

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN
SCIENCES**

Spécialité: Sciences de la mer

Sujet de thèse :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'IMPACT DES
CHANGEMENTS DES PARAMETRES DU MILIEU ET DE LA
PRESSION DE LA PECHE SUR LES BIO-RESSOURCES
MARINES ALGERIENNES**

Présentée par :

NADHERA BABALI

Soutenue le 27/ 10/2020 Devant le jury composé de :

| | | |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Mr R. Semroud | Professeur, ENSSMAL | Président |
| Mme Ch. Rebzani-Zahaf | Professeur, USTHB | Examinatrice |
| Mr M.Iguerouada | Professeur, Université de Béjaia | Examineur |
| Mr S.M. Ghomari | Professeur, Université de Mostaganem | Examineur |
| Mr W. Refes | MCA, ENSSMAL | Examineur |
| Mme F. Louanchi | Professeur, ENSSMAL | Directrice de thèse |
| Mr M. Kacher | MCA, ENSSMAL | Co-directeur de thèse |

ملخص

على غرار الموارد البحرية على المستوى العالمي، فإن الموارد البحرية الجزائرية تواجه عددا من الضغوط التي تجعله أكثر عرضة للخطر. ضغوط الصيد، في هذه الحالة، الصيد الترفيهي، الذي غالبا ما يُنظر إليه على أنه غير ضار؛ النفايات التي ترى بالعين المجردة (الماكرو نفايات)، التي تتواجد أكثر فأكثر في البيئة البحرية وتغير المناخ، من التهديدات التي تُمارَس في نفس الوقت على نفس المورد وهي موضوع دراسات عديدة على المستوى العالمي. على المستوى الوطني، المعلومات المتعلقة بهم مفقودة أو غائبة تمامًا. تتناول هذه الأطروحة الآثار التي يمكن أن تمارسها هذه الضغوط الثلاثة على الموارد البحرية الجزائرية. ثم يتم تحليل الجانب القانوني من أجل تقديم حلول واقتراحات.

على مستوى منظمة الأغذية والزراعة (FAO) لا توجد بيانات عن الصيد الترفيهي في الجزائر، وغالبًا ما يعتبر هذا الصيد بدون أي تأثير على موارد البلاد واقتصادها. استنادًا إلى بيانات الصيد اليومية، في ميناء غربي الجزائر، اتضح أن بعض السفن التي تعمل كمحترفين كانت في الواقع من القوارب الترفيهية. بناءً على عدد التراخيص الممنوحة على المستوى الوطني يُقدر صيد الأسماك الترفيهي والصيد بالرمح الصادر بأكثر من 4700 طن أي أنه في منافسة مباشرة مع القطاع التجاري الحرفي الذي يصل إلى الأسواق التجارية كل عام. تعتبر هذه الممارسة ضغطًا إضافيًا على الموارد حالة انخفاض، وتولد ربحًا لكل صياد يبلغ 2،146،100 دينارًا / سنويًا وخسارة في المدخول الحكومي مقدر بـ 821،574،000 دينار جزائري بين عامي 2011 و 2015. القوانين غير الكافية و النصوص الناقصة التي تسمح بالعقوبة فقط في حالة البيع دون أي قيود أخرى بالإضافة إلى وجود رقابة غير كافية متورطة لشرح هذه المنافسة غير العادلة بين القطاعين التجاري والترفيهي.

خلال حملات تقييم موارد أسماك ALDEM التي قام بها CNRDPA لمدة ثلاث سنوات (من 2013 إلى 2015، تم فرز النفايات التي يتم تحصيلها في شبكة الجر حسب المواد وتم احتسابها. أظهرت النتائج أن النفايات تتكون أساسًا من قارورات وأكياس بلاستيكية وتتركز في الطبقات العليا (بين 20 و 200 م) وقبالة أفواه الوديان. هذا يثبت أن أصل الماكرو نفايات على الساحل الجزائري هو اليابسة بشكل أساسي. المتهم الرئيسي هو بلا شك سوء إدارة النفايات. خليج الجزائر (مقابل مصب وادي الحراش) يحتوي على أعلى القيم بأكثر من 3662 نفاية / كم²، والقالة أدنى القيم مع 37 نفاية/ كم²، يعني أن منطقة الجزائر- تيبازة تمثل أكثر المناطق تلوثًا والطرف-عناية أنظف منطقة على الساحل الجزائري. توضح المقارنة بين هاتين المنطقتين أن الماكرو نفايات تؤثر بشكل سلبي على الأنواع القاعية المحبة للقاء المتحرك لصالح الأنواع القاعية الصخرية الناجم عن التغيير في طبيعة الطبقة التحتية بهذا العمل تم إثبات تأثير سلبي آخر للماكرو نفايات على الكائنات البحرية بالإضافة إلى العديد من الآثار المباشرة وغير المباشرة المعروفة الأخرى.

نقوم في هذا الجزء الثالث بتحليل الأنواع المتواجدة وتلك غير المتواجدة أثناء حملات تقييم موارد القاع الجزائري في عامي 1982 مقارنة ب 2012 ونحاول تأسيس صلة مع زيادة درجة حرارة الماء. أظهرت النتائج أن تواتر حدوث حالات الشذوذ الحارة قد ازدادت بمرور الوقت، وبالتالي يتم الإبلاغ عن ظهور أو توسع 3 أنواع المحبة لدرجات الحرارة العالية. نظرًا لتعرضها للضغط البشري و / أو الزيادة في درجة الحرارة وكذلك الجريان الخاص للحوض الجزائري، فإن التواتر سمح لنا بتصنيف الأنواع إلى فئتين، الأنواع المعرضة للخطر والتي تشمل الأسماك السلاخية والأنواع المعروفة باسم "الآثار الشمالية" والأنواع النادرة التي لا تزال نادرة أوجد نادرة في الحوض الجزائري رغم استقرارها في شمال الحوض الغربي. هذه النتائج تتفق مع سيناريو "MERIDIONALISATION" البحر الأبيض المتوسط. فضلًا عن التوقعات التي وضعتها

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) ، أي العودة إلى التنوع البيولوجي الذي كان موجودا في العصر البليوسيني.

نتمنى أن تكون نتائج هذه الرسالة دعما للسلطات المختصة لاتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة الموارد البحري من خلال تقديم أدلة داعمة فيما يتعلق بالتأثير السلبي الذي يمكن أن تحدثه ثلاثة تهديدات مختلفة على الموارد البحرية الجزائرية. القاسم المشترك بين هذه الضغوط الثلاثة هو ضعف التقنين والافتقار إلى المراقبة الفعالة..

Résumé

A l'instar de la ressource marine mondiale, la ressource marine algérienne subit un certains nombres de pressions qui la rendent de plus en plus vulnérable. La pression de la pêche, en l'occurrence, la pêche récréative, souvent perçue comme inoffensive; les macro-déchets qui sont de plus en plus présents dans le milieu marin et les changements climatiques, sont des menaces qui s'exercent simultanément sur une même ressource et font l'objet de nombreuses études à l'échelle globale. A l'échelle nationale, les informations les concernant sont manquantes ou complètement absentes. Cette thèse traite les effets que peuvent exercer ces trois pressions sur la ressource marine algérienne. L'aspect réglementaire est ensuite analysé afin de permettre d'apporter des solutions et des propositions.

Au niveau de la FAO, les données sur la pêche récréative algérienne sont manquantes, cette pêche est souvent considérée comme étant sans impact sur la ressource et l'économie du pays. En se basant sur les données des prises journalières, au niveau d'un port à l'Ouest de l'Algérie, il s'est avéré que certains navires exerçant comme des professionnels étaient en réalité des plaisanciers. A partir du nombre d'autorisation de plaisance délivrées à l'échelle nationale, l'évaluation des captures de la pêche récréative et de la chasse sous-marine est estimée à plus de 4700 tonnes c.-à-d. en concurrence directe avec le secteur artisanal commercial qui atteignent les marchés commerciaux chaque année,. Cette pratique exerce une pression supplémentaire sur une ressource déjà en déclin et génère un bénéfice par pêcheur de 2 146 100 DA/an et une perte dans la rente du gouvernement estimée à 821 574 000 DA entre 2011 et 2015. Une réglementation insuffisante et défailante qui ne permet la sanction qu'en cas de vente sans aucune autre restriction ainsi qu'un contrôle insuffisant sont mis en cause pour expliquer cette concurrence déloyale entre le secteur commercial et récréatif.

Durant les campagnes d'évaluations des ressources demersales ALDEM réalisées par le CNRDPA durant trois ans (de 2013 à 2015), les déchets remontés dans le chalut sont triés par

matière et comptés. Les résultats montrent que les déchets se composent essentiellement de bouteilles et sacs en plastique et se concentrent dans les strates supérieures (entre 20 et 200 m) et en face des embouchures des oueds. Ceci prouve que l'origine des macro-déchets sur la côte algérienne est majoritairement terrestre. Le principal accusé est sans conteste la mauvaise gestion des déchets municipaux. La baie d'Alger (face à l'embouchure de oued el Harrach) présentent les valeurs les plus fortes avec plus de 3662 déchets/km², El Kala présente quant à elle les valeurs les plus faibles avec 37déchets/km², ce qui fait que les deux régions Alger-Tipaza et El Tarf-Annaba représentent les la zone la plus polluée et la zone la plus propre de la côté algérienne respectivement. La comparaison entre ces deux zones montre que les macro-déchets influent négativement la présence des espèces benthiques et demersales à fond meubles au profit des espèces à fond rocheux induite par le changement de la nature du substrat. Un autre effet négatif de la présence des macro-déchets sur les organismes marins est démontré qui s'ajoute au nombreux autres effets directs et indirects connus.

Nous analysons dans la 3ème partie, les espèces qui ont été reportées et celles non reportées durant les campagnes d'évaluation des ressources demersales algérienne de 1982 par rapport à celle de 2012 et nous essayons d'établir un lien avec l'augmentation de la température des eaux. Les résultats nous montrent que les fréquences d'apparition d'anomalie chaudes ont augmenté au fil du temps. Ainsi, une apparition et une progression de 3 espèces à affinité chaude sont signalées. De plus, a cause de leur vulnérabilité face à la pression anthropiques et/ou l'augmentation de la température ainsi que la circulation particulière du bassin algérien, la fréquence d'occurrence nous a permis de classer les espèces en deux catégories, les espèces vulnérables qui englobent les sélaciens et les espèces dites "reliques boréales " et les espèces rares qui restent rares ou très rares dans le bassin algérien mais qui s'installent dans le nord du bassin occidental. Ces résultats concordent avec le scénario de la "méridionalisation" de la mer Méditerranée ainsi que les prédictions établis par le GIEC, c'est à dire un retour vers une biodiversité déjà présente au pliocène..

Les résultats de cette thèse devraient permettre aux autorités compétentes de prendre des décisions concernant la gestion du stock en apportant des preuves à l'appui concernant l'impact négatifs que peuvent avoir trois menaces différentes sur la ressource marine algérienne. Le point commun entre ces trois pressions est principalement une réglementation défailante et un manque de contrôle efficace.

Abstract

like the world marine resource, the Algerian marine resource is under a certain number of pressures which make it more and more vulnerable. pressure from fishing, in this case, recreational fishing, often perceived as harmless; macro-waste, which is more and more present in the marine environment and climate change, are threats that are exerted simultaneously on the same resource and are the subject of numerous studies on a global scale. At the national level, information about them is missing or completely absent. this thesis deals with the effects that these three pressures can exert on the Algerian marine resource. the regulatory aspect is then analyzed in order to provide solutions and propositions

At the FAO level, data on Algerian recreational fishing is lacking, this fishing is often considered to have no impact on the country's resource and economy. Based on the daily catch data, at a port in western Algeria, it turned out that some vessels operating as professionals were in reality recreational ones. Based on the number of authorizations nationally delivered, recreational fishing and spear-fishing catch valuation is estimated at over 4,700 tonnes which is in direct competition with the artisanal commercial sector which reach commercial markets each year. This practice exerts additional pressure on an already declining resource and generates a profit per fisherman of 2,146,100 DA / year and a loss in the government rent estimated at 821,574,000 DA between 2011 and 2015. Insufficient and failing regulations which allows the sanction only in case of sale without any other restriction as well as an insufficient control are implicated to explain this unfair competition between the commercial and recreational sector.

During the ALDEM demersal stock assessment campaigns performed by the CNRDPA during three years (from 2013 to 2015), the marine litter brought up in the trawl is sorted by material and counted. the results show that the waste consists mainly of plastic bottles and bags and is concentrated in the upper strata (between 20 and 200 m) in front of the mouths of the wadis. this proves that the origin of macro-waste on the Algerian coast is mainly terrestrial. the main accused is without contest the poor management of municipal waste. The bay of Algiers (opposite the mouth of wadi el Harrach) has the highest values with more than 3662 waste / km², El Kala has the lowest values with 37 waste / km², which means that the two regions Algiers-Tipaza and El Tarf-Annaba represent the most polluted area and the cleanest area on the Algerian side respectively. The comparison between these two zones shows that macro-waste negatively influences the presence soft bottom benthic and demersal species for

the benefit of rocky bottom species induced by the change in the nature of the substrate. Another negative effect of the presence of macro-litter on marine organisms is demonstrated in addition to the many other known direct and indirect effects.

We analyze in the third part, the species which were reported and those not reported during the Algerian demersal resource assessment campaigns of 1982 in comparison with those of 2012 one and we try to establish a link with the increase in water temperature. The results show that the frequencies of occurrence of hot anomalies have increased over time. Thus, the appearance or progression of 3 species with hot affinity are reported. Because of their vulnerability to anthropogenic pressure and / or the increase in temperature as well as the particular circulation of the Algerian basin, the frequency of occurrence allowed us to classify the species in two categories, the vulnerable species which include the elasmobranchs and the species known as "boreal relics" and the rare species which remain rare or very rare in the Algerian basin despite their establishment in the north of the western basin. These results are consistent with the scenario of "meridionalisation" of the Mediterranean Sea as well as the predictions made by the IPCC, i.e a return to a biodiversity already present in the Pliocene.

The results of this thesis should allow the competent authorities to make decisions concerning the management of the stock by providing supporting evidence concerning the negative impact that three different threats can have on the Algerian marine resource. What these three pressures have in common is mainly poor regulation and a lack of control.

A mes parents

A mes frères et sœurs

A Khalou Kheira, Allah yerhamha

*Une pensée sincère à tous les organismes
marins qui ont servi de prêt ou de loin
à la réalisation de ce travail !*

REMERCIEMENT

Je voudrais tout d'abord remercier Mme Ferial Louanchi qui a proposé un sujet aussi intéressant et qui me correspond complètement, je la remercie de m'avoir donné la liberté de prendre des initiatives, d'explorer des pistes non prévues au départ, et d'avoir su apprécier ma démarche et les résultats qui ont suivi.. Aussi, je remercie Mr Mohamed Kacher de m'avoir fait confiance en me chargeant de réaliser le travail passionnant sur la pêche récréative.

J'adresse ma vive gratitude à Mme Dyhia Belhabib d'abord pour avoir inclus l'Algérie dans le projet "The Sea around Us" et de m'avoir donné cette chance d'être l'auteur de cette démarche. Ensuite, pour son aide et sa disponibilité, qui malgré la distance, a toujours répondu présente et a su envoyer sa positivité et son dynamisme.

Je remercie aussi Mr Daniel Pauly, qui a toujours été très impliqué dans la réalisation et l'avancement du travail sur la pêche récréative en répondant toujours présent à la moindre sollicitation. J'ai été honorée de faire partie de votre équipe le temps d'une étude.

J'aimerais exprimer mes sincères remerciements à Mr Rachid Semroud, que j'apprécie sincèrement, d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

Je voudrais aussi remercier Mme Chafika Rebzani-Zahaf, Mr Sidi Mohamed Ghomari, et Mr Mokrane Iguerouada de me faire l'honneur d'examiner ce travail. Un remerciement particulier s'adresse à Mr Wahid Refes qui m'a initié aux sorties en mer il y a 20 ans de cela, d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Ma gratitude s'adresse à l'équipage du N/O Grine Belkacem, pour leur aide, leur amabilité et les moments inoubliables passés à bord du navire ainsi qu'aux DPRH et à la DGPA qui ont bien voulu mettre à notre disposition les informations requises.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à une personne sans qui le travail sur la pêche récréative n'aurait pu être réalisé et que je ne peux, à mon grand regret, citer. Je remercie aussi mes collègues Amine, Rachid, Youcef, Madjid, Ouahab, ainsi que les chasseurs sous-marins que j'ai connus grâce à ce travail qui sont Mr Samir Tiblali, Walid Meribai et Redouan Harbi (allah yerahmou) de m'avoir apporté tous les renseignements nécessaires. A Mr Sahi pour son aide et son soutien durant les campagnes, à Aissa, Moussa et Nadjiba de m'avoir aidé à faire arriver ce document à bon port.

Mes pensées et ma gratitude s'adressent à mes chers amis Badreddine Kefi de la boîte Lakaes pour les jolies cartes que tu as réalisées, et pour tout le temps consacré. Merci Soufiane Bensalem pour ton aide sur les tests statistiques et ta présence permanente et Mahdia Keraghel pour ton "renfort" sur les questions de forme.

Je remercie aussi, Hichem, Imad, Hosseyne, malik, Dalila, Rabia, et Nawel et tous mes amis qui m'ont encouragé et soutenu durant cette période. Merci beaucoup !

A mes chers parents, comment exprimer ma gratitude pour tout le soutien, les encouragements, et la présence bienveillante durant toutes ces années ! autrement qu'en vous apportant cette thèse, que je considère comme une partie de moi même, en vous disant merci du fond du cœur ! sans oublier mes frères Youçoufou et Zinou et mes sœurs Mina et Badia, ma tante Samou, ma cousine Naima et toute ma famille, J'espère que ce travail, que je vous dédie et vous offre à vous tous avec beaucoup de bonheur, vous rendra fier. Je n'oublie pas le petit Selecto, la joie de la maison.

Sommaire

| | |
|---|----|
| <i>Introduction générale</i> | 2 |
| 1 Reperes bibliographiques | 5 |
| - Pression de la surexploitation sur les ressources marines..... | 5 |
| - Effets des macro-déchets sur les ressources marines | 7 |
| - Impact des Changements climatiques sur les ressources marines..... | 8 |
| 2. zone d'étude et ses caractéristiques générales | 11 |
| 1.1 La Méditerranée au cours des temps géologiques | 11 |
| 1.2 Caractéristiques générales de la côte algérienne | 11 |
| 1.3 Les masses d'eaux algériennes | 12 |
| 1.4 La circulation des masses d'eau du bassin algérien | 14 |
| 1.4.1 Circulation de l'eau de surface, MAW | 15 |
| 1.4.2 Circulation des eaux intermédiaires, WIW, LIW | 15 |
| 1.4.3 Circulation de l'eau profonde, la WMDW | 16 |
| 1.5 Les sels nutritifs et la production primaire dans les eaux algériennes | 18 |
| 3 Méthodologie, résultats et discussion | 21 |
| 3.1 La pêche récréative ou de plaisance en Algérie | 28 |
| 3.1.1 Introduction..... | 28 |
| 3.1.2 Caractéristiques de la pêche en Algérie..... | 29 |
| 3.1.2.1 Caractéristiques générales..... | 29 |
| 3.1.2.2 Caractéristiques de la pêche de plaisance ou récréative | 30 |
| 3.1.3 Méthode | 31 |
| 3.1.3.1 Estimation des captures des navires de la pêche récréative..... | 33 |
| 3.1.3.2 Estimation des captures de la chasse sous-marine | 35 |
| 3.1.3.3 Bénéfices du pêcheur de petits métiers professionnels et des pêcheurs plaisancier, chasseurs sous-marin et perte dans la rente du gouvernement | 36 |
| 3.1.4 Résultats..... | 37 |
| 3.1.4.1 Des données collectées et estimées | 37 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.1.4.2 | Estimation des captures des navires plaisanciers | 38 |
| 3.1.4.3 | Les captures de la chasse sous-marine | 40 |
| 3.1.4.4 | Bénéfices des pêcheurs plaisanciers..... | 41 |
| 3.1.4.5 | Bénéfices des chasseurs sous-marins | 41 |
| 3.1.4.6 | Perte dans la rente du gouvernement..... | 42 |
| 3.1.5 | Discussion..... | 42 |
| 3.2 | Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne | 50 |
| 3.2.1 | Introduction..... | 50 |
| 3.2.2 | Matériel et méthodes : | 50 |
| 3.2.2.1 | Répartition des déchets le long de la côte algérienne..... | 51 |
| 3.2.2.2 | Caractérisation des macro-déchets marins..... | 52 |
| 3.2.2.3 | Relation entre les macro-déchets (MD) et la biodiversité marine (BM) . | 53 |
| 3.2.3 | Résultats..... | 54 |
| 3.2.3.1 | Résultats de l'aire balayée | 54 |
| 3.2.3.1 | Répartition des macro-déchets le long de la côte algérienne..... | 60 |
| 3.2.3.1 | Caractérisation des macro-déchets marins..... | 60 |
| 3.2.3.2 | Relation entre les macro-déchets et la biodiversité marine | 65 |
| 3.2.4 | Discussion..... | 68 |
| 3.3 | Influence des changements climatiques sur la ressource marine | 73 |
| 3.3.1 | Introduction..... | 73 |
| 3.3.2 | Matériel et méthode :..... | 74 |
| 3.3.2.1 | Reconstitution des Climatologies de température et de salinité dans le bassin algérien : | 74 |
| 3.3.2.2 | Données Ichthyologiques..... | 76 |
| 3.3.3 | Résultats..... | 78 |
| 3.3.3.1 | Augmentation de la température dans le bassin algérien: | 78 |
| 3.3.3.1.1 | Bio-indicateurs du réchauffement | 82 |
| | - La présence du rare bivalve <i>Cardium indicum</i> en Algérie | 82 |
| | - La progression de <i>Lagocephalus sceleratus</i> (Gremlin, 1789) du secteur est vers les eaux du secteur ouest de la côte algérienne | 83 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.3.3.1 | Biogéographie et origine des espèces | 84 |
| 3.3.3.1.1 | Espèces allochtones | 87 |
| 3.3.3.1 | Espèces absentes en 2012 et présentes en 1982 | 88 |
| 3.3.3.1.1 | Les Chondrichthyens | 88 |
| 3.3.3.1.2 | Les Ostéichthyens | 88 |
| 3.3.3.2 | Espèces absentes en 1982 et présentes en 2012 | 89 |
| 3.3.4 | Discussion | 93 |
| 3.3.4.1 | Augmentation de la température et Bio-indicateurs du réchauffement ... | 93 |
| 3.3.4.2 | Dynamique des espèces benthiques et demersales de la côte algérienne | 95 |
| 3.3.4.2 | Classification des espèces | 96 |
| 3.3.4.2.1 | Espèces vulnérables | 96 |
| | - Les Sélaciens (Elasmobranches) | 97 |
| | - Les espèces dites reliques boréales | 98 |
| 3.3.4.2.2 | Espèces rares | 99 |
| 4 | <i>Discussion générale</i> | 103 |
| | <i>conclusion générale</i> | 106 |
| 5 | <i>Bibliographie</i> | 109 |
| 6 | <i>Annexes</i> | 132 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Illustration de la bathymétrie côtière (isobathes) en Algérie (carte ArcGis) | 12 |
| Figure 2: Image satellitaire représentant la température de surface mettant en évidence la présence de trois tourbillons anticycloniques dans le bassin algérien (Isern-Fontanet <i>et al.</i> , 2004)..... | 15 |
| Figure 3: a) Schéma des eaux dans le bassin occidental de la mer Méditerranée (Millot, 2009). Flèches pleines : eaux circulant de façon cyclonique, Lignes discontinues : Dispersion de la MAW vers le large et entrainement au large du plateau sarde de la LIW et la TDW par les tourbillons algériens, zone de formation de la WIW et la WMDW..... | 18 |
| Figure 4: Cartes (modifiées) représentant les traits de pêche de la campagne ALDEM 2012 . | 26 |
| Figure 5: Capture par unité d'effort estimée pour la pêche aux petits métiers en Algérie entre 1950 et 2010 (Belhabib <i>et al.</i> , 2013)..... | 30 |
| Figure 6: Comparaison entre les captures officielles déclarées (en tirets) et les captures reconstruites (trait plein) de la wilaya de Boumerdes entre 2011 et 2015..... | 44 |
| Figure 7: La concentration des macro-déchets /km ² récoltés le long de la côte algérienne en 2013, 2014, 2015, les lettres A, B, C, D; E représentent l'extrême ouest, l'ouest, le centre, l'est et l'extrême est respectivement | 59 |
| Figure 8: Illustration des MD collectés à la station d'Alger (El Harrach) à 41 m de profondeur le 23 Juin 2014 après 20 minutes de pêche..... | 60 |
| Figure 9: Nombre des MD par trait de chalut ramené au km ² en fonction de la profondeur. a) entre 20 et 200 m. b) entre 201 et 660m. | 62 |
| Figure 10: Caractérisation (Proportion) en nombre des MD récoltés durant les campagnes ALDEM 2013, 2014, 2015 entre 20 et 600m de profondeur. a: proportion par nature des objets, b : proportion par utilisation | 63 |
| Figure 11: Illustrations de quelques MD collectés durant les campagnes ALDEM 2013, 2014, 2015 (A, B, C: bouteilles et sacs en plastique, D : pneus. E: filets et cordes, F, G: Pots de pêche au poulpe)..... | 64 |
| Figure 12: Corrélation entre les espèces benthiques et demersales de fonds meubles (EBDFM) et le nombre de déchets récoltés par trait de pêche sur toute la côte..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| Figure 13 : Anomalie de température dans les trois secteurs en Février et Août à 10 m de profondeur..... | 79 |
| Figure 14 : Anomalie de température dans les trois secteurs en Février et Août à 50 m de profondeur..... | 80 |
| Figure 15: Anomalie de température dans les trois secteurs en Février et Août à 150 m de profondeur..... | 81 |
| Figure 16: Coquille de <i>Cardium indicum</i> Lamarck, 1819 collectée le 14/05/2012 dans le secteur Est de la côte algérienne. | 83 |
| Figure 17: Echelle des temps géologiques de l'ère cénozoïque (Walker <i>et al.</i> , 2018)..... | 94 |
| Figure 18: Les trois spécimens de <i>Pomadasyus incisus</i> capturés en Octobre 2017 à Annaba, A : capturé à la ligne, B : capturés par le chalut pélagique. | 100 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Rendements horaires de certaines espèces durant les campagnes Thalassa82 ALDEM2012 dans les trois secteurs de la côte algérienne. | 23 |
| Tableau 2 : liste et nomenclature des différents engins utilisés et zones de pêche fréquentées dans la future AMP de Taza (Kacher, 2010). | 38 |
| Tableau 3 : Récapitulatif des estimations des captures annuelles reconstruites de la pêche récréative durant la période allant de 2011 à 2015 (HYPOTHESE 75 %). | 39 |
| Tableau 4: Récapitulatif des estimations des captures annuelles reconstruites de la chasse sous-marine durant la période allant de 2011 à 2015. | 40 |
| Tableau 5: Capture totale de la pêche récréative durant la période 2011-2015..... | 41 |
| Tableau 6: Perte dans la rente du gouvernement sur la période étudiée..... | 42 |
| Tableau 7: les déchets récoltés par trait de pêche entre 20 et 200 m de profondeur et le pourcentage des espèces benthiques et demersales à fond meubles rencontrées de 2013 et 2014. | 65 |
| Tableau 8: Récapitulatif des Pourcentages (%) des espèces, benthiques et demersales à fond meubles, rencontrées en 2013 et 2014 dans la <i>zone propre</i> (Annaba-El Kala) et la <i>zone polluée</i> (Alger-Tipaza). | 67 |
| Tableau 9: Coordonnées géographiques des 3 secteurs de la côte algérienne..... | 75 |
| Tableau 10: Espèces présentes en 1982 et absentes en 2012, leur biogéographie et leur thermophilie. | 85 |
| Tableau 11 : Espèces absentes en 1982 et présentes en 2012, leur biogéographie et leur thermophilie. | 86 |
| Tableau 12: Richesse ichtyologique par année par secteur géographique | 86 |
| Tableau 13: Richesse spécifique moyenne par secteur géographique(Nombre d'espèce)..... | 87 |
| Tableau 14: Nombre de traits réalisés selon les secteurs durant les campagnes d'évaluation des ressources demersales de la côte algérienne (Nombre d'espèce). | 87 |
| Tableau 15: Espèces non recensées en 2012 et leurs fréquences d'occurrence (%). | 90 |
| Tableau 16: Abondance moyenne (Nombre individus/ demi heure) des espèces non recensées en 2012..... | 91 |

