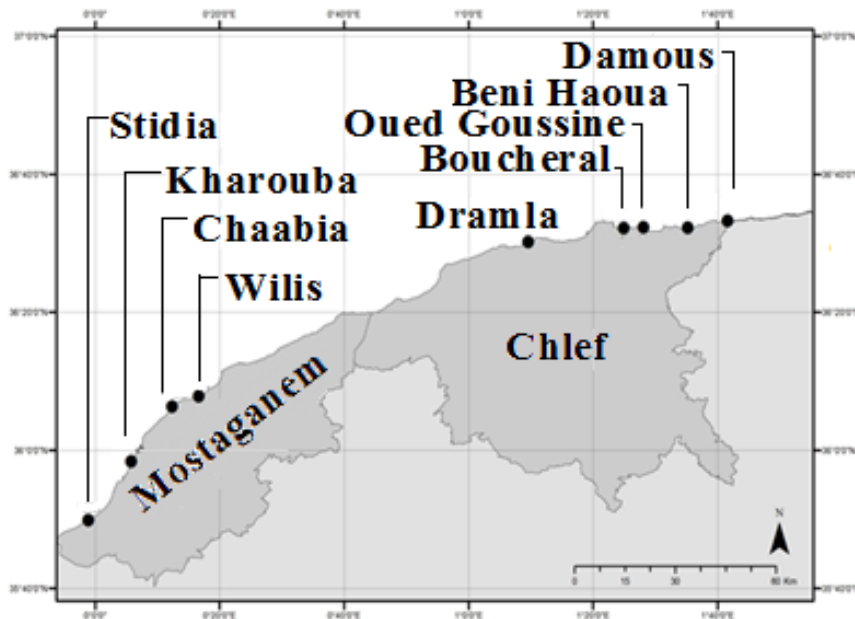


Figure 17 - Localisation géographique de la zone d'étude de l'Algérie occidentale côté Est
(Originale)

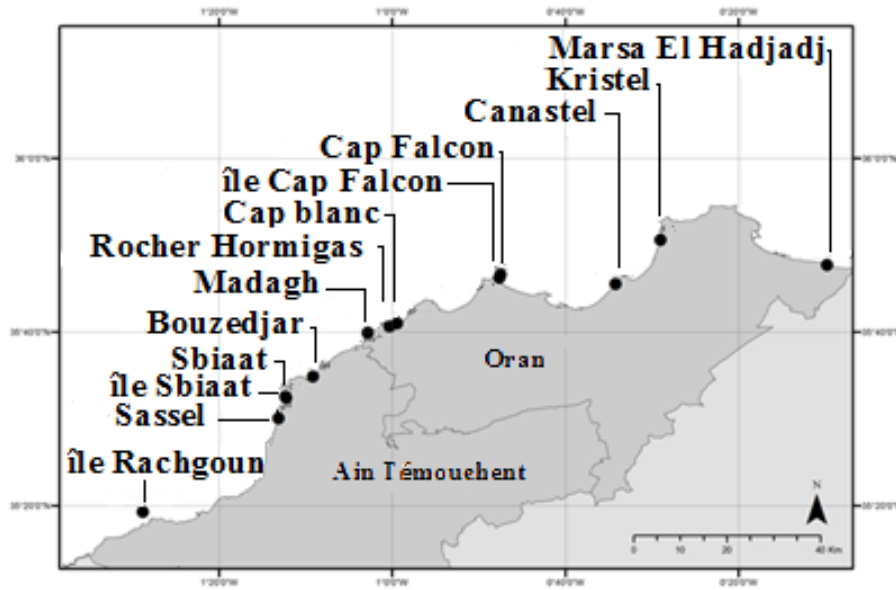


Figure 18 - Localisation géographique de la zone d'étude de l'Algérie occidentale côté Ouest
(Originale)

La structure du substrat naturel (granite ou basalte) et l'accessibilité aux stations d'études ont été prises en considération. La longueur linéaire totale de la zone d'étude était d'environ 333 km. Les régions prospectées d'Est vers l'Ouest sont les suivantes :

2.1.1.1.- Région de Chlef

La région de Chlef (Fig. 19) englobe 5 stations classées comme suite de l'Est vers l'Ouest :



Figure 19 - Littoral de la région de Chlef (Originale)

2.1.1.1.1.- Station de Damous

La station de Damous (36°33'09'' N., 01°38'44,7'' E.) dépend de la commune de Damous, située au Nord-Ouest de la wilaya de Tipaza, à environ 70 km à l'Ouest de Tipaza, 50 km à l'Ouest de Cherchelle et 55 km à l'Est de Ténès. Elle se situe entre le Cap Bouzid à l'Est et le Cap Sirat à l'Ouest. La station est semi-accessible avec un substrat naturel du type basaltique, elle est très éloignée des habitations (Fig. 20).



Figure 20 - Station de Damous (Originale)

2.1.1.1.2.- Station de Beni Haoua

Elle fait partie de la région de Beni Haoua située à 170 km, à l'Ouest d'Alger et 95 km au Nord-Est de Chlef (36°32'13'' N., 01°35'11,5'' E.). La station est proche du port de pêche de Beni Haoua (Fig. 21, 22) et de l'îlot Sidi Djilai du côté Est. Elle est caractérisée par un accès facile (plage hautement fréquentée) avec un substrat de nature granitique.



Figure 21 - Station de Beni Haoua (Originale)



Figure 22 – Port de pêche de Beni Haoua (Originale)

2.1.1.1.3.- Oued Goussine

Oued Goussine ($36^{\circ}32'21,1''$ N., $01^{\circ}28'03,8''$ E.) est une commune côtière de la wilaya de Chlef, située à 75 km au Nord-Est de la ville de Chlef. Elle présente les caractéristiques suivantes : isolée des zones urbaines mais elle est convoitée par les estivants, semi-accessible avec un substrat naturel de type granitique (Fig. 23).



Figure 23 - La station d'Oued Goussine (Originale)

2.1.1.1.4.- Boucheral

La station de Boucheral ($36^{\circ}32'22''$ N., $01^{\circ}24'32,1''$ E.) est située à l'Ouest de la station d'Oued Goussine. Elle est située dans un site à vocation agricole, elle est facilement accessible avec un substrat de type granitique (Fig. 24).



Figure 24 - Station de Boucheral (http://dz.geoview.info/boucheral_les_rochers)

[consulté le 15 mai 2019]

2.1.1.1.5.- Dramla

Cette station ($36^{\circ}29'58,3''$ N., $01^{\circ}09'25,4''$ E.) est située dans la wilaya de Chlef (Fig. 25). Le site prospecté est non loin des zones habitées, c'est un site facilement accessible, très fréquenté par les estivants avec des campings sauvages. Le substrat du site est de type granitique.



Figure 25 - Station de Dramla (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dramla__plage) - [consulté le 15 mai 2019]

2.1.1.2.- Région de Mostaganem

La région de Mostaganem est située entre Chlef et Oran, elle comporte 04 stations :

2.1.1.2.1.- La station Wilis

Wilis ($36^{\circ}07'51,3''$ N., $00^{\circ}16'11,4''$ E.) est située au centre de la wilaya de Mostaganem (Fig. 26). C'est une zone rocheuse à proximité de la plage El Marsa du côté Est où sont établis des bungalows et des sites touristiques, elle se caractérise par un accès facile avec un substrat naturel de type basalte.



Figure 26 - Station de Wilis (<https://www.vitamedz.com/fr/Mostaganem/Abdelmalek-ramdane>) [consulté le 15 mai 2019]

2.1.1.2.2.- Chaabia

Chaabia ($36^{\circ}06'13,4''$ N, $00^{\circ}12'16,9''$ E) est composé d'une partie rocheuse à accès limité et de plage sableuse avec un centre touristique où l'accès est assez facile. Elle est formée d'un substrat de nature granitique (Fig. 27).



Figure 27 - Station de Chaabia (Chaabia <https://www.vitamedz.com/vue-sur-la-plage-de-chaabia>) [consulté le 15 mai 2019]

2.1.1.2.3.- Kharouba

La station ($35^{\circ}58'16,9''\text{N.}$, $00^{\circ}05'40,4''\text{ E.}$) est de type rocheux avec un substrat basaltique facilement accessible, elle est située au pied d'une zone urbanisée (Fig. 28).



Figure 28 - Station de Kharouba (Originale)

2.1.1.2.4.- Stidia

Le méridien de Greenwich passe exactement à Stidia ($35^{\circ}49'13,2''\text{ N.}$, $00^{\circ}02'21,9''\text{ O.}$), c'est une station semi-accessible avec un substrat de type basaltique (Fig. 29). Loin de toute agglomération, elle se trouve dans une zone à vocation agricole (culture maraichère).

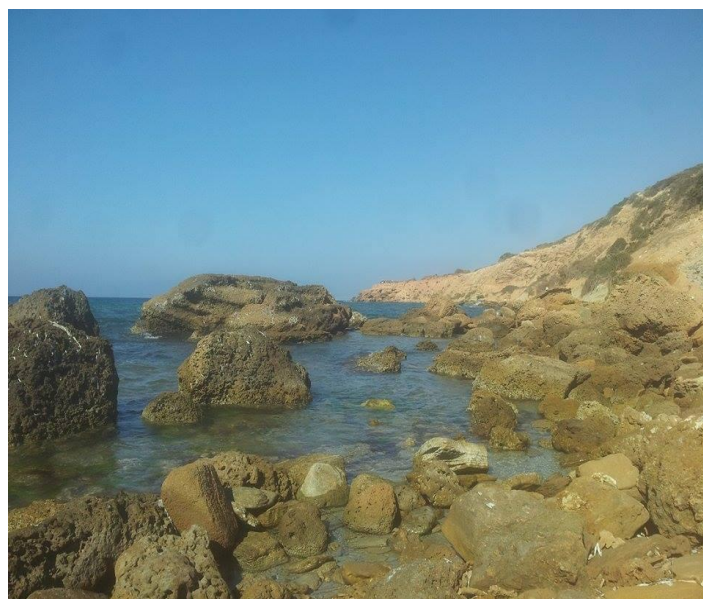


Figure 29 - Station de Stidia (Originale)

2.1.1.3.- Région d'Oran

Oran est une région située entre Mostaganem et Ain Témouchent, c'est la deuxième grande ville après Alger. Nous avons exploré la Patelle géante dans huit stations, six d'entre elles sont continentales et deux Insulaires, elles suivent l'ordre suivant de l'Est vers l'Ouest :

2.1.1.3.1.- Marsa El Hadjadj

Située à l'extrême est de la wilaya d'Oran ($35^{\circ}47'55,8''$ N., $00^{\circ}09'44,5''$ O.). Cette station se situe à proximité d'une région fortement industrialisée et urbanisée, très fréquentée par les pêcheurs et les estivants (Fig. 30). L'accès est facile, elle est composée d'un substrat de nature basaltique.



Figure 30 - Station Marsa El Hadjadj (Originale)

2.1.1.3.2.- Kristel

Kristel est un petit village de pêcheurs et d'agriculteurs ($35^{\circ}51'18,8''$ N., $00^{\circ}28'57,5''$ O.). La station est située à l'Est du village, situé au pied d'une falaise semi-accessible, son substrat est de type basaltique (Fig. 31).

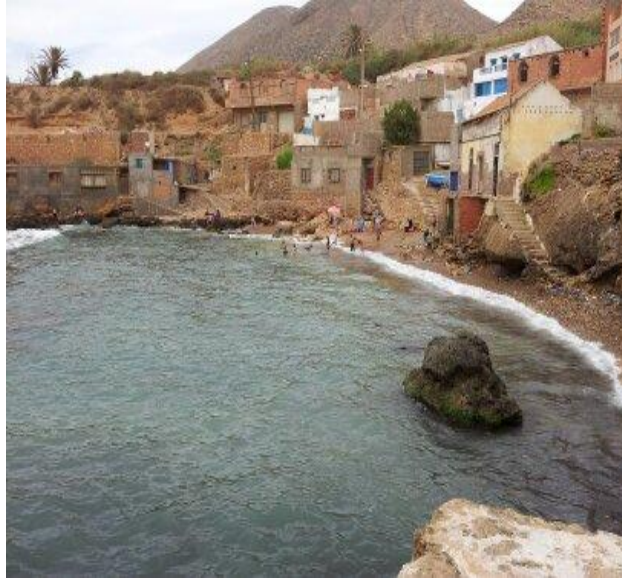


Figure 31 – Station Kristel (Originale)

2.1.1.3.3.- Canastel

Canastel ($35^{\circ}45'34''$ N., $00^{\circ}34'11,2''$ O.) est situé à l'Est d'Oran (Fig. 32). A l'Ouest de cette station se trouve les égouts municipaux qui se déversent directement sur la côte (Fig. 33), une gare maritime pour le transport de voyageurs, plusieurs quais de chargement, un port de pêche, une petite marina pour les navires de plaisance et un port militaire existent pas loin de la station. Elle est semi-accessible avec un substrat de type basaltique.



Figure 32 – Station de Canastel (Originale)

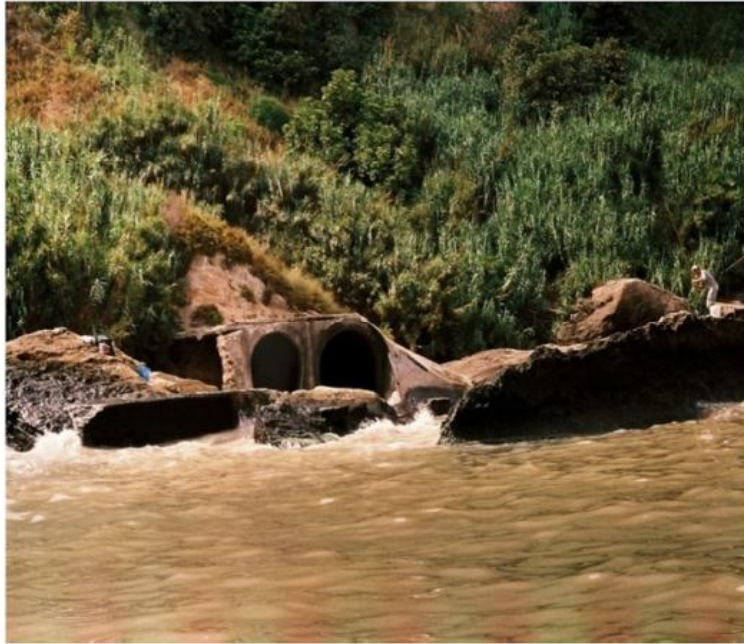


Figure 33 - Vue du principal émissaire d'eaux usées de la ville d'Oran (www.arce.asso.dz/projets/bilen.htm) [consulté le 01 janvier 2013]

2.1.1.3.4.- Cap Falcon

Cette station ($35^{\circ}46'23,4''$ N., $00^{\circ}47'46,7''$ O.) est située à l'Ouest de la région balnéaire du Cap Falcon au pied d'une falaise semi-accessible avec un substrat basaltique, elle est éloignée des habitations (Fig. 34).



Figure 34 - A gauche de la figure la station Cap Falcon (Originale)

2.1.1.3.5.- Île Cap Falcon

Elle se situe au Nord-Ouest de la région balnéaire du Cap Falcon ($35^{\circ}46'29,5''$ N., $00^{\circ}47'45,7''$ O.), elle est peu fréquentée avec un accès difficile est un substrat basaltique (Fig. 35).



Figure 35 – L'île Cap Falcon (Originale)

2.1.1.3.6.- Cap Blanc

La station Cap Blanc est un village à activité agricole et de pêche (elle abrite un petit port de pêche), elle est très fréquentée par les estivants et les pêcheurs. Elle est située à l'Est du petit port de pêche ($35^{\circ}41'03,7''$ N., $00^{\circ}59'15''$ O.). Elle est semi-accessible avec un substrat de type basaltique (Fig. 36).



Figure 36 – Station de Cap Blanc (Originale)

2.1.1.3.7.- Le Rocher Hormigas

Cet îlot est en face du village Cap Blanc ($35^{\circ}41'39''$ N., $1^{\circ}00'40''$ O.). Il est isolé et à l'abri de toute influence anthropique (Fig. 37). C'est un îlot à accès difficile et avec un substrat de type basaltique.



Figure 37 - Station Rocher Hormigas (Originale).

2.1.1.3.8.- Madagh

C'est une station qui est située à l'Est du site de Madagh ($35^{\circ}39'59,1''$ N., $01^{\circ}02'48,5''$ E.), c'est une zone où les constructions sont inexistantes, elle est à l'abri de tout type de construction, elle est fortement fréquentée par les pêcheurs. Elle est semi-accessible, son substrat est de type basaltique (Fig. 38).



Figure 38 - Station de Madagh (Originale)

2.1.1.4.- Région d'Ain Temouchent

Ain Temouchent est limitée à l'Est par Oran et à l'Ouest par Tlemcen, elle est composée de trois stations continentales et de deux stations Insulaires, de l'Est vers l'Ouest elles sont classées comme suite :

2.1.1.4.1.- Bouzedjar

La commune côtière de Bouzedjar ($35^{\circ}35'06,4''$ N., $01^{\circ} 09'2,2'$ O.) est rattachée administrativement à la daïra d'El-Amria. Elle est située au pied d'une falaise difficilement accessible avec un substrat du type granitique (Fig. 39).



Figure 39 - Station de Bouzedjar (Originale)

2.1.1.4.2.- Sbiaat

La station Sbiaat ($35^{\circ}32'7,9''$ N., $1^{\circ}12'23,5''$ O.) relevant de la commune de M'Said et de la daïra d'El-Amria. C'est une zone où l'expansion urbaine est limitée, elle est proche d'une ferme d'activités aquacoles. Elle est semi-accessible avec un substrat du type basaltique (Fig. 40).



Figure 40 - Prélèvement des Patelles au niveau de la station Sbiaat (Originale)

2.1.1.4.3.- Île Sbiaat

L'Île Sbiaat ($35^{\circ}32'42,5''$ N., $1^{\circ}12'6,3''$ O.) se situe dans la région de Sbiaat, c'est une station isolée et rarement fréquentée, elle se caractérise par un accès difficile et un substrat de nature basaltique (Fig. 41).



Figure 41 - Station de l'île Sbiaat (Originale)

2.1.1.4.4.- Sassel

La station Sassel ($35^{\circ}29'58,8''$ N., $01^{\circ}13'09,4''$ O.) est non loin du village balnéaire Sassel qui fait partie de la commune d'Oued Boudjema. La station est semi-accessible avec un substrat de nature basaltique (Fig. 42).



Figure 42 - Station de Sassel (Originale)

2.1.1.4.5.- Île Rachgoun

L'île Rachgoun ($35^{\circ}19'18''$ N., $01^{\circ}28'49''$ O.) est située à environ 2 km au large de la plage Rachgoun. Elle est la deuxième plus grande île en Algérie après l'archipel des îles Habibas. Elle est localisée dans la baie de Beni Saf, limitée par le Cap Acra à l'Ouest et le Cap Oulhassa à l'Est et s'étale sur une superficie de 17 ha. L'accès à cette station est difficile, la nature de son substrat est basaltique (Fig. 43).



Figure 43 - Ile de Rachgoun (Taibi *et al.*, 2013)

2.1.2.- Méthodologie

2.1.2.1.- Etude de la Patelle géante

La densité des Patelles dans chacun des sites a été évaluée au moyen de transects de 10 mètres de long (un total de 121 transects) placé parallèlement à la côte. Afin de réduire la variabilité intra-habitat, ces transects ont été espacés de 10 m (Guerra-Garcia *et al.*, 2004). Chaque individu de *Patella ferruginea* trouvé dans le transect a été compté (les valeurs de densité sont rapportées en nombre d'individus par mètre linéaire) et mesuré sur son axe longitudinal (Fig. 44), avec un pied à coulisse au mm près (Espinosa *et al.*, 2009 ; Rivera-Ingraham *et al.*, 2011). Les individus de plus de 30 mm étaient considérés comme des adultes selon Frenkiel (1975) et Espinosa *et al.* (2006).



Figure 44 - Mesure de *Patella ferruginea* sur son axe longitudinal (longueur) avec un pied à coulisse dans son milieu naturel (Originale)

Les données collectées ont été exploitées afin d'estimer si la dynamique observée pouvait être liée à l'exploitation et la fréquentation humaine de la côte et aussi à une préférence particulière de la Patelle géante pour un type de substrat naturel particulier : granite ou bien basalte. A cet effet trois niveaux ont été pris en compte pour évaluer le degré d'accessibilité de la côte par la population humaine comme suggéré par Coppa *et al.* (2012) :

- (i) facilement accessible - bandes facilement accessibles par voie terrestre et marine ;
- (ii) semi-accessible - secteurs partiellement accessibles avec des difficultés par voie terrestre et maritime ;

(iii) difficilement accessible - des rochers ou des falaises isolées, difficilement accessible à la nage de la côte ou en bateau en raison de la présence de dangereux affleurements rocheux.

2.2.- Biodiversité des Patellidae

En Algérie, le premier constat réalisé est celui d'un déficit de connaissances d'une certaine composante de la biodiversité marine. Des secteurs entiers du littoral algérien restent aujourd'hui totalement vierges d'investigations scientifiques (UNEP, 2011).

Peu ou mal connue, la faune des substrats durs représente le parent pauvre des compartiments écologiques étudiés, alors que la plus grande partie des côtes algériennes est constituée de zones rocheuses (MATE, 2002).

Pour cela, nous avons entrepris une étude de la biodiversité des espèces de Patelles et ceux qui sont proches de la famille, pour mieux connaître les relations qui existent entre les espèces.

2.2.1.- Echantillonnage

36 échantillons de Patelles ont été collectés sur quatre sites (Canastel, Île Sbiaat, Sassel et Marsa El Hadjadj). Sur les mêmes sites, une attention particulière est donnée à la Patelle géante et à quelques espèces qui ressemblent aux Patelles mais qui appartiennent à d'autres familles très proches.

Dans chaque site, trois transects horizontaux (parallèles au littoral) de 10 m² de surface (Longueur de 10 m et largeur de 1 m) ont été établis. Ils étaient équidistants de 10 m. À l'intérieur de chaque transect, trois quadrats de 50x50 cm² de surface ont été aléatoirement établis sur le midlittoral rocheux afin d'échantillonner la biodiversité des Patellidea. Dans chaque quadrat de 50x50 cm², les substrats rocheux ont été soigneusement rayés, à l'exception de *Patella ferruginea* elles ont été directement comptées (Fig. 45). Les échantillons de chaque quadrat ont été conservés dans une solution de formol à 5% et portant une étiquette indiquant le numéro de la station et la date de prélèvement (Tlig-Zouari *et al.*, 2009).



Figure 45 - Prélèvement de la biodiversité des Patellidea (Originale)

2.2.2.- Exploitation des échantillons au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons faunistiques ont été lavés à l'eau courante et tamisés délicatement à travers une maille de 1 mm. Le refus du tamis est ensuite versé dans un bac à fond blanc (effet de contraste). Ils ont ensuite été photographiés et identifiés (Fig. 46) sous une loupe binoculaire (Nexius Zoom) et comptés (Tlig-Zouari *et al.*, 2009 ; Grimes, 2010).



Figure 46 - Identification sous une loupe binoculaire (Nexius Zoom) (Originale)

2.2.3.- Reconnaissance des espèces

Pour l'identification des espèces, nous avons utilisé une liste d'ouvrages comme Christiaens, 1973 ; Fisher *et al.*, 1987 ; Laborel-Deguen et Laborel, 1991 et la consultation des sites de référentiels taxonomiques comme European Register of Marine Species (<http://www.marbef.org/data/erms.php>), World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org>) et Natural History Museum Rotterdam (<http://www.nmr-pics.nl>).

2.3.- Analyse des métaux lourds

2.3.1.- Stations de prélèvement

En 2017 des prélèvements de *Patella rustica* couvrant le littoral Ouest Algérien ont été effectués, afin de comparer différentes concentrations des métaux lourds causées par la pollution et leur effet possible sur la distribution des Patelles.

Des données électrophorétiques sur 19 locus présumptifs suggèrent que *Patella rustica* est l'espèce la plus proche de *Patella ferruginea* (Cretella *et al.*, 1994). Ce qui a justifié l'utilisation de *Patella rustica* pour déterminer l'effet possible de la pollution sur la distribution de *Patella ferruginea*, puisque cette dernière est une espèce en voie d'extinction donc nous nous sommes abstenus de la prélever.

Quatre secteurs ont été choisis sur le littoral en fonction de la présence de la Patelle géante sauf pour la station Marsa El Hadjadj et en fonction de la proximité des stations de prélèvement des sources potentielles de contamination chimique et de la présence d'écosystèmes susceptibles d'abriter des espèces benthiques indicatrices de contamination chimique (*Patella rustica*). Le choix des stations a été aussi choisi en fonction de la distance des stations, afin que les prélèvements soient transportés dans le meilleur délai et les conserver dans de bonnes conditions. Les stations de nature rocheuse sont les suivantes, de l'Est vers l'Ouest :

2.3.1.1.- Marsa El Hadjadj

Cette station représente la limite Est de notre région d'étude. Elle a été choisie afin d'avoir une idée sur le degré de contamination et vérifier si cette dernière peut être une cause potentielle de l'absence de *Patella ferruginea*.

2.3.1.2.- Canastel

Des analyses ont été effectuées dans cette station afin de mesurer la pollution par les métaux lourds causée par les infrastructures portuaires et les rejets d'égouts municipaux qui se déversent directement sur la côte.

2.3.1.3.- Sbiaat

Des analyses ont été effectuées dans cette zone afin de permettre d'avoir une idée sur les perturbations occasionnées par les effluents de la ferme aquacoles qui se déversent en mer (Fig. 47).