Tableau 17: Espèces recensées en 2012 et leur fréquence d'occurrence (%)92

Annexes

1. CPUE de 2012 par espèce des 9 plaisanciers pris en compte dans cette étude.
2. Nombre d'autorisation de plaisance et de pêche commerciale enregistrées durant la période 2011-2015 par wilaya.
3. Publication dans la revue Plos One : Recreational fisheries economics between illusion and reality: The case of Algeria.
4. Fiche des déchets récoltés utilisée durant les campagnes.
5. Macro-déchets récoltés durant ALDEM 2013, 2014 et 2015.
6. Publication *Cardium indicum*: Confirmation of the presence of the rare bivalve *Cardium indicum* in Algeria.
7. Publication *Lagocephalus sceleratu* : The advance of *Lagocephalus sceleratus* (Gremlin, 1789) to Western Algerian waters.
8. Publication espèces allochtones: Biodiversity changes along the Algerian coast (Southwest Mediterranean basin): from 1834 to 2017: A first assessment of introduced species.
9. Publication Gobies: On the records of *Lesueurigobius sanzi* (De Buen, 1918) and other *Lesueurigobius* species along the Algerian coast.

Liste des acronymes et abréviations

ALDEM : ALgérie DEMersale (campagne d'évaluation des ressources demersales).

ALDFG: Abandoned, Lost and Discarded Fishing Gear.

ALPEL : ALgérie PELagique (campagne d'évaluation des ressources pélagiques).

AMP : Aire Marine Protégée.

ANSEJ : Agence Nationale de Soutien à l'Emploi des Jeunes.

BM : Biodiversité Marine.

BOUM : Biogéochimie de l'Oligotrophie à l'Ultra-oligotrophie Méditerranéenne.

BP : Bénéfice du pêcheur Plaisancier

CAR/ASP : Centre des Activités régionales pour les Aires Spécialement Protégées.

CASNOS : La CAisse nationale de Sécurité sociale des NON-Salariés.

CCNUCC :Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CDB : Convention sur la Diversité Biologique.

CDER : Centre De Développement des Energies Renouvelables.

CE : Charges d'Exploitation

CFC : ChloroFluoroCarbones.

CGPM : General Fisheries Commission for the Mediterranean.(Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée).

CMEP : Programme d'échange Algérie-France.

CNAC : Caisse Nationale d'Assurance Chômage.

CNRDPA : Centre National de Recherche pour le Développement de la Pêche et de l'aquaculture.

CNULD : Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification .

CPUE : Capture par Unité d'Effort.

CR : Critically Endangered species (espèces en danger critique d'extinction).

CT : Capture Totale.

DD : Data Deficient (Données Insuffisantes).

DGPA : Direction générale de la Pêche et de l'Aquaculture.

DPRH : Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

EBDFM : Espèces Benthiques et Demersales de Fonds Meubles.

EIFAC : European Inland Fisheries Advisory Commission.

EMDW : Eastern Mediterranean Deep water.

EMT : Eastern Mediterranean Transient.

EN : Endangered species (espèces en danger).

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).

GIEC : Groupe Intergouvernemental d'expertise sur les Changements climatiques.

GIZC : Gestion Intégrée Des Zones Côtières.

HYP : HYPothèse.

ICES : International Council for the Exploration of the Sea.

IMBM : équipe de recherche "Interaction Milieu-Biodiversité Marine" du laboratoire Conservation et Valorisation des Ressources Marines (CVRM) de l'ENSSMAL.

INN : Illicite, Non déclarée et Non réglementée.

IPCC : Intergovernmental Panel of Climate Change.

ISTPM : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes.

JO-RADP : Journal Officiel- République Algérienne Démocratique et Populaire.

LIW : Levantine Intermediate water.

MA : Millions d'Années.

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

MAW : Modified Atlantic Water.

MD : Macro-Déchets.

MEDAR/MEDATLAS : Mediterranean Data Archaeology and Rescue of temperature, salinity and biochemical parameters, (1998-2001)/ MEDiterranean ATLAS.

MEDIPROD : MEDiterranean PROductivity.

MEDITS : International bottom Trawl Surveys in the MEDiterranean (Campagnes internationales de chalutage de fond en Méditerranée).

METEOR : est le nom du navire océanographique Allemand. Les campagnes sont numérotées de la façon suivante : METEOR N/M où N est le numéro de la campagne et M le numéro du leg ou transect.

MF : Ministère des Finances.

MPRH : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

MREE : Ministère des Ressources en Eaux et de l'Environnement.

N : Azote.

N/O : Navire Océanographique.

N/P : Rapport de Redfield.

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration.

NT : Near Threatened species (espèces quasi menacées).

OMS : Organisation Mondiale de la santé

ONEDD : Observatoire National de L'Environnement et du Développement Durable.

ONS : Office National des Statistiques.

OSPAR : OSlo-PARis (convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est des espèces et habitats menacés et/ou en déclin).

P : phosphates.

PAM : Plan d'Action pour la Méditerranée.

PAP/ CAR : Programme d'Actions Prioritaires/ Centre d'Activités Régionales.

PNUE/PAM : Programme Des Nations Unies Pour L'Environnement/ Plan d'Action pour la Méditerranée.

PRG : Perte dans la Rente du Gouvernement.

PROSOPE : PROductivité des Systèmes Océaniques PELagiques

PSU: Practical Salinity Unit.

SEMAPHORE : Campagne de mesures météo-océanographique au large des Açores (1993).

SOMBA : Système d'Observation à la Mer du Bassin Algérien.

TDW : Tyrrhenian Dense Water.

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

UNEP/MAP : United Nation Environment programme/Mediterranean Action Plan.

USD : United States Dollar.

VU : Vulnerables species (espèces vulnérables).

WIW : Winter Intermediate Water.

WMDW: Western Mediterranean Deep Water.

WMT : Western Mediterranean Transient

Y : Capture Totale.

Introduction

générale

INTRODUCTION GENERALE

Selon Mannino *et al.*, (2017), la Méditerranée, même si elle ne représente que 0.82 % des mers et des océans, est habitée par une biodiversité d'une richesse peu commune. Elle accueille approximativement 17000 espèces qui représentent 4 à 18 % de la biodiversité marine mondiale, qu'elle soit, endémique (environ 20 à 30 %), tempérée, cosmopolite, ou subtropicale.

Furnestin, En 1961, a qualifié la côte algérienne comme étant "*une véritable province biologique de l'Atlantique ibéro-marocain*" à cause du flux d'eau atlantique qui l'alimente. Selon le rapport du ministère de l'environnement et des énergies renouvelables (MEER, 2016), l'ensemble du domaine marin côtier algérien compte 303 espèces de phytoplancton, 495 espèces d'algue et 328 poissons. Cette biodiversité peuple des habitats remarquables tel que les herbiers à posidonie, les forêts de cystoseires et les fonds coralligènes (MREE-PAP RAC/PAM, 2015).

Les campagnes d'évaluation des stocks halieutiques réalisées le long de la côte algérienne, (demersales et pélagiques) telles que décrites par Massuti *et al.*, (2004), ne ciblaient que les espèces d'intérêt commercial. Or, il est connu que des espèces qui ne présentaient aucun intérêt économique à une époque, ont atteint actuellement une valeur marchande non négligeable. Cette évolution est directement liée à la disponibilité des autres espèces: si certaines espèces se font rares, d'autres espèces plus disponibles verront leur valeurs marchande augmentée.

En plus de ne pas être régulières, ces campagnes ne prennent pas en considération l'aspect protection des espèces d'un point de vue écologique. Les autres espèces dites accessoires n'ont bénéficié que d'études parcellaires et non approfondies. Cette situation est parfaitement reflétée par le l'absence de réglementation protégeant les espèces dites accessoires. D'ailleurs, d'une manière générale, de tous les organismes marins, seul le phoque moine est protégé pour le règne animal (JO-RADP n°35, Décret exécutif n° 12-235) et deux espèces de phanérogames : *Posidonia oceanica* et *Cymodocea nodosa* pour le règne végétal (JO-RADP n° 03, Décret exécutif n° 12-03) .

Parmi les principales causes de destruction de la biodiversité, il y a la surexploitation par la pêche, la destruction des habitats par les macro-déchets et les changements climatiques. Pour une bonne gestion d'un stock ou le maintien de la pérennité d'une espèce, les mesures doivent être adaptées à l'état de cette ressource à l'échelle la plus petite possible (locale). En effet, une espèce peut être rare dans une région mais avec une abondance qui ne présente aucun risque de

Introduction générale

régression dans une autre région. En Algérie, bien qu'il y ait eu adhésion à tous les programmes de protection de la biodiversité marine (régionale, méditerranéenne et mondiale) comme les trois conventions découlant du sommet de la terre de Rio en 1992 : la convention sur la diversité biologique (CDB), la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), et la convention des nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULD), les mesures et recommandations en émanant sont insuffisamment appliquées.

Dans ce travail, nous tentons d'analyser l'impact des trois causes évoquées plus haut (surexploitation, destruction des habitats et changements climatiques) sur la faune benthique et demersale évoluant dans les eaux algériennes. Le choix de ces causes et/ou pressions, complètement indépendantes l'une de l'autre, se justifie par le manque ou l'absence d'information les concernant à l'échelle nationale alors qu'elles sont des sujets d'actualité à l'échelle globale. Le but n'étant pas de trouver un lien entre ces trois pressions, mais d'apporter de nouvelles informations, concernant des menaces qui s'exercent sur une même ressource en même temps. Ceci afin d'aider à une prise de décision qui prendrait en compte plusieurs paramètres simultanément et de prendre conscience que, pour la bonne gestion de la biodiversité marine, une mesure ne peut être efficace si elle se penche sur un seul élément ou sur plusieurs éléments mais de façon séparée. Les liens entre ces trois pressions, s'ils existent, seront discutés et des perspectives seront proposées.

Dans la première partie, seront évaluées les captures de la pêche récréative et sera estimée l'empreinte économique de celle-ci, ainsi que les conflits potentiels avec le secteur de la pêche commerciale artisanale, et enfin, seront discutées les insuffisances en matière de réglementation.

Dans la deuxième partie, sera abordée la problématique liée aux macro-déchets, leur composition et origine, leur distribution ainsi que leur impact sur la biodiversité benthique et demersale.

Enfin, dans la troisième partie, les campagnes d'évaluation des ressources demersales réalisées en 1982, 2004, 2012 sont passées en revue pour essayer d'évaluer l'impact des changements climatiques sur la biodiversité marine en prenant certaines espèces de l'ichtyofaune benthique et demersale comme indicateurs biologiques.

Chapitre I: Repères

bibliographiques.

REPERES BIBLIOGRAPHIQUES

Selon le rapport de la convention sur la diversité biologique (S/CDB, 2014), les populations sauvages de vertébrés ont en moyenne chuté d'un tiers (31 %) à l'échelle mondiale entre 1970 et 2006. De plus en 2009, 47 677 espèces avaient été évaluées et 36 % étaient considérées comme menacées d'extinction.

De même, la vulnérabilité d'une espèce est étroitement liée à la vulnérabilité de son habitat, et dans la majorité des cas, si le stock de certaines espèces est en déclin, c'est dû à la destruction de leur habitat. Cette relation directe de cause à effet, a amené la convention sur la diversité biologique à recommander la réduction des pressions directes exercées sur la diversité biologique et à encourager son utilisation durable. En 2010, cette même convention (S/CDB, 2010), a estimé que la superficie des paysages particuliers comme les prairies d'herbiers à phanérogames marines a diminué de 29 % depuis le 19^{ème} siècle, ces dernières, elles même considérées comme habitat.

Comme dit précédemment, parmi les pressions les plus importantes dans le milieu marin, on citera : la surexploitation des stocks halieutiques, la pollution marine par les macro-déchets et la formation de litière sous-marine anthropique et les changements climatiques.

- Pression de la surexploitation sur les ressources marines

La pêche est l'une des activités les plus anciennes de l'homme (Yellen *et al.*, 1995). Selon la FAO, (2018), "*En 2015, environ 17 pour cent des protéines animales consommées dans le monde provenaient du poisson. En outre, le poisson fournissait, à environ 3,2 milliards de personnes, près de 20 % de leur apport moyen en protéines animales*". Selon ce même rapport, en 2016, quelques 40,3 millions de personnes travaillaient, à temps plein, à temps partiel ou ponctuellement, dans le secteur de la pêche et 171 millions de tonnes de poisson ont été produites en 2016 dans le monde. Ces stocks halieutiques sont de plus en plus exploités, et la proportion de stocks biologiquement durables diminue constamment. Pour la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée, la Méditerranée et la mer noire où la pêche, majoritairement artisanale, et constituant une activité économique importante, génère une valeur totale des débarquements de plus de 3 milliards US\$, une valeur totale des exportations de 25 milliards US\$ et un emploi total à bord des navires d'environ 250 000 personnes (CGPM, 2017). Dans ce même rapport, 90% des stocks évalués scientifiquement sont considérés comme étant surexploités.

Chapitre I : Repères bibliographiques

Dans certaines zones de pêche, les plus grands prédateurs ont été capturés dans une telle proportion que leurs stocks n'ont pas pu se reconstituer; on a ainsi observé, dans les débarquements, que les espèces demersales piscivores, avec une longue durée de vie et un niveau élevé dans la chaîne alimentaire étaient de plus en plus remplacées par des poissons pélagiques d'un niveau plus bas dans la chaîne alimentaire qui se nourrissent de plancton et d'invertébrés, un phénomène connu sous le nom de «fishing down marine food web » ou pêcher en descendant la chaîne alimentaire, (Pauly *et al.*, 1998). De nombreux facteurs sont à l'origine de cette tendance: les différents types de pollution, l'augmentation de la population humaine côtière, les engins inappropriés et la surexploitation.

Selon la FAO (2016), la surexploitation peut être classée en trois catégories : la pêche Illicite, la pêche Non déclarée et la pêche Non réglementée (INN), celles ci englobent : la pêche et les activités connexes en contravention avec la législation nationale, régionale et internationale; la pêche non déclarée, déclarée de façon erronée; la pêche des navires étrangers, la pêche par des parties non contractantes dans des aires où la pêche est soumise à une convention; les activités de pêche dans les zones sans juridiction nationale ou internationale.

En raison de la pêche INN à travers le monde, de grandes proportions de captures de poissons ne sont pas comptabilisées (les captures issues de la pêche de loisir, la pêche de subsistance, les rejets...etc.). Ainsi, la baisse du stock halieutique depuis le pic de production des années 1990, est beaucoup plus importante que ce que suggèrent les données rapportées par la FAO (Pauly et Zeller, 2016).

Les prises dites accessoires et les rejets en mer sont considérés comme un problème majeur qui entrave la bonne gestion des pêcheries. Même s'il est difficile de donner une définition internationale de la prise accessoire, la pêche d'espèces non spécifiquement ciblées, liée à la non sélectivité des engins, est incluse dans plusieurs définitions nationales en Méditerranée et en Mer noire (CGPM, 2017). Ainsi, en 2004, le volume mondial des rejets étaient estimé entre 7 millions de tonnes et 20 millions de tonnes (FAO, 2011).

Cette surpêche est en plus exacerbée par les changements climatiques qui provoquent la migration des poissons et la diminution du stock de quelques espèces locales dans certaines zones (Cheung *et al.*, 2013). Des perturbations dans les paramètres du milieu, dues à ces changements climatiques (température, salinité, oxygène, régime des vents, mélange vertical ...etc.) peuvent ainsi avoir un impact négatif sur les pêcheries: impact direct sur la reproduction, le comportement et la croissance; impact indirect par la modification des aires de répartition à

Chapitre I : Repères bibliographiques

cause de : la disponibilité de la nourriture, l'abondance des prédateurs, la compétition inter et intra-spécifiques (Cushing et Dickson, 1977; Brander, 2010).

- Effets des macro-déchets sur les ressources marines

Les déchets dans les milieux aquatiques continentaux et maritimes sont définis comme étant : « *tout matériau ou objet fabriqué et utilisé au profit de l'humanité qui est directement ou indirectement, volontairement ou involontairement jeté ou abandonné dans les milieux aquatiques* »; en sont exclus les éléments d'origine naturelle non transformée (IFREMER, 2010).

Ces déchets qui se retrouvent dans les océans mondiaux et les mers régionales, représentent un problème inquiétant à cause de ses nombreuses incidences négatives sur l'environnement, la société et la santé. (Cheshire *et al.*, 2009; UNEP/MAP, 2015). Les débris marins, constitués principalement de plastique (Derraik, 2002; Allsopp *et al.*, 2006; UNEP/MAP, 2015) subissent des processus de transformations physiques, chimiques et biologiques lents et complexes nuisant à l'écosystème marin (Wang *et al.*, 2016). Les effets directs (physiques) de ces déchets sur la biodiversité marine sont très néfastes (Moore, 2008; Thevenon *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2016). En premier lieu, on notera la strangulation et l'ingestion par les organismes marins qui prennent ces débris pour de la nourriture provoquant, de ce fait, des suffocations et des blocages intestinaux. Ainsi, les tortues marines, 26 espèces de cétacés et 44% d'oiseaux marins, en ont été victimes (Moore *et al.*, 2008). Ajouté à cela, il a été démontré dans des études antérieures (Rochman *et al.*, 2013), que les poissons ingérant des fragments de plastique où sont adsorbés des polluants chimiques montrent des signes de stress plus accentués que ceux qui ingèrent des fragments de plastique vierges de tout polluant. En deuxième lieu, l'effet indirect (interaction), qui désignent l'utilisation des déchets flottants ou qui se trouvent sur le fond, comme abris et/ou comme transport d'espèces qui se déplacent sur de longue distance, en colonisant leur surface. Ces espèces peuvent être des espèces invasives; macro-algues, invertébrés et poissons (Thevenon *et al.*, 2014; Deudero et Alomar, 2015; Wang *et al.*, 2016). Ainsi, Gall et Thompson (2015) estiment que 693 espèces dont des oiseaux, ont été victimes d'enchevêtrement ou d'ingestion de débris marins. Dans leur synthèse, Deudero et Alomar (2015) comptent 134 espèces marines influencées à la fois par l'ingestion / enchevêtrement (effets directs) et la colonisation / flottement (interactions) en mer Méditerranée.

Les macro-déchets impactent non seulement les organismes marins mais impactent aussi leurs habitats. Ainsi, les plages de sable utilisées par les tortues, pendant leur période de ponte,

Chapitre I : Repères bibliographiques

se trouvent envahies par des déchets. Aussi, lorsque les débris s'accumulent dans le milieu marin, ils peuvent enchevêtrer les espèces de coraux durs ramifiées, ce qui entraîne leur fragmentation, et leur abrasion, ceci provoque une réduction potentielle de l'hétérogénéité de l'habitat et offre ainsi un milieu ouvert pour l'installation de macro-algues. (NOAA, 2016).

- Impact des Changements climatiques sur les ressources marines

Les changements climatiques, en particulier, l'élévation de la température des eaux peut avoir une conséquence sur les périodes de reproduction et/ou les migrations de certaines espèces, les durées des phases de croissance, les fréquences des infestations parasitaires et les apparitions de nouvelles maladies. Les espèces les plus vulnérables sont les espèces sessiles ou peu mobiles, longévives, à taux de croissance faible et à faible fécondité (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2010). Selon ce rapport, "les espèces de coralligènes ont montré des détériorations très rapides, qui s'expliquent probablement en grande partie par le blanchissement généralisé des systèmes récifaux des régions tropicales de 1998, une année caractérisée par une température océanique exceptionnellement élevée".

La Méditerranée, est considérée par le Groupe Intergouvernemental d'Expertise sur les Changements climatiques (GIEC) comme parmi les zones les plus vulnérables aux changements climatiques, (IPPC, 2007). Certains auteurs (Bruslé et Quignard, 2004; Calvo *et al.*, 2011; Psomadakis *et al.*, 2012) parlent de tendance à la méridionalisation de la Méditerranée comme conséquence directe de l'élévation de la température. Cette tendance se traduit par la disparition ou la raréfaction des espèces sténothermes « froides » en migrant vers le pôle ou en latitude plus septentrionale, et l'augmentation de l'abondance des espèces thermophiles méditerranéennes et allochtones, notamment dans la partie nord-ouest du bassin méditerranéen. Sur la côte algérienne, une synthèse des travaux réalisés entre 1834 et 2017 (Grimes *et al.*, 2018) a permis d'identifier soixante dix espèces allochtones constituées de : 55.7% d'espèces exotiques (espèces dont l'introduction est anthropique), 25.7 % d'espèces expansives (espèces qui élargissent leur aire de répartition par voie naturelle), 15.7 % d'espèces dont l'origine est incertaine, et 2.9% d'espèces errantes. Dans cette même synthèse il a été relevé une dominance nette des poissons (38.57%) suivi des macrophytes (30 %). 20 % de ces espèces sont considérées comme espèces installées. Concernant les micro-algues, Illoul *et al.*, (2012), ont signalé la prolifération du genre tropical toxique *Ostreopsis* le long de la côte algérienne en 2009. Pour qualifier cette évolution, certains auteurs parlent de "méridionalisation" sud et nord de la Méditerranée plutôt que de "tropicalisation" à cause du gradient de température qui serait

Chapitre I : Repères bibliographiques

toujours le même; le sud serait peuplé par les espèces subtropicales atlantiques et indo-pacifiques, le nord serait peuplé par les espèces autochtones tempérées déjà abondantes dans le sud et à l'est (Bruslé et Quignard, 2004, Lejeusne *et al.*, 2010).

Chapitre II: Zone

d'étude et ses

caractéristiques

générales

2. ZONE D'ETUDE ET SES CARACTERISTIQUES GENERALES

1.1 La Méditerranée au cours des temps géologiques

La Méditerranée, au cours des temps géologiques, a connu plusieurs bouleversements à cause d'événements sismiques et volcaniques liés à sa position géographique (Le nom Méditerranée veut dire au milieu des terres en latin). D'abord connectée aux deux océans, atlantique et Indopacifique (cette mer s'appelant Téthys), elle se retrouve connectée uniquement à l'océan Atlantique lorsque qu'il y a eu collision entre la plaque eurasiennne et la plaque africaine. Ci-dessous sont expliqués deux événements importants marquant l'histoire de la Méditerranée:

- La crise de salinité messinienne : entre 6 et 5,3 millions d'années (au miocène supérieur) par des processus sismiques, cette mer (la paléoméditerranée) se retrouve déconnectée de l'Atlantique après la fermeture du détroit de Gibraltar. C'est la crise "messinienne" durant laquelle quasiment toute la biodiversité ayant des affinités avec le pacifique disparaissait (Bruslé et Quignard, 2004, Quignard, 2011). L'évaporation qui a provoqué la baisse du niveau de la mer de 1000 mètres a conduit à la formation de sédiments appelés évaporite composés principalement de sels pouvant atteindre 1 à 1,5 mètre d'épaisseur (Cavazza et Wezel, 2003; Mascle, 2012; Gorini *et al.*, 2015).

- La transgression zancéléenne : cette phase est caractérisée par la réouverture, au pliocène inférieur (zancéléen), de la mer Méditerranée, entre 5,32 et 3,6 Millions d'années (Popescu, 2001). Durant cette phase un flux d'eau venant de l'Atlantique réalimente la mer Méditerranée.

1.2 Caractéristiques générales de la côte algérienne

La côte algérienne, de la frontière algéro-tunisienne à la frontière algéro-marocaine se situe entre 36°56'45''N – 8°36'57''E et 35°3'49''N – 2°12'50''W, et s'étend sur 1622 km de Marsa Ben M'Hidi, à l'Ouest, au Cap Roux, à l'Est (MREE-PAP RAC/PAM, 2015).

Cette côte est caractérisée par un plateau continental très étroit avec une largeur de 5 à 10 km en moyenne (figure 1). Au centre, il est presque absent au niveau de Dellys et de Ténès

Chapitres II : Zones d'études et ses caractéristiques générales

(moins de 2 km). La rupture du plateau continental qui se trouve entre 100 et 200 m de fond se fait à différentes distances de la côte, celles-ci sont communément comprise entre 8 et 20 km, (Cattaneo *et al.*, 2010). A l'Est et à l'extrême Ouest, le plateau est plus large, il peut atteindre 35 km de large au niveau de la wilaya d'Annaba, (Cattaneo *et al.*, 2010), et 90 km au niveau du golfe de Ghazaouet (Yelles Chaouche *et al.*, 1993).

La côte est une succession de baies et de golfes qui présentent de larges plateaux continentaux dont les principaux sont : Oran, Arzew, Alger, Skikda, Annaba.

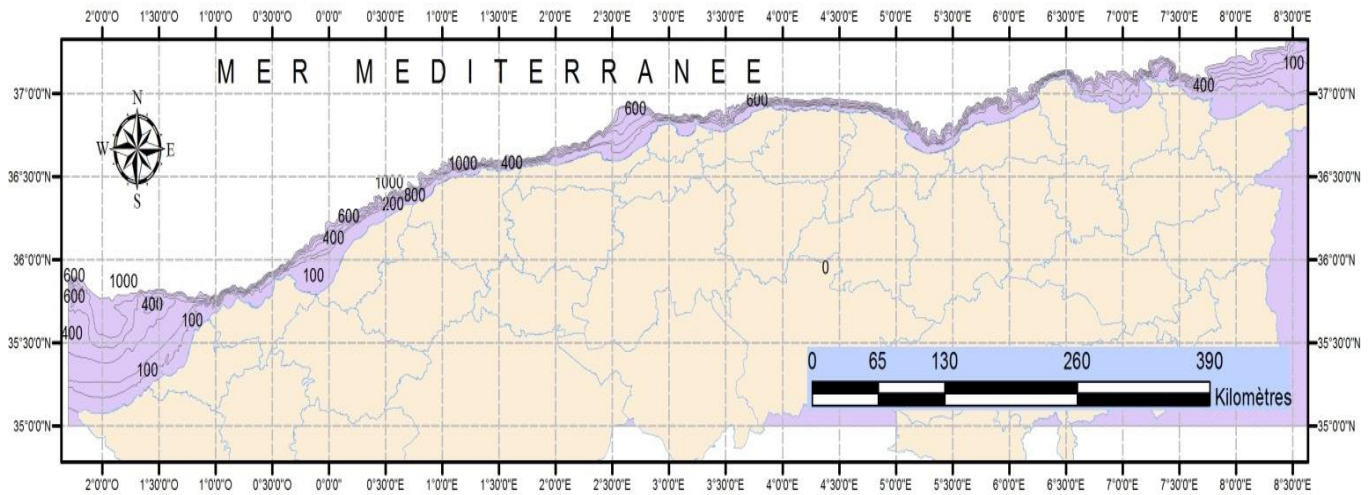


Figure 1: Illustration de la bathymétrie côtière (isobathes) en Algérie (carte ArcGis)

1.3 Les masses d'eaux algériennes

Le bassin algérien est la région du sud-ouest du bassin méditerranéen occidental. Il est délimité par l'Algérie au sud, la Sardaigne et les îles Baléares au nord, la mer d'Alboran à l'ouest, et le détroit de Sicile à l'est. Il est situé entre les latitudes 35° et 40°Nord et les longitudes de 3°Ouest à 9°Est.

Selon leur caractéristiques physico-chimique (température et salinité) et leur lieu de formation, les masses d'eau présentes dans le bassin algérien sont au nombre de cinq selon une répartition verticale.

- **La MAW** : L'eau de surface du bassin algérien est appelée l'eau atlantique modifiée (Modified Atlantic Water). Cette eau change de caractéristiques du fait de l'évaporation et du mélange avec les autres masses d'eau, ce qui entraîne une augmentation régulière de sa

Chapitres II : Zones d'études et ses caractéristiques générales

température et de sa salinité: elle passe d'une température de 15-16°C, et d'une salinité de 36-37 dans le détroit de Gibraltar à 20-28°C de température et 38-39 de salinité au fur et à mesure qu'elle avance vers l'Est (Millot et Taupier-Letage, 2005). Quand elle entre dans le bassin algérien, elle forme une couche d'environ 150 m (Benzorha et Millot, 1995).

- La **WIW** : c'est l'eau intermédiaire d'hiver (Winter Intermediate Water), elle se forme dans des conditions particulières lorsque des rafales de vents fortes de la région nord ouest du bassin (plateau continental du Golfe du Lion et de la mer des Baléares) se produisent sans aucun mélange avec les couches sous-jacentes, la MAW se refroidit ce qui mène à la formation de « l'eau intermédiaire d'hiver » plus dense. Cette eau est caractérisée par une température allant de 12.65°C à 13.20°C (Benzorha et Millot, 1995) et une salinité allant de 38.1 à 38.3 (Millot, 1999). Elle se trouve à 150-200 m de profondeur (Benzorha et Millot, 1995) et est facilement identifiable par son minimum de température.

- La **LIW** : c'est l'eau levantine intermédiaire (Levantine Intermediate Water). Elle prend naissance au niveau du bassin oriental de la méditerranée, à cause de sa faible densité elle se trouve au dessous de la MAW (Millot et Taupier-Letage, 2005) ou de la WIW, entre 200 et 700 m de profondeur (Benzorha et Millot, 1995). Elle se caractérise par des maximums de température de 13.2 à 14°C entre 300 et 400 m de profondeur et des salinités allant de 38.5-38.7 entre 400 et 500 m de profondeur (Benzorha et Millot, 1995; Millot 1999).

- La **WMDW** : c'est l'eau profonde de la Méditerranée occidentale (Western Mediterranean Deep Water). Elle se forme en hiver et majoritairement dans le Golfe du Lion par le refroidissement des eaux de surface est l'augmentation de la salinité due à l'évaporation intense liée au mistral (vent du Nord froid et sec) (Millot et Taupier-Letage, 2005). Elle se trouve au dessous de la LIW, et est caractérisée par des températures allant de 12.75°C et 12.80°C et des salinités allant de 38.44 et 38.46. Elle est identifiable à partir de 700 - 800 m dans le bassin algérien (Benzorha et Millot, 1995).

- La **TDW** : c'est l'eau dense tyrrhénienne (Tyrrhenian Dense Water). Elle a été mise en évidence récemment par des analyses de CFCs (ChloroFluoroCarbones). Elle se trouve entre 600 et 1900 m de profondeur (Testor et Gascard, 2005). Cette eau est la plus ancienne, elle résulte du mélange entre les eaux profondes du bassin oriental (EMDW, Eastern Mediterranean Deep water) qui sortent du détroit de Sicile et la WMDW présente dans le bassin tyrrhénien (Millot, 2009).

Chapitres II : Zones d'études et ses caractéristiques générales

- l'**EMT** : c'est l'eau transitoire de l'Est Méditerranée (Eastern Mediterranean Transient): ce n'est pas vraiment une masse d'eau mais un changement dans la formation d'eau dans le bassin oriental. Il a été détecté au début des années 90 (Roether *et al.*, 1996). C'est un changement dans la formation de l'eau profonde du bassin oriental, qui se produisait, jusque là dans la mer Adriatique. La mer Egée, a fournit une eau plus dense que les eaux de mer Adriatique. Cette eau modifiée a plongé donc plus profondément sous la LIW, provoquant ainsi le soulèvement de cette dernière vers la surface impliquant, de ce fait, une injection de chaleur et de sel plus importante dans le bassin occidental (Damien, 2015).

1.4 La circulation des masses d'eau du bassin algérien

La circulation générale des eaux en Méditerranée obéit en premier lieu à la force de Coriolis qui dévie sur la droite, dans l'hémisphère Nord, tout mouvement. Schématiquement, toute circulation de l'eau de surface dans la Méditerranée aura donc tendance à suivre le relief qu'elle trouve sur sa droite (Millot, 1989, Millot et Taupier-Letage, 2005). L'eau Atlantique pénètre par le détroit de Gibraltar sous forme d'un jet dirigé vers la mer d'Alboran, et la force de Coriolis le plaque contre la côte algérienne (Jacques et Tréguer, 1986; Millot et Taupier-Letage, 2005; Millot, 2009). Ce flux d'eau atlantique est appelé le courant algérien. Passé le méridien de Greenwich, ce courant devient plus large et peu profond. La différence de densité entre l'eau atlantique et les eaux méditerranéennes crée des instabilités à méso-échelles appelées tourbillons algériens (Cotroneo *et al.*, 2016, Pessini *et al.*, 2018). Lorsque ces instabilités se trouvent en surface (0 et 300 m), les tourbillons provoqués ont des diamètres allant de 20 à 500 m et peuvent plonger jusqu'à 1000 m de profondeur (figure 2). Ces tourbillons peuvent être cycloniques ou anticyclonique. Les tourbillons anticycloniques sont plus larges et plus énergiques que les tourbillons cycloniques (Pessini *et al.*, 2018). A une échelle plus large, deux circulations barotropiques, ont été mises en évidence par Testor *et al.*, (2005), appelées les deux gyres cycloniques Ouest et Est algériens. Dans ces deux gyres, toutes les masses décrites plus haut peuvent se retrouver.

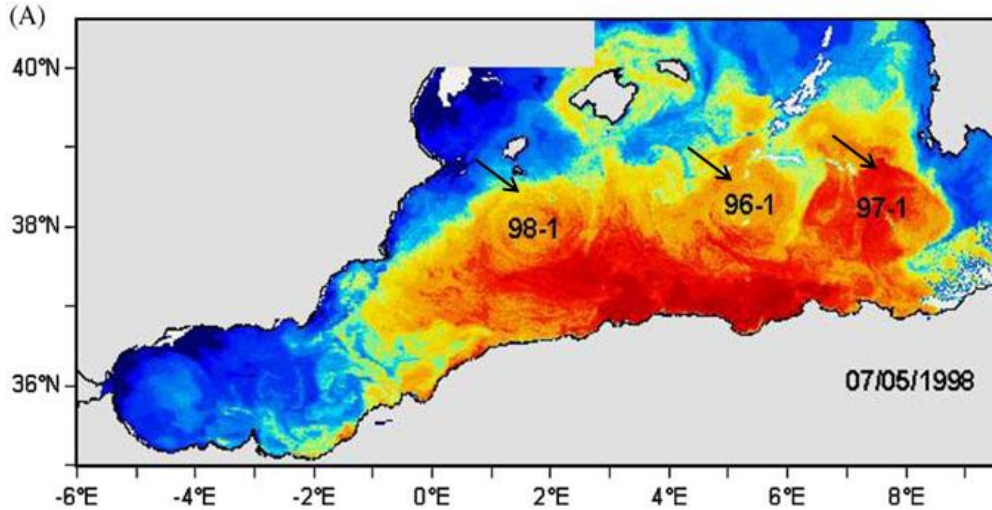


Figure 2: Image satellitaire représentant la température de surface mettant en évidence la présence de trois tourbillons anticycloniques dans le bassin algérien (Isern-Fontanet *et al.*, 2004)

1.4.1 Circulation de l'eau de surface, MAW

En 1985, Millot explique que le bassin algérien est un réservoir où s'accumule l'eau superficielle atlantique. Après son accumulation, cette eau se divise en deux branches: la plus grande partie s'écoulant vers le bassin oriental et la plus petite s'écoulant vers le nord le long des côtes italiennes, dans la Mer Tyrrhénienne, dans la mer Ligure, le long des côtes françaises (au large de Nice et du Golfe du Lion) jusqu' en Mer des Baléares. A partir des Baléares, une partie revient dans le bassin algérien et l'autre continue son trajet le long des côtes catalanes. Des côtes catalanes (en Mer d'Alboran), cette eau revient elle aussi dans le bassin algérien (Jacques et Tréguer, 1986; Millot *et al.*, 1997; Salas *et al.*, 2002; Millot, 2009), (figure 3a, 3b)

1.4.2 Circulation des eaux intermédiaires, WIW, LIW

En 1999, Millot explique que la WIW suit globalement le même trajet que celui de la MAW en longeant les plateaux continentaux jusqu'en Espagne et dans le bassin algérien (Millot, 1999) (figure 3a).

La LIW rentre dans le bassin occidental par le détroit de Sicile et longe les côtes italiennes. Une partie va vers le nord et l'autre suit les côtes de la Sardaigne et de la Corse pour reprendre le chemin du nord. Cette eau longe les côtes du nord du bassin occidental pour arriver au détroit de Gibraltar. En mer d'Alboran, une partie de ces eaux quitte la Méditerranée et une autre partie revient sur les côtes africaines. Millot, (2009) précise qu'à partir du détroit de Sardaigne, une

partie de cette eau se retrouve dans le bassin algérien car entraînée par les tourbillons spécifiques de cette région, (figure 3a, 3b).

1.4.3 Circulation de l'eau profonde, la WMDW

A partir du Golfe du Lion, cette eau suit un trajet cyclonique d'Est en Ouest, elle longe les îles Baléares et se retrouvent en mer d'Alboran. Une petite partie quitte la Méditerranée vers l'Atlantique et une grande partie longe les côtes africaines (d'Ouest en Est) vers l'Italie, contourne la Sardaigne et la Corse et remonte vers les côtes Françaises (Millot, 1999; Millot, 2009). La WMDW nouvellement formée dans le nord du bassin occidental (Golfe du Lion), peut se détacher de son origine et former un tourbillon anticyclonique qui entre directement dans le bassin algérien (Testor et Gascard, 2006), (figure 3a).

Concernant la TDW, les couches supérieures de celle-ci suivent la circulation de la LIW et les couches inférieures suivent celle de la WMDW, (figure 3a, 3b).

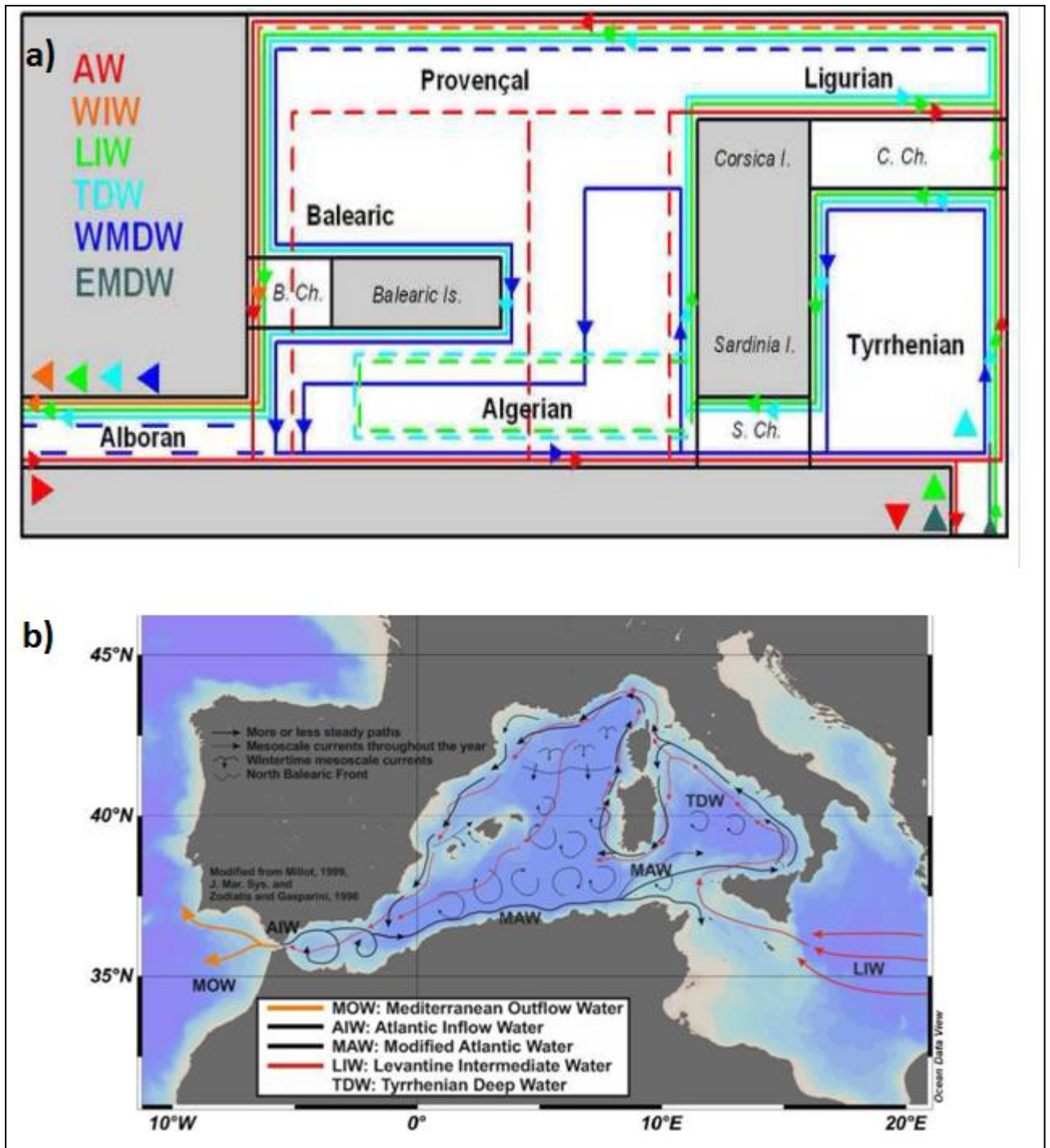


Figure 3: a) Schéma des eaux dans le bassin occidental de la mer Méditerranée (Millot, 2009). Flèches pleines : eaux circulant de façon cyclonique, Lignes discontinues : Dispersion de la MAW vers le large et entrainement au large du plateau sarde de la LIW et la TDW par les tourbillons algériens, zone de formation de la WIW et la WMDW

b) Illustration de la circulation des eaux dans bassin méditerranéen ouest (Buffet *et al.*, 2013)

1.5 Les sels nutritifs et la production primaire dans les eaux algériennes

La Méditerranée est considérée comme une zone oligotrophe avec un gradient positif Est-Ouest en ce qui concerne la distribution de la chlorophylle présente dans ses eaux (D'ortenzo et Ribera d'Alcalà, 2009). La source la plus importante de sels nutritifs vient respectivement, des apports terrigènes, dépôts secs et humides, et poussières sahariennes. Cette oligotrophie est plus marquée dans le bassin oriental que dans le bassin occidental. Dans les eaux profondes du bassin oriental, les concentrations en nitrate et en phosphate, représentent environ la moitié de celles enregistrées dans le bassin occidental (Béthoux *et al.*, 1999).

Béthoux *et al.*, 1998 indiquent que les sources principales des phosphates (P) sont les apports fluviaux; l'azote (N) a pour source principale les dépôts atmosphériques secs et humides. Les fortes valeurs du rapport de Redfield (N/P) de 20-22 supérieures à 16 de l'océan mondial, font que le phosphate est le sel nutritif le plus limitant en Méditerranée, surtout en période de stratification des eaux de surface.

Dans leur découpage de la Méditerranée en fonction des séries temporelles d'imagerie satellitaire de chlorophylle de surface, D'ortenzo et Ribera d'Alcalà, (2009), et Maillot *et al.*, (2016) ont classé le bassin algérien parmi les 60 - 67 % de la Méditerranée comme une des zones les moins riches en chlorophylle ("no blooming zone") montrant un maximum en fin Automne/début hiver et un minimum en fin printemps début Eté. Ceci étant attribué au flux de l'eau Atlantique entrant par le détroit de Gibraltar qui aurait perdu ses nutriments en tant qu'Eau Atlantique d'Eté (D'ortenzio et Ribera d'Alcalà, 2009). Lors de la campagne « SEMAPHORE » en 1994, Béthoux *et al.*, (1998) ont montré que les profils de phosphate, nitrate et silicate correspondent aux 3 types d'eaux majeurs du bassin ; les eaux de surface, les eaux intermédiaires et les eaux profondes et présentent une augmentation de la concentration en

Chapitres II : Zones d'études et ses caractéristiques générales

fonction de la profondeur. Les valeurs maximales, correspondant à la reminéralisation de la matière organique, se trouvent aux profondeurs intermédiaires, (Béthoux *et al.*, 1998; Moutin et Raimbault, 2002).

Comme pour les sels nutritifs, la production primaire en Méditerranée est faible et suit un gradient bassin Est-bassin Ouest. La dynamique saisonnière du phytoplancton suit un cycle typiquement tempéré avec une augmentation de la biomasse en hiver et des valeurs très basses en été (D'ortenzo et Ribera d'Alcalà, 2009). Ces auteurs décrivent la Méditerranée comme une zone :

- Pauvre en chlorophylle a exceptée pour les régions du bassin liguro-provençal, avec des blooms à amplitude et à durées variables;

- L'augmentation de la biomasse phytoplanctonique est fortement corrélée avec des forçages dont le plus important est le vent, sauf pour la mer d'Alboran, où le flux de l'Atlantique et la circulation anticyclonique jouent un rôle important.

- Les zones côtières, en particulier à l'embouchure des cours d'eau, représentent les zones à haute biomasse phytoplanctonique.

Le phytoplancton présent dans la couche euphotique montre une variabilité spécifique. Comme le montrent Marty *et al.*, (2002), une succession saisonnière des espèces, relative aux conditions hydrodynamiques et nutritives du milieu, est mise en évidence. Ainsi, les diatomées sont les espèces dominantes en hiver lorsque le mélange des masses d'eau favorise la remontée des sels nutritifs, suivent ensuite les dinoflagellés. En période de stratification des eaux, la dominance est aux cyanobactéries et aux prochlorophytes. De même, la disponibilité d'un tel ou tel sel nutritif contrôle la dominance des espèces présentes comme la croissance des espèces non siliceuses qui se fait lorsque l'apport du Si est limité (Bartoli *et al.*, 2005).

Chapitre **III**:

Méthodologie, résultats

et discussion

METHODOLOGIE, RESULTATS ET DISCUSSION

Durant la campagne d'évaluation des ressources demersales algériennes réalisée par le CNRDPA en 2012 (figures 4) il a été constaté, après une brève analyse qui consiste à faire la moyenne du rendement de certaines espèces par secteur, toute profondeur confondue, une absence ou une raréfaction de certaines espèces et une baisse importante du rendement des espèces qui représentent le plus d'intérêt commercial, par rapport aux résultats de la campagne Thalassa 1982 (ISTPM, 1982), campagne qui a été réalisée dans les mêmes zones chalutables de la côte algérienne . Ceci est plus visible sur certaines espèces telles que les rougets ou les pageots par exemple (tableau 1).

En effet, dans le tableau 1, il a été constaté une baisse du rendement dans les trois secteurs hormis pour la baudroie rousse (*Lophius budegassa*) et la mostelle de fond (*Phycis blennoides*), la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) et la raie étoilée (*Raja asterias*) dont les rendements sont restés plus ou moins constants. Le secteur Est observe le plus grand déclin par rapport aux autres secteurs concernant le rouget de vase (*Mullus barbatus*), le merlu commun (*Merluccius merluccius*) et le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*), ce dernier étant totalement absent au niveau de ce secteur et présente un rendement très faible au niveau des autres secteurs en 2012.

La baisse la plus importante du rendement concerne le pageot acarne (*Pagellus acarne*), un des poissons les plus importants, avec un facteur de 25 dans le secteur centre et un facteur de presque 12 au niveau des deux autres secteurs. A l'ouest, la plus grande différence est observée sur la capture du pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dont le rendement en 2012 a baissé de 19 fois par rapport à celui de 1982.

D'autres espèces, en l'occurrence, la sole commune (*Solea vulgaris*), la raie bouclée (*Raja clavata*), la baudroie commune (*Lophius piscatorius*) et la grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) dont le rendement était déjà peu important, et qui n'étaient pas présentes dans tous les secteurs en 1982, sont complètement absentes des débarquements de 2012.

La côte algérienne n'est pas la seule à constater des baisses de rendement sur les espèces exploitées qu'elles soient demersales ou pélagiques. Ainsi, alors que les débarquements de l'anchois du Golfe du Lion étaient de 13340 tonnes en 2007, en 2012, seulement 5 %, 635 tonnes, ont été débarquées (Leonart, 2015). Cette observation avait déjà été faite en Turquie, durant les années 90, où les débarquements sont passés de 295000 tonnes en 1988 à 66000 tonnes en 1990 (Agirbas *et al.*, 2010). Pauly et Zeller, (2016) estiment que le pic de production mondiale halieutique qui était déclaré à 86 million de tonnes en 1996, équivaut en réalité à 130

Chapitre III : Méthodologie, résultats et discussion

millions de tonnes après une reconstitution de pêcheries souvent négligées comme la pêche artisanale, la pêche de subsistance et la pêche récréative. A la surpêche s'ajoutent d'autres pressions anthropiques telles que la pollution des eaux côtières et les changements climatiques.