Figure 47 - Effluents de la ferme aquacole se déverse en mer (Originale)

2.3.1.4.- Sassel

Zone de référence située à proximité du village balnéaire Sassel, le périmètre entourant la station ne contient pas de sources de pollution. Cette station représente la limite Ouest de la région d'étude.

2.3.2.- Prélèvements

Des individus de *Patella rustica* sont détachés des rochers à l'aide d'un couteau en acier inoxydable, puis mis dans des sachets en plastique et transportés au laboratoire. Ils ont été conservés au congélateur jusqu'à la dissection et la minéralisation (Benguedda-Rahal, 2012) après étiquetés (date et station de prélèvement).

L'échantillonnage de l'ensemble de la station est effectué en une seule journée. Le prélèvement des individus est de taille quasi identique et sur un même support rocheux (Nakhlé, 2003) (Perez-Lopez *et al.*, 2003) puisque des travaux de Cubadda *et al.*, (2001) sur la Patelle ont conclu à l'existence d'une relation de type puissance entre la concentration du

métal et le poids total de l'individu. Pour utiliser la Patelle comme espèces bioindicatrices de la contamination métallique, on a minimisé l'effet de la taille, en faisant en sorte que la gamme de taille soit située entre 15 et 30 mm (Nakhlé, 2003). Tous les animaux ont été lavés à l'eau de mer (Perez-Lopez *et al.*, 2003).

2.3.3.- Minéralisation

A l'aide d'un scalpel, on retire la partie molle de la coquille et on pèse 3 à 4 g de cette matière fraîche. Cette matière fraîche prélevée est soumise ensuite à une digestion selon la voie sèche. La minéralisation des échantillons a été réalisée à l'université de Tlemcen selon la méthode décrite par Benguedda-Rahal (2012).

Les échantillons pesés précédemment sont séchés dans l'étuve à une température de 110 °C pendant 3 heures. Les échantillons séchés sont placés dans un four à moufle pendant 15 min à 450 °C (Fig. 48). Ensuite ils sont humectés avec de l'acide nitrique (HNO₃) et replacés dans le four à 350 °C pendant 1h 30min. Les minéralisations obtenues ont été filtrées en utilisant un Swinex et le papier filtre de porosité 0,45 µm et elles ont été ajustées à 25 ml avec une solution d'acide nitrique (1%), puis elles ont été mises dans des godets et conservées au frais jusqu'à l'analyse par la spectroscopie d'émission atomique (Benguedda-Rahal, 2012).



Figure 48 - Four à Moufle pour la minéralisation (Originale)

2.3.4.- Dosage des métaux lourds

Le dosage des métaux comme l'Aluminium, le Bore, le Cuivre, le Fer, le Manganèse, le Zinc, le Cadmium et le Plomb est réalisé par la spectroscopie d'émission atomique (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer, ICP-OES Thermo Scientific série iCAP 6000 : Thermo Fisher Scientific) (Fig. 49). Les dosages de métaux ont été effectués au laboratoire de la société FERTIAL d'Oran, spécialisée dans de nombreuses activités liées à la fabrication d'engrais et de fertilisants agricoles.



Figure 49 - ICP-OES ICAP 6000 (Thermo Fisher Scientific) ayant servi aux mesures des métaux lourds des Patelles (Originale)

2.3.5.- Principe de fonctionnement

La technique d'ICP-OES est basée sur l'analyse par spectrométrie optique de photons générés par un plasma à couplage inductif. Le plasma est ici créé à partir d'un gaz plasmagène l'argon, il va se comporter comme un réservoir d'énergie pour dissocier, atomiser puis exciter et ioniser les atomes. Dans un ICP, le plasma est généré dans une torche située à l'intérieur de l'inducteur (Barbier, 2014).

La méthode consiste à ioniser un échantillon en l'injectant dans un plasma d'argon, à une température entre 6.000 °C et 10.000 °C. L'échantillon est amené jusqu'à la torche à plasma par une pompe péristaltique. Au contact avec l'argon, l'échantillon est alors nébulisé, puis transporté jusqu'au centre du plasma. Il subit différentes étapes de décomposition, d'atomisation et d'ionisation conduisant à une excitation des atomes et des ions. Le couplage torche à plasma – émission optique utilise le fait que la température très élevée dissocie tout d'abord la matière en atomes et en ions libres et excite ensuite ces derniers. Leur retour à un

état stable s'accompagne d'une émission de photons dans l'ultraviolet et le visible dont l'énergie (donc la longueur d'onde) est caractéristique de l'élément analysé (Shaker, 2016).

2.4.- Étude d'un prédateur des Patelles

Une campagne d'échantillonnage d'un prédateur des Patelles *Stramonia haemastoma* a été menée dans la côte Ouest algérienne (l'Algérie occidentale) au cours de l'année 2016, sur huit stations le long des habitats rocheux du littoral. Les stations sont dans la région de Mostaganem (Chaabia et Stidia), à Oran (Marsa El Hadjadj, Kristel, Canastel et Cap Blanc) et à Ain Temouchent (Sbiaat et Sassel) (Fig. 50). Un total de 94 spécimens a été mesuré dans 8 stations entre Mostaganem et Ain Temouchent à l'Ouest de l'Algérie.

Stramonia haemastoma préfère se rapprocher de la rive intertidale inférieure, zone des basses marées constamment immergée, cela a été observé dans des études antérieures (Santos, 2011). Des abondances plus élevées ont été observées dans le milieu intertidal (Ramírez *et al.*, 2009), ainsi que dans le milieu intertidal inférieur sur la côte Sud-Est du bassin levantin (Santos, 2011). La densité et l'activité de l'espèce dans les habitats intertidaux peu profonds fluctuent saisonnièrement, les mollusques tendent à devenir moins abondants et moins actifs pendant les mois froids et orageux d'hiver (Rilov *et al.*, 2005). À cet effet, les habitats du milieu intertidal ont été examinés pendant les périodes moins froides de l'année. Pour chaque station, le nombre d'individus a été compté et la longueur de la coquille mesurée in situ à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Fig. 51), le long des parcelles de 10 x 1 m des habitats à pied, et en plongée en se basant sur la méthodologie de Rilov *et al.* (2001).

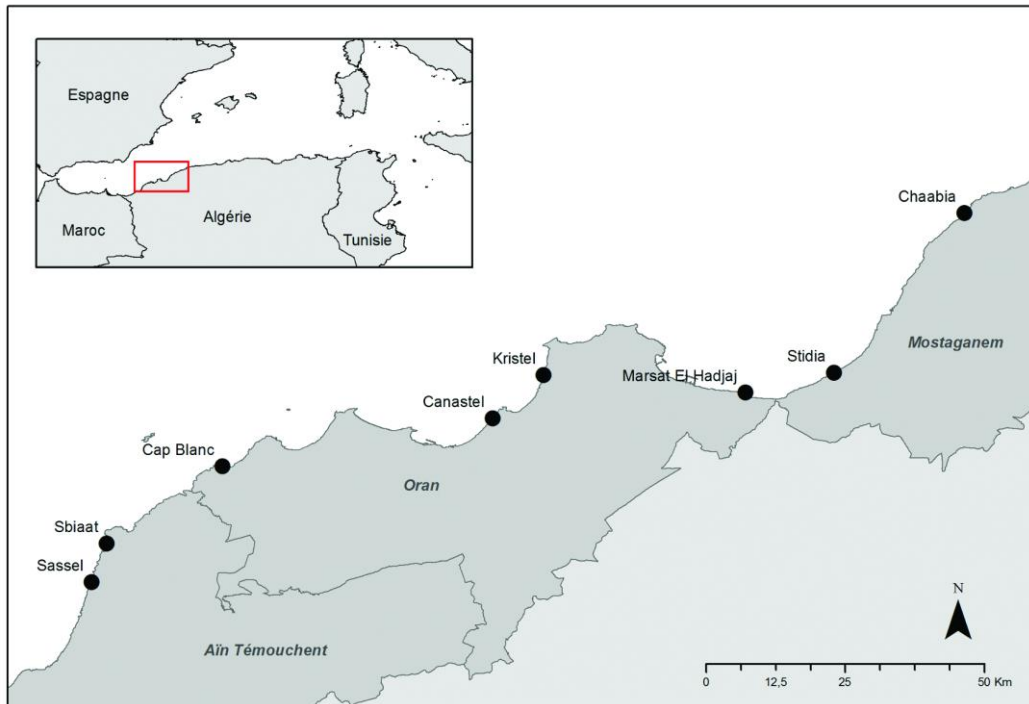


Figure 50 - Situation géographique des stations d'étude de *Stramonia haemastoma* à l'Ouest de l'Algérie (Originale)



Figure 51 - *Stramonia haemastoma* prédateur des Patelles (Originale)

2.5.- Exploitation des résultats

2.5.1.- Indices écologiques de composition utilisés pour le traitement des résultats

Les indices écologiques de composition retenus sont les richesses totales et moyennes, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

2.5.1.1. - Richesse totale (S) et la richesse moyenne (s)

D'après Ramade (1984) la richesse totale (S) est le nombre des espèces que comporte le peuplement pris en considération dans un écosystème donné.

D'après Blondel (1979) la richesse moyenne est le nombre moyen d'espèces contactées à chaque relevé. Il est précisé par Ramade (1984) que la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement.

2.5.1.2.- Abondance relative (A.R. %)

L'abondance relative d'une espèce est le nombre des individus de cette espèce par rapport au nombre total des individus de toutes les espèces contenues dans le même prélèvement (Bigot et Bodot, 1972). Faurie *et al.* (1984) signalent que l'abondance relative s'exprime en pourcentage (%) par la formule suivante :

$$\text{AR \%} = (n \times 100) / N$$

n : nombre total des individus d'une espèce i prise en considération

N : nombre total des individus de toutes les espèces présentes

2.5.1.3.- Fréquence d'occurrence (F.O. %)

Bigot et Bodot (1972) soulignent que la fréquence d'occurrence est égale au rapport exprimé en % du nombre de prélèvements contenant l'espèce prise en considération au nombre total de prélèvements effectués.

D'après Dajoz (1982) la fréquence d'occurrence est représentée par la formule suivante :

$$\text{F.O. \%} = (p1 \times 100) / P$$

p1 est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P est le nombre total des relevés effectués.

On parle d'espèce constante si F % est supérieur à 50 %, si F est compris entre 25 % et 49 % c'est des espèces accessoires, si F est compris entre 10 % et 24 % c'est des espèces accidentelles, enfin si F est inférieur à 10 % c'est des espèces très accidentelles.

2.5.2.- Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'équitabilité.

2.5.2.1. - Indices de diversité de Shannon-Weaver (H')

D'après Blondel *et al.*, (1973) l'indice de diversité Shannon-Weaver est considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité. Viaux et Rameil (2004) expliquent que l'indice de diversité de Shannon-Weaver prend en compte la probabilité de rencontres d'un taxon sur une parcelle (Pi) et la richesse spécifique S.

La formule qui exprime cet indice est donnée par Ramade (1984) :

$$H' \text{ (bits)} = - \sum (n_i / N) \text{Log}_2 (n_i / N)$$

n_i est le nombre des individus de l'espèce i présente dans le pot barber

N est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues trouvées dans les pots barber.

Viaux et Rameil (2004) signalent que l'indice de diversité de Shannon-Weaver est égal à 0 quand il n'y a qu'une seule espèce et que sa valeur est maximale quand toutes les espèces ont la même abondance.

2.5.2.2.- Diversité maximale (H' max.)

Ponel (1983) et Blondel (1979) signalent que la diversité maximale est représentée par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \text{Log}_2 S$$

$H' \text{ max.}$ est la diversité maximale

S est la richesse totale.

Le calcul de $H' \text{ max.}$ permet d'avoir accès à l'équitabilité.

2.5.2.3.- Equitabilité (E)

Pour Blondel (1979) l'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale.

$$E = H' / H' \text{ max.}$$

E : Equitabilité

H' : Indice de diversité Shannon-Weaver

H' max. : Diversité maximale

Viaux et Rameil (2004) précisent que l'équitabilité tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement un peuplement. Elle est égale à 1 si toutes les espèces ont la même abondance.

2.6.- Analyses statistiques

2.6.1.- Etude de la Patelle géante

Mesures répétées de l'analyse permutacionnelle de la variance basée sur la dissemblance de la distance binomiale a été réalisée avec les logiciels statistiques PRIMER et PERMANOVA+ pour tester si les stations (22 niveaux), Accessibilité (trois niveaux : facilement accessible, semi accessible, difficilement accessible) et Substrat (deux niveaux : granite, basalte) ont significativement affectés l'abondance de la Patelle géante. Une comparaison par paires des structures de taille entre les stations, les niveaux d'accessibilité et les substrats a été effectuée avec le test de Kolmogorov-Smirnoff et une correction de Bonferroni pour les comparaisons multiples a été utilisée.

2.6.2.- Etude des concentrations des métaux lourds

Les données recueillies ont été soumises à une analyse unidirectionnelle de variance (ANOVA), afin de déterminer si les échantillons varient significativement ou non entre les stations d'étude.

2.6.3.- Etude d'un prédateur des Patelles

Pour comparer la taille des individus entre les stations où *S. haemastoma* a été observée, une analyse ANOVA a été effectuée sur la base des tailles des individus et les 4 stations (Stidia, Kristel, Canastel et Sassel).

Chapitre III

Résultats et discussions

Chapitre III – Résultats et discussions

Le chapitre 3 est subdivisé en quatre parties, la première concerne l'étude d'un modèle biologique la Patelle géante (*Patella ferruginea*), avec sa biométrie et sa distribution, la deuxième partie est l'analyse de l'accumulation des métaux lourds chez *Patella rustica*, en troisième lieu, la biodiversité des Patelles et des espèces proches, en dernière position l'étude d'un prédateur des Patelles (*Stramonita haemastoma*).

3.1.- Biométrie et distribution de la Patelle géante

3.1.1.- Résultats de la biométrie et la distribution de la Patelle géante à l'Ouest de l'Algérie

Un total de 1.219 individus de *Patella ferruginea* ont été enregistrés et mesurés sur 22 stations (3 îles et 19 continentaux) entre avril et octobre 2016 à l'Ouest de l'Algérie (Tab. 3). La Patelle géante est absente dans sept stations (Damous, Oued Goussine, Boucheral, Dramla, Chaabia, Marsa El Hadjadj et Cap Blanc).

La population de *P. ferruginea* à l'Ouest de l'Algérie est composée essentiellement d'adultes (92 %). La densité de *P. ferruginea* le long de la côte Ouest algérienne est plus importante dans la région d'Ain Témouchent ($1,93 \pm 0,24$ patelles / m²) que dans les autres régions, la plus faible densité est dans la région de Chelef ($0,07 \pm 0,05$ patelles / m²). La densité des patelles varie selon les sites, à l'îles Rachgoun, les valeurs moyennes les plus élevées ($3,43 \pm 0,54$ patelles / m²), Cap Falcon ($2,71 \pm 0,56$ patelles / m²), l'île de Cap Falcon ($1,99 \pm 0,4$ patelles / m²) et le Rocher Hormigas ($1,9 \pm 1,16$ patelles / m²) (Fig. 52). Les densités moyennes les plus faibles ont été observées sur le site de Kharouba ($0,32 \pm 0,21$ patelles / m²), Beni Haoua ($0,34 \pm 0,21$ patelles / m²), Madagh ($0,38 \pm 0,23$ patelles / m²), Wilis ($0,38 \pm 0,25$ patelles / m²), Stidia ($0,42 \pm 0,26$ patelles / m²) et Kristel ($0,56 \pm 0,34$ patelles / m²).

La densité de *P. ferruginea* est importante dans les sites difficilement accessibles (essentiellement des îles) ($2,08 \pm 0,26$ patelles / m²) et dans les sites avec du basalte ($1,24 \pm 0,15$ patelles / m²) (Fig. 53). Dans les sites facilement accessibles, les densités sont les plus faibles ($0,15 \pm 0,06$ patelles / m²), à l'exception de Madagh, Stidia et Kristel classées en semi-accessibles. A Madagh et Kristel, les pêcheurs capturent les Patelles pour la pêche. A Stidia, le prédateur des Patelles *Stramonita haemastoma* est abondant.

Tableau 3 - Liste des sites d'échantillonnage, les coordonnées géographiques, le mois de recensement, le nombre de transects, le niveau d'accessibilité et la structure du substrat de *P. ferruginea* à l'Ouest de l'Algérie

Régions/Staions	Coordonnées GPS	Mois de prélèvement	de	Nombre de Transect	Accessibilité	Substrate
Chlef						
1. Damous	36°33'09.9" N.; 01°38'44.7" E.	Août 2016		5	Semi accessible	Basalte
2. Beni Haoua	36°32'13" N.; 01° 35'11.5" E.	Août 2016		5	Facilement accessible	Granite
3. Oued Goussine	36°32'21.1" N.; 01°28'03.8" E.	Août 2016		5	Semi accessible	Granite
4. Boucheral	36°32'22" N., 01°24'32.1" E.	Août 2016		5	Facilement accessible	Granite
5. Dramla	36°29'58.3" N.; 01°09'25.4" E.	Août 2016		5	Facilement accessible	Granite
Mostaganem						
6. Wilis	36°07'51.3" N.; 00°16'11.4" E.	Septembre 2016		5	Facilement accessible	Basalte
7. Chaabia	36°06'13.4" N.; 00°12'16.9" E.	Septembre 2016		5	Facilement accessible	Granite
8. Kharouba	35°58'16.9" N.; 00°05'40.4" E.	Septembre 2016		5	Facilement accessible	Basalte
9. Stidia	35°49'13.2" N.; 00°02'21.9" O.	Septembre 2016		5	Semi accessible	Basalte
Oran						
10. Marsa El Hadjadj	35°47'55.8" N.; 00°09'44.5" O.	Septembre 2016		5	Facilement accessible	Basalte
11. Kristel	35°51'18.8" N.; 00°28'57.5" O.	Mai 2016		5	Semi accessible	Basalte
12. Canastel	35°45'34" N.; 00°34'11.2" O.	Avril 2016		5	Semi accessible	Basalte
13. Cap Falcon	35°46'23.4" N.; 00°47'46.7" O.	Août 2016		7	Facilement accessible	Basalte
14. île Cap Falcon	35°46'29.5" N.; 00°47'45.7" O.	Août 2016		8	Difficilement Accessible	Basalte
15. Cap blanc	35°41'03.7" N.; 00°59'15.4" O.	Octobre 2016		5	Facilement accessible	Basalte
16. Rocher Hormigas	35°41'39" N.; 01°00'40" O.	Octobre 2016		5	Difficilement Accessible	Basalte
17. Madagh	35°39'59.1" N.; 01°02'48.5" O.	Juillet 2016		5	Semi accessible	Basalte
Ain Témouchent						
18. Bouzedjar	35°35'06.4" N.; 01°09'02.2" O.	Mai 2016		5	Difficilement accessible	Granite
19. Sbiaat	35°32'07.9" N.; 01°12' 23.5" O.	Septembre 2016		5	Semi accessible	Basalte
20. île Sbiaat	35°32'42.5" N.; 01°12'06.3" O.	Juillet 2016		8	Difficilement accessible	Basalte
21. Sassel	35°29'58.8" N.; 01°13'09.4" O.	Août 2016		5	Semi accessible	Basalte
22. île Rachgoun	35°19'14.7" N.; 01°28'46.6" O.	Octobre 2016		8	Difficilement accessible	Basalte

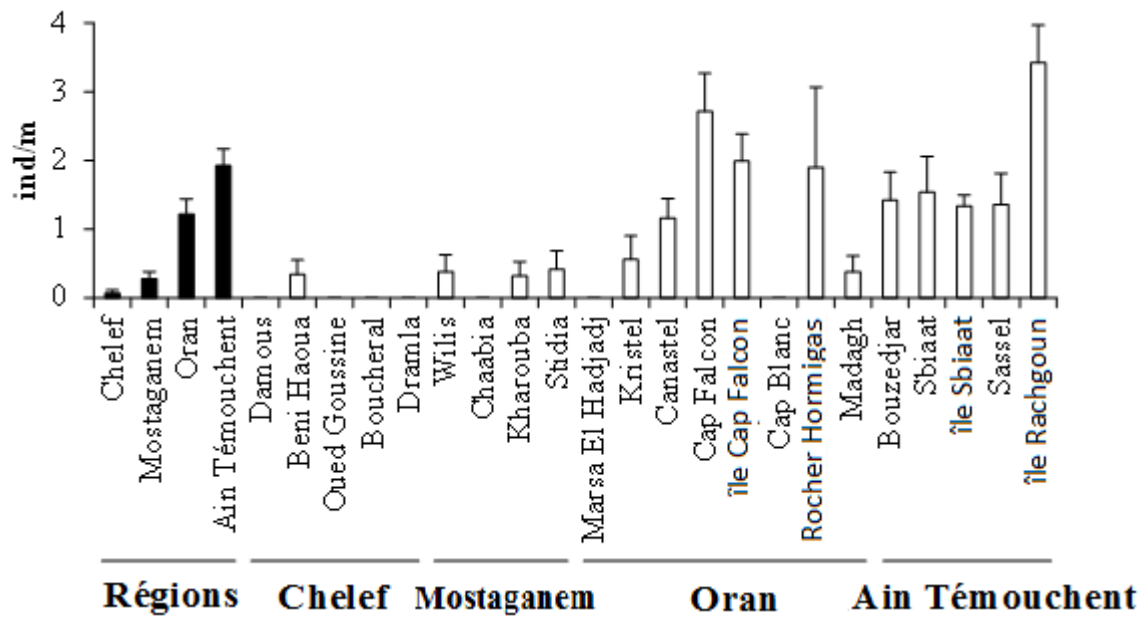


Figure 52 - Densité de *P. ferruginea* le long de la côte Ouest algérienne.

Les régions (barres noires) et les stations (barres blanches).

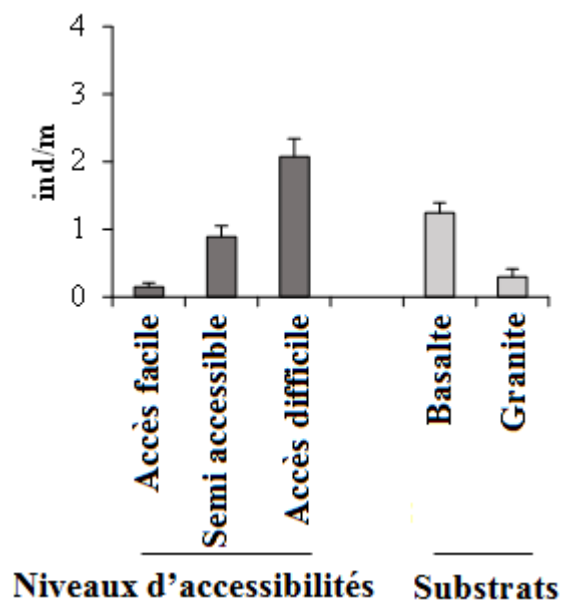


Figure 53 - Densité de *P. ferruginea* selon les niveaux d'accessibilité (barres gris foncé) et les substrats (barres gris clair).

La structure de la population dans les zones est caractérisée par le manque de petits individus inférieurs à 20 mm ; le plus grand individu est observé à l'île Rachgoun avec une taille de 98,9 mm (taille moyenne à l'île Rachgoun : $56,07 \pm 0,39$ mm). La distribution des fréquences de tailles de la population totale du littoral Ouest de l'Algérie présente une présence importante

d'adultes d'environ 50 à 54 mm (15 %). Cette répartition est biaisée vers la droite, justifiée par la grande abondance des classes de taille supérieures à 30 mm (Fig. 54).

Les individus de grande taille sont observés à Ain Témouchent par rapport à d'autres régions, ils sont aussi abondants dans les sites difficilement accessibles et dans la roche du type basaltique. Les petits individus sont essentiellement présents à Chelef, dans des sites facilement accessibles et à substrat de rocheux de type granitique. L'île Rachgoun est représentée par un nombre important d'individus de grande taille, alors qu'ils sont rares ou absents dans les zones côtières.

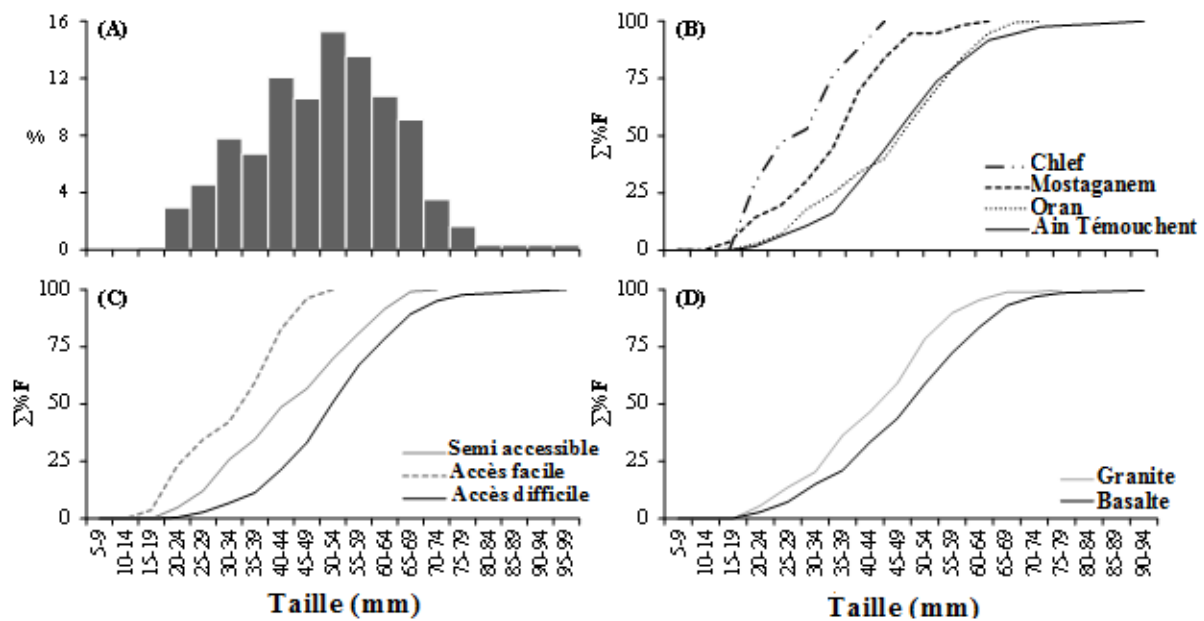


Figure 54 - Fréquences de classe de taille (5 mm) de *Patella ferruginea* (N = 1.219) dans toute la zone d'étude (A) et courbes cumulatives de fréquence de taille de *Patella ferruginea* par région (B), niveau d'accessibilité (C) et substrat (D).

L'analyse statistique par l'utilisation de PERMANOVA révèle que la densité de *Patella ferruginea* varie significativement entre les stations (ou les régions) (Tab. 4). La densité de la Patelle géante à Chelef est différente de celle observée à Oran (RM-PERMANOVA à deux catégories et par paires : $p < 0,05$). Chelef comparé à Ain Témouchent et à Mostaganem par rapport à Ain Témouchent est statistiquement différente ($p < 0,05$; $p = 0,001$).

La comparaison entre les sites de chaque région montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les stations à Chelef et à Mostaganem.

À Oran, les stations de Marsa El Hadjadj, Kristel, Cap Blanc, Rocher Hormigas et Madagh sont similaires. Marsa El Hadjadj est inférieur à Canastel, Cap Falcon et l'île Cap Falcon ($p <$

0,001). Kristel est identique à Canastel ; Kristel est inférieure à Cap Falcon et l'île de Cap Falcon ($p < 0,01$). Cap Falcon est similaire à l'île Cap Falcon et au Rocher Hormigas. Aussi, Canastel, l'île de Cap Falcon et le Rocher de Hormigas sont égaux. Canastel est inférieure à Cap Falcon ($p < 0,05$). Canastel est supérieure à Madagh. Cap Blanc est inférieure à Canastel, Cap Falcon et l'île Cap Falcon ($p < 0,001$). Madagh est inférieure par comparaison à Cap Falcon et à l'île Cap Falcon ($p < 0,01$).

A Aïn Témouchent, il n'existe pas de différence significative entre les stations, sauf pour l'île Rachgoun qui est supérieure à l'île Sbiaat ($p < 0,01$) et Sassel ($p < 0,05$).

Tableau 4 - Résultats de la RM-PERMANOVA bidirectionnelle et comparaison par paires de la densité de *Patella ferruiginea* en fonction des régions et des stations

Source de variation	df	MS	Pseudo-F	p
Région	3	14,50	6,989	0,0026
Station (Région)	18	2,13	4,819	0,0001
Résidus	99	0,44		
Total	120			
Transformation quatrième racine				
Comparaison par paire				
Région				
Chelef = Mostaganem; Chelef < Oran $p < 0,05$; Chelef < Aïn Témouchent $p < 0,001$; Oran = Mostaganem; Mostaganem < Aïn Témouchent $p < 0,001$; Oran = Aïn Témouchent				
Station (Région)				
<u>Chelef</u>				
Damous = Beni Haoua = Oued Goussine = Boucheral = Dramla				
<u>Mostaganem</u>				
Wilis = Chaabia = Kharouba = Stidia				
<u>Oran</u>				
M.E. Hadjadj = Kristel = C. Blanc = Roch.H = Madagh; M.E. Hadjadj < Canastel, C. Falcon, C. I.Falcon $p < 0,001$; Kristel = Canastel; Kristel < C. Falcon, C. I.Falcon $p < 0,01$; C. Falcon = C. I.Falcon = Roch.H; Canastel = C. I.Falcon = Roch.H; Canastel < C. Falcon $p < 0,05$; Canastel > Madagh $p < 0,05$; C. Blanc < Canastel, C. Falcon, C. I.Falcon $p < 0,001$; Madagh < C. Falcon, C. I.Falcon $p < 0,01$				
<u>Aïn Témouchent</u>				
Bouzedjar = Sbiaat = I.Sbiaat = Sassel; I.Rachgoun = Bouzedjar = Sbiaat; I.Rachgoun > I.Sbiaat $p < 0,01$; I.Rachgoun > Sassel $p < 0,05$				

Des différences significatives entre les niveaux d'accessibilité ont été observées au niveau des stations. Les sites facilement accessibles sont inférieurs par rapport aux sites semi-accessibles et difficilement accessibles ($p < 0,001$) (Tab. 5).

Tableau 5 - Résultats de RM-PERMANOVA et comparaison par paires de la densité de *Patella ferruginea* en fonction des niveaux d'accessibilité (E = facilement accessible, S = semi-accessible, H = difficilement accessible).

Source de variation	df	MS	Pseudo-F	p	Comparaison par paire
Accessibilité	2	112.41	31.103	0.0001	E < S < H p<0.001
Résidus	118	3.61			E < H p<0.001
Total	120				
Transformation			quatrième racine		

L'analyse PERMANOVA et la comparaison par paires de la densité de *Patella ferruginea* en fonction du substrat et significativement différente. La roche basaltique était plus élevée que la roche granitique ($p < 0,001$) (Tab. 6).

Tableau 6 - Résultats de RM-PERMANOVA et comparaison par paires de la densité de *Patella ferruginea* en fonction du substrat.

Source de variation	df	MS	Pseudo-F	p	Comparaison par paire
Substrats	1	79.85	16.630	0.0002	Basalte > Granite
Résidus	119	4.80			p<0.001
Total	120				
Transformation			quatrième racine		

Le test de Kolmogorov-Smirnoff avec correction de Bonferroni pour les comparaisons des structures de taille par paires entre les régions est statistiquement significatif ($p < 0,001$). A l'exception de Chelef / Mostaganem il n'est pas significatif. Les niveaux d'accessibilité ($p < 0,001$) et les substrats de roches ($p < 0,01$) étaient également statistiquement significatifs (Tab. 7).

Tableau 7 - Comparaisons par paire des structures de taille entre les régions, niveaux d'accessibilité et substrats. Le test de Kolmogorov-Smirnoff avec correction de Bonferroni pour des comparaisons multiples a été effectué. ns: non significatif.

	D	Valeur critique $\alpha=0.01$	Valeur critique $\alpha=0.001$	p
Provinces				
Chelef/Mostaganem	0.32	0.45	0.54	ns
Chelef/Oran	0.60	0.40	0.48	<0.001
Chelef/Ain Témouchent	0.60	0.40	0.48	<0.001
Mostaganem/Oran	0.44	0.23	0.27	<0.001
Mostaganem/Ain Témouchent	0.40	0.23	0.27	<0.001
Oran/Ain Témouchent	0.53	0.10	0.12	<0.001
Niveaux d'accessibilités				
Accès facile/Semi accessible	0.39	0.24	0.29	<0.001
Accès facile /Accès difficile	0.63	0.10	0.12	<0.001
Semi accessible /Accès difficile	0.27	0.10	0.12	<0.001
Substrats				
Basalte/Granite	0.20	0.18	0.22	<0.01

3.1.2.- Discussions de la biométrie et la distribution de la Patelle géante en l'Algérie

La distribution de *P. ferruginea* en Algérie est rare à l'est, les derniers spécimens observés sont présents à l'Ouest. La situation est critique, les perturbations et la pollution sont les principaux problèmes de la diminution de la population de cette espèce.

Les tailles maximales les plus élevée sont observées dans les zones insulaires plutôt que dans les zones côtières. Dans l'île Rachgoun, la taille maximale enregistrée est de 98,9 mm. Taibi *et al.* (2013) souligne que la taille maximale à l'île Rachgoun est de 79 mm. La taille maximale enregistrée à Mal di Ventre était de 76 mm et à San Marco de 71 mm (Marra *et al.*, 2016).

La densité de *P. ferruginea* le long de la côte Ouest algérienne est la plus importante en Méditerranée occidentale, essentiellement dans les îles comme celle de l'île Rachgoun (densité moyenne de $3,43 \pm 0,54$ patelles / m²). Cependant, les densités de *P. ferruginea* diminuent vers l'Est puisque seulement 0,26 spécimen / m² a été observé à Chelef.

Sur la côte Ouest Algérienne, les densités de *P. ferruginea* trouvées à l'île Habibas et l'île Plane sont de 4,8 individus par mètre linéaire (ind/m) et 22 ind/m respectivement, sont parmi les plus élevées en Méditerranée (Espinosa, 2009). L'île Habibas est une réserve marine, l'accès à cette zone est limité et la pêche n'est pas autorisée. L'absence de touriste et des pêcheurs favorise le développement de la Patelle géante dans de bonnes conditions. C'est le cas contraire au niveau de l'île Rachgoun, les touristes et les pêcheurs recueillent *P.*

ferruginea cela menace l'espèce de disparition. L'accessibilité du site a également eu un impact sur la taille moyenne des individus. Comme pour le nombre d'individus, les sous populations facilement accessibles présentaient les plus grandes variations interannuelles des tailles moyennes des coquilles adultes (Rivera-Ingraham *et al.*, 2014). La population de l'île Rachgoun a régressé ces dernières années. L'étude entreprise par Taibi *et al.* (2013) en 2012 ont montré une densité moyenne de 3 ind/m et 10 ind/m par transect linéaire (plus de 20 m du rivage) et la taille moyenne est de 59,9 mm. On pourrait s'attendre à ce que la distribution des tailles soit le résultat de la pression humaine par la cueillette (Espinosa, 2009).

En Tunisie, une population importante et bien structurée a été enregistrée dans l'archipel de Zembra (densité moyenne 2,65 ind/m) avec de grands spécimens matures (Espinosa *et al.*, 2014). En Sardaigne, la population de *P. ferruginea*, ne compte que quelques centaines d'individus avec une densité moyenne de 0,02 individus par mètre de littoral (Coppa *et al.*, 2012).

Nos résultats confirment que l'accessibilité influe sur les densités et la taille des espèces de Patelles. Selon les modèles obtenus, la structure de taille des Patelles observées dans la zone d'étude différait entre les niveaux d'accessibilité, en particulier, les sites hautement accessibles ont tendance à être caractérisés par des tailles plus petites par rapport aux sites d'accès difficile. Ces résultats ont mis en évidence le fait que les sites facilement accessibles avaient non seulement des valeurs d'abondance plus faibles, mais aussi des tailles plus petites. La majorité de la population algérienne de *Patella ferruginea* a été trouvée dans les sites difficilement accessibles tandis que dans les autres endroits cette Patelle en voie de disparition était absente ou représentée par quelques spécimens (Damous, Boucheral, Dramla, Chaabia, Mers el Hadjadj, Cap Blanc). La cible de récolte s'est également déplacée vers la côte semi-accessible et se propagera probablement progressivement, d'abord à travers les niveaux d'accessibilité physique puis légale, jusqu'à l'effondrement des espèces cibles (Coppa *et al.*, 2016). La collection humaine a été suggérée comme la principale cause du déclin de l'espèce et certains auteurs ont observé une relation négative entre l'accessibilité à la côte et l'abondance de cette Patelle (Orozco *et al.*, 2013). D'autres forces contrôlant la dynamique de la population de *P. ferruginea* sur les îles algériennes telles que la pression humaine par la collecte et la prédation par les oiseaux marins tels que les mouettes (Espinosa, 2009). La zone sous pression humaine a été caractérisée par les plus faibles densités et les plus petits spécimens probablement dus principalement à la prédation pour la nourriture et la pêche. La pression anthropique est probablement le principal facteur contribuant au statut actuellement menacé de *P. ferruginea* (Guerra-Garcia *et al.*, 2004).

Les principales menaces pour *P. ferruginea* sont surtout son utilisation comme nourriture, appât de pêche et comme objet de collection (Guerra-Garcia *et al.*, 2004). A Stidia (Mostaganem) et Kristel (Oran), en plus des pêcheurs, le prédateur des Patelles *Stramonita haemastoma* est abondant (Bendoula *et al.*, 2017). La prédation naturelle peut être une puissante force régulatrice affectant les assemblages intertidaux (Marra *et al.*, 2017).

La protection (en raison de l'inaccessibilité) a influencé la distribution des fréquences de taille des populations, alors que le type de substrat (naturel ou artificiel) n'a pas eu d'influence significative sur la structure de la population (Espinosa *et al.*, 2014).

Le premier facteur physique limitant l'existence de cette espèce est le substrat, car elle doit se stabiliser sur des surfaces rocheuses stables (naturelles ou artificielles), elle est absente des plages de sable, de gravier et de blocs non consolidés (Guallart *et al.*, 2012).

Les données sur les préférences de *P. ferruginea* pour certains types de roches sont rares. Doneddu et Manunza (1992) ont indiqué que la plupart des colonies de *P. ferruginea* sont présentes sur les roches granitiques, mais que l'espèce peut aussi se trouver sur des substrats calcaires, schisteux ou artificiels (ciment) et donc probablement sur tout type de roche. Alors que les résultats de notre recherche montrent que les plus fortes densités et la plus grande taille se trouvent sur les roches basaltiques contre les roches granitiques, il semble que *P. ferruginea* ait une préférence pour le substrat basaltique.

3.2.- Dosage des métaux lourds chez la Patelle pointue *Patella rustica*

Les résultats des teneurs totales en éléments métalliques traces (Al, B, Cu, Fe, Mn, Cd et Pb) accumulés chez la Patelle pointue (*Patella rustica*) dans les différentes régions étudiées sont illustrés sous forme d'histogrammes.

L'analyse de la Variance (ANOVA) unidirectionnelle a permis de comparer des moyennes sur plusieurs échantillons. Cette analyse de la variance vise à mettre en évidence l'effet de la variable étudiée (effet région) sur l'accumulation des métaux lourds étudiée lorsqu'elle est significative aux seuils de 0,05.

3.2.1.- Aluminium

Les teneurs moyennes en aluminium chez *Patella rustica* sont au-dessous des normes internationales fixées par l'IAEA (Al = 13,8 mg/kg) (IAEA, 2003). La concentration en aluminium dans la station de l'île Sbiaat est la plus importante avec $0,61 \pm 0,04$ mg/kg, suivi par celle de Marsa El Hadjadj avec $0,52 \pm 0,07$ mg/kg puis par Canastel avec $0,38 \pm 0,04$ mg/kg et par Sassel avec $0,17 \pm 0,02$ mg/kg (Fig. 55).

L'ANOVA testée sur la concentration en aluminium accumulée chez la Patelle pointue, montre une absence de différence significative entre les stations ($p > 0,05$) (Tab. 8).

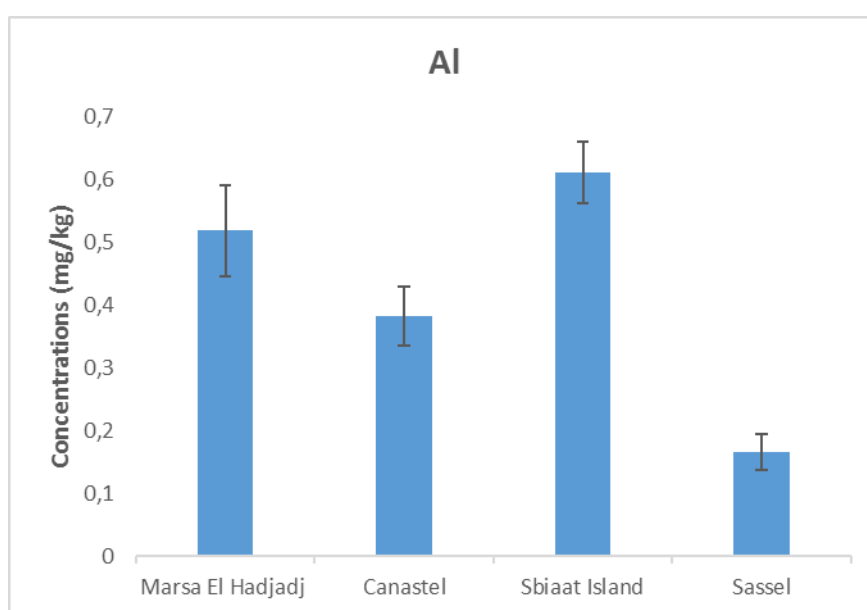


Figure 55 - Teneurs moyennes en Aluminium en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 8 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration de l'aluminium chez la Patelle pointue entre les régions ($p > 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,01113519	3	0,00371173	1,39595729	0,25978902	2,86626555
A l'intérieur des groupes	0,0957209	36	0,00265891			
Total	0,10685609	39				

3.2.2.- Bore

La représentation graphique a fait apparaître que les concentrations en Bore restent au-dessous des normes internationales fixées par l'IAEA ($B = 94 \text{ mg/kg}$) (IAEA, 2003). La concentration du Bore dans la Patelle pointue à Sassel est la plus importante ($48,19 \pm 3,12 \text{ mg/kg}$), alors que les teneurs se rapprochent pour Marsa El Hadjadj, l'île Sbiaat et Canastel, elles se situent entre $35,55 \pm 0,21 \text{ mg/kg}$ et $36,99 \pm 0,02 \text{ mg/kg}$ (Fig. 56). Aucune différence significative n'a été trouvée entre les stations en ce qui concerne l'accumulation du Bore chez la Patelle pointue ($P > 0,05$) (Tab. 9).

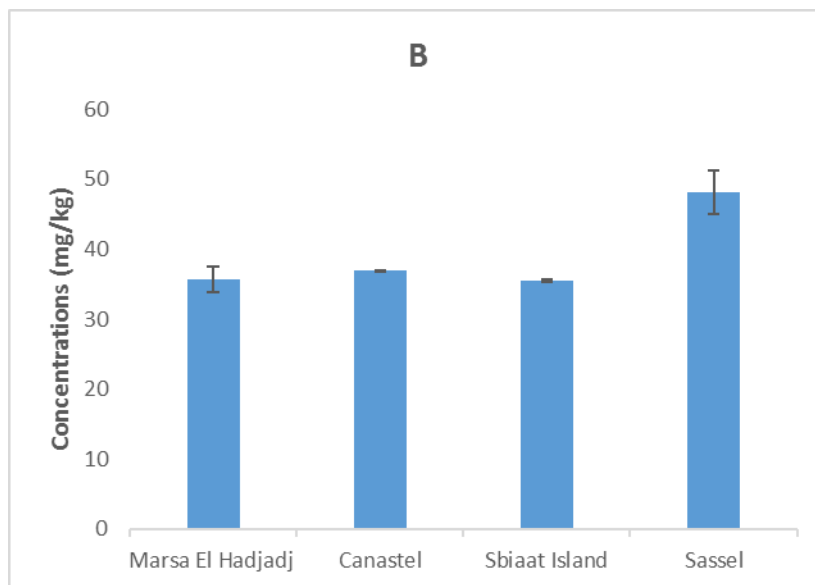


Figure 56 - Teneurs moyennes en bore en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 9 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du bore chez la Patelle pointue entre les stations ($p > 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	11,1022645	3	3,70075484	1,12899642	0,350281	2,86626555
A l'intérieur des groupes	118,004958	36	3,27791549			
Total	129,107222	39				

3.2.3.- Cuivre

Le cuivre présente des concentrations supérieures à la norme admise par l'IAEA -407 qui est de 3,28 mg/kg (IAEA, 2003). Canastel présente une concentration importante de $24,11 \pm 0,05$ mg/kg, alors que Marsa El Hadjadj et l'île Sbiaat dévoilent des concentrations assez proche respectivement de $9,19 \pm 0,45$ mg/kg et $9,46 \pm 0,11$ mg/kg. La concentration la plus faible est enregistrée à Sassel avec $5,45 \pm 0,23$ mg/kg (Fig. 57).

L'analyse de la variance fait apparaître une différence significative ($p < 0,05$) entre les quatre stations pour la teneur en cuivre accumulée (Tab. 10).

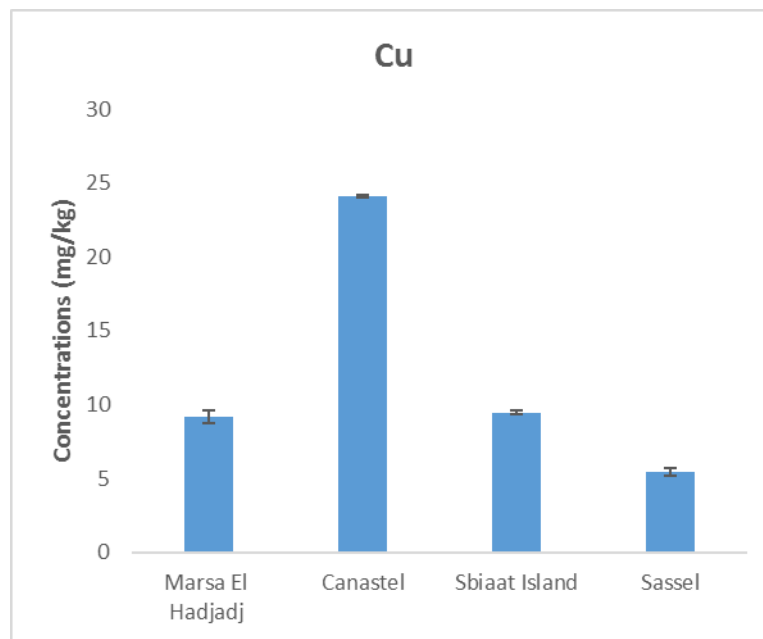


Figure 57 - Teneurs moyennes en cuivre en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 10 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du cuivre chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	20,3827851	3	6,79426171	98,5184762	2,0363E-17	2,86626555
A l'intérieur des groupes	2,48271625	36	0,06896434			
Total	22,8655014	39				

3.2.4.- Fer

Les teneurs en cet élément présentent des variations entre les stations, elles varient de $796,67 \pm 53,86$ mg/kg à $1559,42 \pm 1,70$ mg/kg. Ces teneurs dépassent la limite de 146 mg/kg tolérée par l'IAEA -407 (IAEA, 2003). Canastel (Fe = $1559,42 \pm 1,70$ mg/kg) est située en première position suivie de l'île Sbiaat avec $1261,5 \pm 1,03$ mg/kg puis Marsa El Hadjadj ($1117,73 \pm 59,52$ mg/kg) et en dernière position Sassel avec $796,67 \pm 53,86$ mg/kg (Fig. 58). Il existe une différence significative dans l'accumulation du fer par la Patelle pointue dans les quatre stations ($p < 0,05$) (Tab. 11).

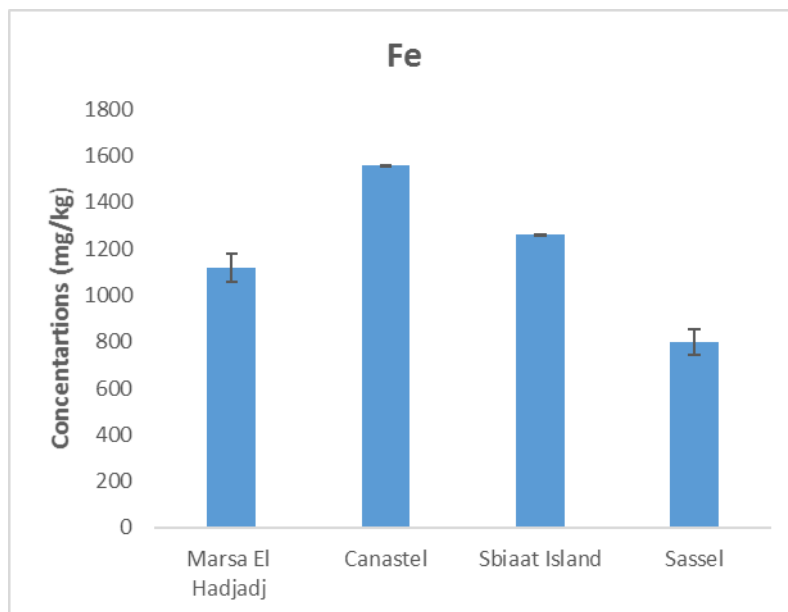


Figure 58 - Teneurs moyennes en fer en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 11 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du fer chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	30135,8129	3	10045,271	6,23078626	0,00161133	2,86626555
A l'intérieur des groupes	58039,1847	36	1612,19958			
Total	88174,9976	39				

3.2.5.- Manganèse

L'ensemble des quatre stations présentent des taux supérieurs à la norme internationale établie par l'IAEA -407 pour les organismes marins qui est de 3,52 mg/kg (IAEA, 2003). L'accumulation la plus importante est enregistrée à l'île Sbiaat ($19,72 \pm 0,10$ mg/kg), suivie de Canastel et Marsa El Hadjadj avec des valeurs de $15,12 \pm 0,02$ mg/kg et $14,17 \pm 0,75$ mg/kg respectivement. Sassel se classe en dernière position avec une concentration de l'ordre de $8,50 \pm 0,57$ mg/kg (Fig. 59). Il existe une différence significative pour l'accumulation de manganèse par la Patelle pointue dans l'ensemble des stations étudiées ($p < 0,05$) (Tab. 12).