Pour ce qui est des déchets échantillonnés lors des campagnes ALDEM (2013, 2014, 2015), ils étaient de différents types et variaient selon l'endroit et la profondeur : leur volume a dépassé celui des poissons pêchés en face de l'embouchure de l'oued El Harrach à 41 m de profondeur. Parmi ces déchets, des engins de pêche (des filets, des cordes, des pots de pêche au poulpe) étaient montés à bord. Ces engins de pêche sont des engins abandonnés, perdus ou rejetés (ALDFG : pour Abandoned, Lost and Discarded Fishing Gear). Les causes les plus fréquentes de la présence de ces engins de pêche sur les fonds marins sont le mauvais temps, les facteurs opérationnels liés à la pêche et les conflits portant sur les engins de pêche qui se produisent lorsque des engins passifs comme les filets maillants et les trémails sont remorqués par inadvertance ou lorsque les amarres des bouées de marquage sont coupées par des chalutiers (Gilman *et al.*, 2016).

L'existence des macro-déchets et des ALDFG, présentent une préoccupation qui prend de plus en plus d'ampleur et qui fait l'objet de plusieurs études à cause de ce qu'ils peuvent avoir comme impact négatif que ça soit sur l'habitat ou sur les organismes marins (Moore, 2008, Cheshire *et al.*, 2009, Rochman *et al.*, 2013, Deudero et Alomar, 2015) .

Citons l'exemple des ALDFG, les casiers/pièges et les filets maillants sont responsables de la "pêche fantôme" qui désigne la capacité des engins de pêche à pêcher lorsqu'ils sont abandonnés, perdus ou rejetés en mer, alors que les chaluts et les palangres sont responsables de l'enchevêtrement des espèces. Ceci est d'autant plus préoccupant depuis que les engins de pêche sont fabriqués à partir de matières plus durables et qu'ils sont largement utilisés dans la zone côtière (Gilman *et al.*, 2016) déjà très sujette à une pollution de toute nature, et à la surpêche.

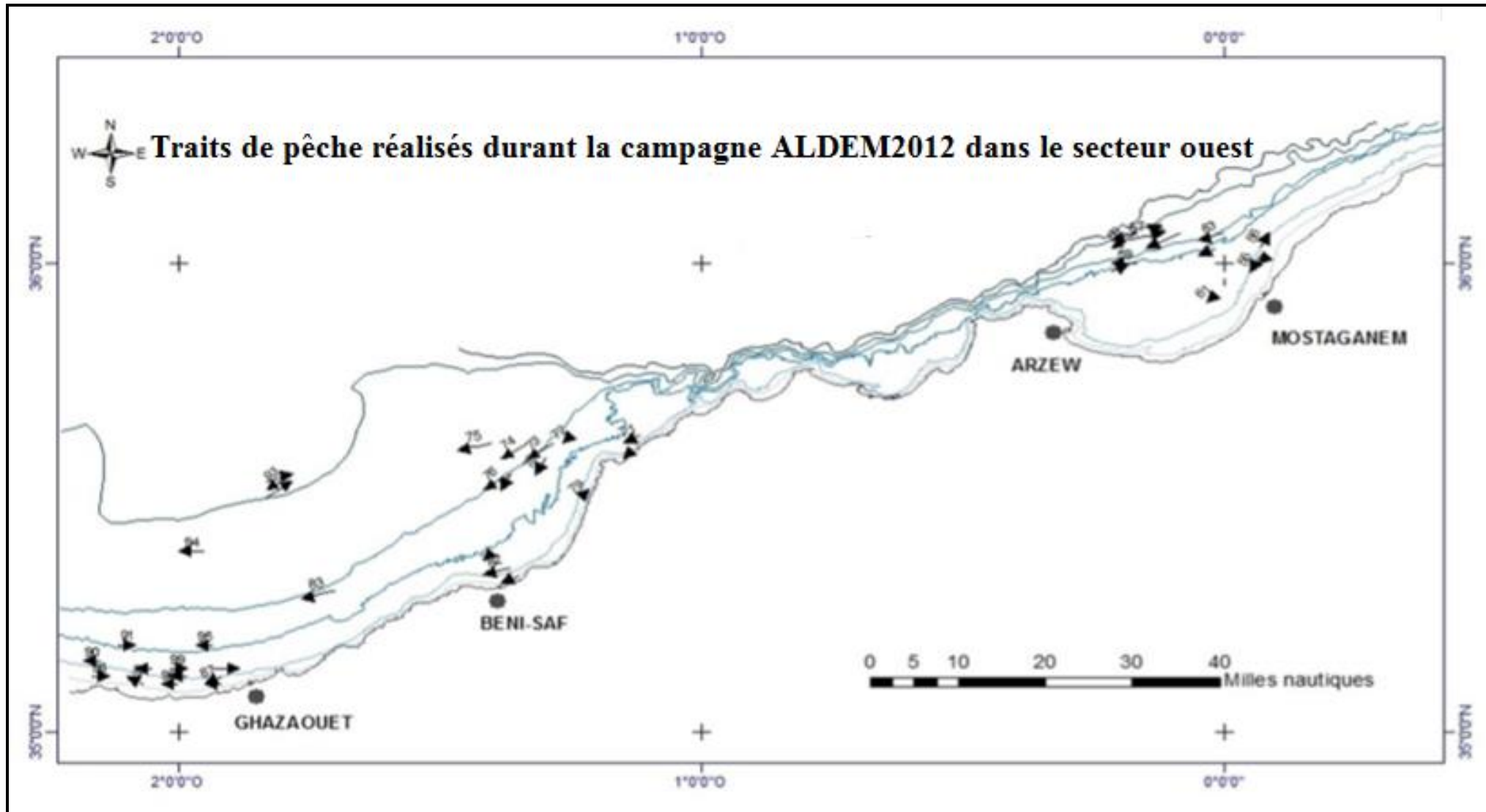
Selon, ces mêmes auteurs, les espèces les plus menacées par les ALDFG sont les espèces à fécondité peu élevée comme les oiseaux et tortues de mer, les mammifères marins et les éla-smobran-ches. Aussi, de manière générale, les espèces marines les plus vulnérables aux changements du milieu et à la surpêche sont les espèces sessiles ou peu mobiles qui n'ont pas la capacité d'aller vers des milieux plus adaptés, ces même espèces sont vulnérables à la surpêche (Pauly *et al.*, 1998) et aux changements du milieu notamment l'augmentation de la température (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2010). La baisse importante dans le rendements horaires

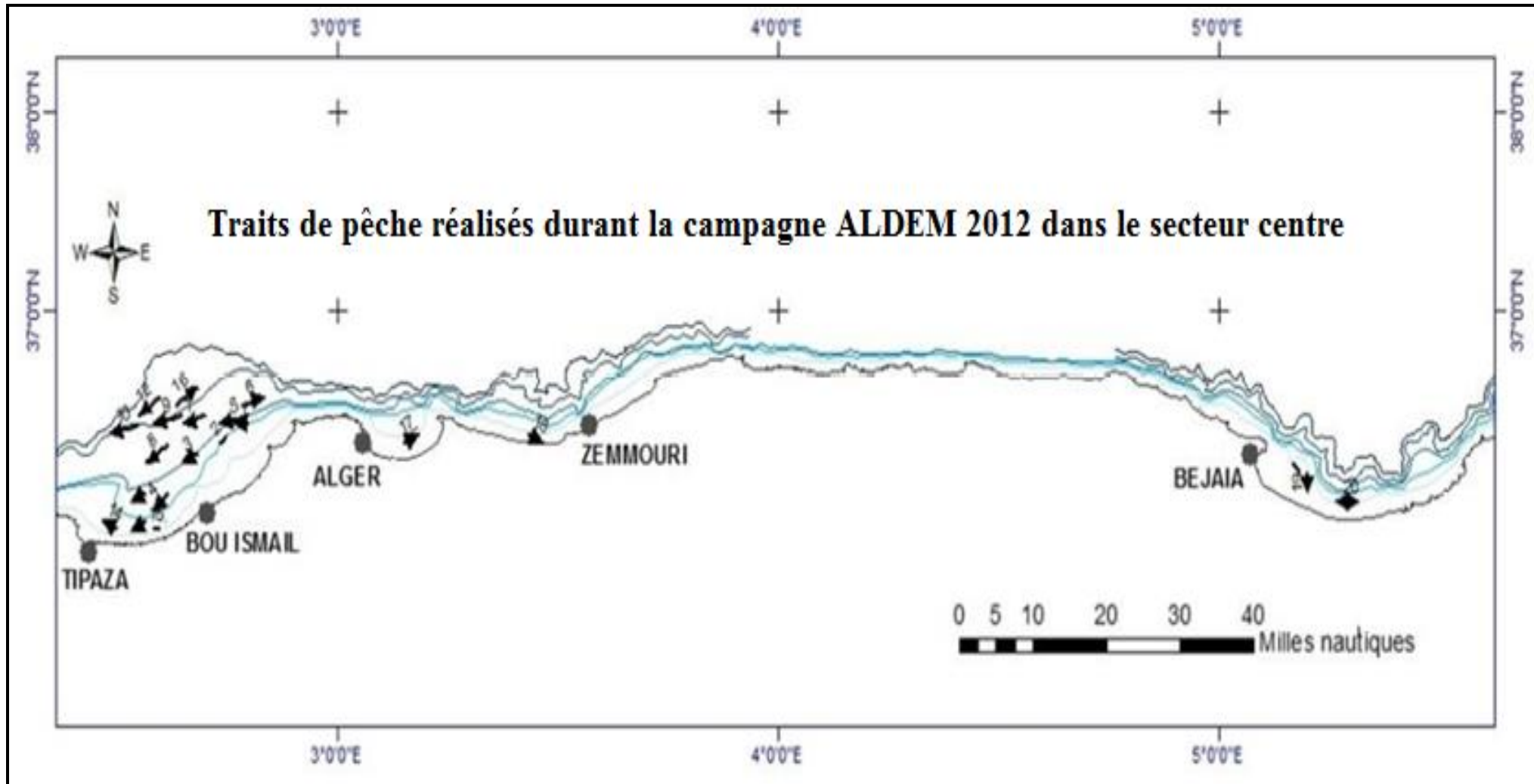
Chapitre III : Méthodologie, résultats et discussion

entre 1982 et 2012, ainsi que les déchets récoltés sont à l'origine de l'explorations des trois pressions citées précédemment qui pourraient bien expliquer cette "chute" .

Tableau 1: Rendements horaires de certaines espèces durant les campagnes Thalassa82 et ALDEM2012 dans les trois secteurs de la côte algérienne.

| | Ouest | | Centre | | Est | |
|---|----------------------|-------|--------|------|-------|------|
| | Rendement (kg/30min) | | | | | |
| <i>Année de la campagne</i> | 1982 | 2012 | 1982 | 2012 | 1982 | 2012 |
| <i>Lophius budegassa</i> (Baudroie rousse) | 1,63 | 0,11 | 0,45 | 0,43 | 0,71 | 0,17 |
| <i>Lophius piscatorius</i> (Baudroie commune) | / | / | / | / | 21,55 | / |
| <i>Merluccius merluccius</i> (Merlu commun) | 1,91 | 0,34 | 2,28 | 0,91 | 5,78 | 1,68 |
| <i>Micromesistius poutassou</i> (Merlan bleu) | 5,52 | 0,001 | 1,64 | 0,02 | 8,21 | / |
| <i>Mullus barbatus</i> (Rouget de vase) | 4,34 | 4,49 | 6,51 | 6,08 | 13,8 | 6,96 |
| <i>Mullus surmuletus</i> (Rouget de roche) | 1,71 | 0,35 | 0,48 | 0,3 | 1,8 | 0,15 |
| <i>Pagellus acarne</i> (Pageot acarné.) | 24,65 | 3,65 | 50,22 | 2,55 | 24,04 | 2,62 |
| <i>Pagellus bogaraveo</i> (Pageot rose) | 4,05 | 0,81 | 7,76 | 6,09 | 2,07 | 0,5 |
| <i>Pagellus erythrinus</i> (Pageot commun) | 19,54 | 0,9 | 16,31 | 1,82 | 10,31 | 4,13 |
| <i>Phycis blennoides</i> (Mostelle de fond) | 0,9 | 0,49 | 0,94 | 0,98 | 0,87 | 0,5 |
| <i>Raja clavata</i> (Raie bouclée) | 3,35 | / | / | / | 5,01 | / |
| <i>Raja asterias</i> (Raie étoilée) | 3,71 | 2,03 | 2,07 | 0,96 | 3,37 | 1,07 |
| <i>Solea vulgaris</i> (Sole commune) | 0,50 | / | 0,09 | 0,03 | 0,21 | 0,25 |
| <i>Scyliorhinus canicula</i> (Petite roussette) | 0,88 | 0,65 | 2,74 | 4,01 | 0,87 | 0,09 |
| <i>Scyliorhinus stellaris</i> (Grande roussette) | / | / | / | / | 2,44 | / |





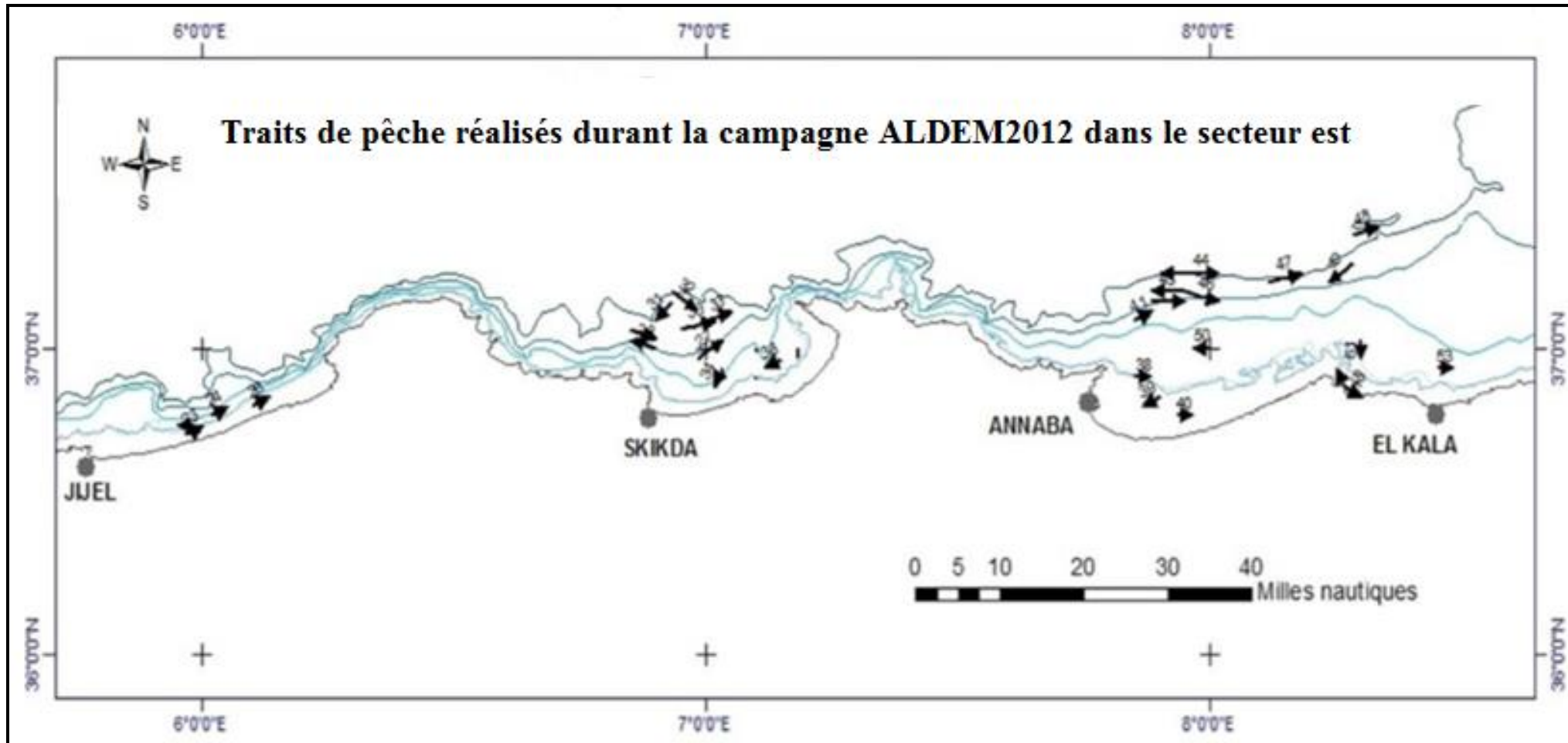


Figure 4: Cartes (modifiées) représentant les traits de pêche de la campagne ALDEM 2012

*La pêche récréative
ou de plaisance en
Algérie*

“La nature n’est pas muette, c’est l’homme qui est sourd.”

Terence McKenna

LA PECHE RECREATIVE OU DE PLAISANCE EN ALGERIE

3.1.1 Introduction

La pêche INN par les navires industriels, souvent associés à la surpêche du stock de poisson et à d'autres crimes environnementaux, est considérée aujourd'hui comme l'une des menaces majeures qui pèsent sur la ressource marine (Doubouya *et al.*, 2017). En revanche, d'autres secteurs, dont l'impact est souvent inconnu, constituent aussi une menace. En effet, La pêche récréative, au delà du fait que ses prises soient souvent sous-estimées ou que l'activité elle-même soit considérée comme inexistante dans certains pays comme les pays de l'ouest africain (Belhabib *et al.*, 2015a), ce secteur reste globalement non réglementé dans beaucoup de pays du monde (Belhabib *et al.*, 2016).

Les reconstructions des captures ont révélé que les données déclarées à l'Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) ne reflétaient pas la réalité des prises (Pauly et Zeller, 2016). Ainsi, par exemple, aux îles Bahamas, la pêche récréative fournit 75% des prises commerciales annuelles (alimentant principalement les activités liées au tourisme) soit 662000 t par an selon Smith et Zeller, (2016). En Algérie, la pêche récréative, est un secteur dont les informations restent vagues, ponctuelles, parcellaires sinon complètement absentes.

Dans cette partie, les questionnements suivants seront abordés afin d'apporter de nouvelles informations sur la pêche récréative :

- Quelles seraient les prises réelles de la pêche récréative ?;
- Quel serait le gain du pêcheur qui l'exerce et quel serait le manque à gagner fiscal pour le gouvernement ?

L'état actuel de la réglementation et de son efficacité dans ce secteur seront discutés.

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

3.1.2 Caractéristiques de la pêche en Algérie

3.1.2.1 Caractéristiques générales

Après l'indépendance de l'Algérie, le secteur de la pêche a été à plusieurs reprises sous différentes tutelles : plusieurs fois sous tutelle du ministère du transport et de l'agriculture, deux fois comme secrétariat chargé de la pêche (en 1979 et en 1999), ministère à part entière de 2000 à 2015, une fois agence nationale de développement et deux fois direction générale des pêches. Quoi qu'il en soit, le secteur de la pêche se voit aujourd'hui attribué plusieurs projets nationaux et internationaux visant à son amélioration et son développement (MPRH, 2014).

En Algérie, la pêche artisanale est définie dans l'article 2 de la loi 01-11 comme "*tout exercice traditionnel de la pêche commerciale à proximité des côtes*" (JO-RADP n° 36) et englobe trois catégories de métiers : les chalutiers, les senneurs ou sardiniers et les petits métiers. La pêche côtière utilise la plus grande variété d'engins en comparaison aux autres catégories de pêche (pêche au large et la grande pêche (voir les articles 41, 42 et 43 du Décret exécutif 03-481 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche de 2007, JO-RADP n° 78). D'ailleurs dans le cadre de la poursuite de ce travail, toute citation de "pêche artisanale" en Algérie désigne, par convention, la "pêche aux petits métiers"

Avec une surface maritime sous juridiction nationale offrant près de 9,5 millions d'ha pour l'exercice de la pêche, la côte algérienne abrite une biomasse exploitable estimée à 500.000 tonnes (MPRH, 2001). Malgré cela, la consommation de poisson par les algériens reste faible, en tenant compte du seuil de 6,2 Kg/habitant/an recommandé par l'OMS (Organisation Mondiale de la santé): elle est estimée à 3,2 à 4 kg/habitant en Algérie (MPRH, 2001)

Le caractère géomorphologique du plateau continental algérien ne favorisant pas la pratique du chalutage de fond à grande échelle, fait que la pêche en Algérie reste principalement artisanale (MPRH, 2003, Belhabib *et al.*, 2013).

Le rythme d'accroissement de la population vivant dans les communes littorales est plus important qu'au niveau des communes de l'intérieur du pays, et a augmenté durant la période 1998-2008 (MREE-PAP, CAR/PAM, 2015). Compte tenu des difficultés sociales qui ont prévalu en Algérie durant cette période, le gouvernement algérien a utilisé le secteur de la pêche comme gisement d'emplois potentiel pour bon nombre de jeunes. Fortement subventionnée, l'acquisition de petits métiers a été largement facilitée (MPRH, 2014). Ainsi et seulement durant

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

la période allant de 2000 à 2007, la flottille des petits métiers est passée de 2500 unités à 5500 unités (DGPA, 2018).

A l'instar du déclin du stock halieutique mondial, le déclin du stock de la côte algérienne a été observé et confirmé par Belhabib *et al.*, (2013), avec une reconstitution (réévaluation selon Pauly, (1998)) prenant en compte les captures non déclarées à la FAO, ces auteurs estiment que les prises déclarées représentent presque la moitié des prises réelles. La capture totale entre 1950 et 2010 serait de 7,1 millions de tonnes, alors que les captures déclarées officiellement sont de 3,9 millions de tonnes. La capture par unité d'effort (CPUE) a diminué de plus de la moitié en passant de $1.02 \text{ t} \cdot \text{kilowatt}^{-1}$ en 1950 à $0.44 \text{ t} \cdot \text{Kilowatt}^{-1}$ en 2010. (figure 5) (Kilowatt ou puissance du navire : unité d'effort retenue dans les travaux réalisés par Belhabib *et al.*, (2013).

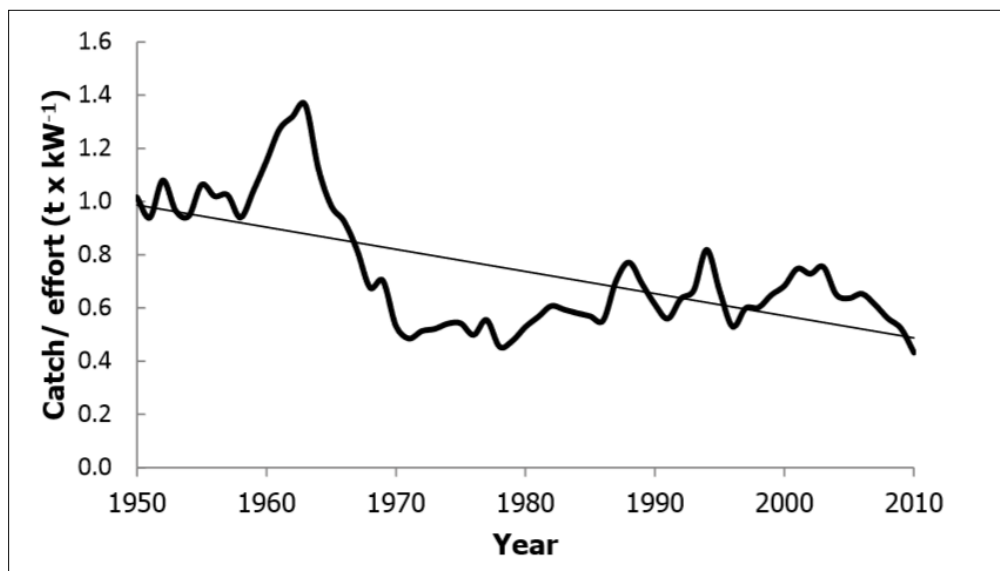


Figure 5: Capture par unité d'effort estimée pour la pêche aux petits métiers en Algérie entre 1950 et 2010 (Belhabib *et al.*, 2013)

3.1.2.2 Caractéristiques de la pêche de plaisance ou récréative

En Algérie, le secteur de la pêche récréative n'est pas suivi et ses prises restent peu connues. Dans une étude antérieure (Belhabib *et al.*, 2013), il a été estimé que les prises des petits métiers non reportées en 2010 ont atteint 83000 t dont 1000 t étaient générées par la pêche récréative.

Dans l'article 2 de la loi 01-11 sur la pêche et l'aquaculture, la pêche récréative est définie comme suit: «*Tout exercice de la pêche à titre de sport ou de loisir et dans un but non*

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

lucratif». Dans son article 27, elle définit les catégories de pêche dite récréative : «*La pêche à pied sans but lucratif, La pêche à bord de navires et bateaux de plaisance, La pêche à la nage dite pêche sous-marine*» (JO-RADP n° 36). En se référant à ces deux définitions, le fait que les captures récréatives soient interdites à la vente suppose que le gouvernement ne perçoive aucune taxe sur les captures réalisées et que cette activité ne concurrence pas avec le secteur professionnel. Pour pratiquer la pêche récréative, les pêcheurs doivent disposer d'une autorisation (licence de pêche récréative) délivrée par les directions locales de la pêche et des ressources halieutiques (DPRH) après validation du dossier du demandeur par une commission locale. Chaque licence est soumise à une redevance annuelle de 3000 DA.

Concernant la chasse sous-marine, la licence est délivrée sur la base d'un dossier comprenant un permis de port d'arme et contre le paiement d'une redevance de 1000 DA.