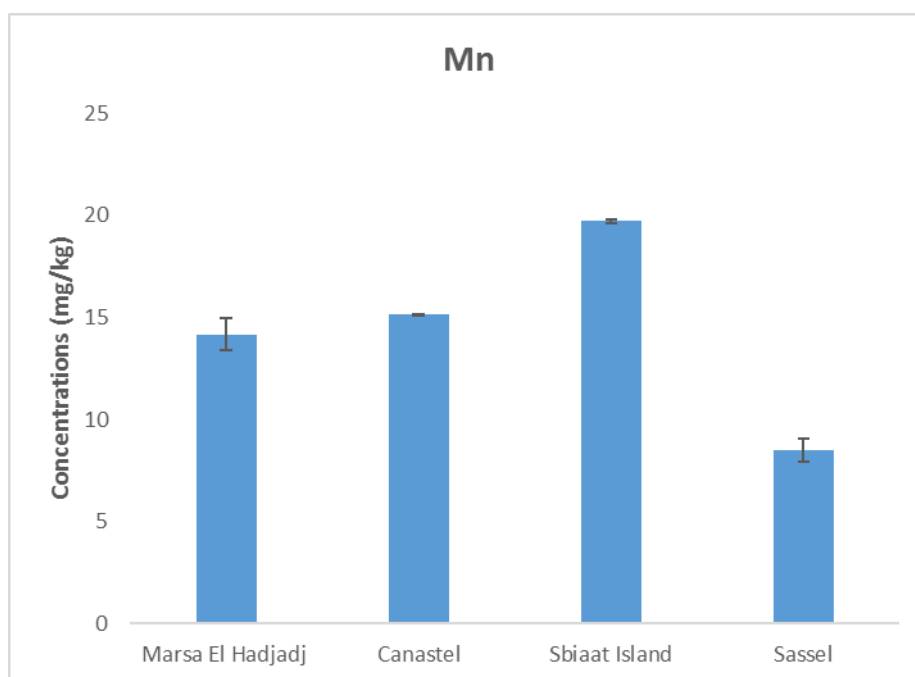


Figure 59 - Teneurs totales moyennes en manganèse en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 12 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du manganèse chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	6,36535964	3	2,12178655	9,20529877	0,00011783	2,86626555
A l'intérieur des groupes	8,29786382	36	0,23049622			
Total	14,6632235	39				

3.2.6.- Zinc

Dans les stations, les teneurs en zinc varient entre $126,46 \pm 5,78$ mg/kg et $1497,75 \pm 9,57$ mg/kg, les concentrations sont supérieures à la norme internationale établie par l'IAEA -407 pour les organismes marins qui est de 67,1 mg/kg (IAEA, 2003). Le classement des stations pour l'accumulation du zinc dans la Patelle pointue est comme suit : Canastel > île Sbiaat > Sassel > Marsa El Hadjadj (Fig. 60).

Les teneurs en zinc présentent une variabilité d'une station à une autre. L'analyse de la variance montre une différence significative ($p < 0,05$) (Tab. 13).

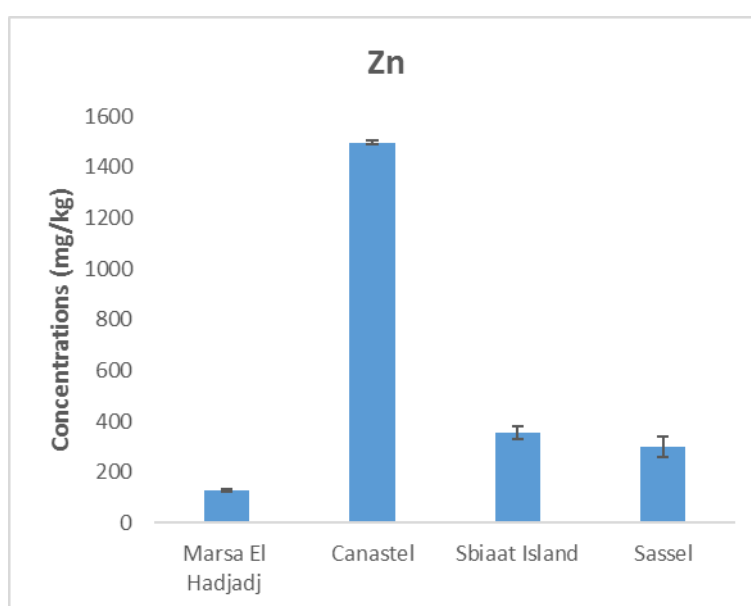


Figure 60 - Teneurs moyennes en zinc en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 13 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du zinc chez la Patelle pointue en fonction des stations ($p < 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	117683,67	3	39227,8901	66,8364406	8,6963E-15	2,86626555
A l'intérieur des groupes	21129,2527	36	586,923686			
Total	138812,923	39				

3.2.7.- Cadmium

Les teneurs en cadmium sont très élevées au niveau des stations, elles sont supérieures à la norme internationale établie par l'IAEA qui est de 0,189 mg/kg (IAEA, 2003). Ces concentrations atteignent les valeurs les plus importantes de l'ordre de $4,04 \pm 0,28$ mg/kg à Sassel et $1,99 \pm 0,002$ mg/kg à l'île Sbiaat, les deux valeurs les plus faibles sont enregistrées dans les stations Marsa El Hadjadj et Canastel avec $1,56 \pm 0,08$ mg/kg et $0,67 \pm 0,001$ mg/kg respectivement (Fig. 61). L'ANOVA unidirectionnelle montre qu'il existe une différence significative entre les stations ($p < 0,05$) (Tab. 14).

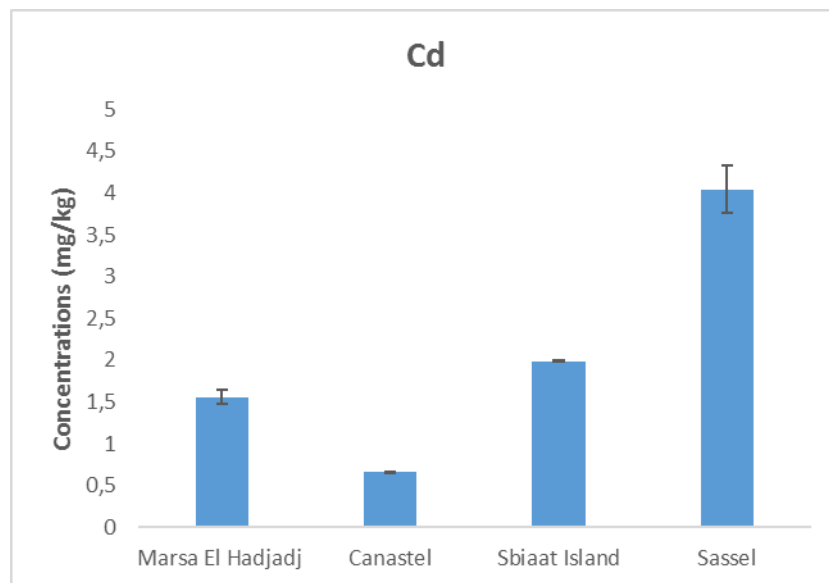


Figure 61 - Teneurs moyennes en cadmium en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 14 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du cadmium chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$).

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,61348979	3	0,2044966	9,37790417	0,00010231	2,86626555
A l'intérieur des groupes	0,78502375	36	0,02180622			
Total	1,39851354	39				

3.2.8.- Plomb

La teneur en plomb est supérieure à la norme internationale établie par l'IAEA qui est de 0,12 mg/kg (IAEA, 2003).

Ainsi les concentrations sont de $3,37 \pm 0,27$ mg/kg à Sassel, $3,33 \pm 0,03$ mg/kg à Canastel, $2,6 \pm 0,14$ mg/kg à Marsa El Hadjadj et $2,16 \pm 0,04$ mg/kg à l'île Sbiaat (Fig. 62). Les résultats de l'ANOVA indiquent qu'il n'existe pas de différence significative pour l'accumulation du plomb entre les stations d'étude ($p > 0,05$) (Tab. 15).

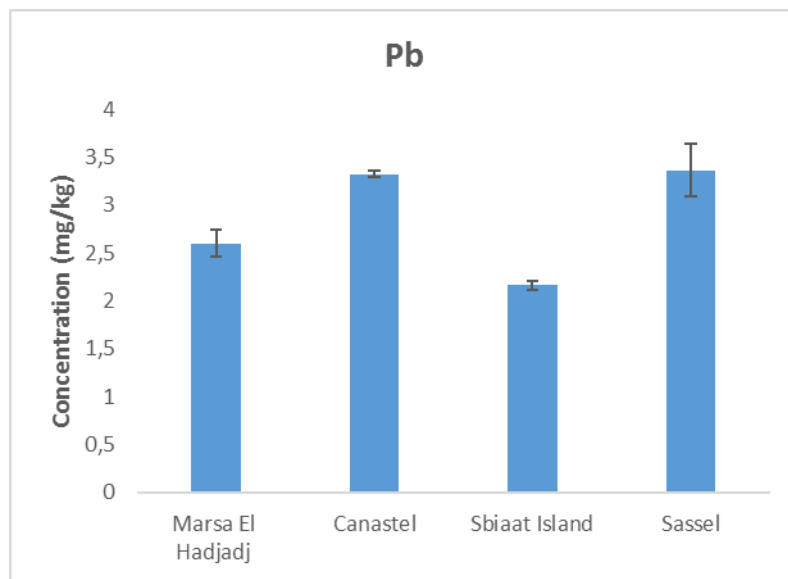


Figure 62 - Teneurs moyennes en plomb en fonction des stations (Poids sec).

Tableau 15 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la concentration du plomb chez la Patelle pointue entre les stations ($p < 0,05$)

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,102415	3	0,03413833	1,39568486	0,25986868	2,86626555
A l'intérieur des groupes	0,88055694	36	0,02445992			
Total	0,98297194	39				

3.2.9.- Discussions sur le dosage des métaux lourds chez *Patella rustica*

Les teneurs en métaux lourds chez *Patella rustica* dépendent très fortement de la station considérée, donc des variations le long du littoral, on note que les interactions entre les stations sont significatives pour les métaux : Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Pb, alors qu'elles ne le sont pas pour l'Aluminium et le Bore, cela indique que l'effet de la station n'est pas identique pour tous les métaux.

L'analyse des métaux lourds chez *Patella rustica* montre un gradient de concentration au niveau des stations, où les concentrations maximales observées sont ceux des métaux Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Pb dépassent les concentrations de référence. Alors que dans les mêmes stations, la bioaccumulation de l'aluminium et le bore reste inférieure aux normes de référence.

La comparaison des résultats avec la documentation sur la bioaccumulation des métaux chez *Patella rustica*, montre que nos résultats pour le Cd sont en accord avec les travaux de Ayas *et al.* (2009), où des limites de bioaccumulation sont comprises entre 0,40-4,08 mg/kg. Nos résultats à Canastel ($0,67 \pm 0,001$ mg/kg) concordent avec ceux de Idrissi Azzouzi *et al.* (2017), qui montrent une concentration de $0,77 \pm 0,03$ mg/kg dans la région de Harhoura sur la côte marocaine pour le Cd chez *Patella rustica*.

Par contre Bergasa *et al.* (2007) souligne une concentration moyenne de Cd égale à $0,36 \pm 0,26$ mg/kg.

Cependant, dans la présente recherche, la bioaccumulation du cadmium dans le mollusque est supérieure à la norme internationale établie par l'IAEA qui fixe un seuil de 0,189 mg/kg de poids sec dans les mollusques (IAEA, 2003).

Nos résultats concernant le plomb sont supérieurs à ceux trouvés par Ayas *et al.* (2009) comprises entre 0,02-1,38 mg/kg.

Pour le cuivre, la teneur moyenne varie entre $1,13 \pm 0,05$ mg/kg et $2,32 \pm 0,11$ mg/kg de poids sec sur la côte marocaine (Idrissi Azzouzi *et al.*, 2017). Aux Îles Canaries, Bergasa *et al.* (2007) soulignent une concentration de $2,05 \pm 0,91$ mg/kg de poids sec. Les concentrations sont inférieures à celles trouvées dans la présente recherche.

Le cuivre joue un rôle important dans la croissance, le métabolisme cellulaire et la survie de la plupart des animaux, y compris les mollusques gastéropodes. Par conséquent, les niveaux relativement élevés de ces métaux peuvent être attribués à leur caractère essentiel (Idrissi Azzouzi *et al.*, 2017).

Dans un autre travail réalisé dans la côte algérienne, Boumaza (2014) indique une concentration qui varie entre 155,66 mg/kg et 153 mg/kg de fer pour l'espèce *Patella caerulea*.

Les travaux de Cubadda *et al.* (2001) sur la Patelle ont conclu à l'existence d'une relation de type puissance entre la concentration du métal et le poids total de l'individu. En effet, la phase juvénile et la phase de vieillesse représentent respectivement le taux de métabolisme le plus fort et le plus faible. Ceci va influencer les teneurs en métaux vers l'augmentation ou vers la diminution suivant que le tissu augmente ou diminue plus rapidement que la bioassimilation du métal. La phase moyenne représente la situation où la concentration du métal est le moins variable. Ainsi, afin de minimiser l'effet de la taille sur la concentration du métal, et ceci pour mettre en évidence l'effet de la station, nous avons utilisé la méthodologie de Nakhlé (2003), pour une gamme de taille située entre 15 et 30 mm.

Boyden (1977) indique aussi une uniformité surprenante au niveau des concentrations durant les différentes saisons. L'effet de la saison et du cycle sexuel n'est pas décelable, donc la saison et le cycle sexuel n'ont pas d'effets sur les résultats de notre étude et ils sont à exclure. Dans ce travail, la présence de fortes concentrations de métaux dans les échantillons de Patelles provenant de la station Marsa El Hadjadj et Canastel devrait être attribuée aux rejets d'eaux usées, ce qui indique la vulnérabilité de cette espèce à la pollution chimique de la zone. Les teneurs en Cd et Pb sont très élevées au niveau de la station de Sassel, résultats inattendus, car la station est supposée à l'abri de la pollution. Concernant l'île Sbiaat les fortes valeurs peuvent résulter de la présence d'une usine d'aquaculture qui semblerait avoir une influence polluante sur cette zone.

3.3.- Biodiversité des Patelles et des espèces animales proches

A l'Ouest de l'Algérie, sur un total de 322 individus, nous avons trouvé 5 espèces de Patelles (famille des Patellidae) : *Patella ferruginea*, *Patella rustica*, *Patella vulgata*, *Patella caerulea* et *Patella ulyssiponensis*. Une espèce appartient à la famille des Siphonariidae (*Siphonaria pectinata*). Et une espèce de la famille des Fissurellidae (*Diodora gibberula*). L'espèce la plus abondante à l'Ouest de l'Algérie est *Patella rustica* avec 44,7 % (144 individus), suivie par *Patella vulgata* avec 22,3 % (72 individus). L'espèce la plus rare est *Patella ulyssiponensis* avec seulement 0,93 % (3 individus). La Patelle géante est représentée avec 11,8 % (38 individus) (Tab. 16).

Tableau 16 – Abondance relative des Patelles et des espèces animales à l'Ouest de l'Algérie

Familles	Espèces	N.	A.R. %
Patellidae	<i>Patella ferruginea</i>	38	11,80
	<i>Patella rustica</i>	144	44,72
	<i>Patella vulgata</i>	72	22,36
	<i>Patella caerulea</i>	17	5,28
	<i>Patella ulyssiponensis</i>	3	0,93
Siphonariidae	<i>Siphonaria pectinata</i>	40	12,42
Fissurellidae	<i>Diodora gibberula</i>	8	2,48
Total		322	100 %

N. Nombre d'individus ; A.R. % = Abondance relative en %



Figure 63 – Face externe de *Patella ferruginea* (Originale)

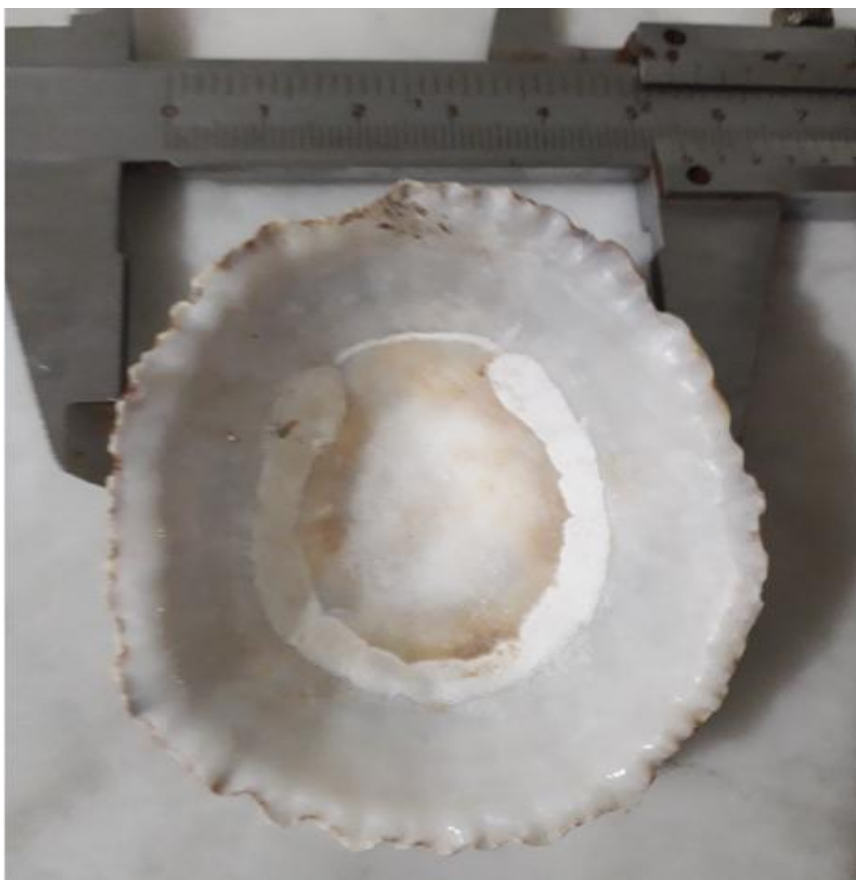


Figure 64 – Face interne de *Patella ferruginea* (Originale)



Figure 65 - Face externe de *Patella rustica* (Originale)



Figure 66 - Face interne de *Patella rustica* (Originale)



Figure 67 - Face externe de *Patella caerulea* (Originale)



Figure 68 – Face interne de *Patella caerulea* (Originale)

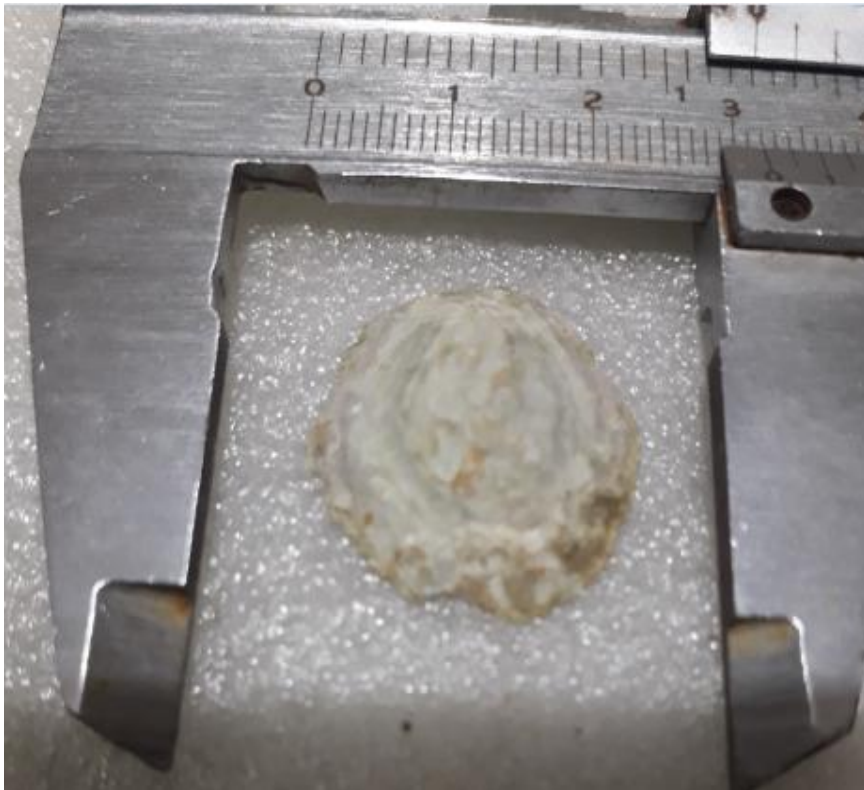


Figure 69 – Face externe de *Patella ulyssiponensis* (Originale)

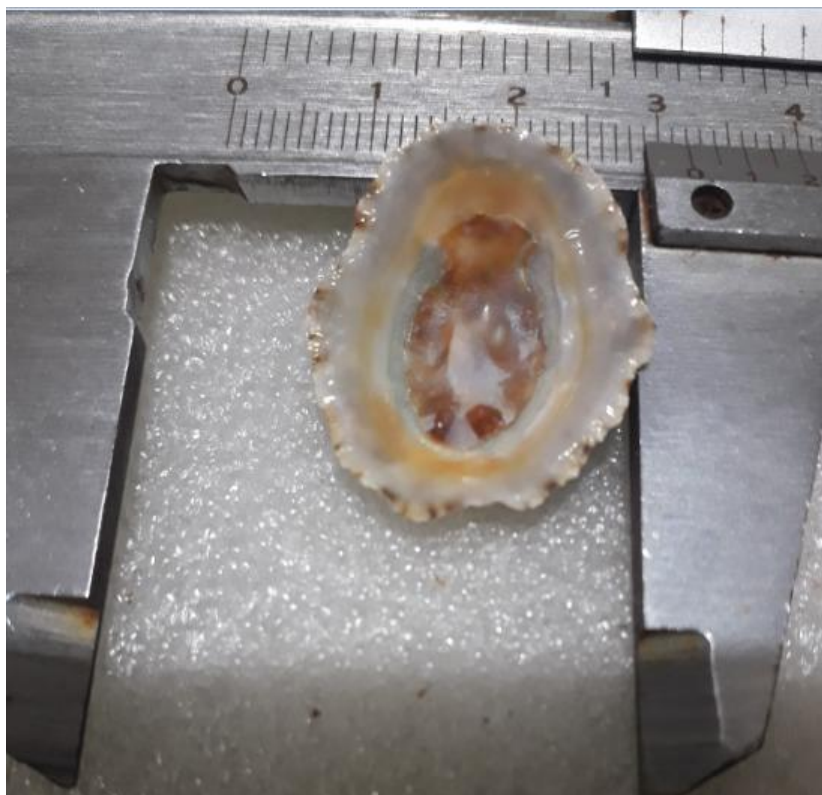


Figure 70 – Face interne de *Patella ulyssiponensis* (Originale)



Figure 71 – Face externe de *Patella vulgata* (Originale)

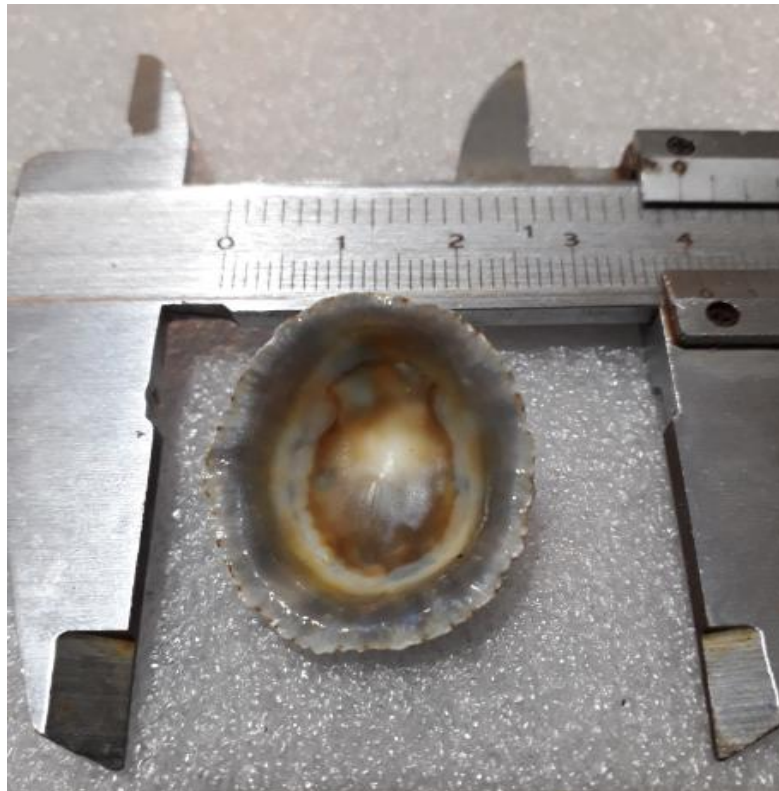


Figure 72 – Face interne de *Patella vulgata* (Originale)

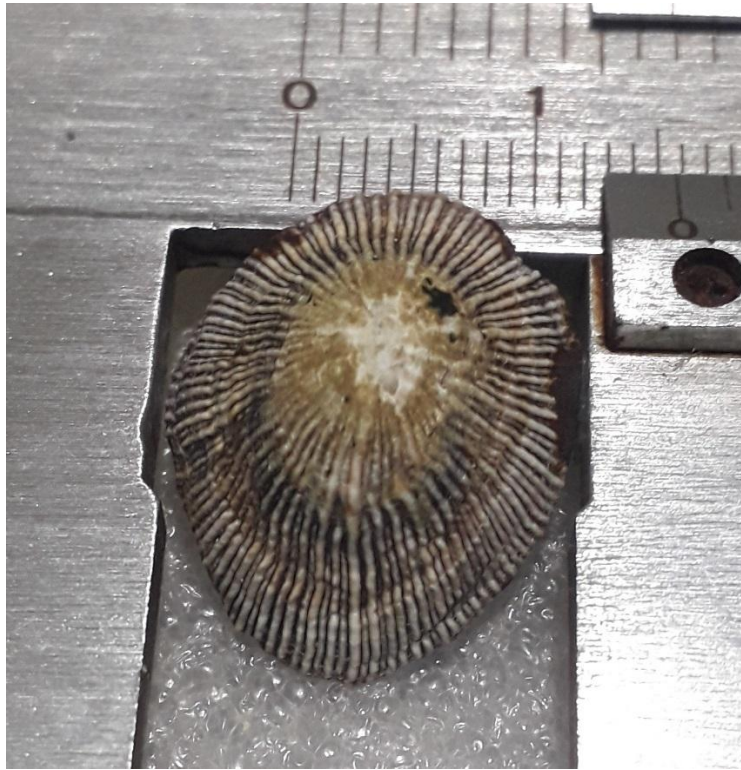


Figure 73 – Face externe de *Siphonaria pectinata* (Originale)

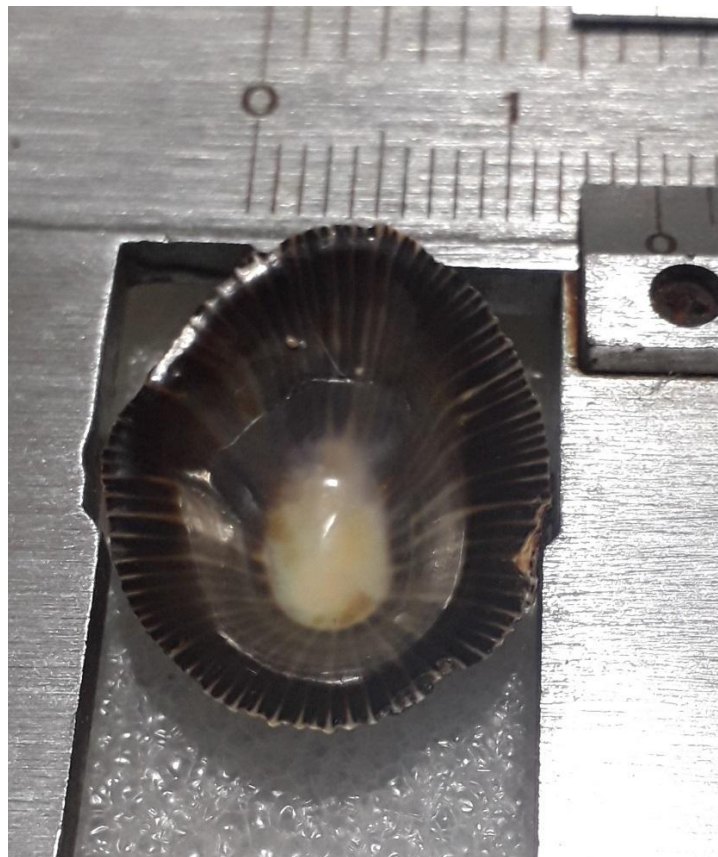


Figure 74 – Face interne *Siphonaria pectinata* (Originale)



Figure 75 – Face externe de *Diodora gibberula* (Originale)

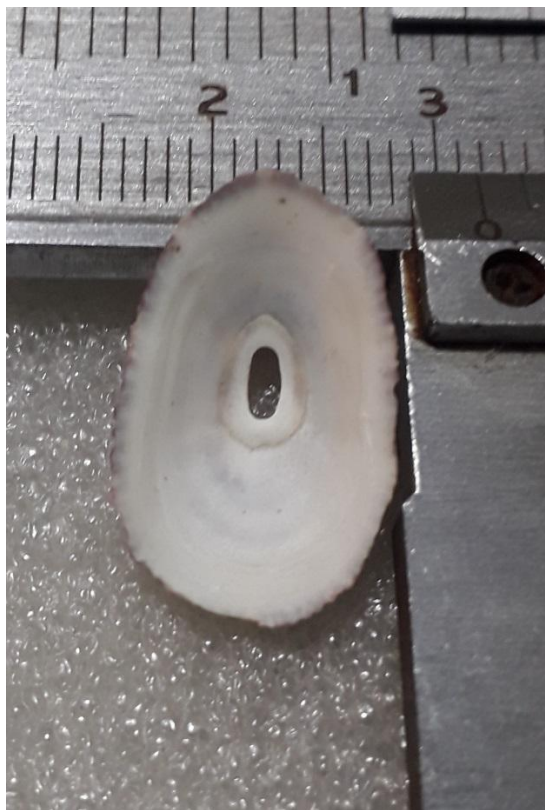


Figure 76 – Face interne de *Diodora gibberula* (Originale)

3.3.1.- Biodiversité des Patelles et des espèces animales dans la station Sassel

3.3.1.1.- Richesse totale et richesse moyenne

Dans la station de Sassel, la richesse totale est de 7 espèces. La richesse moyenne est de 1,78 espèces (Tab. 17).

Tableau 17 – Richesse totale et richesse moyenne des gastéropodes de la station de Sassel

Richesse totale	7
Richesse Moyenne	1,78

3.3.1.2.- Abondance relative et Fréquence d'occurrence des espèces animales à Sassel

Dans la station de Sassel, un total de 50 individus de Patelles et des espèces proches est échantillonné. L'espèce la plus importante est *Patella rustica* avec 24 individus (A.R. % = 48 %), suivie par *Siphonaria pectinata* avec 15 individus (A.R. % = 30 %). La Patelle géante (*Patella ferruginea*) est représentée avec seulement 4 individus (A.R. % = 8 %) (Tab. 18).. Pour la fréquence d'occurrence, les espèces accessoires sont *Patella rustica*, *Patella vulgata* et *Siphonaria pectinata*. Les autres espèces sont des espèces accidentelles.

Tableau 18 – Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales dans la station Sassel

Familles	Espèces	N.	A.R.%	F.O. %
Patellidae	<i>P. ferruginea</i>	4	8	22,22
	<i>P. rustica</i>	24	48	44,44
	<i>P. vulgata</i>	3	6	33,33
	<i>P. caerulea</i>	2	4	22,22
	<i>P. ulyssiponensis</i>	1	2	11,11
Siphonariidae	<i>Siphonaria pectinata</i>	15	30	33,33
Fissurellidae	<i>Diodora gibberula</i>	1	2	11,11

N. = Nombre d'individus ; A.R. % = Abondance relative en % ; F.O.% = Fréquence d'occurrence en %.

3.3.1.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces dans la station de Sassel

L'indice de diversité de Shannon-Weaver dans la station de Sassel est de 1,37 bits. La diversité maximale est de 1,95 et l'équitabilité est de 0,7 (Tab. 19). Les espèces ont tendance à être en équilibre entre elles.

Tableau 19 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces dans la station de Sassel

Indices de diversité de Shannon-Weaver (H') bits	1,37
Diversité maximale (H' max)	1,95
Equitabilité (E)	0,70

3.3.2.- Biodiversité des Patelles dans la station de l'île Sbiaat

3.3.2.1.- Richesse totale et la richesse moyenne

Dans la station de l'île Sbiaat, la richesse totale est de 5 espèces. La richesse moyenne est de 1,89 espèces (Tab. 20).

Tableau 20 - Richesse totale et richesse moyenne des gastropodes de la station de l'île Sbiaat

Richesse totale	5
Richesse Moyenne	1,89

3.3.2.2.- Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales de l'île Sbiaat

Dans la station de l'île Sbiaat, le nombre total des individus est de 91. L'espèce la plus importante en nombre d'individus est *Patella rustica* avec 37 individus (40,66 %), suivie par *Patella ferruginea* avec 19 individus (20,88 %). Nous remarquons l'absence des deux espèces *Patella caerulea* et *Patella ulyssiponensis* (Tab. 21).

La fréquence d'occurrence montre que les espèces *Patella vulgata* est une espèce constante. Les espèces accessoires sont *Patella ferruginea*, *Patella rustica* et *Siphonaria pectinata*. Par contre *Diodora gibberula* est une espèce accidentelle.

Tableau 21 - Abondance relative et Fréquence d'occurrence des espèces de l'île Sbiaat

Famille	Espèce	N.	A.R. %	F.O. %
Patellidae	<i>P. ferruginea</i>	19	20,88	33,33
	<i>P. rustica</i>	37	40,66	44,44
	<i>P. vulgata</i>	16	17,58	55,56
	<i>P. caerulea</i>	0	0	0
	<i>P. ulyssiponensis</i>	0	0	0
Siphonariidae	<i>Siphonaria pectinata</i>	12	13,19	33,33
Fissurellidae	<i>Diodora gibberula</i>	7	7,69	11,11

N. = Nombre d'individus ; A.R. % = Abondance relative en % ; F.O.% = Fréquence d'occurrence en %.

3.3.2.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces animales à l'île Sbiaat

L'indice de diversité de Shannon-Weaver à l'île Sbiaat est de 1,46 bits. La diversité maximale est de 1,61 et l'équitabilité est de 0,91 (Tab. 22). Les espèces ont tendance à être en équilibre entre eux.

Tableau 22 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces animales à l'île Sbiaat

Indices de diversité de Shannon-Weaver (H') bits	1,46
Diversité maximale (H' max)	1,61
Equitabilité (E)	0,91

3.3.3.- Biodiversité des Patelles dans la station de Canastel

3.3.3.1.- Richesse totale et la richesse moyenne

La richesse totale dans la station de Canastel est de 6 espèces. La richesse moyenne est de 2 espèces (Tab. 23).

Tableau 23 - Richesse totale et richesse moyenne des espèces animales de la station Canastel

Richesse totale	6
Richesse Moyenne	2

3.3.3.2.- Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales de la station Canastel

Le nombre total des individus dans la station de Canastel est de 131. L'espèce la plus importante est *Patella rustica* avec 47 individus (A.R.% = 43,51 %), suivie par *Patella vulgata* avec 45 individus (A.R.% = 34,35 %). L'espèce *Diodora gibberula* est absente dans la station de Canastel (Tab. 24).

Pour la fréquence d'occurrence, les espèces accessoires sont *Patella ferruginea*, *Patella rustica*, *Patella vulgata* et *Patella caerulea*. Les espèces accidentelles sont *Patella ulyssiponensis* et *Siphonaria pectinata*.

Tableau 24 - Abondance relative et Fréquence d'occurrence des espèces animales de la station Canastel

Familles	Espèces	N.	A.R. %	F.O. %
Patellidae	<i>P. ferruginea</i>	15	11,45	44,44
	<i>P. rustica</i>	57	43,51	44,44
	<i>P. vulgata</i>	45	34,35	44,44
	<i>P. caerulea</i>	7	5,34	33,33
	<i>P. ulyssiponensis</i>	2	1,53	11,11
Siphonariidae	<i>Siphonaria pectinata</i>	5	3,82	22,22
Fissurellidae	<i>Diodora gibberula</i>	0	0	0

N. = Nombre d'individus ; A.R. % = Abondance relative en % ; F.O.% = Fréquence d'occurrence en %.

3.3.3.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces animales à Canastel

Dans la station de Canastel, l'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 1,32 bits. La diversité maximale est de 1,79 et l'équitabilité est de 0,74 (Tab. 25). Les espèces ont tendance à être en équilibre entre elles.

Tableau 25 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces animales à Canastel

Indices de diversité de Shannon-Weaver (H') bits	1,32
Diversité maximale (H' max)	1,79
Equitabilité (E)	0,74

3.3.4.- Biodiversité des espèces animales dans la station de Marsa El Hadjadj

3.3.4.1.- Richesse totale et la richesse moyenne

La richesse totale dans la station de Marsa El Hadjadj est de 4 espèces. La richesse moyenne est de 1.22 espèces (Tab. 26).

Tableau 26 – Richesse totale et richesse moyenne des espèces animales de la station de Marsa El Hadjadj

Richesse totale	4
Richesse Moyenne	1,22

3.3.4.2.- Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales de la station Marsa El Hadjadj

Le nombre d'individus dans la station Marsa El Hadjadj est de 50. L'espèce la plus importante est *Patella rustica* avec 26 individus (52 %). Il faut noter l'absence de *Patella ferruginea*, *Patella ulyssiponensis* et *Diodora gibberula* de la station (Tab. 27).

L'espèce *Patella rustica* est constante (F.O. % = 55,56 %), les autres espèces sont accidentelles.

Tableau 27 – Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces animales dans la station Marsa El Hadjadj

Famille	Espèce	N.	A.R. %	F.O. %
Patellidae	<i>P. ferruginea</i>	0	0	0
	<i>P. rustica</i>	26	52	55,56
	<i>P. vulgata</i>	8	16	22,22
	<i>P. caerulea</i>	8	16	22,22
	<i>P. ulyssiponensis</i>	0	0	0
Siphonariidae	<i>Siphonaria pectinata</i>	8	16	22,22
Fissurellidae	<i>Diodora gibberula</i>	0	0	0

N. = Nombre d'individus ; A.R. % = Abondance relative en % ; F.O.% = Fréquence d'occurrence en %.

3.3.4.4.- Indices de diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et Equitabilité (E) des espèces animales à la station Marsa El Hadjadj

A Marsa El Hadjadj, l'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 1,22 bits. La diversité maximale est de 1,39 et l'équitabilité est de 0,88 (Tab. 28). Selon les valeurs de l'équitabilité, les espèces animales ont tendance à être en équilibre entre elles.

Tableau 28 - Indices de diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et Equitabilité des espèces animales à Marsa El Hadjadj

Indices de diversité de Shannon-Weaver (H') bits	1,22
Diversité maximale (H' max)	1,39
Equitabilité (E)	0,88

3.3.5.- Discussion de la partie biodiversité des Patelles et des espèces animales proches

Dans la présente recherche, l'inventaire des Patelles et des espèces animales proches montre sur un total de 322 individus une richesse totale de 7 espèces : 5 espèces de la famille des Patellidae (*Patella ferruginea*, *Patella rustica*, *Patella vulgata*, *Patella caerulea* et *Patella ulyssiponensis*), une espèce de la famille des Siphonariidae (*Siphonaria pectinata*) et une espèce de la famille des Fissurellidae (*Diodora gibberula*).

A l'Ouest de l'Algérie, Kallouche (2018) souligne la présence de 6 espèces de Patelles : *Patella rustica*, *Patella caerulea*, *Patella ferruginea*, *Patella vulgata*, *Patella ulyssiponensis* et *Patella depressa*. Il est noté que nous n'avons pas trouvé *Patella depressa* dans notre inventaire.

Toujours à l'Ouest de l'Algérie, Meziane et Kerfouf (2013) soulignent la présence de 4 espèces : *Patella rustica*, *Patella ferruginea*, *Patella nigra*, *Patella ulyssiponensis*.

Dans la région de Skikda, Maatallah *et al.* (2014) soulignent que l'utilisation de la méthode de quadrat a révélé un total de 865 individus de *Patella*. Les espèces observées étaient : *Patella caerulea*, *Patella rustica*, *Patella ferruginea*, *Patella aspera*, *Patella safiana*, *Patella vulgata*. Les deux premiers taxons sont les plus abondants au niveau de chaque site d'échantillonnage. En outre *P. rustica* était le plus abondant au secteur est tandis que *P. caerulea* s'est avéré être plus fréquent vers l'Ouest. Les mêmes auteurs soulignent la présence de *Diodora graeca*, *Siphonaria pectinata*, *Emarginula sicula* et *Acmaea unicolor*.

Sur la côte est, dans le golfe d'Annaba, Beldi *et al.* (2012) a fait mention de 5 espèces : *Patella caerulea*, *P. rustica*, *P. vulgata*, *P. intermedia* et *P. ulyssiponensis*.

Toujours à l'Est de l'Algérie, Boumaza *et al.* (2016) soulignent la présence de 6 espèces : *Patella caerulea*, *P. rustica*, *P. vulgata*, *P. intermedia*, *P. ulyssiponensis* et *P. nigra*. Cette dernière espèce est observée seulement à El Kala.

Dans la présente recherche, les espèces les plus abondantes à l'Ouest de l'Algérie sont *Patella rustica* (44,7 %) et *Patella vulgata* (22,3 %). L'espèce la plus rare est *Patella ulyssiponensis* (0,93 %). La Patelle géante est représentée avec 11,8 %.

A Oran, Kallouche (2018) souligne en 2010 la domination de *Patella caerulea* avec 1115 individus, alors que la Patelle géante occupe le 2^{ème} rang avec 335 individus. La Patelle ponctuée (*Patella rustica*) se place au 3^{ème} rang avec 245 individus, le 4^{ème} rang revient à *Siphonaria pectinata* avec 72 individus, tandis que *Patella vulgata* vient en 5^{ème} position avec 11 spécimens seulement. En 2016, ce même auteur souligne que la Patelle ponctuée domine avec 439 individus, la 2^{ème} position revient à la patelle géante avec 262 individus, la 3^{ème} place à la Patelle méditerranéenne (221 individus), la 4^{ème} place pour la fausse Patelle (168

individus) et la 5^{ème} place pour *Patella depressa* avec 7 individus et en 6^{ème} position *Patella ulyssiponensis* avec 2 individus.

Selon Maatallah *et al.* (2014), les taxons majoritaires dans la baie de Skikda ont été *P. caerulea* avec (45,9 %) et *P. rustica* (44,5 %). Les autres espèces (*P. ferruginea*, *P. safiana* et *P. aspera* et *P. vulgata*) ont totalisé approximativement 9,6 % de l'ensemble de la faune sur la période d'étude. Sur l'ensemble échantillonné de la baie de Skikda, la richesse spécifique varie de 2 à 5 espèces. Le nombre d'espèces augmente à partir de la station S2 st.2 en s'amplifiant graduellement vers l'Ouest. *P. ferruginea*, *P. nigra* ont été rares et parfois absents dans certaines stations. Alors que *P. caerulea* a dominé à l'Ouest ou elle a écarté *P. rustica*.

Selon Beldi *et al.* (2012), l'analyse faunistique effectuée sur 2.036 individus collectés dans le golfe d'Annaba, montrent une répartition inégale des dominances au sein de la famille des Patellidae. En effet, les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence une forte présence de *Patella caerulea* avec un taux qui dépasse la moitié du stock des Patelles recensées (52,63 %). La deuxième place revient à *P. rustica* (18,88 %), suivie de *P. vulgata* et *P. intermedia* ayant toutes les deux des abondances relatives très similaires, respectivement 11,52 et 10,34 %. Enfin, *P. ulyssiponensis* contribue faiblement aux peuplements de Patellidae (6,63 %).

Toujours à l'Est de l'Algérie, Boumaza (2014) souligne que l'analyse comparative des dominances montre globalement que, la structure de la communauté des Patelles du littoral Est Algérien (en matière de représentativité des différentes espèces) est assez hétérogène. En effet, *P. caerulea* occupe la première place dans les stations Toche et El Katara avec des dominances annuelles moyenne 56,86 % et 43,26 % respectivement, par contre elle occupe la 3ème place dans les stations Cap de Garde (16,18 %) et El Kala (12,16 %).

Dans la station de l'île Sbiaat, H' est le plus important avec 1,46 bits (la plus faible valeur est enregistrée à Marsa El Hadjadj avec 1,22 bits). L'équitabilité est comprise entre 0,7 à Sassel et 0,9 à l'île Sbiaat.

Nos valeurs sont supérieures à ceux de Maatallah *et al.* (2014), les valeurs de la diversité de l'indice de Shannon-Weave (H') et de l'équitabilité ont été faibles, la valeur la plus élevée de l'indice de diversité de Shannon-Weaver a été au niveau de l'arrière port de Stora (H' = 1,76) alors qu'elle est de 1,56 à la station de référence.

3.4.- Étude d'un prédateur des Patelles (*Stramonita haemastoma*)

3.4.1.- Structure de taille de la population

Les valeurs de la densité de *Stramonita haemastoma* varient d'une station à une autre, les plus élevées sont enregistrées à Oran (Kristel avec 2,1 ind./m²) et dans la région de

Mostaganem (Stidia avec 1,83 ind./m²) (Tab. 29). Les densités les plus basses sont de 0,22 ind./m² dans la région d'Oran à Canastel. Sur les huit stations, quatre (Chaabia, Marsa El Hadjadj, Sbiaat et Cap Blanc) ne comptaient aucun individu. Le nombre d'individus le plus élevé est observé dans la station Stidia avec 55 individus. Cette station est caractérisée par une biodiversité remarquable.

Tableau 29 - Nombre d'individus, taille moyenne avec écarts-types et densité de *S. haemastoma* à l'Ouest de l'Algérie.

Stations	Nombre d'individus	Taille moyenne en mm ± Écarts-type	Densité (ind./m ²)
Chaabia	*	*	*
Stidia	55	31,7 ± 6,32	1,83
Marsat El Hadjadj	*	*	*
Kristel	21	37,22 ± 10,3	2,1
Canastel	9	41,92 ± 10,1	0,22
Cap Blanc	*	*	*
Sbiaat	*	*	*
Sassel	9	42,59 ± 4,15	0,3
Moyenne	23,5	34,13 ± 8,57	1,11

mm : millimètre / ind. : individus / m² : mètre carré, * absence d'individus.

3.4.2.- Taille des coquilles

La taille moyenne des coquilles en fonction des stations varie entre 31,7 ± 6,32 mm à Stidia et 42,59 ± 4,15 mm à Sassel (Tab. 29). La taille moyenne des individus des différentes stations est de 34,13 ± 8,57 mm.

Pour la taille des individus pour l'ensemble des stations, nous avons obtenu un modèle symétrique taille fréquence, avec une dominance de la taille entre 30 et 40 mm pour la majorité des individus (45 individus) (Fig. 77). Suivi de la taille entre 20 et 30 mm (22 individus) et entre 40 et 50 mm (17 individus). Par contre, les individus de petite taille, entre 10 et 20 mm et ceux de grande taille, entre 60 et 70 mm sont extrêmement rares. La taille varie entre 19,2 mm à Stidia et 60,35 mm à Canatsel.

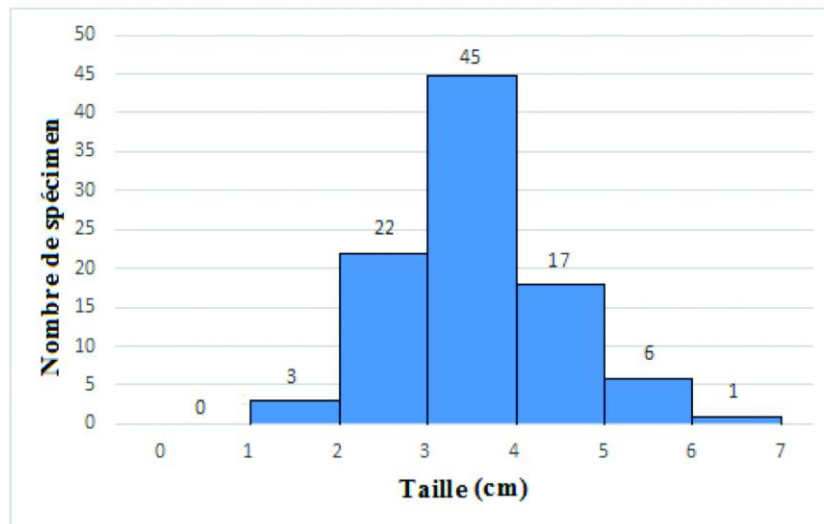


Figure 77 - Longueur de *S. haemastoma* mesurée à l'Ouest de l'Algérie

3.4.3.- Analyse statistique

L'analyse statistique par ANOVA est réalisée en comparant la taille des individus en fonction des stations (Tab. 30). La valeur de la probabilité est de $1,62 * 10^{-5}$ ($p < 0,05$). Par conséquent, il a été mis en évidence une différence statistiquement significative entre la taille des espèces dans les différentes stations où *S. haemastoma* a été enregistrée.

Tableau 30 - Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la taille des individus de *S. haemastoma* entre les stations ($p < 0,05$).

Source	SC	DL	MC	F	<i>p</i>
Entre Groupes	1658,50	3	552,83	9,503518	$1,62 * 10^{-5}$
À l'intérieur des groupes	5235,43	90	58,17		
Total	6893,94	93			

3.4.4.- Discussion sur l'étude d'un prédateur des Patelles

La présente étude rapporte des données sur l'état de la population de *S. haemastoma* du littoral Ouest algérien. La densité de l'espèce était soit égale soit inférieure à celle de la bibliographie disponible. L'abondance enregistrée sur la côte algérienne est largement inférieure à celles de la région de Gammarth en Tunisie (Boulajfene *et al.*, 2013a) et de la côte Israélienne (Rilov *et al.*, 2001). Cependant, nous soulignons la présence de similitudes entre l'état de la population en Algérie dans la présente étude et celle des régions réputées abriter une faible population. C'est le cas de la région de Port aux Princes à Tunis (Boulajfene *et al.*,

2013a), des Archipels des Canaries (Ramírez *et al.*, 2009) et de Capo Gallo-Isola delle Femmine en Italie (Giacoletti *et al.*, 2016).

Meziane et Kefouf (2018) soulignent que dans les sites calmes, les espèces sont plus grandes. *S. haemastoma* est moins abondante et nettement réduite dans les sites portuaires et dans les stations où l'activité humaine est prononcée. La taille des individus est moins significative dans les sites perturbés.