Globalement, selon Cisneros-Montemayor et Sumaila, (2010), l'activité de la pêche récréative prend de plus en plus d'ampleur à travers le monde et les bénéfices socio-économiques qui en découlent sont importants. Même si son impact écologique sur la ressource marine est moins important que la pêche commerciale, il ne peut plus être négligé lors du plan de gestions des ressources marines à cause de la vitesse avec laquelle cette activité se développe.

3.1.3 Méthode

La méthode utilisée s'inspire de la méthode développée par Pauly et son équipe pour la reconstitution des captures des pêcheries à travers le monde entre 1950 et 2010 (Pauly, 1998). Loin d'être une méthode applicable de façon standard, elle a pour but de remplir des vides qui sont souvent observés dans les statistiques officielles où sont mentionnées "pas d'information disponible". Le but principal de cette méthode, est de reconstruire des séries temporelles de capture remontant le plus loin possible dans le temps pour avoir une véritable tendance de l'état d'un stock. Cette condition est très importante pour la bonne gestion, la préservation et la viabilité des stocks de poisson.

En plus de ces données manquantes, les données officielles sous-estiment souvent les captures de certains secteurs commerciaux comme le secteur de la pêche artisanale, et ignorent les captures des activités non commerciales de la pêche récréative, de subsistance ou de la chasse sous-marine (Zeller *et al.*, 2007).

Le concept de la méthode est que ces informations manquantes existent quelque part, étant donné que la pêche est une activité sociale qui laisse une large empreinte dans la société dans

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

laquelle elle est exercée (Pauly, 1998). La reconstitution des captures se fait en premier lieu à partir de données autres que les données déclarées à la FAO. Ces données, officielles ou non, conventionnelles ou non, sont utilisées pour estimer des captures souvent sous estimées, non contrôlées ou ignorées. Le tout est de savoir chercher ces données et de les interpréter de la manière la plus réaliste possible (Zeller *et al.*, 2006; Zeller *et al.*, 2007; Pauly, 2014; Zeller et Pauly, 2014; Zeller et Pauly, 2016). Ces données se trouvent dans des études antérieures, des rapports, des thèses, des observations d'experts ou de pêcheurs (Zeller *et al.*, 2006; Belhabib *et al.*, 2013; Simmons *et al.*, 2016), des enquêtes sur terrain, des photos aériennes (pour estimer le nombre de bateaux), ou des photos de captures (Simmons *et al.*, 2016), les moteurs de recherche internet, des vidéos, ... etc. (Belhabib *et al.*, 2015b).

L'analyse de données est basée sur la simple notion que la capture totale (Y) en poids est le produit de la capture moyenne par unité d'effort pour chaque type d'engins ou de métier (CPUE) et de l'effort. L'unité d'effort peut être le nombre de pêcheurs, l'unité de pêche ou le nombre de sorties en mer ou la puissance du moteur (équation 1).

$$Y = \sum \text{CPUE} \times \text{Effort} \quad (1)$$

Les principes les plus importants de cette méthode sont :

- **L'interpolation** : après collecte des données (CPUE, nombre de bateaux actifs, licences ...etc.), des valeurs de référence sont utilisées comme point de départ pour réaliser des séries temporelles. Si celles-ci présentent des vides, des interpolations entre les points de références s'imposent. Ceci est justifiable par l'alternative non satisfaisante d'interpréter ce manque par la valeur 0. Cette interprétation reste plus incorrecte que n'importe quelle estimation via une interpolation (Zeller *et al.*, 2006).

Si des informations sont disponibles concernant le déclin ou l'augmentation d'une capture durant des années où l'interpolation s'est imposée, celles-ci sont utilisées pour avoir des valeurs plus précises. Belhabib *et al.*, (2013), pour leur reconstitution des captures de mérours, ont diminué de 80% le nombre de bateaux actifs en 1988 et 1989 car "*seulement quelques douzaines de navires étaient réellement actifs*", selon une source, durant ces deux années.

- **L'extension** : lorsque les données collectées ne concernent qu'une unité, on étend celles-ci à un ensemble plus large. Par exemple, l'effort à partir de la capture par unité d'effort (Belhabib *et al.*, 2013) est utilisé pour avoir la capture totale.

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

Les incertitudes associées à cette approche sont fortes, une précaution est donc nécessaire pour ne pas surestimer les captures (Pauly, 1998; Zeller *et al.*, 2006; Belhabib *et al.*, 2013). Quelque soient les informations obtenues sur le terrain et auprès de notre source (et qui sont cités dans le reste du document : *, **), notre hypothèse de précaution est que seuls 75% des plaisanciers vendent réellement leurs captures dans le marché local. Concernant la chasse sous-marine, l'hypothèse est que 100% des licences sont prises en considération. En réalité, le nombre de chasseurs effectifs est supérieur au nombre d'autorisation du fait de la difficulté à obtenir un permis de port d'arme (i.e. : le nombre de chasseur informels est très important et difficile à estimer)

3.1.3.1 Estimation des captures des navires de la pêche récréative

Dans un premier temps, le but été d'apporter des informations supplémentaires, corriger et compléter la reconstitution des captures des pêcheries algériennes réalisées par Belhabib *et al.*, (2013). Au début, la possibilité d'avoir des informations concernant les tendances réelles de certains stocks et types d'activité de pêche été explorée. Les réponses obtenues étaient parcellaires, subjectives et pouvaient présenter au moins autant d'incertitudes que les données actuellement disponibles.

Plusieurs entités liées à l'activité de la pêche ont été sollicitées et consultées (des cadres, fonctionnaires, présidents d'associations, présidents de chambres de la pêche). Seule une source (au niveau d'une DPRH de l'ouest du pays) a accepté de collaborer. Cette source a mis à notre disposition le registre des données brutes liées à l'activité de pêche (petits métiers, chalutiers, sardiniers) de son site de débarquement.

Dans un deuxième temps, la question du choix du type d'activité à analyser s'est imposée. Au cours de l'enquête, après demande des données de captures envoyées au CNRDPA par les DPRH, il a été constaté qu'à part pour la wilaya de Boumerdes, la case de la pêche récréative était vide pour toutes les autres wilayas. De plus, les captures collectées dans le registre obtenu, qui concernaient les petits métiers, étaient en réalité celles des petits métiers professionnels et des plaisanciers. Ces données ont été communiquées à la FAO, sans distinction des types de captures. Ajouté à cela, dans une étude faite par Kacher (2010), il a été constaté que la plupart des plaisanciers et des chasseurs sous-marins exerçaient comme pêcheurs professionnels en commercialisant leurs captures illégalement. A partir des trois constatations citées plus haut, il a été jugé que le secteur le plus problématique en ce qui concerne les captures était la pêche

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

récréative. Dans cette partie de l'étude, la pêche récréative en Algérie à travers ces captures (débarquements) ainsi que les revenus et pertes qu'elle génère seront abordés.

Les informations contenues dans le registre obtenu sont les suivantes :

- Chaque feuille du registre correspond à une journée d'activité de toutes les unités de pêche (chalutiers, sardiniers, petits métiers) du site. Chaque feuillet comprend : les noms, immatriculations, captures (par espèces, genre ou famille), en nombre de caisse et non en poids (Annexe 1).

- Sur les feuillets du registre, il n'y pas de colonnes réservées aux débarquements de la pêche de plaisance. Les débarquements (ou captures) de la pêche de plaisance sont comptabilisés comme étant des débarquements de petits métiers (pêche professionnelle). Pour mieux identifier les navires de plaisance, un document de décodage qui permettait de distinguer à travers le nom et l'immatriculation du navire, le pêcheur professionnel du pêcheur de plaisance a été fourni.

Les données de capture contenues dans le registre s'étalent de l'année 2012 à l'année 2014. Sur l'ensemble de cette période, seule l'année 2012 comprend des données complètes telles que décrites précédemment (journalières). C'est pour cela que les données de l'année 2012 ont été retenues dans l'analyse de la pêche récréative.

Conformément au principe d'extension décrit précédemment, il a été retenu que la capture par unité d'effort réalisée en 2012 dans le site est homogène (égale) sur l'ensemble de la période allant de 2011 à 2015. Les années allant de 2011 à 2015 se distinguent par le nombre de licences attribuées. Il a été supposé que le nombre d'année retenu (Cinq ans) correspond à une période où la capture par unité d'effort moyenne ne subit pas de variabilités significatives.

Les captures sont donc estimées sur la base des données annuelles de capture par unité d'effort (CPUE), où l'effort est défini comme le nombre de navires actifs. Toujours conformément au principe d'extension décrit, il a été considéré que la capture par unité d'effort estimée sur le site pour l'année 2012 est homogène sur l'ensemble des sites de la côte algérienne où est pratiquée la pêche de plaisance.

Le principe de l'interpolation ne s'impose pas dans le cadre de notre étude puisque les données de l'activité de la pêche de plaisance couvrent l'ensemble de l'année 2012.

Sur la base des données des débarquements et d'effort de pêche de plaisance de l'année 2012, la capture moyenne par unité d'effort a été estimée de la manière suivante:

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

- L'estimation en poids : une caisse pleine contenant des poissons blancs demersaux équivaut, en poids, à 14 kg. Une caisse contenant des espèces de poissons pélagiques correspond à 17 kg en poids.

- La capture par unité d'effort : elle correspond à la moyenne de débarquement par espèce et par navire réalisées sur le site.

- La capture moyenne par unité d'effort : elle correspond au rapport entre la somme des captures moyennes annuelles par espèces sur l'effort de pêche (nombre d'unité de pêche de plaisance)

- La CPUE moyenne totale : la somme des CPUE moyenne de chaque espèce (équation 2).

$$\text{CPUE annuelle moyenne sur le site} = \sum \text{CPUE moyenne de chaque espèce} \quad (2)$$

Enfin, pour estimer la capture totale (Y) sur l'ensemble de la côte, en premier lieu, le nombre d'autorisation de pêche récréative (une licence par navire) a été obtenu auprès des DPRH des 14 wilayas côtières, puis, en supposant une répartition uniforme des débarquements le long de la côte algérienne après calcul des rendements horaires pour chacune de ces campagnes d'évaluation des ressources demersale: ISTPM, 1982; Massuti *et al.*, 2004; CNRDPA, 2012, la CPUE moyenne a été multipliée par le nombre d'autorisations de plaisance délivrées enregistrées pour les cinq années 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015.

* Il a été supposé ici que toute demande de licence est destinée à une pêche commerciale, car la pêche de subsistance n'exige aucune autorisation (Kacher, 2010). (Équation 3)

$$Y = \text{CPUE moyenne}_{\text{port (site)}} \times \text{Nbre total d'autorisation/an} \quad (3)$$

3.1.3.2 Estimation des captures de la chasse sous-marine

Les autorisations de chasse sous-marine sont délivrées par les DPRH des wilayas côtières. Elles sont individuelles et soumises à l'obtention de permis de port d'arme préalable. On estime à 50, le nombre de jours/chasseur/an, la capture journalière correspond à un poids moyen de 20 kg/chasseur/jour (Kacher, 2010) à l'échelle nationale. L'unité d'effort dans le cas de la chasse sous-marine c'est le chasseur. On désignera la capture par unité d'effort dans le cas de la chasse sous-marine par CPUE_c.

On suppose que le nombre de jours de chasse/an et le poids moyen/jour/chasseur sont constants sur la période 2011-2015. (Équation 4)

$$\text{CPUE}_c \text{ annuelle} = 20 \text{ kg} \times 50 \text{ jours} \times \text{Nbre d'autorisation de chasse sous-marine} \quad (4)$$

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

3.1.3.3 Bénéfices du pêcheur de petits métiers professionnels et des pêcheurs plaisancier, chasseurs sous-marin et perte dans la rente du gouvernement

- Bénéfices des pêcheurs de petits métiers professionnels et des pêcheurs plaisanciers:

Le bénéfice du pêcheur plaisancier (BP), correspond à la différence entre les recettes obtenues suite à la vente de sa capture et les charges d'exploitation nécessaires à la réalisation de cette capture.

La recette : sur la base du bulletin statistique du MPRH, 2015 (données non publiées), le prix moyen (demersales et pélagiques confondus), au débarquement, des espèces capturées par les petits métiers est de 675 DA/kg. La recette totale annuelle correspond au produit entre le prix moyen au kg par la capture totale annuelle en kg.

Les charges (coûts) d'exploitation (CE): elles correspondent aux charges annuelles engagées par le pêcheur pour réaliser ses captures annuelles. Elles comprennent carburant et lubrifiant; entretien du bateau, du moteur et des engins de pêche, frais de permis de pêche, frais du rôle d'équipage, cotisation CASNOS, salaires et cotisations d'un marin embarqué. Au total, les coûts d'exploitation d'un pêcheur de petit métier sont estimés à 120000 DA/an (Kacher, 2010). On notera que les frais d'entretien du bateau, du moteur et de l'engin de pêche sont très réduits à l'échelle annuelle. A titre d'exemple, le renouvellement des engins de pêche ou d'une partie du moteur se font en moyenne une fois tous les trois ans.

En ce qui concerne le pêcheur plaisancier, les charges d'exploitation se résume principalement aux frais du carburant, des lubrifiants et de l'autorisation de pêche de plaisance (3000 DA/an) (JO-RADP n°82, 2007, MF, 2010). Selon notre source, les charges moyennes journalières en carburant et lubrifiant sont de l'ordre de 2300 DA/jour.

$$CE = CE/\text{jour} \times \text{nombre de sorties} \times \text{nombre d'autorisation} \quad (5)$$

** Selon l'ensemble des professionnels consultés, au moins 75% des captures de la pêche de plaisance et de la chasse sous-marine, sont vendues dans les circuits de commercialisation des marchés locaux.

$$BP = [(\text{redevance et charge non acquittées}) + (\text{prix au débarquement} \times \text{CPUE moyenne})] - \text{Coût d'exploitation} \quad (6)$$

- Bénéfices des chasseurs sous-marins

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

Le bénéfice du chasseur sous-marin, correspond à la différence entre les recettes obtenues suite à la vente de sa capture et les charges d'exploitation nécessaires à la réalisation de cette capture. Les charges d'exploitation ne concerne que les frais de l'autorisation de chasse, cette dernière rapportée par jour d'exploitation sur l'année, n'étant pas significative, elle ne sera pas retenue dans les calculs réalisés dans le cadre de cette étude.

La recette : sur la base du bulletin statistique du MPRH, 2015 (données non publiées), le prix moyen (demersales et pélagiques confondues), au débarquement, des espèces capturées par les chasseurs sous-marins est de 675 DA/kg. La recette totale annuelle correspond au produit entre le prix moyen au kg par la capture totale annuelle en kg.

- Pertes dans la rente du gouvernement (PRG)

- La rente du gouvernement, englobe toutes les rentrées provenant des taxes et impôts imposés par le trésor public.

- Les pertes dans la rente du gouvernement correspondent à toutes les taxes et impositions non perçues par le trésor public.

Dans le cas de notre étude, la perte dans la rente du gouvernement correspond aux taxes et impôts (permis de pêche et rôle d'équipage) dont se serait acquittés les pêcheurs plaisanciers s'ils étaient traités et/ou considérés fiscalement comme des pêcheurs de petits métiers. En effet, le pêcheur plaisancier, n'est redevable que du paiement de la taxe liée à l'autorisation de plaisance. Il en est de même pour le chasseur sous-marin (équation 7).

$$\text{PRG} = \text{charges fiscales en tant que pêche commerciale} \\ - \text{charges fiscales en tant que pêche récréative} \quad (7)$$

3.1.4 Résultats

3.1.4.1 Des données collectées et estimées

Sur la base des données contenues dans le registre de la source, une moyenne de vingt unités de pêche étaient actives chaque jour. En décodant les immatriculations, neuf de ces vingt unités étaient inscrites à la plaisance soit un taux de 44% de l'ensemble de la flottille active.

Soixante quatorze (74) est le nombre de jours en mer moyen réalisé par cette flottille chaque année avec un minimum de 28 sorties et un maximum de 116 sorties en fonction de l'unité

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

échantillonnée. La longueur des unités de pêche allait de 4,80 m jusqu'à 6,80 m, la puissance des bateaux des navires allait de 13 à 24 chevaux, la majorité était fabriquée en polyester et issue de chantiers algériens. Le mode de financement de ces unités de pêche englobait l'ANSEJ (Agence Nationale de Soutien à l'Emploi des Jeunes), CNAC (Caisse Nationale d'Assurance Chômage), le ministère de la solidarité, et l'autofinancement.

Les engins de pêche et les zones de pêches fréquentées par les plaisanciers sont identiques aux engins de pêche et les zones fréquentées par les professionnels (voir tableau 2).

Les charges (carburants, lubrifiants) ont été estimés à 2300 DA/jour (selon les pêcheurs et différentes sources).

Les espèces capturées sont récapitulées dans l'annexe 1.

3.1.4.2 Estimation des captures des navires plaisanciers

Les captures des navires de la pêche récréative sont constituées principalement de : 21% de sparidés, 19% de céphalopodes, 10% de sardinelles (*Sardinella aurita*), 10% de bogues (*Boops boops*), 8,3% de chinchard (*Trachurus spp.*), environ 6% de thonidés mineurs, et 1% de merlu (*Merluccius merluccius*), le reste étant constitué d'autres poissons comme la Sardine, ainsi que des espèces appartenant aux Soleidae, Mugilidae, Triglidae, Rajidae, Serranidae, etc.

Les captures par unité d'effort des navires de plaisance ont été calculées en sommant les captures moyennes par unité d'effort pour chaque espèce (Voir Annexe 1). La CPUE moyenne pour 2012 a été estimée à 3256,28 kg/an (**nombre de navires = 9**) avec un minimum de 1636,5 kg et un maximum de 4644 kg. (En fonction du nombre de jour de sorties réalisées par l'unité échantillonnée).

Tableau 2 : liste et nomenclature des différents engins utilisés et zones de pêche fréquentées dans la future AMP de Taza (Kacher, 2010).

| Nomenclature | Zone de pêche | Nomenclature | Engin de pêche |
|--------------|--|--------------|----------------------------|
| TPH | A terre Proche Herbier | FD | Filet dérivant |
| TPHRE | A terre proche herbiers roches éparses | FM | Filet maillant |
| TPP | A terre proximité pente | FM-B | Filet maillant "bonitière" |
| TRESV | A Terre roches éparses sable vase | FM-H | Filet maillant-hameçon |
| TRE | A Terre roches éparses | H-G | Hameçon et Gigue |

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

| | | | |
|------|-----------------------------|------|------------------------|
| TSV | A terre sable vase | LT | Ligne de traîne |
| LEP | Au Large en eau profonde | PF | Palangre de fond |
| L-EP | Au large ou eau profonde | S | Senne |
| HFRI | Hauts Fonds - Roche isolée | S-B | senne-bonitière |
| PO | Plage-oued | S-MF | sennes monofilament |
| RP | Roche Profonde | T | Trémail |
| REHF | roches éparses et haut fond | T-H | Trémail et hameçon |
| | | T-FM | Trémail-filet maillant |

Cette CPUE estimée pour le site d'échantillonnage, a été étendue à l'échelle nationale en utilisant le nombre d'autorisations obtenues durant l'année de 2012 selon le principe de Pauly, (1998) décrit plus haut, pour avoir la capture totale (Y). En 2012, 1780 autorisations ont été délivrées.

$$Y_{2012} = 3256,28 \text{ kg} \times 1780 = 5796178,4 \text{ kg (soit 5796,17 tonnes)}$$

Toujours dans l'esprit de l'extension, et partant du principe que la période est assez courte et qu'il n'y ait pas de variabilité significative de la CPUE moyenne annuelle, l'ensemble de la période allant de 2011 à 2015 a été choisi pour reconstruire la capture totale annuelle (voir tableau 3).

Selon le principe de précaution de la méthode citée plus haut, pour ne pas surestimer les captures totales ni la perte de la rente du gouvernement, 75% du nombre d'autorisations obtenues uniquement ont été utilisés pour les captures des navires de plaisance.

Tableau 3 : Récapitulatif des estimations des captures annuelles reconstruites de la pêche récréative durant la période allant de 2011 à 2015 (HYPOTHESE 75 %).

| Années | Nombre d'autorisation de pêche de plaisance | Nombre total d'autorisation (HYP 75 %) | CPUE annuelle moyenne (t) | Capture totale (Y) réalisée (HYP 75 %) |
|--------|---|--|---------------------------|--|
| 2011 | 1698 | 1273,5 | 3,256 | 4146,86 |

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

| | | | | |
|-------------|------|---------|--------|---------|
| 2012 | 1780 | 1335 | 3, 256 | 4347,12 |
| 2013 | 2067 | 1550,25 | 3, 256 | 5048,03 |
| 2014 | 1987 | 1490,25 | 3, 256 | 4852,66 |
| 2015 | 1832 | 1374 | 3, 256 | 4474,11 |

3.1.4.3 Les captures de la chasse sous-marine

La composition de la capture dépend de la demande, mais elle comprend essentiellement des badèches (*Epinephelus costae*, 70%), des mérours (*Epinephelus marginatus*, 15%), et 15 % de : Corb commun (*Sciaena umbra*), le denté commun (*Dentex dentex*), les sars et dorades (*Diplodus spp*, *Sparus spp*), le baraccuda (*Sphyraena barracuda*) et le poulpe commun (*Octopus vulgaris*).

Comme pour la pêche de plaisance, la CPUE moyenne de la chasse sous-marine a été estimée comme suit, selon Kacher (2010) :

CPUEc moyenne annuelle =

50 jours × 20 kg = 1000 kg (soit 1 tonne) (Kacher, 2010)

$Y_C = CPUEc \times \text{Nombre d'autorisation}$

Toujours dans l'esprit de l'extension, et partant du principe que la période est assez courte et qu'il n'y ait pas de variabilité significative de la CPUE moyenne annuelle, l'ensemble de la période allant de 2011 à 2015 a été choisi pour reconstruire la capture totale annuelle de la chasse sous-marine (voir tableau 4).

Tableau 4: Récapitulatif des estimations des captures annuelles reconstruites de la chasse sous-marine durant la période allant de 2011 à 2015.

| Année | Nombre d'autorisation | CPUE moyenne annuelle (t) | Capture totale annuelle (t) |
|-------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 2011 | 620 | 1 | 620 |
| 2012 | 696 | 1 | 696 |
| 2013 | 693 | 1 | 693 |
| 2014 | 743 | 1 | 743 |

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

| | | | |
|------|-----|---|-----|
| 2015 | 730 | 1 | 730 |
|------|-----|---|-----|

Enfin, les captures totales reconstruites issues de la pêche récréatives pour la période 2011-2015 (plaisance et chasse sous-marine) sont récapitulées dans le tableau 5.

Tableau 5: Capture totale de la pêche récréative durant la période 2011-2015

| Année | capture totale de la pêche récréative (t) (HYP 75%) | capture totale de la chasse sous-marine (t) | Capture totale |
|-------|--|---|----------------|
| 2011 | 4146,86 | 620 | 4766,86 |
| 2012 | 4347,12 | 696 | 5043,12 |
| 2013 | 5048,03 | 693 | 5741,03 |
| 2014 | 4852,66 | 743 | 5595,66 |
| 2015 | 4474,11 | 730 | 5204,11 |

3.1.4.4 Bénéfices des pêcheurs plaisanciers

Comme décrit précédemment, le bénéfice généré par la capture totale a été estimé comme suit :

$$\text{Bénéfices du pêcheur} = [(120000 - 3000 \text{ DA}) + (675 \text{ DA} \times 3256 \text{ kg})] - (2300 \text{ DA} \times 74 \text{ sorties}) = 2\ 146\ 100 \text{ DA}$$

Ainsi, le total des revenus par pêcheur pour l'année 2015 (l'année la plus récente), équivaut à 2 143 800 DA, soit près de 178650 DA par mois, autrement dit, 6 fois (5,56) le salaire moyen net mensuel algérien (secteur privé) estimé à 32100 DA (ONS, 2015).

3.1.4.5 Bénéfices des chasseurs sous-marins

Le bénéfice du chasseur sous-marin est estimé comme décrit précédemment :

$$\text{Bénéfices du chasseur} =$$

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

$$(675 \text{ DA} \times 20 \text{ kg} \times 50 \text{ jours}) = 675000 \text{ DA}$$

La valeur des débarquements pour le chasseur sous-marin en 2015 est estimée à 675000 DA, soit 56250 DA par mois par chasseur, soit presque deux fois (1,75) le salaire moyen algérien net mensuel algérien (secteur privé) estimé à 321 USD (ONS, 2015).

3.1.4.6 Perte dans la rente du gouvernement

$$\text{PRG annuel} = (117000) \times \text{Nombre licence (HYP 75\%)}$$

Les pertes dans la rente du gouvernement sont récapitulées dans le tableau 6 :

Tableau 6: Perte dans la rente du gouvernement sur la période étudiée

| Année | Nombre total d'autorisation (HYP 75 %) | PRG (DA) |
|--------------|---|-----------------|
| 2011 | 1273 | 148 941 000 |
| 2012 | 1335 | 156 195 000 |
| 2013 | 1550 | 181 350 000 |
| 2014 | 1490 | 174 330 000 |
| 2015 | 1374 | 160 758 000 |
| Total | 7022 | 821 574 000 |

3.1.5 Discussion

Les données obtenues ont permis une reconstitution de la pêche de plaisance dont les informations sont sévèrement absentes et dont les captures sont complètement ignorées. La période relativement courte a fait que la méthode utilisée se base exclusivement sur l'extension à l'échelle nationale en utilisant le nombre d'autorisations délivrées (effort) et une CPUE calculée.

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

Les captures de la pêche récréative (plaisance et chasse sous-marine) reconstituées en Algérie ont atteint pas moins de 4766 t/an entre 2011-2015, ce qui est supérieur aux estimations précédentes de captures annuelles de plaisance de 1000 t où il a été considéré que 80 % des plaisanciers étaient constitués de palangriers (Belhabib *et al.*, 2013). Cette étude a permis :

-De constater que les plaisanciers utilisaient les mêmes engins de pêche, pêchant les mêmes espèces dans les mêmes zones que les pêcheurs professionnels.

-D'estimer des captures souvent considérées comme insignifiantes. Ceci constitue une concurrence déloyale entre le secteur professionnel et une activité sensée être destinée aux loisirs uniquement.

La question de la concurrence entre le secteur artisanal (traditionnel) et le secteur des loisirs se reflète dans d'autres exemples au niveau mondial. En effet, les pêcheries canadiennes du Pacifique, dont la gestion est basée sur un contrôle de la production, ont généré un différend important sur l'accès à la ressource entre le lobby de la pêche récréative et les communautés de pêcheurs autochtones traditionnelles lorsque 12% du quota de pêche global a été réaffecté au secteur des loisirs. Cette question était exacerbée par le fait que les captures du secteur des loisirs dans le Pacifique canadien, lorsqu'elles étaient surveillées, semblaient dépasser les quotas de ressource attribués (Gislason, 2006). Ces allocations ont aliéné des communautés de pêcheurs indigènes et petits métiers à diverses occasions et restent un problème récurrent, principalement motivé par les priorités d'accès et le manque de connaissances sur les impacts de la pêche récréative (Gislason, 2006, Hauck, 2009).

A titre d'exemple, sur les quelques données (production totale annuelle) de la pêche récréative récoltées à Boumerdes pour la période 2011-2015, notre reconstruction des captures sur la base de ces données a montré des différences significatives (entre 59 et 501 fois les captures réalisées), ce qui illustre une grande disparité et une forte sous-estimation des captures de la pêche récréatives. (Voir figure 6).

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

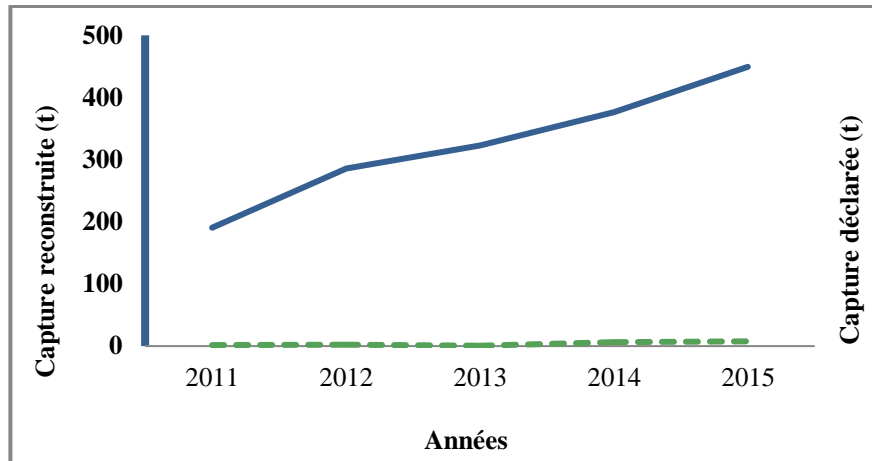


Figure 6: Comparaison entre les captures officielles déclarées (en tirets) et les captures reconstruites (trait plein) de la wilaya de Boumerdes entre 2011 et 2015

Ce même fait a été observé à l'échelle globale (Pauly et Zeller, 2016) y compris dans les pays connus comme leaders dans la gestion de la pêche. Par exemple: en Nouvelle-Zélande, malgré l'introduction d'un système de gestion par quotas depuis 1986, la capture reconstituée est deux fois plus élevée que les données communiquées à la FAO (Simmons *et al.*, 2016). Aux Iles Bahamas, la reconstruction totale des pêcheries correspond à 2,6 fois les débarquements signalés à la FAO (Smith et Zeller, 2013).

Si, dans notre site de débarquement, 44% sont des prises qui proviennent des plaisanciers, on ne sait pas quelle est la proportion de ces prises dans les autres sites de débarquements au niveau du littoral national. En plus, il est important de noter que les plages d'échouage et autres lieux de débarquement improvisés, (environ 32) le long de la côte algérienne (Sahi et Bouaicha, 2003, MATEV, 2013), ne sont pas comptabilisés dans les statistiques officielles.

Ajouté à cela, on observe que durant la période 2013-2016, le nombre d'autorisations de plaisance délivrées diminue légèrement alors que le nombre de bateaux ayant les caractéristiques des petits métiers est en augmentation (MPRH, 2016). On soulignera aussi qu'il existe des bateaux non enregistrés (sans identifiant) qui ne sont pas inclus dans cette étude. Une autre différence est observée entre les nombres d'autorisations, tels que communiqués par l'administration des pêches locales (DPRH) et les compilations réalisées par l'administration centrale des pêches (MPRH) : en 2013, le total communiqué par les DPRH était de 2067 alors que la compilation du MPRH était de 25042 (MPRH, 2013).

Dans notre étude, les plaisanciers bénéficient d'un prix '*trop réduit*' des licences alors qu'ils concurrencent les pêcheurs artisanaux professionnels (petits-métiers) sur les mêmes stocks de poissons, les mêmes zones de pêche et les mêmes circuits de commercialisation

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

(marchés). L'insuffisance du système de surveillance et de contrôle de la pêcherie algérienne, notamment la pêcherie de plaisance fait que :

i) des volumes importants de captures ne sont pas comptabilisés, ce qui biaise dangereusement la durabilité des stocks ciblés ;

ii) des pertes importantes dans les revenus du trésor public (du gouvernement) lorsqu'on se réfère au rapport taxes et impôts perçus sur les pêcheurs petits-métiers et ceux perçus sur les pêcheurs plaisanciers, sachant que ces derniers commercialisent aisément les captures malgré l'interdiction en vigueur.

Le prix '*trop réduit*' des licences est un '*rabais offert*' non attendu par le gouvernement. Il est une forme de subvention de renforcement des capacités et selon Sumaila *et al.*, (2010), ce type de renforcement est classé comme étant une "mauvaises conventions" entre le gouvernement et le bénéficiaire. Selon ces mêmes auteurs (Sumaila *et al.*, 2010), ce '*rabais offert*' est un capital permettant de réduire les coûts et/ou augmenter les revenus qui, en plus des impacts négatifs potentiels sur l'environnement, a des impacts socio-économiques de grande portée.

Sur la période 2011-2015, la perte dans la rente du gouvernement est considérable: elle a été estimée à 821 574 000 DA. Rien qu'en 2015, les captures des pêcheurs (plaisanciers et chasseurs respectivement) ont été estimées à 4474,11 t et à 730 t et elles ont généré des bénéfices de 2 948 741 400 DA aux pêcheurs plaisanciers et des bénéfices de 492 750 000 DA aux chasseurs sous-marins.

A titre d'exemple, le salaire moyen d'un pêcheur plaisancier est de 178650 DA soit presque six fois celui d'un salarié du secteur privé en 2015 (ONS, 2015). Ces niveaux de revenus de la pêche de plaisance et de la chasse sous-marine peuvent avoir des conséquences considérables sur ceux réalisés par les pêcheurs professionnels mais aussi contribuer au déclin des stocks ciblés.

En Afrique de l'Ouest, par exemple, la pêche artisanale, y compris la pêche de subsistance, est si importante qu'elle contribue à l'emploi de 1,7 millions de personnes. Cette grande contribution augmentant au fil du temps a pour conséquence la diminution des captures, ce qui aggrave la pauvreté dans ces pays (Nunoo *et al.*, 2014; Belhabib *et al.*, 2015a). Au Sénégal, une concurrence entre les sous secteurs de la pêche artisanale et de la pêche industrielle entraîne une diminution des revenus de la pêche des petits poissons pélagiques, qui correspondent plus aux besoins des communautés locales (Belhabib *et al.*, 2014).

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

Pour assurer la durabilité d'un stock, la FAO a mis en place des recommandations et des codes de conduite pour une pêche responsable (EIFAC, 2008; FAO, 2012). Les codes de conduite qui existent en matière de pêche récréative ne sont pas contraignants et il est libre aux états de les adopter ou non. De plus, il est important de noter que même lorsque le secteur de la pêche récréative est réglementé et contrôlé, il y a un impact écologique et une contribution au déclin des stocks halieutiques mondiaux (Post *et al.*, 2002; Cooke et Cowx, 2004; Ferter *et al.*, 2013; Barreiros, 2015).

Dans cette étude, il a été démontré l'impact économique important que cette activité pouvait avoir, mais en plus de cela, une estimation des captures insoupçonnée a été mise en évidence. Cette pêche qui concurrence le secteur professionnel constitue incontestablement un effort de pêche supplémentaire qui exerce une pression significative sur les stocks d'espèces ciblées. Cette pêche de plaisance utilise les mêmes engins sélectifs que la pêche professionnelle et leur intensification peut perturber, à terme, la composition démographique des populations d'espèces exploitées en ciblant une ou plusieurs gammes ou classe de tailles intermédiaires (Kacher, 2010).

Les lacunes dans la réglementation et les insuffisances dans le système de contrôle sont les principaux responsables de cette situation (voir encadré ci-dessous). Du fait de ces lacunes dans la réglementation, bon nombre de bateaux de plaisance sont exploités à des fins commerciales (Kacher, 2010) et piétinent les droits des pêcheurs artisanaux. En effet, pour la même gamme de longueur de bateau, le nombre de licences de loisirs (plaisance) est parfois 1,7 fois plus élevé que le nombre de permis de pêche au petits-métiers (professionnelle). En 2015 le nombre d'autorisation de pêche de plaisance était de 1832 contre 1100 permis de pêche au petits-métiers. La différence la plus importante en termes de nombre de licences entre les deux secteurs est observée à Tipaza, Chlef, Mostaganem et Oran (voir tableau en Annexe 2).

Cette étude met en lumière les profondes implications sociales et économiques négatives de la pêche récréative en Algérie. La réglementation imprécise du secteur de la pêche de loisirs permet une confusion "légitime" avec le secteur de la pêche professionnelle et l'absence de contrôle "banalise" une non-conformité. La gestion de la pêche récréative dans un cadre social fragile comme c'est le cas de l'Algérie, où la subvention de la pêche récréative est perçue comme une redevance destinée à réduire les pressions sociales (Carrier, 2002, Lequesne, 2004, FAO, 2005) est une tâche difficile mais nécessaire. Les pertes tant sur la ressource marine que sur les pêcheurs professionnels et le trésor public sont beaucoup plus importantes que ce qui est perçu dans l'esprit collectif. Une revue de la réglementation ainsi qu'une meilleure prise de

3.1.La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

conscience de la part des gardes côtes et des autorités en général est très importante et parait très urgente pour une meilleure gestion du stock halieutique.

3.1. La pêche récréative ou de plaisance en Algérie

L'article 62 du décret exécutif n° 03-481 stipule clairement que *"le produit de la pêche récréative est destiné à l'autoconsommation, qu'il ne peut être colporté, exposé à la vente, vendu sous quelque forme que se soit, échangé ou acheté en connaissance de cause"* et que *"la pêche récréative exercée à bord des navires et bateaux de plaisance est soumise à l'obtention d'une autorisation délivrée par l'administration chargée de la pêche"* (Article 63) (JO-RADP N°78). Conformément aux conditions ci-dessus, la différence de droits de licence d'un montant total supérieur à 160758000 DA (117000 DA/pêcheur/an) évaluée dans cette étude incite de nombreux pêcheurs artisanaux à se convertir à une pêche de plaisance en raison de : l'absence de contrôle et la réduction des charges. En effet, alors que le décret exécutif n°96-121 abrogé dans l'article 72 du décret exécutif de 2003 (JO-RADP n°22), définissait avec précision dans son article 46 les conditions d'exercice de la pêche sportive (restrictions de distance : 300 mètres de la côte, des ports, bassins et zones de mouillage, d'engins, de période : du lever au coucher du soleil et restriction d'engins : lignes armées de 10 hameçons par personne à bord du navire), les nouvelles réglementations adoptées à partir de 2011 ne fournissent aucune spécificité en ce qui concerne les infractions potentielles, ne précisant que la destination de la capture qui doit être pour l'autoconsommation et non pour la vente (JO-RADP n°36). En 2015, cette loi a été modifiée et complétée, et *"est puni d'une amende de cent mille (100.000 DA) à deux cent mille dinars (200.000 DA) quiconque exerce la pêche récréative, en infraction aux dispositions de l'article 27 de la loi 01-11"* (JO-RADP n° 18). Sans plus de précision, cela signifie que la commercialisation des prises reste la seule infraction.

Pour la chasse sous-marine, bien qu'elle soit plus détaillée et plus restrictive dans les articles 65-71 du décret exécutif 03-481 (JO-RADP n° 78), des infractions par rapport à l'âge du plongeur (inférieur à 16 ans), à la méthode (utilisations de bouteilles à oxygène, ou de foyer lumineux), aux horaires autorisés à la pêche (entre le coucher et le lever du soleil) sont souvent observées. En plus de ces infractions, un grand nombre de personnes non autorisées chassent le long de la côte, ce qui signifie que les estimations et les valeurs de capture présentées ici sont vraisemblablement sous-estimées

(Publication dans la revue de rang A: Plos One. En annexe 3)

*Influence des macro-
déchets sur la faune
benthique et demersale
algérienne*

قال الله تعالى:

﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ
لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾

[سورة الروم: 41]

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

3.2.1 Introduction

De nombreuses études (UNEP/MAP, 2015), sur les déchets marins, menées en mer Méditerranée ont conclu que celle-ci est une des mers les plus touchées par la pollution en macro-déchets (plages et fonds marins). Dans une étude récente, Suaria et Aliani, (2014) ont enregistré un maximum de densités en débris marins anthropiques flottants (plus de 52 objets / km²) dans la mer Adriatique et dans le bassin algérien. Par ailleurs, dans les sédiments intertidaux du golfe d'Arzew, une étude (Bouchentouf et Aïnad Tabet, 2013) a conclu qu'un pourcentage d'environ 13,9 % de ce dernier était du plastique (débris de 0,5 à 1 cm). Sur la côte algérienne, les données relatives à la pollution par les macro-déchets sont rares, de plus aucune étude n'a été effectuée sur les fonds chalutables.

Dans ce chapitre, ont été traités les macro-déchets se trouvant sur les fonds chalutables en Algérie. Pour ce faire, les données issues des campagnes d'évaluation des ressources demersales (ALDEM) réalisées par le CNRDPA durant les années 2013, 2014 et 2015 ont été utilisées. Après analyse de ces données, elles ont été reliées à la composition de la biodiversité des fonds chalutables explorés.

3.2.2 Matériel et méthodes :

- Des données collectées

Les macro-déchets ont été collectés lors des campagnes d'évaluation des ressources demersales (ALDEM) réalisées par le CNRDPA, en 2013, 2014 et 2015 à bord du navire de recherche *Grine Belkacem*. Au total, 26 prélèvements ont été effectués en 2013, 54 en 2014 et 67 en 2015.

Période de campagnes : pour l'ensemble des trois années, les campagnes se sont déroulées durant la période Mai-Juin. Cette période correspond au début de la fermeture biologique de la pêche en Algérie (du 1er Mai au 31 Aout), période durant laquelle, l'activité chalutière est partiellement interdite.

Zones prospectées : ce sont toutes les zones chalutables exploitées se trouvant dans les eaux algériennes qui sont explorées lors des campagnes ALDEM (voir carte des zones chalutables

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

ALDEM2012). La zone explorée va de la frontière algéro-tunisienne à la frontière algéro-marocaine pour des profondeurs allant de 20 à 600 m. Le protocole utilisé lors des campagnes ALDEM est celui décrit dans le rapport MEDITS, (2012). Dans notre étude, les durées de chalutage, les caractéristiques de l'engin de pêche, qui est un chalut de fond à deux faces avec côté (Grande ouverture et côtés GOC 73), et les profondeurs ont été pris en compte.

Le chalut utilisé est un chalut de fond GOC 73 dont le maillage du sac est de 20 mm, l'ouverture horizontale est de 22 m et l'ouverture verticale est de 4 m (MEDITS, 2012).

Les macro-déchets (MD): Les MD sont tous les déchets solides dont la taille est supérieure ou égale à 2.5 cm (UNEP/MAP, 2015). Dans cette étude, ils concernent tous ceux qui sont récoltés lors des traits de chaluts réalisés entre 20 m et 660 m durant les campagnes ALDEM de 2013, 2014, 2015. Pour la campagne de 2013, seules les données des zones situées entre Ain Benian et la frontière marocaine ont été traitées. Dans l'analyse relative aux MD, il n'est pas question d'étude de la tendance et de l'évolution, les trois séries de données des campagnes sont compilées et analysées dans le but de définir deux zones (la zone propre, la zone polluée) qui vont servir pour les autres aspects de la présente étude.

- La zone propre : la moins chargée en MD.

- La zone polluée : la plus chargée en MD.

La biodiversité marine (BM): ce sont toutes les espèces (poissons, mollusques et crustacés) se trouvant dans le chalut après virage (remontée à bord) durant les campagnes ALDEM 2013 et ALDEM 2014 se trouvant entre 20 et 200 m de profondeur. Cette zone (plateau continental) a été choisie, car elle représente la zone la plus productive en matière de biodiversité et la zone où est supposée une accumulation plus importante de macro-déchets .

3.2.2.1 Répartition des déchets le long de la côte algérienne

Le nombre macro-déchets par trait a été uniformisé et ramenés au km² afin d'avoir des résultats comparables. Pour ce faire, la méthode de l'aire balayée décrite par Sparre et Venema, (1996) a été utilisée. Cette méthode consiste en l'estimation de l'aire balayée ou parcourue par le chalut en utilisant les données relatives à la vitesse, la durée du trait de pêche, la distance parcourue et les caractéristiques du chalut:

$$a = D \times h \times X2 \quad D = V \times t \quad (8)$$

a = aire balayée (m²).

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

h = longueur de la ralingue supérieure du chalut ou corde de dos du chalut (m).

X = Fraction de la longueur de la ralingue supérieure (la valeur de $X=0.5$ est le meilleur compromis pour la Méditerranée selon Sparre and Venema, (1996).

D = Distance parcourue par le chalut (m).

V = Vitesse du navire (m/h).

t = temps de chalutage (h).

Afin d'avoir une idée de la distribution des MD en fonction de la profondeur, une corrélation entre la densité (concentration) des MD (obtenue à partir de la moyenne des quantité de déchets récoltés) et la profondeur a été réalisée. Pour ce faire, deux paliers de profondeur ont été retenus : 20 m à 200 m et 201 m à 660 m.

3.2.2.2 Caractérisation des macro-déchets marins.

Après chaque virage, tous les MD ont été collectés, triés et ont été classés en huit catégories principales selon leur nature, comptés et pesés (Annexe 4). Cette classification diffère légèrement selon les protocoles avec plus ou moins de catégories mais elle comportent toutes les catégories suivantes : le plastique, le caoutchouc, le metal, le textile, et le verre, (Cheshire *et al.*, 2009, Galgani *et al.*, 2013, UNEP/MAP, 2015, MEDITS, 2016). Les engins de pêche (cordes et filets) ainsi que le bois traité ont été rajoutés dans la fiche utilisée.

Pour la caractérisation des déchets et leur quantification, seul le nombre des objets a été pris en compte et non le poids. Selon Galgani *et al.*, (2013), les biais engendrés par les poids sont relatifs. Il en va ainsi des bouteilles et autres contenants pleins et fermés; ou des tissus et éponges absorbants davantage d'eau que d'autres matériels.

Les pourcentages des MD, selon leur nature ou leur utilisation, ont été estimés pour chaque campagne, en divisant le nombre de déchets par catégorie sur le nombre total d'éléments collectés.

$$\% \text{ MD nature} = \frac{\text{Nombre MD}_{\text{nature}}}{\text{Nombre MD}_{\text{total}}} \quad (9)$$

$$\% \text{ MD utilisation} = \frac{\text{Nombre MD}_{\text{utilisation}}}{\text{nombre MD}_{\text{total}}} \quad (10)$$

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

3.2.2.3 Relation entre les macro-déchets (MD) et la biodiversité marine (BM)

L'hypothèse retenue dans cette partie de l'étude, est que les MD influencent négativement la présence d'espèces dites à fonds (substrats) meubles et influencent positivement les espèces dites à fond rocheux et celles qui tolèrent les fonds rocheux. Tous nos traits de pêche ont été réalisés sur des fonds meubles (argile, vase, sable, petits graviers), le pourcentage des espèces "benthiques" et "demersales" de fonds meubles (EBDFM) a été calculé.

Les espèces pélagiques, qui sont sans lien avec le substrat, n'ont pas été prises en compte. Le type d'habitat (de substrats meubles ou de substrats rocheux) a été attribué pour chaque espèce sur la base des synthèses bibliographiques communément utilisées (Lloris et Rucabado, 1998; Froese et Pauly, 2015).

Pour ce faire, deux approches ont été testées :

- La première consiste à établir une relation entre le pourcentage des EBDFM et le nombre de déchets récoltés durant chaque opération de pêche (trait de pêche).

- La deuxième approche consiste à comparer le pourcentage moyen des EBDFM entre les traits réalisés dans la zone "propre" et ceux réalisés dans la zone "polluée". Ces deux zones sont définies sur la base des résultats de la répartition des MD durant les trois années d'étude.

- Test statistiques

Un test non paramétrique de comparaison des moyennes de Mann-Whitney, (Mann et Whitney 1947) avec $\alpha = 0,05$ a été utilisé pour comparer :

- La densité des MD en fonction des paliers de profondeur.

- La densité des MD dans la zone propre et la zone polluée.

- Les proportions en pourcentage des EBDFM dans la zone propre et la zone polluée.

Le logiciel XLSTAT est utilisé pour effectuer ces tests. Dans ce logiciel, la valeur de U observée qui est la valeur minimum des deux valeurs U_1 et U_2 est à comparer avec la valeur de U critique. Elles sont calculées à partir des équations suivantes :

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_1(N_1+1)}{2} - R_1 \quad (11)$$

$$U_2 = N_1 N_2 + \frac{N_2(N_2+1)}{2} - R_2 \quad (12)$$

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

Où N_1 et N_2 , est le nombre d'observation des échantillons 1 et 2 et R est la somme des rangs des observations.

Dans les deux premiers cas, le test a été choisi en raison de la non normalité de la distribution de l'échantillon. Dans le troisième cas, ce choix est justifié par le nombre restreints d'observation, la distribution de la normalité ne pouvant, dans ce cas, être vérifiée.

Dans les deux premiers cas cités plus haut, étant donné le nombre d'observation ($n_1=39$ et 22 et $n_2=108$ et 24) supérieur à vingt (le nombre figurant dans la table), la valeur de U critique a été calculée en utilisant la formule, ci-dessous, recommandée par Graham, (2011).

$$U_{\text{critique}} = \mu - z \times \sigma - 0.5 \quad (13)$$

Où :

$$z = 1.96$$

$$\mu \text{ (moyenne de la distribution)} = 0.5 \times N_1 \times N_2$$

$$\sigma \text{ (écart type)} = \sqrt{((N_1 \times N_2) \times (N + 1)) / 12} \quad (14)$$

On peut aussi comparer la valeur de la *p-value* au niveau de significativité α pour vérifier les hypothèses (l'hypothèse est confirmée lorsque *p-value* est inférieure à α) .

3.2.3 Résultats

3.2.3.1 Résultats de l'aire balayée

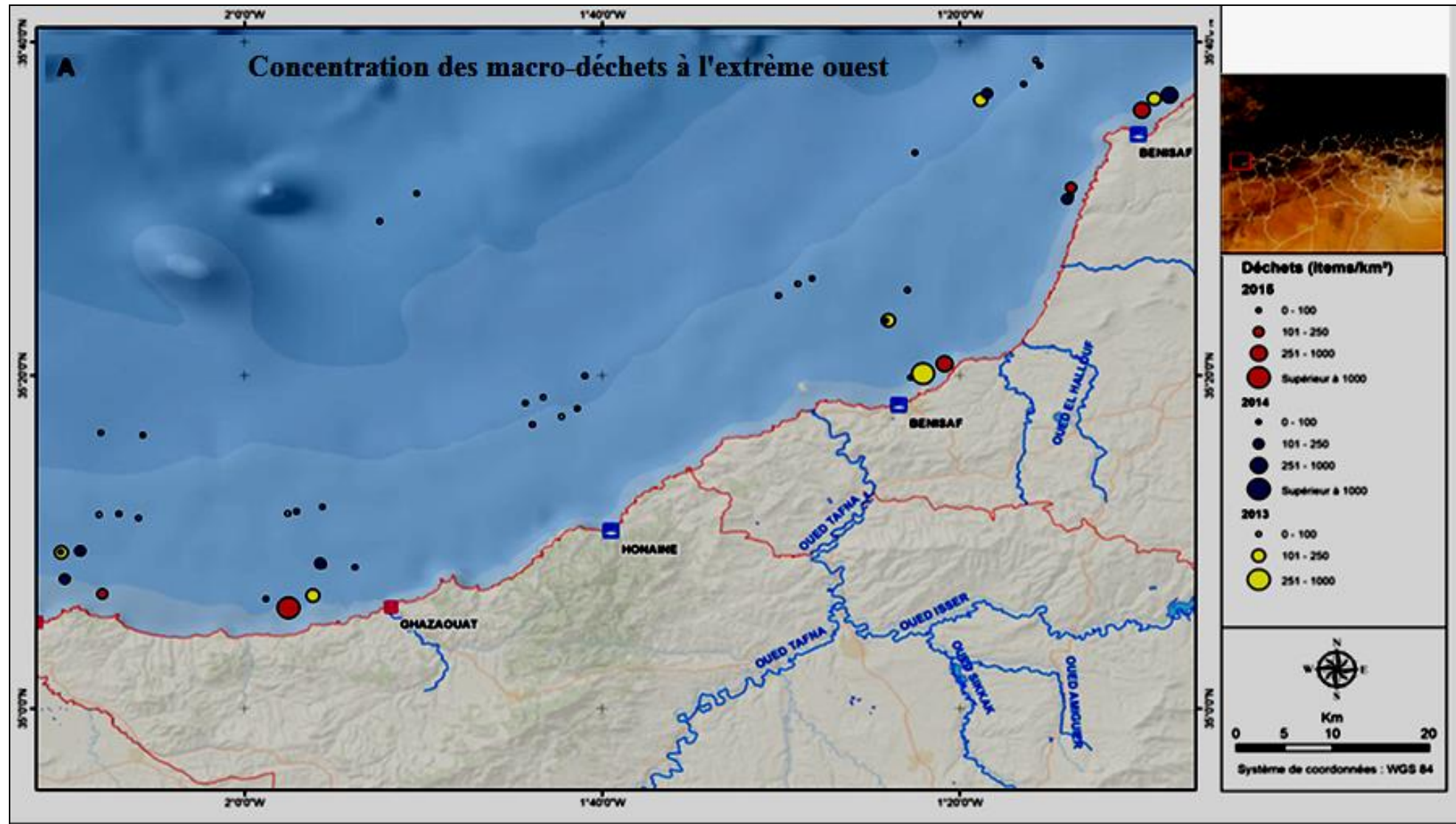
Au total, 147 traits de pêche ont été réalisés sur l'ensemble des trois campagnes qui ont balayé une surface de $8,736 \text{ km}^2$ (figure 7). Une illustration des déchets récoltés est donnée en figure 8 pour la station d'Alger laquelle présentait le plus grand nombre de déchets.