Dans la présente recherche, le gastéropode est retrouvé dans les stations de Stidia, Kristel, Canastel et Sassel. *S. haemastoma* est abondante à Stidia car elle se situe loin des habitants et est inaccessible aux pêcheurs. L'espèce n'a pas été observée dans les stations de Chaabia, Marsat El Hadjadj, Sbiaat et Cap Blanc, cela pourrait être attribué au refuge de *S. haemastoma* dans les fissures et les crevasses et surtout à cause de la pollution anthropique puisque, dans les zones intertidales rocheuses, ce gastéropode prédateur habite principalement des zones où le refuge est disponible (Rilov *et al.*, 2002). À l'Ouest de l'Algérie, *S. haemastoma* est rare à Pain sucre, Cap Falcon, Port d'Oran et Marsat El Hadjadj, elle est modérément abondante à Ain Defla et très abondante à Sidi Mejdoub (Kallouche *et al.*, 2014). L'espèce était rarement présente en 2014 dans la station de Marsat El Hadjadj (Kallouche *et al.*, 2014). Par contre, la présente recherche montre qu'en 2016, le gastéropode a disparu de cette même station.

La disponibilité d'un abri dans la zone intertidale peut ainsi jouer un rôle majeur dans la détermination de la distribution et de l'activité de ce gastéropode, le schéma de répartition de *S. haemastoma* dans les zones intertidales le long du rivage du Sud-Est du bassin levantin est fortement influencé par la disponibilité des abris. Il peut expliquer pourquoi ce gastéropode est extrêmement rare sur les plateformes où les proies sont abondantes, mais les abris sont rares (Rilov *et al.*, 2005). Se cacher à l'intérieur des abris est un moyen de minimiser à la fois le risque de déplacement induit par les vagues et le stress de déshydratation (Ramírez *et al.*, 2009).

La différence entre les groupes d'individus des stations de Stidia, Kristel, Canastel et Sassel est hautement significative ($p = 1,62 * 10^{-5}$). On peut donc conclure que le type du site d'échantillonnage a une influence sur la taille des individus de *Stramonita haemastoma*. Cette différence est peut-être liée à la diversité de l'habitat de *S. haemastoma* qui est en relation avec les conditions de l'environnement, en particulier l'exposition aux vagues et la dessiccation (Rilov *et al.*, 2001). Ces différences semblent conférer des avantages physiques pour la survie des individus dans leurs niches (Boulajfene *et al.*, 2013b).

Les prédateurs de grande taille sont déficients là où les abris sont rares, et là où les abris sont disponibles, le gastéropode prédateur est abondant, cela est susceptible de jouer un rôle dans le façonnement de la structure communautaire (Rilov *et al.*, 2005).

Nous avons remarqué que, dans les stations où ce gastéropode est fréquent, les Patelles sont très rares. Ce gastéropode répandu en Méditerranée consomme des bivalves et des Patelles, il adopte des stratégies opportunistes pour consommer un grand nombre d'espèces (Giacoletti *et al.*, 2016). Des observations faites ont démontré qu'il se nourrissait de 18 gastéropodes et bivalves différents (y compris le cannibalisme) (Rilov *et al.*, 2001). La recherche de nourriture dans la zone intertidale rocheuse est un danger potentiel avec une probabilité accrue d'être délogé ou affecté par le stress thermique (Giacoletti *et al.*, 2016). La faible activité de *S. haemastoma* dans la zone intertidale, même s'il est abondant, se reflète dans l'abondance de sa proie (Rilov *et al.*, 2005). Les mêmes derniers auteurs expliquent que dans les habitats exposés aux vagues, ils cherchent refuge près des aliments afin de minimiser les coûts métaboliques et réduire le risque de mortalité lors de la digestion.

Les individus de grande taille dans la présente recherche sont très rares. Les taux élevés de perturbation dans la Méditerranée expliquent pourquoi les gros spécimens sont rares dans les habitats intertidaux où la nourriture est abondante mais les abris convenables sont rares (Rilov *et al.*, 2005).

Les petits spécimens de *S. haemastoma* (< 50 mm) sont fréquents sur la côte Ouest de l'Algérie, ce résultat est à l'opposé de ce qui a été décrit par Rilov *et al.* (2001).

La taille moyenne de l'ensemble des échantillons mesurés sur le littoral Ouest algérien est de $34,13 \pm 8,57$ mm, nos résultats se rapprochent de la valeur de $39,13 \pm 9,95$ mm trouvée dans le golfe de Tunis (Boulajfene *et al.*, 2013a). Cette même valeur trouvée sur le littoral algérien est supérieure à la taille moyenne globale trouvée dans les Archipels des Canaries (21,88 mm – Ramírez *et al.*, 2009). Les tailles des coquilles mesurées sur la côte méditerranéenne marocaine (43,06 mm), la côte marocaine Atlantique (71,68 mm) (Boulajfene *et al.*, 2013a) et sur la côte du Sud-Est du bassin Levantin avec 62,1 mm (Rilov *et al.*, 2001), respectivement, sont supérieures à celles de notre étude. La taille maximale de la coquille enregistrée sur le littoral Ouest algérien est de 60,35 mm. Elle est inférieure à celle enregistrée à Tunis avec un maximum de 76,36 mm dans la station la Goulette (Boulajfene *et al.*, 2013a).

Nos résultats indiquent que l'abondance de *S. haemastoma* sur la côte Ouest algérienne est faible, cela est probablement dû à plusieurs facteurs qui influencent cette espèce, par exemple la surpêche, la pollution, la rareté de l'alimentation et l'absence des abris.

La densité de la même espèce dans la station Port aux Princes en Tunisie, affiche une valeur de 0,4 ind./m² (Boulajfene *et al.*, 2013a). Cette valeur est plus faible par rapport aux données de notre étude. Toujours en Tunisie, la station de Gammarth abrite une population très dense de *S. haemastoma*, de l'ordre de 14 ind./m² (Boulajfene *et al.*, 2013a). Ces données sont supérieures à celles de la côte algérienne Ouest.

Pour les Archipels des Canaries (Atlantique est), l'abondance moyenne est de 0,39 ind./m² (Ramírez *et al.*, 2009). Ce sont des valeurs inférieures à l'abondance de l'ensemble des stations que nous avons prospectées et qui est de 1,11 ind./m². La plus faible abondance aux Archipels des Canaries affichait une moyenne de 0,03 ind./m² (Ramírez *et al.*, 2009), elle est plus basse que la plus faible densité enregistrée dans une de nos stations à Canastel avec 0,22 ind./m².

Les relevés effectués en Italie le long de la zone intertidale de Castelluzzo (Trapani), non affectée par des activités anthropogéniques comme le piétinement ou la récolte, et Capo Gallo-Isola delle Femmine où le piétinement et la récolte sont généralement beaucoup plus intenses en raison de la proximité de la ville de Palerme, les densités de *S. haemastoma* enregistrées sont de 0,56 ind./m² et de 0,03 ind./m² respectivement (Giacoletti *et al.*, 2016), valeurs plus faibles que celles de nos stations. Meziane et Kefouf (2018) soulignent des densités les plus faibles à Arzew (0,03 ind./m²), Salamandre (0,05 ind./m²) et Plage du puits (0,1 ind./m²). Ces stations sont caractérisées par la présence de ports industriels, de pêche où l'activité est clairement intense.

Conclusion et perspectives

Conclusion :

La présente recherche est une contribution à l'étude des Patelles de la région Ouest de l'Algérie, une attention particulière est donnée à l'étude de la Patelle géante, espèce rare et en danger d'extinction. L'étude de l'accumulation des métaux lourds et d'un prédateur de la Patelle est aussi une partie importante de la thèse, pour montrer la situation actuelle des populations de Patelles dans les stations en fonction de la pollution marine.

La Patelle géante est une espèce intéressante, car nous avons encore en Algérie les plus grandes populations en Méditerranée. Les données sont rares et les programmes de gestion sont plus rares.

La population de *P. ferruginea* à l'Ouest de l'Algérie est composée essentiellement d'adultes, le plus grand individu est observé à l'île Rachgoun avec 98,9 mm. La densité le long de la côte Ouest algérienne est plus importante dans la région d'Ain Témouchent en comparaison avec les autres régions. C'est à l'île Rachgoun que la densité est la plus importante. Il est noté que la limite Ouest de distribution de la Patelle géante est à Wilis (Mostaganem), une population très faible est notée à Beni Haoua (Chelef). Dans les sites facilement accessibles comme les plages, les densités sont les plus faibles. C'est le substrat basaltique qui comporte le plus d'individus par rapport au substrat granitique.

Pour ce qui est de l'étude de la contamination métallique chez l'espèce *Patella rustica*, l'effet de la taille sur les concentrations en métaux a été minimisé, sinon éliminé, en sélectionnant des individus de tailles quasi identiques pour l'ensemble des sites et pendant la totalité des périodes de prélèvement. Ceci a contribué à minimiser l'effet de la taille. Ainsi les petites variations de taille qui existent au sein de la gamme choisie ne peuvent pas être à l'origine des variations de concentration observées. Sauf pour la station Mers El Hajaj, où la taille des individus est inférieure à 15 mm puisque les spécimens de taille supérieure sont rares.

Les concentrations mesurées dans les quatre stations du littoral Ouest algérien sont supérieures aux valeurs admises, sauf pour l'aluminium et le bore. Les fortes concentrations enregistrées ont probablement pour origine l'exposition directe aux apports telluriques, c'est le cas des régions Marsa El Hadjadj (Activités anthropiques des localités mitoyennes et apports des zones industrielles proches), Canastel (Activités anthropiques de la ville d'Oran et apports du port d'Oran), l'île Sbiaat est non loin d'une infrastructure (usine d'aquaculture) qui semble probablement être une source de pollution dans la région.

Bien que les autorités aient pris conscience de la nécessité de préserver l'environnement patrimoine national, le littoral Ouest algérien semble toujours souffrir de la pollution, elle semble persistante.

Quant à l'étude de la biodiversité des Patelles et des espèces proches, ont révélé la présence de 5 espèces de Patelles et 02 espèces proches : *Patella ferruginea*, *Patella rustica*, *Patella vulgata*, *Patella caerulea* et *Patella ulyssiponensis*. Une espèce appartient à la famille des Siphonariidae (*Siphonaria pectinata*). Et une autre espèce à la famille des Fissurellidae (*Diodora gibberula*). L'espèce la plus abondante à l'Ouest de l'Algérie est *Patella rustica* suivie par *Patella vulgata*. L'espèce la plus rare est *Patella ulyssiponensis*.

Les espèces accessoires sont les plus importantes. Au niveau du site l'île Sbiaat, H' est le plus important par rapport aux trois autres sites, ce qui place l'île Sbiaat comme site riche en biodiversité, la plus faible valeur est enregistrée à Marsa El Hadjadj.

Il est noté que Marsa El Hadjadj enregistre la plus faible richesse (4 espèces seulement), la Patelle géante est totalement absente, les concentrations en métaux lourds sont moyennes par rapport aux autres stations.

C'est difficile d'expliquer les différences observées dans la répartition et la composition de la biodiversité des espèces de Patelles et des espèces proches associées à la Patelle géante. La présente recherche n'a pas abordé les réactions et la tolérance des espèces à des perturbations particulières. Il est difficile de se prononcer sans disposer de données suffisantes sur les clefs du fonctionnement des écosystèmes. Des éléments de réponse peuvent être apportés en prenant en considération dans des études ultérieures les impacts des habitats physiques et les flux trophiques, Il est vraisemblable que l'on met ainsi en évidence des réseaux trophiques de complexité variable selon les habitats et que l'on approche du mieux les compétitions alimentaires. D'autant plus il sera nécessaire d'évaluer la pression environnementale opérée sur les communautés de Patelle et les espèces proches en tenant compte du caractère saisonnier des facteurs du milieu et de savoir dans quelle mesure la structure des peuplements est altérée lors de ces changements.

Les valeurs de la densité de *Stramonita haemastoma* varient d'une station à une autre, les plus élevées sont enregistrées à Oran et à Mostaganem. L'analyse par ANOVA montre l'existence d'une différence statistiquement significative entre la taille des espèces dans les différentes stations où *S. haemastoma* a été enregistrée.

Perspectives :

D'autres études sont nécessaires pour comprendre le mode de distribution de *Patella ferruginea* observé sur les substrats basaltiques et granitiques, comme l'étude de la composition du revêtement algal du substrat, l'exposition à l'hydrodynamique et l'inclinaison du substrat. Les résultats aideront à la gestion de la conservation de cette espèce.

Dans ce contexte, la création d'Aires Marines Protégées (AMP) pourraient réduire la pression humaine et constituer une conservation efficace pour *P. ferruginea*.

Il est urgent de créer une aire marine protégée dans les sites hébergeant des populations de *P. ferruginea*, afin de conserver et de protéger les dernières populations.

Pour ce qui est de la contamination métallique, d'autres analyses devront être effectuées comme l'analyse des sédiments et l'analyse de la couverture algale puisque les Patelles de taille convenable pour le dosage des métaux lourds sont assez rares.

Aussi par cette recherche on a mis en évidence l'existence de pollution dans la région de Sassel où il n'y a pas d'enrichissement des eaux littoral, d'autres recherches de prospection devraient être menées là afin d'élucider les sources de pollutions potentielles dans cette station.

Pour conclure, d'autres études sont nécessaires comme une étude plus exhaustive sur les niveaux de contamination des sédiments et de la couverture algale par les métaux pour permettre de mieux comprendre la tendance actuelle de la pollution du littoral algérien. Il est intéressant à l'avenir de prélever des Patelles tout au long de l'année pour une étude à long terme afin d'établir clairement les changements dans la teneur en métaux lourds dans les Patelles, aussi élargir la région de prélèvement afin d'englober la totalité de la côte algérienne pour l'obtention d'une base de données fiables qui pourra servir de référence aux surveillances futures.

Enfin des études plus spécifiques sont nécessaires pour démêler le rôle relatif de chacun des facteurs susceptibles d'influencer les populations de *Stramonita haemastoma*, telles que la disponibilité alimentaire, la prédation et des recherches supplémentaires sur des aspects de sa biologie (par exemple la reproduction, la croissance, l'alimentation).

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- ABED C., 2011 - Spongiaires Irciniidae de Méditerranée : chimiotaxonomie, métabolites volatils et bio-indicateurs de pollution par les éléments traces métalliques. Thèse de Doctorat en Océanographie, Université de la Méditerranée Aix-Marseille II, 301 P.
- ACHARD-JORIS M., 2005 - Etudes biochimiques et génétiques de la réponse adaptative de mollusques face aux contaminations métalliques et au stress oxydant. Thèse de Doctorat en Ecotoxicologie, Université Bordeaux 1, 216 P.
- IAEA, 2003 - International Atomic Energy Agency. Reference sheet IAEA-407, Trace elements and methylmercury in Fish tissue, Vienna, Austria, pp. 1-4.
- ANIRF, 2011 - Rubrique Monographie Wilaya : Wilaya de Mostaganem. Ed. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière, Algérie, 6 P.
- ANIRF, 2013a - Rubrique Monographie Wilaya : Wilaya d'Oran. Ed. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière, Algérie, 7 P.
- ANIRF, 2013b - Rubrique Monographie Wilaya : Wilaya d'Ain Témouchent. Ed. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière, Algérie, 8 P.
- ARNICH N., 2008 - Évaluation du dispositif de surveillance chimique des zones de production conchylicole et du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du bassin d'Arcachon. Agence française de sécurité sanitaire des aliments, 71 P.
- ARZEL P., BAUD J.P., BERTHOU P., BOLETZKY S.V., CAMPILLO A., CLAVIER J., DAO J.C., DARDIGNAC M.J., DECAMPS P., DUCLER C., FLASSCH J.P., FLEURY P.G., FONTAINE B., HARMELIN J.G., HERAL M., HUSSENOT J., LATROUITE D., LAUBIER A., LE CALVEZ J.C., LE FOIL D., LEMOINE M., MARIN J., MONNIOT C., MONNIOT F., PEREZ R., QUERO J.C., RAIMBAULT R., RICHARD O., TALIDEC C., TETARD A., VACELET J., VADON C. et VERON G., 1992 - Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. Algues, éponges, corail rouge, escargots de mer, bivalves, poulpes, seiches, encornets, crustacés, oursins et violets, 1^o partie. Ed. Ifremer, 115 P.
- AVERSANO F.R., 1986 - Esperimento di insediamento artificiale di *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 nelle acque del Golfo di Arzachena (Sardegna settentrionale). Bolletino Malacologico, 22 : 169-170.
- AYAS D., KALAY M. and SANGÜN M.K., 2009 - Determinate of Cr, Cd and Pb levels in surface water and Patella species (*Patella caerulea*, *Patella rustica*) collected from Mersin Bay. Article in Ekoloji, 18(70): 32-37.

- AYAS D., 2010 - Distribution and morphometric characteristics of patella species (Archaeogastropoda) in mersin-viranşehir region of the northeastern Mediterranean sea. *Journal of Fisheries Sciences*, 4(2): 171-176.
- DOMZIG A., 2006 - Déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne. Thèse de Doctorat en Géosciences Marines. Université de Bretagne Occidentale, 332 P.
- BACHET F., BENHAJ S., BERNARD F., DELAUGE J., HARMELIN J., MANTE A., PASCAL M., TILLMANN M., VELA E. et VIDAL P., 2007 - Réserve des Iles Habibas. Notes naturalistes. Petites Îles de Méditerranée, Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres. République Française.
- BALOUIN Y., BELON R., STEPANIAN A. et BODERE G., 2012 - Etude générale pour la protection du littoral de la Plaine orientale de Corse - Préconisations de gestion. Rapport BRGM/RP-61650-FR, 52 P.
- BARBIER S, 2014 - Etude des techniques de spectrométrie de plasma pour l'analyse de matériaux à spectres optiques complexes : application aux terres rares et aux matériaux plastiques. Thèse de Doctorat en Chimie, Université Claude Bernard, Lyon 1, 216 P.
- BELANGER D., 2009 - Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Maître en écologie internationale, Université de Sherbrooke, Québec, Canada, 67 P.
- BELDI H., BOUMAZA F.Z., DRAREDJA B. et SOLTANI N., 2012 - Biodiversité des patellidae (Gastropoda, Prosobranchia) du golfe d'Annaba (Algérie Nord-Est). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 137(1-4): 121-132.
- BELKESSA R., BACHOUICHE S. et BACHARI HOUMA F., 2001 - Ensablement et pollution par les métaux lourds des sédiments du port de Ténès. Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime. Ed. 2, Tanger, Maroc, 7 P.
- BENDOULA M.C., TAIBI A. et BENTAALLAH M.E., 2017 - Abondance et structure démographique d'un prédateur des patelles *Stramonita haemastoma* (Linné, 1767) à l'Ouest du littoral algérien. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 142(2) : 77-85.
- BENGUEDDA-RAHAL W., 2012 - Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaîne trophique du littoral extrême Ouest algérien. Thèse de Doctorat en Ecologie et environnement, Université de de Tlemcen, 149 P.
- BENGHALI S.M.A., 2015 - Biologie et dynamique de la population de la moustelle blanche *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) pêchée dans la région de Mostaganem. Thèse de Doctorat en Science de l'Environnement, Université d'Oran, 142 P.

- BERGASA O., RAMIREZ R., COLLADO C., HERNANDEZ-BRITO J.J., GELADO-CABARELLO M.D., RODRIGUEZ-SOMOZAS M. and HAROUN R.J., 2007 - Study of metals concentration levels in *Patella piperata* throughout the Canary Islands, Spain. Environ. Monit. Assess., (127): 127-133.
- BIGOT L. et BODOT P., 1972 - Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*, II - Composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie milieu, Vol. 23 (2, Sér. C) : 229-249.
- BLANCHARD M., CHEVALIER C., GUILLAUMONT B. et HAMON D., 1985 – Etude bibliographique de quelques espèces planctoniques et benthiques littorales de la manche. Espèces zoobenthiques. Ed. Ifremer, Vol. 3, 161 P.
- BLONDEL J., 1979 - Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1973 - Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. Alauda, 10 (1-2) : 63-84.
- BŒUF G., BÉNÉ C., CARVAHLO G., CURY P., DAVID B., DESBRUYÈRES D., DOYEN L., GOULLETQUER P., GROS P., HANNA S., JENNINGS S., LEVREL H., THÉBAUD O., WEBER J., LASSALLE E. et RIVET F., 2010 - Biodiversité en environnement marin. Synthèse et recommandations en sciences environnementale et sociale. Rapport à l'Ifremer de l'expertise collective en biodiversité marine. Version au 25 août 2010, 139 P.
- BORSALI S., 2015 - Evaluation de la contamination métallique dans trois organes (foie, gonades et muscle) du Rouget de roche *Mullus surmuletus* (L., 1758) par quatre métaux lourds (Zn, Cu, Cd, Pb) pêché dans la baie d'Oran. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement, Université d'Oran, 170 P.
- BOUKLI HACENE F., KASBADJI MERZOUK N.K., ABBAS T, LOUKARFI L. et ABDELBAKI C., 2010 - Méthode de développement du relief numérique pour l'étude des potentialités éoliennes de la zone de Ténès Chlef-Algérie. 1^{er} séminaire Méditerranéen sur l'Energie Eolienne, SMEE 2010, Alger, Algérie, 4 P.
- BOULAJFENE W., BOUKHICHA J., BEN HASSINE O.K. and TLIG-ZOUARI S., 2013a - Distribution and demographic structure of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) populations on the rocky shores of the gulf of Tunis. Rapp. Comm. int. Mer Médit., (40): 659.
- BOULAJFENE W., BOUKHICHA J., BEN HASSINE O.K. and TLIG-ZOUARI S., 2013b - Morphometric diversity of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) on the rocky shores of the gulf of Tunis. Rapp. Comm. int. Mer Médit., (40): 660.

- BOUMAZA F.Z., 2014 - Évaluation de l'état de santé des eaux du golfe d'Annaba à travers un Mollusque Gastéropode *Patella caerulea* (L., 1758) : paramètres écologiques et biochimiques. Thèse de Doctorat LMD. Université Badji Mokhtar, Annaba. 163 P.
- BOUMAZA F.Z., BELDI H. and SOLTAN N., 2016 - Biodiversity of patellidae (Gastropoda, Prosobranchia) in northeastern coast of Algeria: impact of marine pollution. 2nd ICIEM 2016, International Conference on Integrated Environmental Management for Sustainable Development, October 27-30 2016 Sousse – Tunisia, 9 P.
- BOUMAZA S. et SEMROUD R., 2001 - Inventaire de la population de *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 des îles Habibas (Ouest Algérien). Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, (36): 361.
- HUSSEIN K.B., 2015 - Suivi et évaluation de la structure écologique et biodiversitaire infralittorale de la zone côtière oranaise. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement, Université d'Oran 1, 227 P.
- BOUROUMI M.T., 2014 - Le littoral Algérien entre dégradation et protection du patrimoine, cas de la commune côtière d'Ain El Türk. Colloque francophone international cultures, territoires et développement durable, 23 P.
- BOUZAZA Z., OUALILI D. et MEZALI K., 2016 - Etude discriminante basée sur la morphométrie de deux espèces de Gastéropodes Prosobranchie, *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) et *Patella rustica* (Linnaeus, 1758) de la mer méditerranée. 6^{èmes} Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Mostaganem, pp. 59-63.
- BOYDEN C.R., 1977 - Effect of size upon metal content of shellfish. J. Mar. Biol. Ass., (57): 675-714.
- BRANCH G. M., 1981 - The biology of limpets: physical factors, energy flow, and ecological interactions. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, (19): 235-380.
- BRAZÃO S.A.E., 2009 - Biochemical studies of the limpet *Patella depressa* Pennant, 1777 from marinas and rocky shores of the Portuguese coast: a marker approach. Dissertação para a obtenção do grau de mestream Estudos Marinhose Costeiros – Gestão Ambiental de Zonas Costeiras, Universidade do Algarve. 116 P.
- CASU M., RIVERA-INGRAHAM G. A., COSSU P., LAI T., SANNA D., DEDOLA G.L., SUSSARELLU R., SELLA G., CRISTO B., CURINI-GALLETTI M., GOMEZ J. C. G. and ESPINOSA F., 2011 - Patterns of spatial genetic structuring in the endangered limpet *Patella ferruginea*: implications for the conservation of a Mediterranean endemic. Genetica, (139): 1293-1308.

- CHRISTIAENS J., 1973 - Révision du genre *Patella* (Mollusca, Gastropoda). Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, 3^{ième} série, (182): 1305-1392
- COPPA S., DE LUCIA G.A., MASSARO G. and MAGNI P., 2012 - Density and distribution of *Patella ferruginea* in a Marine Protected Area (western Sardinia, Italy): Constraint analysis for population conservation. Medit. Mar. Sci., 13 (1): 108-117.
- COPPA S., DE LUCIA G.A., MASSARO G., CAMEDDA A., MARRA S., MAGNI P., PERILLI A., DI BITETTO M., GARCÍA-GOMEZ J.C and ESPINOSA F., 2016 - Is the establishment of MPAs enough to preserve endangered intertidal species? The case of *Patella ferruginea* in the Mal di Ventre Island (W. Sardinia, Italy). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, (26): 623-638.
- CP/RAC., 2013 - Regional Activity Centre for Cleaner Production. Addressing the drivers of the Mediterranean ecosystem degradation. The SCP approach in the application of the Ecosystem Approach to the management of human activities in the Mediterranean. Mediterranean Action Plan, 154 P.
- CRETELLA M., SCILLITANI G., TOSCANO F., TURELLA P., PICARIELLO O. and ADRIAN A., 1994 - Relationships between *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 and the other tyrrhenian species of patella (Gastropoda: Patellidae) cataudo. J. Moll. Stud., (60): 9-17.
- CUBADDA F., CONTI M.E. and CAMPANELLA A., 2001 - Size Dependant concentrations of trace metals in four Mediterranean gastropods. Chemosphere, (45): 561-569.
- DAJOZ R., 1982 - Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- DELAUGERRE M. et THIBAUT J.C., 1997 - Faune de corse. Les espèces animales de la directive (habitats) et de la directive (oiseaux). Rapport AGENC/PNRC pour la DIREN Corse, 245 P.
- DERRIEN S., 2014 - Schéma des structures des exploitations de cultures marines du Finistère caractéristiques des espèces et modes d'exploitation. Avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel N2013-10 Espèces-Natura 2000, 22 P.
- DONEDDU M. et MANUNZA B., 1992 - Valutazione del l'impatto antropico relativo alla balneazione estiva su una popolazione di *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 del litorale di Aglientu. Bolletino Malacologico, (28): 161-168.
- ESPINOSA F., GUERRA-GARCIA J.M., DARREN F.A. et GARCIA-GOMEZ J.C., 2006 - Effects on competition on an endangered limpet *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae): implications for conservation. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, (330): 482-492.