Dans cette aire balayée, ont été récoltés 1589 déchets (figure7, Annexe 5). Le nombre de déchets récoltés varie de 0 à 289 articles par trait de pêche.

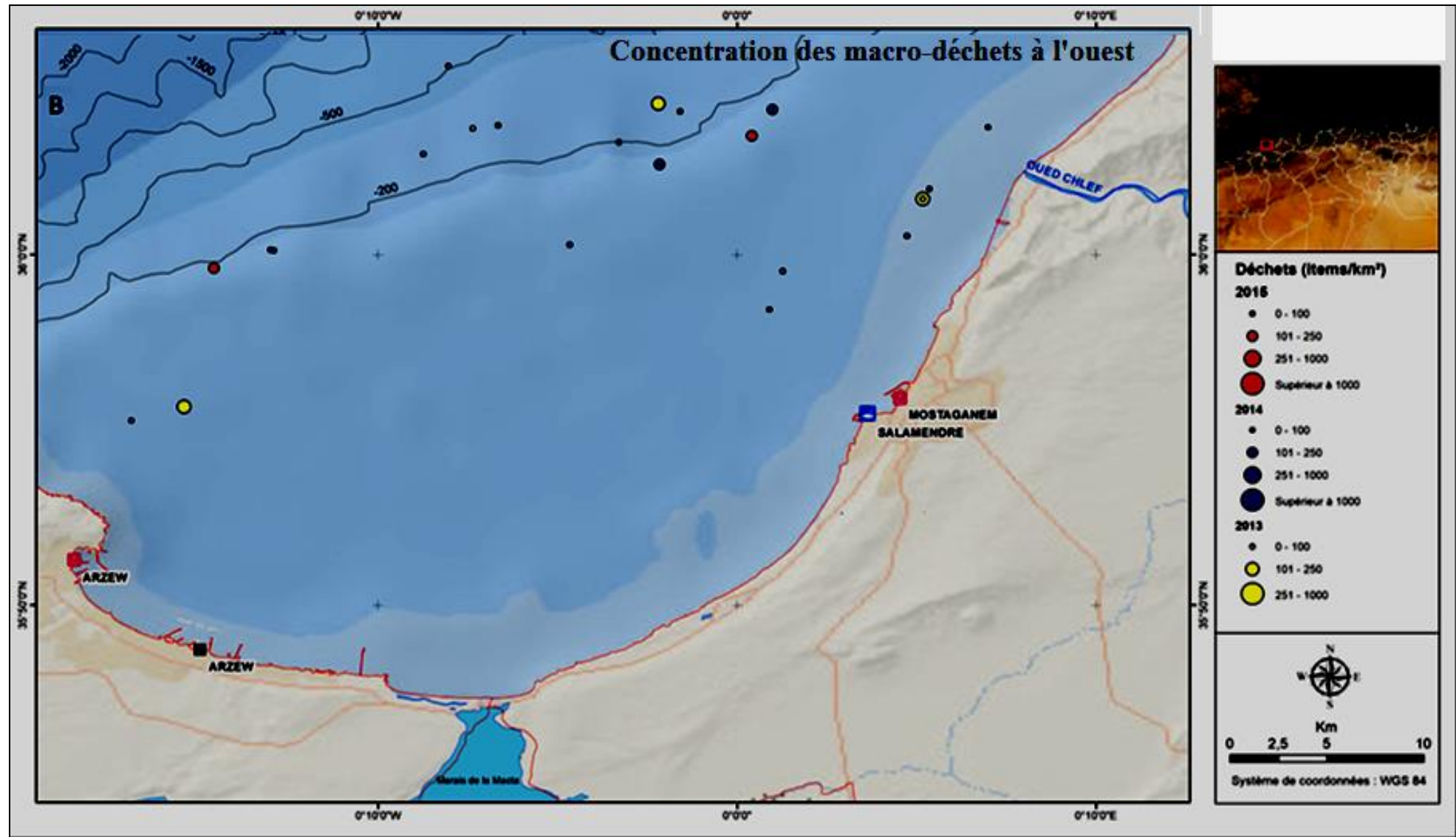
L'aire balayée par le chalut et le nombre d'articles varient en fonction des années à cause du nombre de traits réalisés :

- 215 articles récoltés de $1,40 \text{ km}^2$ d'aire balayée en 2013;
- 302 articles récoltés de $2,979 \text{ km}^2$ d'aire balayée en 2014;
- 1072 articles récoltés de $4,35 \text{ km}^2$ d'aire balayée en 2015.

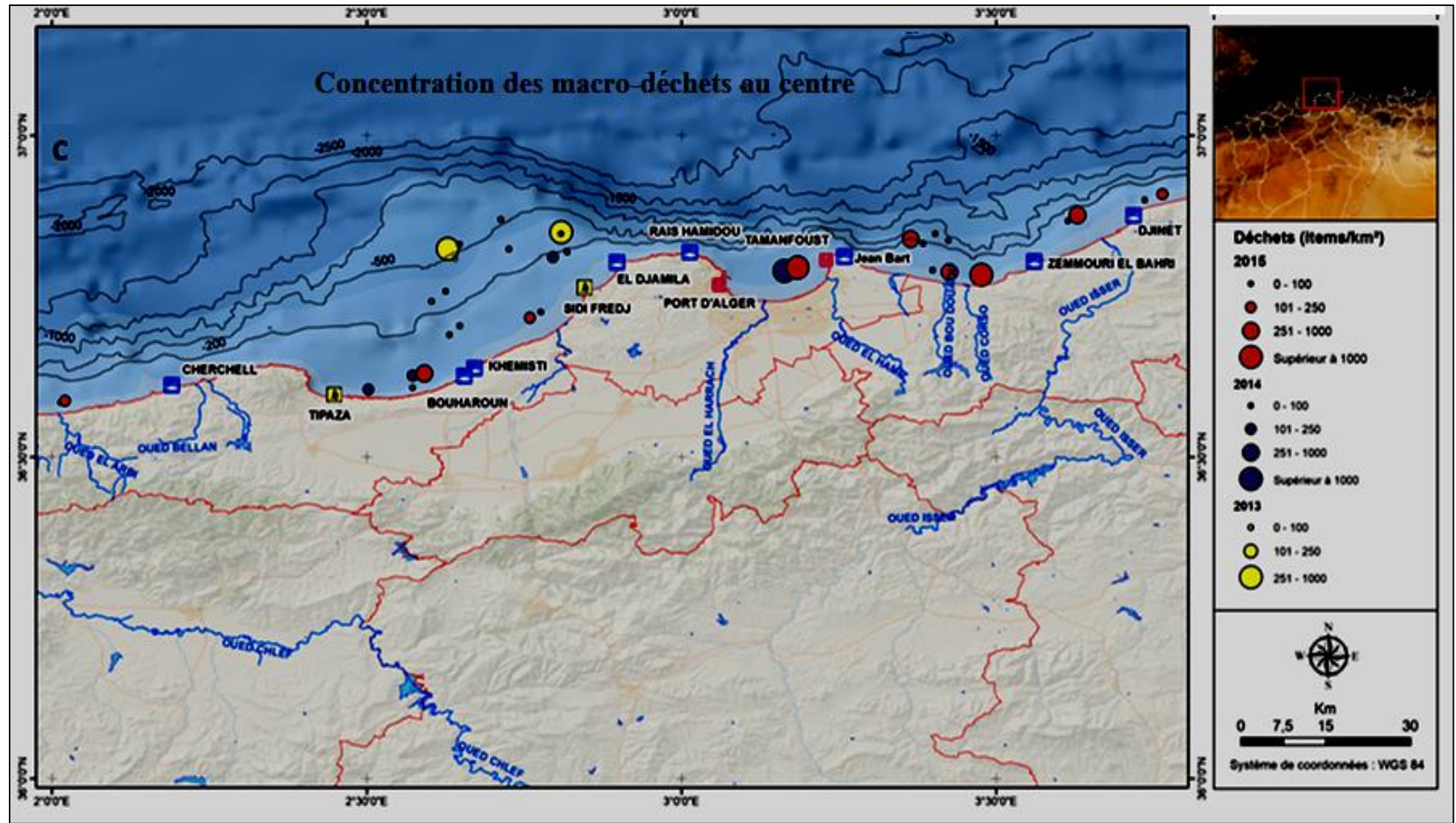
3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



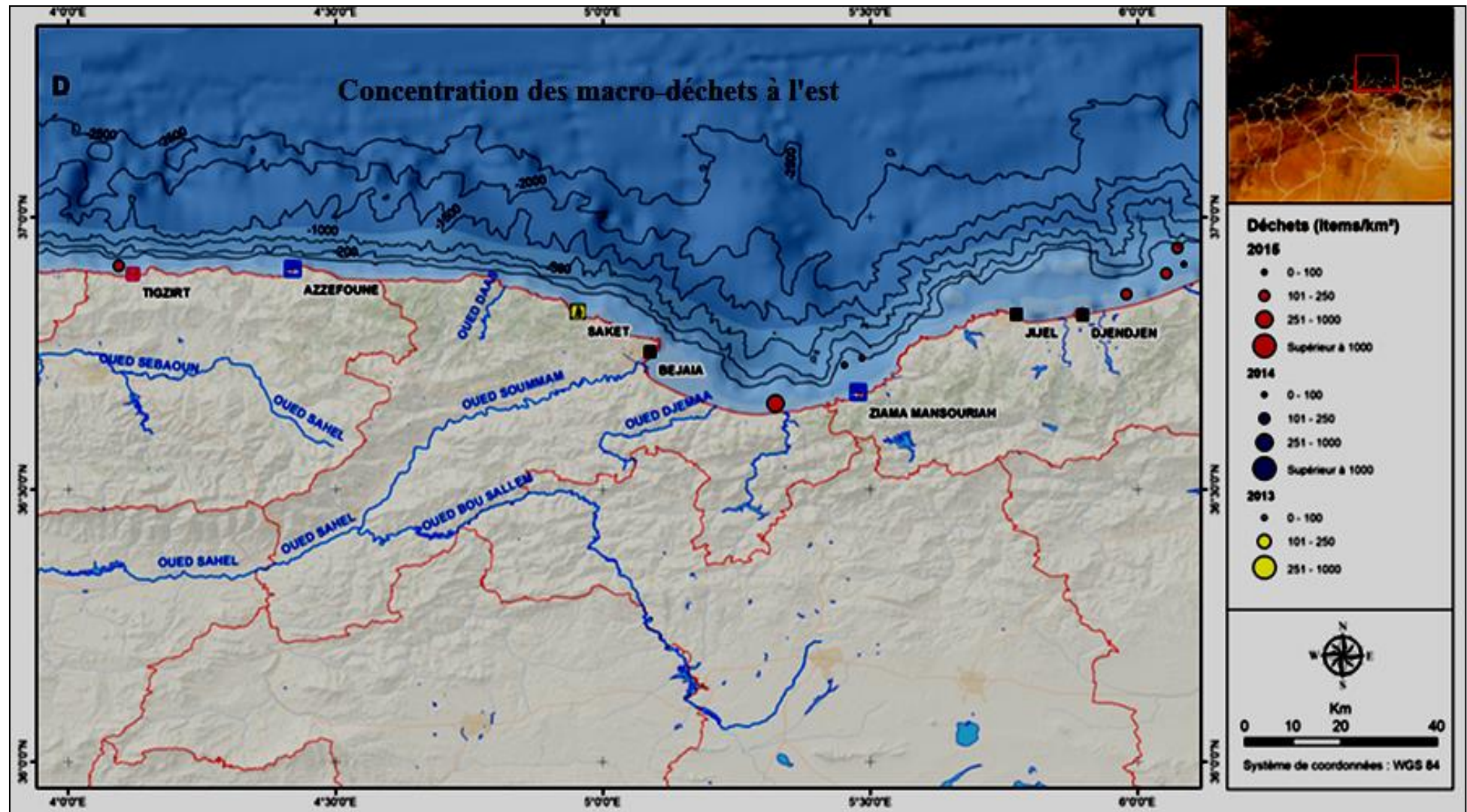
3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

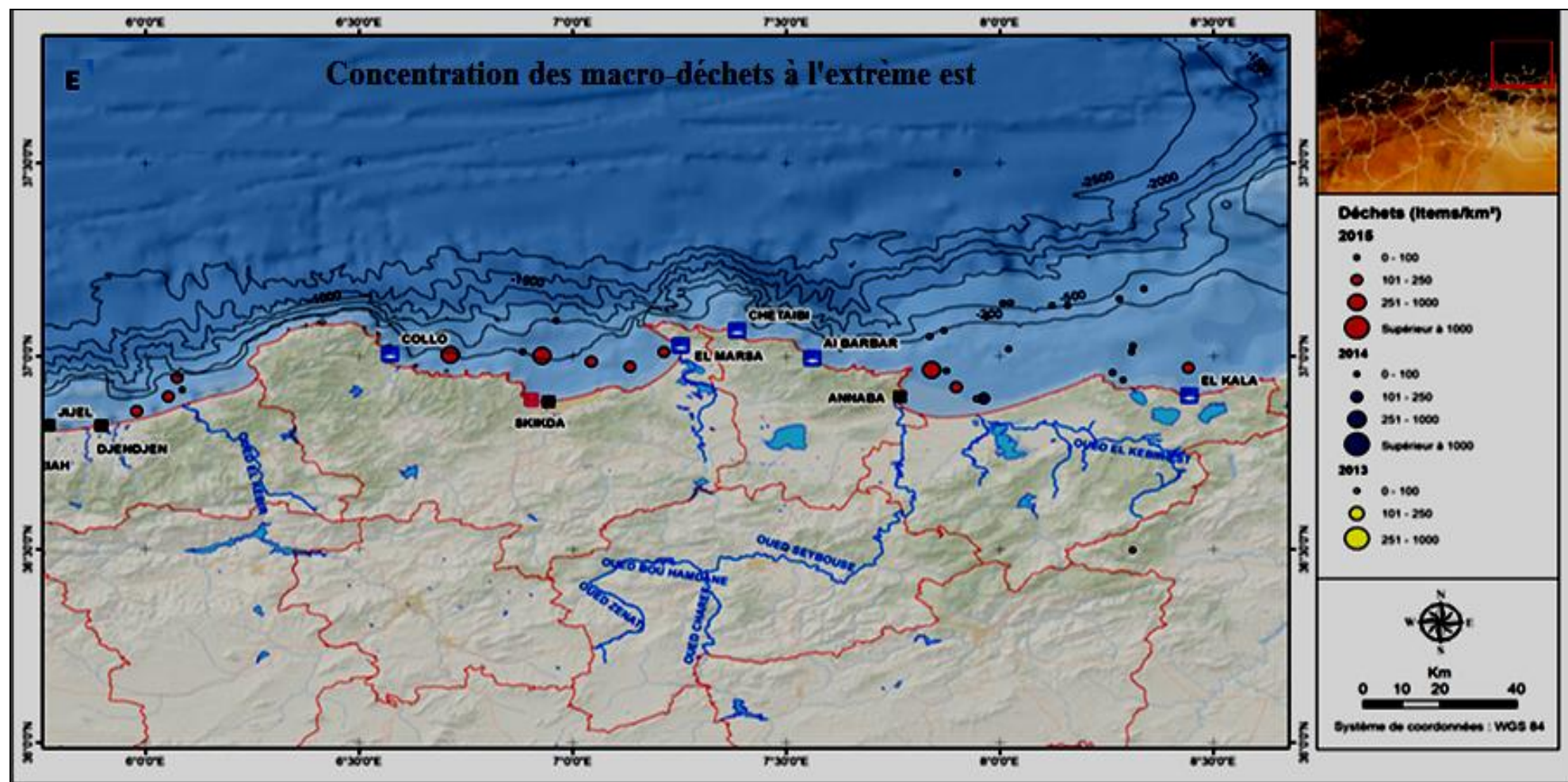


Figure 7: La concentration des macro-déchets /km² récoltés le long de la côte algérienne en 2013, 2014, 2015, les lettres A, B, C, D; E représentent l'extrême ouest, l'ouest, le centre, l'est et l'extrême est respectivement

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



Figure 8: Illustration des MD collectés à la station d'Alger (El Harrach) à 41 m de profondeur le 23 Juin 2014 après 20 minutes de pêche

3.2.3.1 Répartition des macro-déchets le long de la côte algérienne

La moyenne en MD dans le palier 20-200 m est de $254,217 \text{ articles/km}^2 \pm 656,44$ avec un minimum de 0 et maximum de $5464,22 \text{ articles/km}^2$ (108 traits), alors qu'elle est de $71,23 \text{ articles / km}^2 \pm 86, 06$ avec un minimum de 0 et maximum de $415,96 \text{ article /km}^2$ (39 traits) dans le palier 201-600 m. La valeur de U_{critique} égalant 1978,46 est inférieure à $U_{\text{observée}}$ de 2894 ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle les macro-déchets sont plus concentrés au niveau du plateau continental (figure 9, Annexe 5).

Les deux régions, Alger- Tipaza et El Tarf-Annaba présentent les valeurs les plus fortes et les valeurs les plus faibles, respectivement. Elles correspondent, dans le même ordre, à la *zone polluée* et à la *zone propre*.

La densité de macro-déchets dans la zone "propre" est égal à $61,08 \pm 64,89 \text{ article/km}^2$ un minimum de 0 et un maximum de $264,70 \text{ articles/km}^2$ contre $472,17 \text{ articles/km}^2 \pm 1138,68$ dans la zone "polluée" avec un minimum de 0 et un maximum de $5464,22 \text{ articles /km}^2$. La valeur de U_{critique} égalant 159 est inférieure à $U_{\text{observée}}$ de 239,53 confirmant ainsi la différence significative en termes de présence de MD dans ces deux régions (Annexe 5).

3.2.3.1 Caractérisation des macro-déchets marins

La classification en nombre des MD par la nature du produit montre que le plastique est le matériau dominant pour les trois campagnes (figure10 a, figure 11a, b, c): 70% en 2013, 77%

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

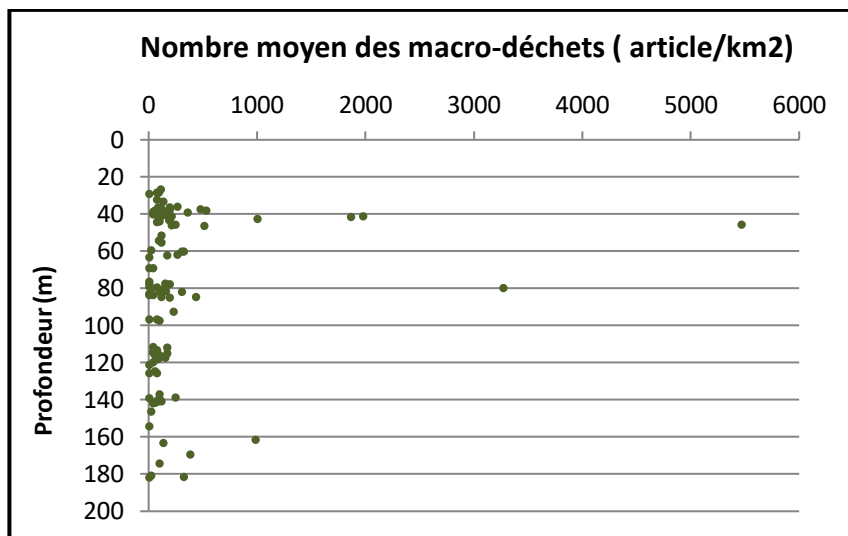
en 2014 et 70% en 2015. Il est suivi par les métaux (12%, 14% et 10% respectivement en 2013, 2014 et 2015). Le textile représente 2 % en 2013 et 5% en 2014 et 2015, le caoutchouc principalement représenté par les pneus ont une proportion de 2% en 2013 et 2014 et 4% en 2015 (figure 11d) le verre ne représente que 1% des macro-déchets, les matériaux de construction (principalement du parpaings) représente une proportion maximale de 1%, concernant le bois traité, il n'était présent qu'en 2015 avec une proportion de 1% (figure 10a).

Durant les trois campagnes, les sacs et les bouteilles en plastique ainsi que les emballages alimentaires sont les articles dominants en nombre sur les trois années avec, respectivement : 44%, 23% et 13% en 2013, 27%, 56% et 3% en 2014 et 41%, 26% et 6% en 2015. Les sacs en plastique représentent la plus grande portion en 2013 et 2015, Les bouteilles quant à elle représente la plus grande portion des MD de 2014. Les pneus représente une proportion variant entre 1 et 5 %, les vêtements, éponge, canettes, verre, parpaings, bois traités quant à eux ne représentent qu'une proportion ne dépassant pas les 3% en nombre de MD (figure 10b).

Les engins de pêche sont représentés par les cordes, les filets de pêche et les pots de pêche au poulpe. Les cordes sont présent à 2% pour les trois années, les filets de pêche sont présents à une proportion d'un maximum de 1% en 2015, et les pots de pêche au poulpe représente 9% en nombre de MD de 2013, 5% en 2014 et 9% en 2015 (figure 10b, figure 11e, f,g).

a)

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



b)

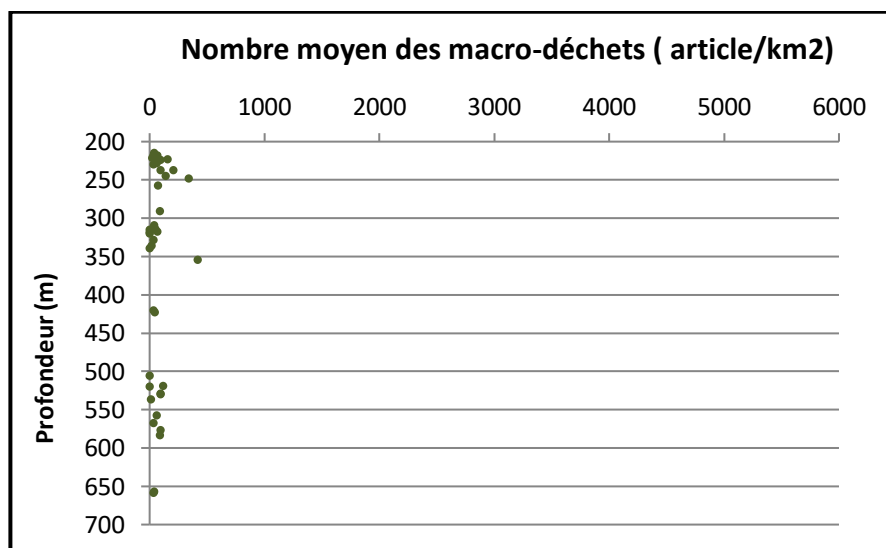


Figure 9: Nombre des MD par trait de chalut ramené au km² en fonction de la profondeur. a) entre 20 et 200 m. b) entre 201 et 660m.