- ESPINOSA F., GUERRA-GARCÍA J.M. and GARCÍA-GÓMEZ J.C., 2007 - Sewage pollution and extinction risk: an endangered limpet as bioindicator. *Biodiversity and conservation*, (16): 377-397.
- ESPINOSA F., RIVERA-INGRAHAM G. A., GONZÁLEZ M. M. A. R., BAZAIRI H. and GARCÍA-GÓMEZ J.C., 2014 - Updated global distribution of the threatened marine limpet *Patella ferruginea* (Gastropoda: Patellidae): an example of biodiversity loss in the Mediterranean. *Oryx*, (48): 266–275.
- ESPINOSA F., RIVERA-INGRAHAM G.A., FA D.A. and GARCÍA-GÓMEZ J.C., 2009 - Effect of human pressure on population size structures of the endangered ferruginean limpet: towards future management measures. *Journal of Coastal Research*, (25): 857-863.
- ESPINOSA F., 2009 - Populational status of the endangered mollusc *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 (Gastropoda, Patellidae) on Algerian islands (SW Mediterranean). *Animal Biodiversity and Conservation*, 32 (1): 19-28.
- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1984 - *Ecologie*. Ed. J.B. Baillière, Paris, 162 P.
- FISHER W., BAUCHOT M.L. et SCHNEIDER M., 1987 - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37, Vol. 1, Végétaux et Invertébrés. Publication FAO et commission de communautés européennes, Rome, FAO, 760 P.
- FRENKIEL L., 1975 - Contribution à l'étude des cycles de reproduction des Patellidae en Algérie. *Publicazione di la Stazione Zoologica di Napoli*, (39): 153-189.
- FRETTER V. and GRAHAM A., 1962 - *British Prosobranch Molluscs. Their functional anatomy and ecology*. Ray Society, London.
- GHODBANI T., ADAM MILEWSKI A. et BELLAL S.A., 2015 - Un écosystème littoral fragile menacé sur la rive sud de la Méditerranée. La région côtière de Terga et ses zones humides (Ouest de l'Algérie). *Méditerranée*, (125): 164.
- GIACOLETTI A., RINALDI A., MERCURIO MIRTO M.S. and SARA G., 2016 - Local consumers are the first line to control biological invasions: a case of study with the whelk *Stramonita haemastoma* (Gastropoda: Muricidae). *Hydrobiologia*, (772): 117-129.
- GRIMES S., BOUTIBA Z., BAKALEM A., BOUDERBALA M., BOUDJILLAL B., BOUMAZA S., BOUTIBA M., GUEDEIOURA A., HAFFERSSAS A., HEMIDA F., KAIDI N., KHELIFI H., KERZABI F., MERZOUG A., NOUARA, A., SELLALI B., MERABTINE H., SAMROUD R., SERIDI H., TALEB M.Z. et TOUAHRIA T., 2004 - *Biodiversité Marine et littorale Algérienne*. Ed. Université Es Senia, Oran, 362 P.

- GRIMES M.S., 2010 - Peuplements benthiques des substrats meubles de la cote algérienne : Taxonomie, structure et statut écologique. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement, Université d'Oran, 360 P.
- GUALLART J.Y. y TEMPLADO J., 2012 - *Patella ferruginea*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 86 P.
- GUERRA-GARCIA J.M., CORZO J., ESPINOSA F. and GARCIA-GOMEZ J.C., 2004 - Assessing habitat use of the endangered marine mollusc *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in northern Africa: preliminary results and implications for conservation. *Biological Conservation*, (116): 319-326.
- GUPTA S.K. and SINGH J., 2011 - Evaluation of mollusc as sensitive indicator of heavy metal pollution in aquatic system: a review. *The IIOAB Journal*, 2(1): 49-57.
- HADDOU A., 2017 - Contamination des sédiments marins superficiels de la baie d'Oran par les métaux lourds et application au laboratoire de bioessais sur la toxicité potentielle d'un sédiment marin sur un outil biologique. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement, Université d'Oran 1, 117 P.
- IDRISSE AZZOUZI L.M., BEN AAKAMEB R., EL ABIDIB A. and NACIRIC M., 2017 - Contamination levels of metals (Cu, Cr, Cd and Pb) in *Patella rustica* from the Moroccan Atlantic coast. *International journal of environmental & science education*, 12(10): 2347-2361.
- RIVERA-INGRAHAM G.A., ESPINOSA F. and GARCIA-GOMEZ J.C., 2011- Conservation status and updated census of *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Ceuta: distribution patterns and new evidence of the effects of environmental parameters on population structure. *Animal Biodiversity and Conservation*, 34(1): 83-99.
- PERRIN J.B., 2007 - Les plans de surveillance et de contrôle dans l'analyse du risque alimentaire lié aux métaux lourds en France. Thèse de Doctorat en vétérinaire, Université Claude-Bernard - Lyon I, 148 P.
- KALLOUCHE M.M., 2018 - Dynamique spatiotemporelle de la structure ecobiologique des patelles de la zone côtière oranaise. Thèse de Doctorat en Biologie. Université d'Oran 1, 183 P.
- KALLOUCHE M.M., BOURAS D. and BAZAIRI H. 2014 - Faunal composition, distribution and richness of the Oran's intertidal coastal zone (Mediterranean Sea, Algeria). *J. Biodiv. Environ. Sci.*, (5): 122-132.

- KAMEL N., 2014 - Effets combinés des facteurs environnementaux et des polluants chimiques chez la moule *Mytilus galloprovincialis* : Harmonisation des biomarqueurs d'exposition suivant les recommandations OSPAR et MEDPOL. Thèse de Doctorat en Ecotoxicologie, Université de Nantes, 190 P.
- LABOREL-DEGUEN F. et LABOREL J., 1991 - Statut de *Patella ferruginea* Gmelin en Méditerranée. In: Les Espèces marines à protéger en Méditerranée: 91–103 (C. F. Boudouresque, M. Avon & V. Gravez, Eds.). GIS Posidonie Publishers, Marseille, France.
- DOUKARA K.L., 2019 - Density and ecological aspect of endangered limpet *Patella ferruginea* in the western Algerian coast: Implications for the Conservation. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, 23(1): 65-76.
- LE MAO P., GERIA D. et ROUGERIE M., 1995 - Observations et réflexions sur la contamination bactériologique des mollusques gastéropodes. Rapport Ifremer CODE N : R.INT.DELJ95.05/ SAINT-MAW, 19 P.
- LE QUESNE W.J.F., 2005 - The Response of a Protandrous Species to Exploitation, and the Implications for Management: a Case Study with Patellid Limpets. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, University of Southampton, 203 P
- MAATALLAH R., CHEGGOUR M., LOUADI K. et DJEBAR A.B., 2014 - Les gastéropodes patellidae et leur utilisation dans l'évaluation de la pollution du littoral de Skikda (nord-est de l'Algérie). Rev. Cames, (2): 15-29.
- MARRA S., DE LUCIA G.A., CAMEDDA A., ESPINOSA F. and COPPA S., 2016 - New records of the distribution and conservation status of the endangered limpet *Patella ferruginea* in Sardinia (Italy, W Mediterranean). Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst., 26(3): 607-612.
- MARRA S., COPPA S., CAMEDDA A., MASSARO G. and ANDREA DE LUCIA G., 2017- The exploitation of limpets in a Mediterranean Marine Protected Area: assessing the effectiveness of protection in the intertidal zone. Mediterranean Marine Science, 18(03): 406-423.
- MATE, 2002 - Programme des Nations Unies pour l'Environnement, plan d'Action pour la Méditerranée, plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en Région Méditerranéenne, PAS BIO, rapport national. Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Algérie, 162 P.

- MATE, 2015 - Planification nationale sur la diversité biologique et mise en œuvre en Algérie du plan stratégique de la convention sur la diversité biologique 2011-2020 et des objectifs d'AICHI, étude diagnostique sur la biodiversité & les changements climatiques en Algérie, rapport final. Ed. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Algérie, 98 P.
- MATET, 2009 - Quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national. Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme, Algérie, 121 P.
- MATEV, 2013 - Bilan & diagnostic, stratégie nationale de gestion intégrée des zones côtières en Algérie. Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville, Algérie, 248 P.
- MAZINI D.B., 2012 - Pollution de l'environnement marin et santé humaine : Mesure, évaluation et impact des contaminants chimiques et biologiques dans les produits de la pêche au niveau du littoral marocain. Thèse de Doctorat en Sciences, université Abdelmalek Essaadi, Tanger, 158 P.
- MEDEJERAB A. et HENIA L., 2011 - Variations spatio-temporelles de la sècheresse climatique en Algérie nord-occidentale. Courrier du Savoir, (11): 71-79.
- MEER., 2016 - Stratégie et plan d'action nationaux pour la biodiversité 2016-2030, la biodiversité pour le développement économique et social durable et l'adaptation au changement climatique. Ed. Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, 128 P.
- MERZOUKI M., TALIB N. et SIF J., 2009 - Indice de condition et teneurs de quelques métaux (Cu, Cd, Zn et Hg) dans les organes de la moule *Mytilus galloprovincialis* de la côte d'El Jadida (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2009, 31(1): 21-26.
- METAP, 2005 - Le coût de la dégradation de l'environnement côtier en Algérie. Renforcement de capacités dans les pays sélectionnés de METAP afin d'évaluer le coût de dégradation de l'environnement dans les zones côtières. Ed. Mediterranean Environmental Technical Assistance Program, Rapport Décembre 2005, 72 P.
- MEZALI K., 2007 - On the ecology and taxonomic status of the giant limpet *Patella ferruginea* in stidia area (Mostaganem, Algeria). Workshop international : Biodiversité et Ecosystème Littoraux (BEL-01), 27-29 Novembre 2007, Université d'Oran, Algérie.

- MEZIANE K. et KERFOUF A., 2013 - Biodiversité et distribution spatiale des mollusques de l'estran de la côte Ouest algérienne (cas des substrats durs). 3^{ème} Colloque International sur la Biodiversité et Ecosystèmes Littoraux 26-28 Novembre 2013, Oran, Algérie, pp. 98-105.
- MEZIANE K. and KERFOUF A., 2018 – Current Situation of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus 1758) (Gastropod Mollusk) in the Western Coast of Algeria. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR), 39(2): 40-46.
- NAKHLE K.F., 2003 - Le mercure, le cadmium et le plomb dans les eaux littorales Libanaises : Apports et suivi au moyen de bioindicateurs quantitatifs (éponges, bivalves et gastéropodes). Thèse de Doctorat en interactions toxiques dans les écosystèmes, Université Denis Diderot Paris 7, 255 P.
- ONS, 2006 - Compendium national sur les statistiques de l'environnement. Ed. Office National des Statistiques, Alger, 82 P.
- OROZCO A., GUALLART J. and TEMPLADO J., 2013 - Population status of the endangered limpet *Patella ferruginea* (Mollusca: Patellidae) in the Penon de Velez de la Gomera (south-west Mediterranean Sea). Marine Biodiversity Records, (6): 121-127.
- PEREZ-LOPEZ M., ALONSO J., NOVOA-VALINAS M.C. and MELGAR M.J., 2003 - Assessment of Heavy Metal Contamination of Seawater and Marine Limpet, *Patella vulgata* L., from Northwest Spain. Journal of environmental science and health, 38(12): 2845-2856.
- PONEL P., 1983 - Contribution à la connaissance de la communauté des arthropodes psammophile de l'Isthme de Giens. Trav. Sci. Parc Nati. Port-gros, (9): 149-182.
- PRUSINA L., PEHARDA M., EZGETA-BALIĆ D., PULJAS S., GLAMUZINA B. and GOLUBIĆ S., 2015 - Life-history trait of the Mediterranean keystone species *Patella rustica*: growth and microbial bioerosion. Medit. Mar. Sci., 16(2): 393-401.
- RABAOUI L., BALTI R., EL ZRELLI R. and TLIG-ZOUARI S., 2013 - Assessment of heavy metal pollution in the gulf of Gabes (Tunisia) using four mollusc species. Medit. Mar. Sci., 15(1): 45-58.
- RAMADE F., 1984 - Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- RAMÍREZ R., TUYA F. and HAROUN R.J., 2009 - Spatial patterns in the population structure of the whelk *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1766) (Gastropoda: Muricidae) in the Canarian Archipelago (eastern Atlantic). Scientia Marina, (73): 431-437.
- RAMOS M.A., 1998 - Implementing the Habitats Directive for mollusc species in Spain. Journal of Conchology Special Publication, (2): 125-132.

- RAMPAL J., 1965 - Utilisation des dents radulaires pour la systématique des patelles méditerranéennes. Rev. Trav. inst. Pêches marit., 29 (2).
- RIBEIRO P.A., XAVIER R., SANTOS A.M. and HAWKINS S. J., 2009 - Reproductive cycles of four species of *Patella* (Mollusca: Gastropoda) on the northern and central Portuguese coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89(6):1215–1221.
- RIDGWAY S.A., REID D.G., TAYLOR J. D., BRANCH G.M. and HODGSON A.N., 1998 - A cladistic phylogeny of the family Patellidae (Mollusca: Gastropoda). Phil. Trans. R. Soc. Lond. B., (353): 1645-1671.
- RILOV G., BENAYAHU Y. and GASITH A., 2001 - Low abundance and skewed population structure of the whelk *Stramonita haemastoma* along the Israeli Mediterranean coast. Mar. Ecol. Prog. Ser., (218): 189-202.
- RILOV G., GASITH A. and BENAYAHU Y., 2002 - Effect of an exotic prey on the feeding pattern of a predatory snail. Mar. Environ. Res., (54): 85-98.
- RILOV G., GASITH A. and BENAYAHU Y., 2005 - Effect of disturbance on foraging: Whelk activity on wave-exposed rocky shores with minimal tidal range. Mar. Biol., (147): 421-428.
- RIVERA-INGRAHAM G.A., ESPINOSA F. and GARCIA-GOMEZ J.C, 2014 - Long-term monitoring of the critically endangered limpet *Patella ferruginea* Gmelin, 1791: new ecological insights and first demographic results. Journal of Molluscan Studies, (81): 124-130.
- SANTOS J.J.B., 2011 - Spatial-temporal distribution and recruitment of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1758) (Mollusca) on a sandstone bank in Ilhéus, Bahia, Brazil. Braz. J. Biol., (71): 799-805.
- SÁ-PINTO A., ALEXANDRINO P. and BRANCO M., 2007 - High genetic differentiation with no evidence of hybridisation between four limpet species (*Patella* spp.) revealed by allozyme loci. Sci. Mar., 71(4): 801-810.
- SCHAAL M.G., 2009 - Structure et fonctionnement des réseaux trophiques associés aux écosystèmes littoraux rocheux en situations écologiques contrastées. Approches isotopiques et biochimiques combinées. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Environnement. Université Pierre et Marie Curie, 196 P.
- SHAKER A.A., 2016 - Impact des éléments trace métalliques sur le milieu et apport de la cytométrie en flux dans l'étude du fonctionnement des lagunes de la décharge d'Étueffont

(territoire de Belfort, France). Thèse de doctorat en Écotecnologies, Université Bourgogne Franche-Comté, 306 P.

- TAGLIAROLO M., 2012 - Adaptations métaboliques des organismes dans la zone de balancement des marées. Implications sur la biodiversité locale dans un contexte de changement climatique. Thèse de Doctorat en Biologie Marine, Université de Bretagne occidentale, 170 P.

- TAIBI A., OUBAZIZ B., GHERMAOUI M., KADDOUR HOCINE A. et BENDIMERAD M.E., 2013 - Etude de la biométrie de la Patelle géante *Patella ferruginea* à l'île de Rachgoun. 3^{ème} Colloque International sur la Biodiversité et Ecosystèmes Littoraux, 26-28 Novembre 2013, Oran, Algérie, pp. 584-592.

- TAIBI S., 2011 - Analyse du régime climatique au nord de l'Algérie. Thèse de magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, Alger, 156 P.

- TEIXEIRA H.L.G., 2010 - Benthic Macroinvertebrates as Ecological Indicators for Estuarine and Coastal Ecosystems: Assessment and Intercalibration. Doctoral dissertation in Biology, University of Coimbra, 175 P.

- TLIG-ZOUARI S., RABAOUI L., FGURI H., DIAWARA M. and BEN HASSINE O.M., 2009 - Spatial diversity of rocky midlittoral macro-invertebrates associated with the endangered species *Patella ferruginea* (Mollusca: Gastropoda) of Tunisian coastline. Estuarine, Coastal and Shelf Science, (87): 275-283.

- UNEP, 2004 - Guidelines for the development of ecological status and stress reduction indicators for the mediterranean region. United Nations Environment Programme, MAP Technical Reports, Series No. 154, 208 P.

- UNEP, 2011 - Synthèse sub-régionale « Méditerranée Occidentale » des documents nationaux d'identification des propriétés majeures des écosystèmes et d'évaluation de l'état écologique et des pressions sur la biodiversité marine et côtière. Ed. United Nations Environment Programme, 55 P.

- VIAUX P. et RAMEIL V., 2004 - Impact des pratiques culturales sur les populations d'Arthropodes des sols de grandes cultures. Phytoma, Def. Vég., (570): 8-11.

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320035842>

ABONDANCE ET STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE D'UN PRÉDATEUR DES PATELLES STRAMONITA HAEMASTOMA (LINNÉ, 1767) À L'OUEST DU LITTORAL ALGÉRIEN

Article in Bulletin de la Societe Zoologique de France · September 2017

CITATIONS

0

READS

55

3 authors:



Mohamed Cherif Bendoula

Abou Bakr Belkaid University of Tlemcen

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ahmed Taibi

Abou Bakr Belkaid University of Tlemcen

45 PUBLICATIONS 12 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mohammed El Amine Bentaallah

Università degli Studi di Milano-Bicocca

5 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



My project is to study the Reptilian population of Tlemcen (Algeria). [View project](#)



My project is to [View project](#)

Malacologie

ABONDANCE ET STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE D'UN PRÉDATEUR DES PATELLES *STRAMONITA HAEMASTOMA* (LINNÉ, 1767) À L'OUEST DU LITTORAL ALGÉRIEN

par

Mohamed Cherif BENDOULA^{1,2*}, Ahmed TAIBI^{2,3}

et Mohammed El Amine BENTAALLAH¹

L'espèce *Stramonita haemastoma* est un mollusque marin de la famille des Muricidae. En Algérie, les études sur *S. haemastoma* restent très rares. À cet effet, une étude de l'abondance et de la structure démographique de ce gastéropode a été réalisée sur huit stations le long des rives rocheuses intertidales du littoral ouest algérien en 2016. Dans chaque station, la densité de *S. haemastoma* est calculée le long d'un transect de 10 x 1 m. L'ensemble des individus présents au niveau de la parcelle est déterminé et mesuré sur place à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Les densités moyennes varient entre 0,22 et 2,1 individus/m². La taille moyenne de la longueur de la coquille de l'espèce est de 34,13 ± 8,57 mm et la taille maximale est de 60,35 mm. L'espèce devrait être étudiée davantage afin de mieux comprendre sa structure démographique.

Mot-clés : *Stramonita haemastoma* ; abondance ; structure démographique ; littoral ouest Algérien.

1. Département Écologie et Environnement, Faculté SNV/STU, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, Algérie.

2. Laboratoire de recherche Gestion conservatoire de l'eau, du sol et des forêts et développement durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen.

3. Département d'Agronomie, Faculté SNV/STU, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, Algérie.

* Auteur correspondant : Mohamed Cherif BENDOULA (bendoulamedcherif@yahoo.fr).

Bulletin de la Société zoologique de France 142 (2)

Abundance and demographic structure of a limpet predator, *Stramonita haemastoma* (Linné, 1767), on the western Algerian coast

Stramonita haemastoma is a marine mollusc species of the family Muricidae. In Algeria, *S. haemastoma* has been little studied. An evaluation of the abundance and demographic structure of this gastropod was therefore undertaken in 2016 at eight sites of natural rocky areas along the intertidal shores of the western Algerian coast, between the Chaabia area in Mostaganem and the Sassel area in Ain Temouchent (two localities in Mostaganem, four in Oran and two in Ain Temouchent).

For each area, individuals of *S. haemastoma* were counted and the length of the shell measured in situ using an electronic calliper, along a 10 × 1 m plot of the midlittoral habitat in calm sea conditions according to the methodology of RILOV *et al.* (2001).

A total of 94 specimens were recorded during this study. The range of average abundances was 0.22-2.1 ind./m². The highest densities were recorded at Kristel (Oran) (2.1 ind./m²) and Stidia (Mostaganem) (1.83 ind./m²). The lowest density was observed at Canastel (Oran) (0.22 ind./m²). Of the eight sites, four had no *S. haemastoma*. The average shell length of the species is 34.13 ± 8.57 mm, with a maximum of 60.35 mm.

Further studies on the distribution and reproduction of the species are needed to better understand its demographic structure.

Keywords : *Stramonita haemastoma* ; abundance; demographic structure; Algerian west coast.

Introduction

La composition et l'abondance de la faune des macroinvertébrés benthiques sont des éléments proposés pour l'évaluation de la qualité benthique et la détermination de l'état écologique dans une région (TEXEIRA *et al.*, 2009). La diversité des espèces d'une région donnée ne dépend pas seulement du nombre d'espèces trouvées, mais aussi de leurs densités (KALLOUCHE *et al.*, 2014). Les mollusques prosobranches prédateurs, tels que *S. haemastoma* (Linné, 1766), ont été largement reconnus comme les principaux organismes qui déterminent la structure et l'organisation des communautés intertidales (RAMÍREZ *et al.*, 2009). *S. haemastoma* est répandue en Méditerranée (GIACOLETTI *et al.*, 2016). On la trouve dans les eaux tropicales et tempérées, présente également en Amérique du Nord, les Caraïbes, l'Amérique du Sud, l'Australie et l'Asie, vivant même dans les eaux froides de la Corée et du Japon (LIMAVERDE *et al.*, 2007). Elle vit sur les substrats rocheux et boueux (CHIAVARINI *et al.*, 2003), occasionnellement dans des habitats sablonneux (EL AYARI *et al.*, 2015).

Ce gastéropode prédateur relativement grand, trouvé dans les écosystèmes littoraux rocheux, (RILOV *et al.*, 2001) a une longue vie, elle varie entre 1 et 20 ans (BUTLER, 1985) avec une phase larvaire planctonique longue (STICKLE & ZHANG, 2003). Il n'y a aucune relation entre la maturité sexuelle et la taille de cette espèce (BOULAJFENE *et al.*, 2013a), avec une absence de différenciation sexuelle dans la morphologie de la coquille (BUTLER, 1985).

État et distribution spatiale de *S. haemastoma* dans l'Algérie occidentale

Aujourd'hui, il est pêché commercialement pour la consommation, alors que dans les temps anciens, il était utilisé pour la production de colorant pourpre (CHIAVARINI *et al.*, 2003).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'état d'abondance (abondance et structure de la taille) de ce gastéropode au niveau du littoral ouest algérien, puisqu'il semble n'y avoir aucune donnée sur l'état de la population dans cette partie de la Méditerranée, afin de comparer nos résultats à d'autres données bibliographiques disponibles et déterminer s'il existe des différences dans les structures de la population.

Matériel et méthodes

Une campagne d'échantillonnage a été menée dans la côte ouest algérienne (l'Algérie occidentale) au cours de l'année 2016, sur huit stations le long des habitats rocheux du littoral. Les stations sont dans la région de Mostaganem (Chaabia et Stidia), à Oran (Marsat El Hadjadj, Kristel, Canastel et Cap Blanc) et à Ain Temouchent (Sbiaat et Sassel) (Figure 1). Un total de 94 spécimens a été mesuré dans 8 stations entre Mostaganem et Ain Temouchent à l'ouest de l'Algérie.

S. haemastoma préfère se rapprocher de la rive intertidale inférieure, zone des basses marées constamment immergée, cela a été observé dans des études antérieures (SANTOS, 2011) ; des abondances plus élevées ont été observées dans le milieu

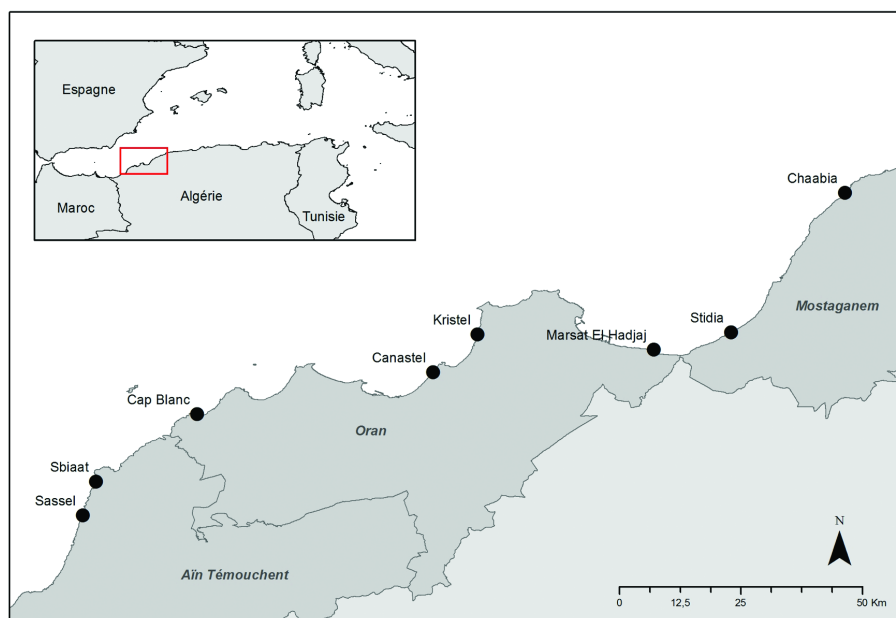


Figure 1

Situation géographique des stations d'étude à l'ouest de l'Algérie.
Geographical location of the study area in the western Algeria.

Bulletin de la Société zoologique de France 142 (2)

intertidal (RAMÍREZ *et al.*, 2009), ainsi que dans le milieu intertidal inférieur sur la côte Sud-Est du bassin levantin (SANTOS, 2011). La densité et l'activité de l'espèce dans les habitats intertidaux peu profonds fluctuent saisonnièrement, les mollusques tendent à devenir moins abondants et moins actifs pendant les mois froids et orageux d'hiver (RILOV *et al.*, 2005). À cet effet, les habitats du milieu intertidal ont été examinés pendant les périodes moins froides de l'année. Pour chaque station, le nombre d'individus a été compté et la longueur de la coquille mesurée *in situ* à l'aide d'un pied à coulisse électronique le long des parcelles de 10 × 1 m des habitats à pied, et en plongée en se basant sur la méthodologie de RILOV *et al.* (2001).

Pour comparer la taille des individus entre les stations où *S. haemastoma* a été observée, une analyse ANOVA a été effectuée sur la base des tailles des individus et les différentes stations, à savoir Stidia, Kristel, Canastel et Sassel.

Résultats

Structure de la taille de la population

Les valeurs de la densité varient d'une station à l'autre, les plus élevées sont enregistrées à Oran (Kristel avec 2,1 ind./m²) et dans la région de Mostaganem (Stidia avec 1,83 ind./m²) (Tableau 1). Les densités les plus basses sont de 0,22 ind./m² dans la région d'Oran à Canastel. Sur les huit stations, quatre (Chaabia, Marsat El Hadjadj, Sbiaat et Cap Blanc) ne comptaient aucun individu.

Le nombre d'individus le plus élevé est observé dans la station Stidia avec 55 individus. Cette station est caractérisée par une biodiversité remarquable.

Tableau 1

Nombre d'individus, taille moyenne avec écarts-types et densité de *S. haemastoma* à l'ouest de l'Algérie.
Number of individuals, average size with standard deviations and density of S. haemastoma in western Algerian study sites

Stations	Nombre d'individus	Taille moyenne en mm ± Écarts-type	Densité (ind./m ²)
Chaabia	*	*	*
Stidia	55	31,7 ± 6,32	1,83
Marsat El Hadjadj	*	*	*
Kristel	21	37,22 ± 10,3	2,1
Canastel	9	41,92 ± 10,1	0,22
Cap Blanc	*	*	*
Sbiaat	*	*	*
Sassel	9	42,59 ± 4,15	0,3
Moyenne	23,5	34,13 ± 8,57	1,11

mm : millimètre / ind. : individus / m² : mètre carré, * absence d'individus.

État et distribution spatiale de *S. haemastoma* dans l'Algérie occidentale

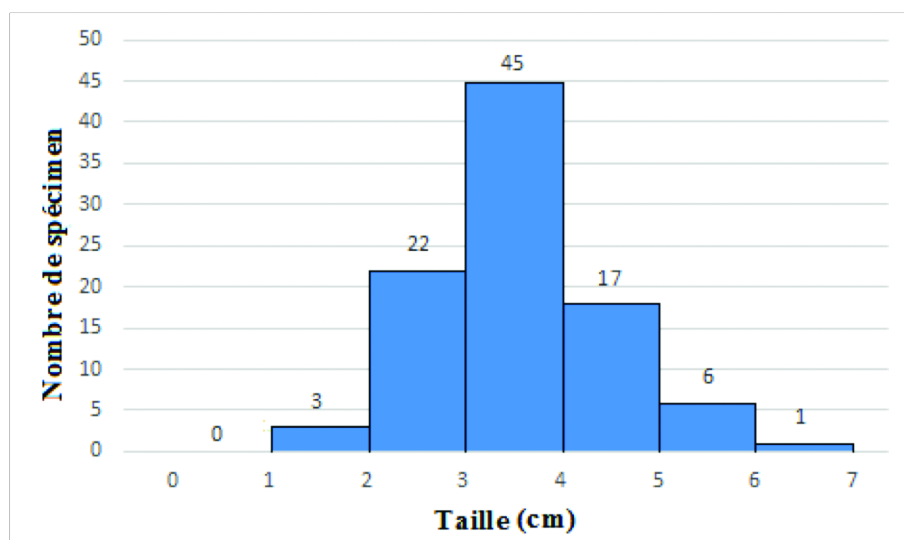


Figure 2

Longueur de *S. haemastoma* mesurée à l'ouest de l'Algérie
Lengths of S. haemastoma measured in western Algeria.

Taille des coquilles

La taille moyenne des coquilles en fonction des stations varie entre $31,7 \pm 6,32$ mm à Stidia et $42,59 \pm 4,15$ mm à Sassel. La taille moyenne des individus des différentes stations est de $34,13 \pm 8,57$ mm.

La figure 2 représente les fréquences des tailles des individus mesurés pour l'ensemble de la côte ouest algérienne. Nous avons obtenu un modèle symétrique taille fréquence, avec une dominance de la taille entre 30 et 40 mm pour la majorité des individus (45 individus). Suivi de la taille entre 20 et 30 mm (22 individus) et entre 40 et 50 mm (17 individus). Par contre, les individus de petite taille, entre 10 et 20 mm et ceux de grande taille, entre 60 et 70 mm sont extrêmement rares. La taille varie entre 19,2 mm à Stidia et 60,35 mm à Canatsel.

Analyse statistique

L'analyse statistique par ANOVA est réalisée en comparant la taille des individus en fonction des stations (Tableau 2). La valeur de la probabilité est de $1,62 * 10^{-5}$ ($p < 0,05$). Par conséquent, il a été mis en évidence une différence statistiquement significative entre la taille des espèces dans les différentes stations où *S. haemastoma* a été enregistrée.

Bulletin de la Société zoologique de France 142 (2)

Tableau 2

Analyse statistique par ANOVA, une comparaison de la taille des individus de *S. haemastoma* entre les stations ($p < 0,05$).

Statistical analysis by ANOVA of the size of S. haemastoma individuals between stations ($p < 0,05$).

Source	SC	DL	MC	F	<i>p</i>
Entre Groupes	1658,50	3	552,83	9,503518	1,62 * 10 ⁻⁵
À l'intérieur des groupes	5235,43	90	58,17		
Total	6893,94	93			

Discussion et conclusion

La présente étude rapporte des données sur l'état de la population de *S. haemastoma* du littoral ouest algérien. La densité de l'espèce était soit égale soit inférieure à celle de la bibliographie disponible.

L'abondance enregistrée sur la côte algérienne est largement inférieure à celles de la région de Gammarth en Tunisie (BOULAJFENE *et al.*, 2013a) et de la côte du Sud-Est du bassin levantin (RILOV *et al.*, 2001). Cependant, nous soulignons la présence de similitude entre l'état de la population en Algérie dans la présente étude et celle des régions réputées abriter une faible population. C'est le cas de la région de Port aux Princes à Tunis (BOULAJFENE *et al.*, 2013a), des Archipels des Canaries (RAMÍREZ *et al.*, 2009) et de Capo Gallo - Isola delle Femmine en Italie (GIACOLETTI *et al.*, 2016).

Dans la présente recherche, le gastéropode est retrouvé dans Stidia, Kristel, Canastel et Sassel. *S. haemastoma* est abondante à Stidia car elle se situe loin des habitants et est inaccessible aux pêcheurs. L'espèce n'a pas été observée dans les stations de Chaabia, Marsat El Hadjadj, Sbiaat et Cap Blanc, cela pourrait être attribué au refuge de *S. haemastoma* dans les fissures et les crevasses et surtout à cause de la pollution anthropique puisque, dans les zones intertidales rocheuses, ce gastéropode prédateur habite principalement des zones où le refuge est disponible (RILOV *et al.*, 2002). À l'ouest de l'Algérie, *S. haemastoma* est rare à Pain sucre, Cap Falcon, Port d'Oran et Marsat El Hadjadj, elle est modérément abondante à Ain Defla est très abondante à Sidi Mejdoub (KALLOUCHE *et al.*, 2014). L'espèce était rarement présente en 2014 dans la station de Marsat El Hadjadj (KALLOUCHE *et al.*, 2014). Par contre, la présente recherche montre qu'en 2016, le gastéropode a disparu de cette même station.

La disponibilité d'un abri dans la zone intertidale peut ainsi jouer un rôle majeur dans la détermination de la distribution et de l'activité de ce gastéropode, le schéma de répartition de *S. haemastoma* dans les zones intertidales le long du rivage du Sud-Est du bassin levantin est fortement influencé par la disponibilité des abris. Il peut expliquer pourquoi ce gastéropode est extrêmement rare sur les plates-formes où les proies sont abondantes, mais les abris sont rares (RILOV *et al.*, 2005). Se

État et distribution spatiale de *S. haemastoma* dans l'Algérie occidentale

cache à l'intérieur des abris est un moyen de minimiser à la fois le risque de déplacement induit par les vagues et le stress de déshydratation (RAMÍREZ *et al.*, 2009).

La différence entre les groupes d'individus des stations de Stidia, Kristel, Canastel et Sassel est hautement significative ($p = 1,62 * 10^{-5}$). On peut donc conclure que le type du site d'échantillonnage a une influence sur la taille des individus de *Stramonita haemastoma*. Cette différence est peut-être liée à la diversité de l'habitat de *S. haemastoma* qui est en relation avec les conditions de l'environnement, en particulier l'exposition aux vagues et la dessiccation (RILOV *et al.*, 2001). Ces différences semblent conférer des avantages physiques pour la survie des individus dans leurs niches (BOULAJFENE *et al.*, 2013b).

Les prédateurs de grande taille sont déficients là où les abris sont rares, et là où les abris sont disponibles, le gastéropode prédateur est abondant, cela est susceptible de jouer un rôle dans le façonnement de la structure communautaire (RILOV *et al.*, 2005).

Nous avons remarqué que, dans les stations où ce gastéropode est fréquent, les patelles sont très rares. Ce gastéropode répandu en Méditerranée consomme des bivalves et des patelles, il adopte des stratégies opportunistes pour consommer un grand nombre d'espèces (GIACOLETTI *et al.*, 2016). Des observations faites ont démontré qu'il se nourrissait de 18 gastéropodes et bivalves différents (y compris le cannibalisme) (RILOV *et al.*, 2001). La recherche de nourriture dans la zone intertidale rocheuse est un danger potentiel avec une probabilité accrue d'être délogé ou affecté par le stress thermique (GIACOLETTI *et al.*, 2016). La faible activité de *S. haemastoma* dans la zone intertidale, même s'il est abondant, se reflète dans l'abondance de sa proie (RILOV *et al.*, 2005). Dans les habitats exposés aux vagues, ils cherchent refuge près des aliments afin de minimiser les coûts métaboliques et réduire le risque de mortalité lors de la digestion (RILOV *et al.*, 2005).

Les individus de grande taille dans la présente recherche sont très rares. Les taux élevés de perturbation dans la Méditerranée expliquent pourquoi les gros spécimens sont rares dans les habitats intertidaux où la nourriture est abondante mais les abris convenables rares (RILOV *et al.*, 2005).

Les petits spécimens de *S. haemastoma* (< 50 mm) sont fréquents sur la côte ouest de l'Algérie, ce résultat est à l'opposé de ce qui a été décrit par RILOV *et al.* (2001).

La taille moyenne de l'ensemble des échantillons mesurés sur le littoral ouest algérien est de $34,13 \pm 8,57$ mm, nos résultats se rapprochent de la valeur de $39,13 \pm 9,95$ mm trouvée dans le golfe de Tunis (BOULAJFENE *et al.*, 2013a). Cette même valeur trouvée sur le littoral algérien est supérieure à la taille moyenne globale trouvée dans les Archipels des Canaries (21,88 mm – RAMÍREZ *et al.*, 2009). Les tailles des coquilles mesurées sur la côte méditerranéenne marocaine (43,06 mm), la côte marocaine Atlantique (71,68 mm) (BOULAJFENE *et al.*, 2013a) et sur la côte du Sud-Est du bassin Levantin avec 62,1 mm (RILOV *et al.*, 2001), respectivement, sont supérieures à celles de notre étude. La taille maximale de la coquille enregistrée sur le littoral ouest algérien est de 60,35 mm. Elle est inférieure à celle enregistrée à

Bulletin de la Société zoologique de France 142 (2)

Tunis avec un maximum de 76,36 ind./m² dans la station la Goulette (BOULAJFENE *et al.*, 2013a).

Nos résultats indiquent que l'abondance de *S. haemastoma* sur la côte ouest algérienne est faible, cela est probablement dû à plusieurs facteurs qui influencent cette espèce, par exemple la surpêche, la pollution, la rareté de l'alimentation et l'absence des abris.

La densité de la même espèce dans la station Port aux Princes en Tunisie, affiche une valeur de 0,4 ind./m² (BOULAJFENE *et al.*, 2013a). Cette valeur est plus faible par rapport aux données de notre étude. Toujours en Tunisie, la station de Gammarth abrite une population très dense de *S. haemastoma*, de l'ordre de 14 ind./m² (BOULAJFENE *et al.*, 2013a). Ces données sont supérieures à celles de la côte algérienne ouest.

Pour les Archipels des Canaries (Atlantique est), l'abondance moyenne est de 0,39 ind./m² (RAMÍREZ *et al.*, 2009). Ce sont des valeurs inférieures à l'abondance de l'ensemble des stations que nous avons prospectées et qui est de 1,11 ind./m². La plus faible abondance aux Archipels des Canaries affichait une moyenne de 0,03 ind./m² (RAMÍREZ *et al.*, 2009), elle est plus basse que la plus faible densité enregistrée dans une de nos stations à Canastel avec 0,22 ind./m².

Les relevés effectués en Italie le long de la zone intertidale de Castelluzzo (Trapani), non affectée par des activités anthropogéniques comme le piétinement ou la récolte, et Capo Gallo-Isola delle Femmine où le piétinement et la récolte sont généralement beaucoup plus intenses en raison de la proximité de la ville de Palerme, les densités de *S. haemastoma* enregistrées sont de 0,56 ind./m² et de 0,03 ind./m² respectivement (GIACOLETTI *et al.*, 2016), valeurs plus faibles que celles de nos stations.

Les principales causes du déclin de la diversité biologique du benthos sont les abris, l'alimentation, l'effet des vagues, la pollution et la surpêche (SANTOS, 2011). Le déclin des populations de *S. haemastoma* devrait être relativement lent en raison de sa longue durée de vie, cependant, si la tendance du déclin démographique se poursuit, cette espèce peut devenir localement éteinte (RILOV *et al.*, 2001). Des études plus spécifiques sont nécessaires pour démêler le rôle relatif de chacun des facteurs susceptibles d'influencer les populations de ce gastéropode prédateur.

RÉFÉRENCES

- BOULAJFENE, W., BOUKHICHA, J., BEN HASSINE, O.K. & TLIG-ZOUARI, S. (2013a).- Distribution and demographic structure of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) populations on the rocky shores of the gulf of Tunis. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**, 659.
- BOULAJFENE, W., BOUKHICHA, J., BEN HASSINE, O.K. & TLIG-ZOUARI, S. (2013b).- Morphometric diversity of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) on the rocky shores of the gulf of Tunis. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **40**, 660.
- BUTLER, P.A. (1985).- Synoptic review of the literature on the southern oyster drill *Thais haemastoma floridana*. *NOAA Tech. Rep. NMFS.*, **35**, 9 p. (<http://spo.nmfs.noaa.gov/tr35.pdf>).

État et distribution spatiale de *S. haemastoma* dans l'Algérie occidentale

- CHIAVARINI, S., MASSANISSO, P., NICOLAI, P., NOBILI, C. & MORABITO, R. (2003).- Butyltins concentration levels and imposex occurrence in snails from the Sicilian coasts (Italy). *Chemosphere*, **50**, 311-319.
- EL AYARI, T., ABIDLI, S., LAHBIB, Y., GONZÁLEZ, P.R., ALONSO, J.I.G. & TRIGUI-EL MENIF, N. (2015).- The effect of size and epibiotic barnacles on imposex in *Stramonita haemastoma* collected from the northern coast of Tunisia. *Mar. Biol. Res.*, **11** (3), 313-320.
- GIACOLETTI, A., RINALDI, A., MERCURIO MIRTO, M.S. & SARA, G. (2016).- Local consumers are the first line to control biological invasions: a case of study with the whelk *Stramonita haemastoma* (Gastropoda: Muricidae). *Hydrobiologia*, **772**, 117-129.
- KALLOUCHE, M., BOURAS, D. & BAZAIRI, H. (2014).- Faunal composition, distribution and richness of the Oran's intertidal coastal zone (Mediterranean Sea, Algeria). *J. Biodiv. Environ. Sci.*, **5**, 122-32.
- LIMAVERDE, A.M., REBELLO WAGENER, A. de L., FERNANDEZ, M.A., SCOFIELD, A. de L. & COUTINHO, R. (2007).- *Stramonita haemastoma* as a bioindicator for organotin contamination in coastal environments. *Mar. Environ. Res.*, **64**, 384-398.
- RAMÍREZ, R., TUYA, F. & HAROUN, R.J. (2009).- Spatial patterns in the population structure of the whelk *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1766) (Gastropoda: Muricidae) in the Canarian Archipelago (eastern Atlantic). *Scientia Marina*, **73**, 431-437.
- RILOV, G., BENAYAHU, Y. & GASITH, A. (2001).- Low abundance and skewed population structure of the whelk *Stramonita haemastoma* along the Israeli Mediterranean coast. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **218**, 189-202.
- RILOV, G., GASITH, A. & BENAYAHU, Y. (2002).- Effect of an exotic prey on the feeding pattern of a predatory snail. *Mar. Environ. Res.*, **54**, 85-98.
- RILOV, G., GASITH, A. & BENAYAHU, Y. (2005).- Effect of disturbance on foraging: Whelk activity on wave-exposed rocky shores with minimal tidal range. *Mar. Biol.*, **147**, 421-428.
- SANTOS, J.J.B. (2011).- Spatial-temporal distribution and recruitment of *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1758) (Mollusca) on a sandstone bank in Ilhéus, Bahia, Brazil. *Braz. J. Biol.*, **71**, 799-805.
- STICKLE, W.B. & ZHANG, Z. (2003).- Long-term trends in imposex in six populations of *Stramonita haemastoma*. *Bull. Mar. Sci.*, **72**, 685-694.
- TEXEIRA, H., NETO, J.M., PATRÍCIO, J., VERÍSSIMO, H., PINTO, R., SALAS, F. & MARQUES, J.C. (2009).- Quality assessment of benthic macroinvertebrates under the scope of WFD using BAT, the Benthic Assessment Tool. *Mar. Pollut. Bull.*, **58**, 1477-1486.

(reçu le 28/02/2017 ; accepté le 12/07/2017)

دراسة وحفظ بعض أنواع gastéropodes لجزء من وسط وغرب الساحل الجزائري

الملخص :

هذا البحث عبارة عن دراسة لحالة حفظ أنواع Patelles بالساحل الغربي الجزائري (22 محطة). يتكون النوع اساسا من البالغين (92%). لوحظ أعلى كثافة في منطقة عين تموشنت ($patelles / m^2 0,24 \pm 1,93$). الكثافة مرتفعة في جزر رشكون ($patelles / m^2 0,54 \pm 3,43$) ورأس فالكون ($patelles / m^2 0,56 \pm 2,71$). الكثافة مرتفعة في المواقع التي يصعب الوصول إليها خاصة الجزر ($patelles / m^2 0,26 \pm 2,08$). يلاحظ أكبر فرد في جزيرة رشكون باحجم 98.9 ملم (متوسط الحجم في جزيرة راشكون: 0.39 ± 56.07 مم). بالنسبة لتحديد المعادن الثقيلة في انسجة *P. rustica*، تم تسجيل التلوث في المحطات الأربع المختبرة باستثناء الألومنيوم والبور. بالنسبة للمعادن الأخرى التي تمت دراستها، وصلت التركيزات إلى متوسط قيم النحاس والحديد والمغنيسيوم والزنك والكاديوم والرصاص. تم الكشف عن وجود خمسة أنواع تعود لعائلة Patellidae ونوع *Patella vulgata*: *Patella ferruginea*, *P. rustica* و *P. ulyssiponensis*، نوع ينتمي إلى عائلة Siphonariidae (*Siphonaria pectinata*) ونوع اخر من عائلة Fissurellidae (*Diodora gibberula*). لقد كرسنا جزءاً من دراستنا ل *Stramonita haemastoma* الذي هو من الرخويات البحرية ومن عائلة Muricidae مقترس ل *patelles* من خلال دراسة الوفرة على طول الشاطئ الصخري للساحل الغربي الجزائري. ستكون معطيات هذه الدراسة ضرورية لتحسين معرفة الاتجاه الديموغرافية الحالي والمستقبلي ل *Patelles*، وتوفير خريطة مفصلة للتوزيع على طول الخط الساحل الغربي الجزائري وتنفيذ استراتيجيات الإدارة والحفظ فعالة وتنفيذ برنامج رصد بيئي جيد التصميم لحماية هذه الأنواع.

الكلمات المفتاحية: *Patella ferruginea*، *Patelles*، توزيع، القياسات الحيوية، الساحل الغربي الجزائري، المعادن الثقيلة.

Résumé :

La présente recherche est une étude de l'état de conservation des espèces de Patelles du littoral Ouest algérien (22 stations). La population est composée essentiellement d'adultes (92 %). La densité la plus importante est observée dans la région d'Ain Témouchent ($1,93 \pm 0,24$ patelles / m^2). La densité est grande à l'îles Rachgoun ($3,43 \pm 0,54$ patelles / m^2) et au Cap Falcon ($2,71 \pm 0,56$ patelles / m^2). La densité est importante dans les sites difficilement accessibles, surtout des îles ($2,08 \pm 0,26$ patelles / m^2). Le plus grand individu est observé à l'île Rachgoun avec une taille de 98,9 mm. Pour le dosage des métaux lourds dans la chair de *P. rustica*, on enregistre une contamination au niveau des quatre stations prospectées sauf pour l'Aluminium et le Bore. Pour les autres métaux étudiés les concentrations ont atteint des valeurs moyennes. L'inventaire des patelles révèle l'existence de cinq espèces appartenant à la famille des Patellidae et au genre *Patella* : *P. ferruginea*, *P. rustica*, *P. vulgata*, *P. caerulea* et *P. ulyssiponensis*, une espèce qui appartient à la famille des Siphonariidae (*Siphonaria pectinata*) et une autre espèce de la famille des Fissurellidae (*Diodora gibberula*). Nous avons consacré une partie de notre étude à un prédateur des patelles *Stramonita haemastoma* mollusque marin de la famille des Muricidae par l'étude de l'abondance le long des rives rocheuses intertidales du littoral Ouest algérien.

Mots clés : *Patelles*, *Patella ferruginea*, distribution, biométrie, littoral Ouest algérien, métaux lourds.

Study and conservation of gastropod species of part of the central and western Algerian littoral

Summary:

This research is a study of the conservation status of Limpet species on the Algerian west coast (22 areas). The population is mainly composed of adults (92%). The highest density is observed in the region of Ain Témouchent (1.93 ± 0.24 limpet / m^2). The density is high on the Rachgoun Islands (3.43 ± 0.54 limpet / m^2) and Cap Falcon (2.71 ± 0.56 limpet / m^2). The density is high in sites that are difficult to access, especially islands (2.08 ± 0.26 limpet / m^2). The largest individual is observed on Rachgoun Island with a size of 98.9 mm. For the determination of heavy metals in the *P. rustica* chair, contamination was recorded at the four stations surveyed, except for Aluminium and Boron. For the other metals studied, the concentrations reached average values for Copper, Iron, Magnesium, Zinc, Cadmium, Lead. The patella inventory reveals the existence of five species belonging to the family Patellidae and the genus *Patella*: *P. ferruginea*, *P. rustica*, *P. vulgata*, *P. caerulea* and *P. ulyssiponensis*, a species belonging to the family Siphonariidae (*Siphonaria pectinata*) and another species of the family Fissurellidae (*Diodora gibberula*). We devoted part of our study to a predator of the *Stramonita haemastoma* marine mollusc patellae of the Muricidae family by studying abundance along the intertidal rocky shores of the Algerian west coast.

Key words: Limpet, *Patella ferruginea*, distribution, biometrics, West Algerian coast, heavy metals.