3.2 Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

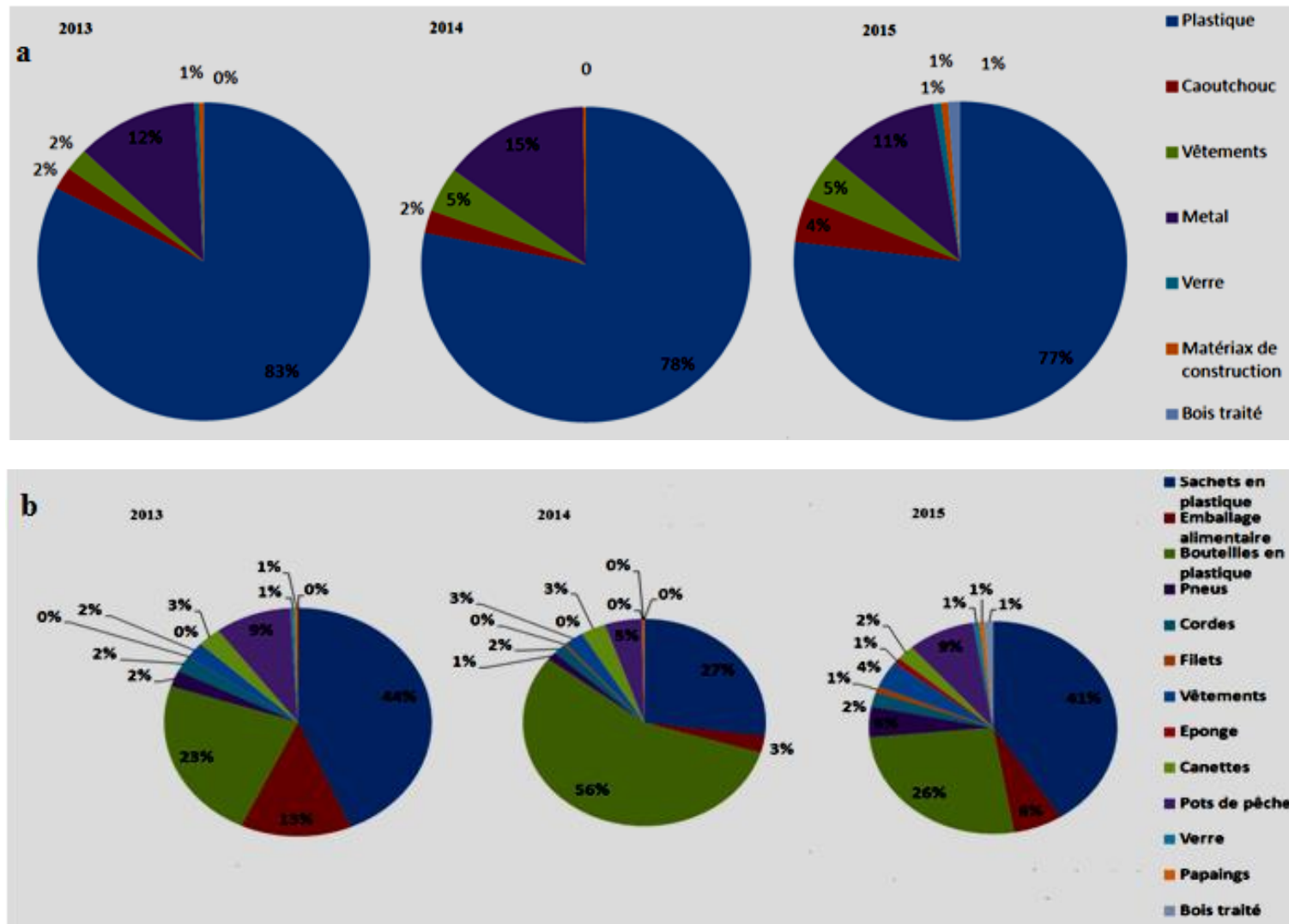


Figure 10: Caractérisation (Proportion) en nombre des MD récoltés durant les campagnes ALDEM 2013, 2014, 2015 entre 20 et 600m de profondeur. a: proportion par nature des objets, b : proportion par utilisation

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne



Figure 11: Illustrations de quelques MD collectés durant les campagnes ALDEM 2013, 2014, 2015 (A, B, C: bouteilles et sacs en plastique, D : pneus. E: filets et cordes, F, G: Pots de pêche au poulpe).

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

3.2.3.2 Relation entre les macro-déchets et la biodiversité marine

Les résultats des pourcentages des espèces benthiques et demersales à substrats meubles entre 20 et 200 m sont récapitulés dans le tableau 7. La courbe de corrélation entre les EBDFM et le nombre de macro-déchets récoltés par trait de pêche est représentée par la figure 12. Aucune corrélation n'est visible entre ces deux paramètres ($R^2 = 0,01$). En revanche, .Il a été constaté que dans les région dites "propre" et "polluée", les EMDFM présentent la valeur la plus forte (trait n° 5 de 2014 à El Kala) et la valeur la plus faible (trait n° 1 de 2014 à Alger) respectivement. Une autre approche a été tentée, qui est de comparer le pourcentage des EBDFM uniquement dans ces deux régions.

En comparant les pourcentages des EBDFM entre les deux régions dites "propre" et "polluée", une différence a été observée entre les moyennes des pourcentage de ces espèces (69,57 % et 78,95 dans le zone "propre" et la zone "pluée" espectivement). Les résultats du test de Mann-Whitney confirme l'hypothèse selon laquelle les EBDFM exclusives sont négativement corrélées avec les macro-déchets au profit des espèces qui vivent aussi sur les fond rocheux avec $U_{observée}$ de 8.5 inférieure à $U_{critique}$ de 24 et α de 0,05 (tableau 8).

Tableau 7: les déchets récoltés par trait de pêche entre 20 et 200 m de profondeur et le pourcentage des espèces benthiques et demersales à fond meubles rencontrées de 2013 et 2014.

| Willaya | Année | Profondeur du trait | Nombre total de déchets | % des EBDFM |
|----------|-------|---------------------|-------------------------|-------------|
| TPZA | 2013 | 161 | 52 | 61,9 |
| MOST | | 27 | 6 | 81,25 |
| MOST | | 119 | 2 | 61,11 |
| MOST | | 77 | 8 | 55,17 |
| AIN TMCH | | 41 | 5 | 68 |
| AIN TMCH | | 55 | 6 | 55,56 |
| AIN TMCH | | 146 | 1 | 56,52 |
| AIN TMCH | | 36 | 14 | 58,62 |
| AIN TMCH | | 92 | 12 | 51,52 |
| AIN TMCH | | 125 | 3 | 60 |
| TLMC | | 41 | 10 | 39,29 |
| TLMC | | 82 | 5 | 62,07 |
| TLMC | | 116 | 3 | 65 |
| TLMC | | 55 | 8 | 66,67 |
| TLMC | | 146 | 2 | 56,52 |
| ALGER | | 2014 | 41 | 71 |

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

| Willaya | Année | Profondeur du trait | Nombre total de déchets | % des EBDFM |
|----------------|-------|---------------------|-------------------------|-------------|
| ANNABA | 2014 | 63 | 0 | 66,67 |
| ANNABA | | 37 | 6 | 61,76 |
| ANNABA | | 39 | 2 | 63,64 |
| EL KALA | | 83 | 0 | 77,78 |
| EL KALA ANNABA | | 77 | 0 | 66,67 |
| EL KALA ANNABA | | 181 | 1 | 65,22 |
| JIJEL | | 59 | 1 | 51,72 |
| BJYA | | 78 | 10 | 45,83 |
| BJYA | | 142 | 2 | 54,17 |
| BMRD | | 32 | 4 | 73,68 |
| TLMC | | 118 | 5 | 72 |
| GHZT | | 84 | 6 | 73,91 |
| GHZT | | 42 | 5 | 48,15 |
| GHZT | | 39 | 9 | 58,33 |
| GHZT | | 81 | 8 | 65 |
| GHZT | | 115 | 3 | 68 |
| GHZT | | 140 | 4 | 62,96 |
| AIN TMCH | | 37 | 4 | 61,54 |
| AIN TMCH | | 97 | 4 | 65,38 |
| AIN TMCH | | 125 | 4 | 60 |
| TPZA | | 46 | 11 | 60 |
| TPZA | | 85 | 10 | 55,56 |
| AIN TMCH | | 141 | 4 | 56 |
| BJZDJAR | | 43 | 10 | 62,5 |
| AIN TMCH | | 60 | 17 | 51,43 |
| MOST | | 79 | 4 | 50 |
| MOST | | 121 | 0 | 52,17 |
| BMRD | | 83 | 2 | 69,57 |
| BMRD | | 174 | 5 | 62,5 |
| BMRD | | 42 | 5 | 62,96 |
| TPZA | | 38 | 3 | 69,57 |
| MOST | | 115 | 9 | 66,67 |
| MOST | | 69 | 2 | 59,26 |
| MOST | | 28 | 5 | 58,82 |
| TPZA | | 114 | 2 | 63,64 |
| TPZA | | 163 | 7 | 55,17 |
| TPZA | | 44 | 5 | 58,62 |

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

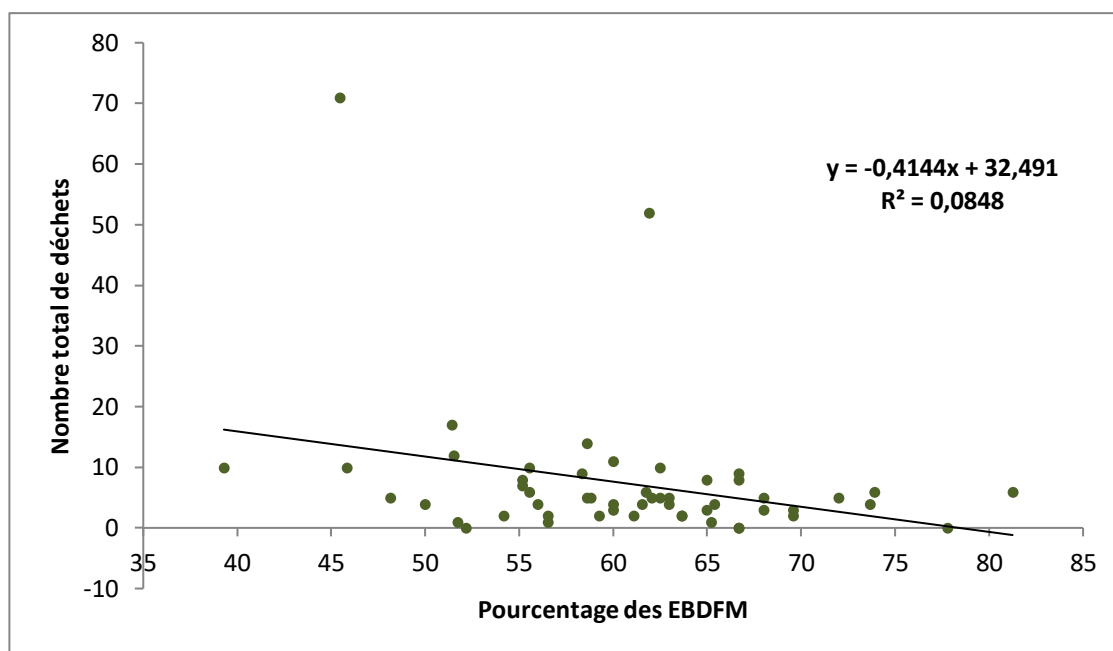


Figure 12: Corrélation entre les espèces benthiques et demersales de fonds meubles (EBDFM) et le nombre de déchets récoltés par trait de pêche sur toute la côte.

Tableau 8: Récapitulatif des Pourcentages (%) des espèces, benthiques et demersales à fond meubles, rencontrées en 2013 et 2014 dans la zone propre (Annaba-El Kala) et la zone polluée (Alger-Tipaza).

| Zone propre : Annaba-El Kala | | Zone polluée : Alger-Tipaza" | |
|------------------------------|-------------|------------------------------|------------|
| Profondeur | % des EBDFM | % des EBDFM | Profondeur |
| 39 | 76,92 | 61,9 | 161 |
| 70 | 64,71 | 60 | 46 |
| 35,5 | 73,08 | 55,56 | 85 |
| 34,5 | 78,95 | 69,57 | 38 |
| 62 | 73,68 | 63,64 | 114 |
| 191 | 70,59 | 55,17 | 163 |
| 97,5 | 73,91 | 58,62 | 44 |
| 63 | 66,67 | 45,45 | 41 |
| 37 | 61,76 | | |
| 39 | 63,64 | | |
| 83 | 77,78 | | |
| 77 | 66,67 | | |
| 181 | 65,22 | | |

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

3.2.4 Discussion

La répartition verticale des macro-déchets le long de la côte algérienne montre que ceux-ci sont plus concentrés en nombre au niveau du plateau continental que dans le reste des zones prospectées, et que les plus fortes concentrations se trouvent en face ou à proximité des embouchures des oueds avec 416 déchets/Km² en 2013 et 264 déchets/Km² en 2015 en face de l'oued Mazafran, 510 déchets/Km² en face de l'oued Boudouaou en 2015, 1096 déchets/Km² face à oued Corso en 2015, 529 déchets/Km² en face de l'embouchure d'oued Aguerioune et 264 déchets/Km² en face de l'oued Seybouse en 2015. La plus chargée d'entre elles est la station d'Alger en face de l'embouchure de l'oued El Harrach avec 1859 déchets/Km² en 2014 et 5464 déchets/Km² en 2015. Ceci est expliqué par la topographie du fond : le plateau continental constitue une zone de décantation.

Même si les plus fortes valeurs se trouvent entre 20 et 200 mètres, cette frange présente aussi des valeurs basses, ainsi, la répartition des macro-déchets ne suit pas un gradient négatif en fonction de la profondeur mais semble influencée par d'autres facteurs tels que les courants et les vents ainsi que la présence des embouchures des oueds. En effet, dans notre étude, des traits peuvent être très chargés en macro-déchets et se trouver à proximité de traits qui en sont presque dépourvus. Ceci pourrait être expliqué par le fait que ces déchets ont une présence ponctuelle et ne sont pas stationnaires, entraînés par les courants, ils pourraient s'accumuler dans certains endroits plus que dans d'autres. Ceci explique également la présence de débris à 660 m qui, par la circulation du courant algérien et ses tourbillons, sont entraînés sur de grandes distances. Willis *et al.*, (2017) ont démontré que le transport par les vents et les courants est le facteur principal de transport des débris de l'amont des estuaires vers la côte en Australie. Ceci pourrait expliquer que certaines stations éloignées des embouchures des oueds présentent de fortes densités en macro-déchets comme c'est le cas pour la station qui se trouve en face de l'embouchure de oued Mazafran, qui a présenté l'une des plus forte densité avec 983 déchets/Km² en 2013 à 161m de profondeur et qui était sans aucun déchet l'année d'après. La taille de la population côtière, la proximité des infrastructures urbaines ainsi que le nombre des drains des eaux usées sont fortement corrélés avec la quantité de débris retrouvée.

La comparaison entre les deux zones "propre" et "polluée" semble confirmer ce constat car la présence des oueds d'El Harrach et de l'oued Mazafran et la présence de la réserve d'El Kala de l'autre, font que ces deux régions sont des régions où la charge en macro-déchets est plus constante que dans le reste des régions.

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

Comparativement à d'autres études réalisées en Méditerranée, la baie d'Alger, caractérisée par son faible échange avec le large, est l'une des zones du bassin les plus polluées par les déchets. La densité des déchets de 3662 ± 2549 articles/Km² est proche de celui retrouvé en mer Tyrrhénienne et de la côte méditerranéenne espagnole avec 5960 ± 3023 et 4424 ± 3743 articles/Km² respectivement (Sanchez *et al.*, 2013). La zone d'El Tarf avec une densité de $37 \pm 39,7$ items/Km² présente, quant à elle, des valeurs proches des zones les moins chargées en macro-déchets à savoir : les eaux circalittorales maltaises avec 97 ± 78 items/Km² (Mifsud *et al.*, 2013), le Détroit de Sicile avec 66 items/Km² (Fiorentino *et al.*, 2015), le Nord de la mer adriatique avec 83 articles/Km² (Melli *et al.*, 2017).

Cette répartition permet de conclure que l'origine de la plus grande partie des déchets récoltés est terrestre concordant ainsi avec les études antérieures menées en Méditerranée et dans d'autres régions (UNEP/MAP, 2015; Galgani, 2015). La source majeure de ces déchets est la non gestion des décharges sauvages municipales des zones côtières et le transport des déchets en période de crues via les égouts pluviaux ou les cours d'eau (Hardesty *et al.*, 2016; Elias, 2018). En effet, malgré l'absence de fleuves au sens strict du terme en Algérie, le réseau hydrographique algérien est caractérisé par un grand nombre d'oueds à débit moyen et irrégulier dépendant fortement des périodes de crues lors des orages et fortes pluies, qui selon leur intensité, peuvent provoquer des inondations en un temps très court (Boutoutaou et Zeggane, 2014). Citons comme exemple, l'oued El Harrach la surface de son bassin maritime représente un tiers de sa surface. Son débit moyen qui est de 4 à 5 m³ / s, peut passer de zéro en période sèche à 3000 m³ / s en cas d'inondation. L'origine de ses eaux est l'eau de pluie, les apports de ses confluent, les eaux usées urbaines et industrielles, les eaux de ruissellement et l'eau de mer refoulée, (Aroua et Berezowska-Azzag, 2009).

La population côtière représente 36% de la population algérienne et vit dans une région ne représentant que 1,6% du territoire national. Cette population est passée de $197,8$ hab. /Km² en 1987 à 274 hab. /Km² en 2008, avec un maximum de 3666 hab. / Km² à Alger soit cinq fois plus élevé qu'Oran, la deuxième ville la plus densément peuplée (ONS, 2011). En outre, la population rejette plus de 8684 tonnes de déchets urbains solides, évacués dans 380 décharges sauvages situées sur la bande côtière. Parmi les 136 communes côtières, 39 seulement récoltent les déchets vers des centres d'enfouissement techniques et des décharges contrôlées (MATEV, 2013).

La classification par nature des MD récoltés lors des trois campagnes ainsi que par rapport à leur utilisation a confirmé la prédominance du plastique. Ceci est observé dans toutes les

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

estimations antérieures des débris marins, qu'il s'agisse de plages, de fonds marins ou de débris flottants (Stefatos *et al.*, 1998; Katsanevakis, 2008; Galgani *et al.*, 2015; UNEP/MAP, 2015; Bouchentouf et Aïnad Tabet, 2013; Suaria et aliani, 2014; Alshawafi *et al.*, 2017). À titre d'exemple, l'Algérie utilise 6,5 milliards de sacs plastiques, ce qui correspond à une utilisation moyenne de 200 sacs par an par algérien (CDER, 2013), ce qui en fait le cinquième consommateur mondial de sacs en plastique. Durant la campagne de 2015, par exemple, 446 sachets, 70 emballages alimentaires et 287 bouteilles en plastique ont été récoltés.

En dépit de cette réalité alarmante et au lieu d'interdire l'utilisation de sacs plastique à usage unique (actuellement gratuits et largement utilisés) et d'encourager les sacs et emballages biodégradables et/ou à usage multiple, une taxe spécifique sur les sacs en plastique d'environ 10,5 DA par kilogramme de plastique est prévue pour les fabricants depuis 2004 (JO-RADP, n°3) mais n'a jamais été appliquée. Dans la loi de finances pour 2018, son application a été prévue mais son montant est aussi dérisoire que le précédent (35 DA / Kg) (JO-RADP, n°82).

Le matériel de pêche récoltés sont au nombre de 11 pour les filets, 34 pour les cordes et 131 pour les pots de pêche au poulpe durant les trois campagnes. Les effets néfastes de la pêche fantôme (captures d'organismes marins par des engins perdus, rejetés ou abandonnés en mer) sur la biodiversité marine sont nombreux. En mer Caspienne, par exemple, on a dénombré 524 poissons appartenant à 10 espèces et 3 oiseaux marins qui ont été piégés dans 515 filets maillants abandonnés ou perdus mesurant plus de 30 km au total (Masompour *et al.*, 2018). Concernant les effets des pots de pêche perdus ou abandonnés, une étude a été menée dans la baie de Chesapeake aux Etats Unis concernant les pots de pêche du crabe bleu *Callinectes sapidus*. Il a été démontré que la collecte de 34408 pots perdus a permis un gain significatif en matière d'efficacité des pots actifs évalué à 21,3 million USD. Ainsi, sur l'échelle globale, un gain d'environ 831 million USD pourrait être récupéré annuellement en retirant 10 % des pots et trappes perdus ou abandonnés issues des principales pêcheries de crustacés (Scheld *et al.*, 2016)

Influence des macro-déchets sur la biodiversité marine des fonds chalutables

D'une manière générale, la réduction accélérée des espèces est directement liée à la destruction de leurs habitats (Brooks *et al.*, 2002; Myers *et al.*, 2013; Pimm *et al.*, 2014; Brown *et al.*, 2015). Les espèces benthiques et demersales, espèces dépendantes de leurs habitats, sont directement influencées par la présence de macro-déchets comme il a été démontré dans cette étude. Ces déchets occupant leur espace et changeant la nature du substrat, les biocénoses sont

3.3. Influence des macro-déchets sur la faune benthique et demersale algérienne

modifiées car ces espèces sont vraisemblablement remplacées par des espèces à fonds rocheux. Cette différence dans la distribution des espèces benthiques entre ces deux zones, pourrait être expliquée par la libération de produits chimiques perturbateurs endocriniens qui feraient fuir ces espèces, mais ces perturbateurs dans ce cas, feraient aussi fuir les espèces qui vivent dans les fonds rocheux. La non corrélation de ces espèces avec les déchets par traits est tout à fait normale puisque les espèces mettent du temps pour s'installer ou pour fuir une région, une corrélation supposerait que la composition en espèces dans un endroit donné changerait constamment en fonction des déchets qui varient en fonction des vents et courants comme expliqué plus haut, ce qui n'est pas plausible. C'est pour cette raison, que le choix de deux régions présentant des quantités de déchets plus ou moins constants permet une comparaison justifiable. Ces résultats sont en accord avec les résultats de certaines études réalisées antérieurement :

En effet, dans une étude en mer Adriatique, des bouteilles en plastique et des jarres en verre ont été placées dans trois sites pendant une année et comparées avec le même type de contenant provenant de sites "propres". Il a été constaté une augmentation de l'abondance totale et de la richesse spécifique dans les sites pollués. Ceci est expliqué par le fait qu'ils ont été utilisés comme abris et lieu de ponte par des espèces mobiles ou qu'ils ont attiré les espèces à fond rocheux, provoquant ainsi un changement de la biodiversité autochtone à cause de la prédation ou de la compétition avec les espèces nouvellement installées. Ce changement de la biodiversité peut causer la disparition locale de certaines espèces, principalement celle, dont la distribution géographique est limitée (Katsanevakis *et al.*, 2007).

Des effets indirects peuvent aussi influencer la composition de la faune benthique. Lors d'une étude réalisée au niveau d'un site chargé de sacs en plastique pendant neuf semaines, l'assemblage de la faune benthique à été complètement altéré à cause des conditions d'anoxie (la réduction du potentiel redox et l'augmentation de l'ammonium), et de la baisse de la production primaire provoquée par la barrière formée par les sacs en plastique empêchant le dépôt de la matière organique sur le sédiment (Green *et al.*, 2015). Le même constat avait été fait par Gilardi *et al.*, (2010) et Good *et al.*, (2010) en ce qui concerne les filets fantômes qui piègent des particules fines en abrasant les fonds marins.

La gestion de la ressource marine, avec ces informations nouvelles, devrait être plus efficace en les intégrant à la stratégie de préservation de la biodiversité.

*Influence des
changements
climatiques sur la
ressource marine
vivante algérienne*

«Nous menons une guerre contre la nature. Si nous la gagnons, nous sommes perdus»

Hubert Reeves

3.3 Influence des changements climatiques sur la ressource marine

3.3.1 Introduction

La majeure partie de la faune méditerranéenne est composée d'espèces de la paléoméditerranée (Dov Por et Dimentman, 1985) et 56 à 58 % des espèces méditerranéennes sont d'origine herculéenne (Barbault et Foucault, 2010, Psomadakis *et al.*, 2012). Au cours des dernières dizaines d'années, la mer Méditerranée a été sujette à une modification de sa circulation thermohaline. Béthoux *et al.*, (1990), estiment que les eaux profondes méditerranéennes, entre 1988 et 1989 étaient de 0,12 °C plus chaudes et de 0,03 psu plus salées qu'en 1959, provoquant ainsi une modification de sa biodiversité (Quignard, 2011; Psomadakis *et al.*, 2012), majoritairement causée par des immigrations lessepsiennes via le canal de Suez (Zenetos *et al.*, 2017).

La superposition de couches sédimentaires, les bioconcrétionnements littoraux ainsi que les fossiles des animaux et des plantes qui s'y trouvent, ont toujours été un excellent indicateur du climat passé à cause des caractéristiques biogéographiques et leur affinité en matière de température, de salinité et des variations du niveau de la mer. Ainsi, certaines espèces, par leur présence, extension ou disparition, permettent de connaître l'évolution du climat actuel et de confirmer ou infirmer certaines théories et scénarios émis par les scientifiques concernant le climat futur. Beaucoup d'espèces sont citées ces dernières années comme exemple de ce changement. Ces espèces qui étaient présentes dans le sud et particulièrement dans le sud-est de la Méditerranée ont étendu leur aire de répartition et sont de plus en plus abondantes notamment dans la partie nord-ouest du bassin par exemple le crénilabre paon (*Thalassoma pavo*) ou le corail orange *Astroides calycularis* (PNUE-PAM-CAR/ASP, 2010).

Dans ce chapitre, est traité cet aspect en analysant l'évolution des températures spécifiquement dans le bassin algérien sur la base de données in-situ, et des données de captures de deux campagnes Thalassa, 1982 et ALDEM, 2012. Les résultats de la campagne d'évaluation des ressources halieutiques ARGELIA0204 à bord du N/O Visconde De Eza (Massuti *et al.*, 2004), et ALDEM 2013, ALDEM 2014 (données non publiées et mises à notre disposition par la DGPA) réalisées sur les fonds chalutables de la côte algérienne ont été également utilisées, afin de confirmer ou infirmer un changement de la biodiversité, les facteurs qui régiraient cette évolution ainsi que de faire ressortir des espèces indicatrices d'une éventuelle modification observée.

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

3.3.2 Matériel et méthode :

3.3.2.1 Reconstitution des Climatologies de température et de salinité dans le bassin algérien :

A/Données sources :

Les données ont été extraites de diverses bases de données et de campagnes océanographiques disponibles :

- Base de données MEDAR/MEDATLAS 2002 (extraction de l'ensemble des données entre 1950 à 1999)
- Base de données ICES (extraction de l'ensemble des données entre 2000 et 2015)
- Campagnes METEOR 51/2 et 84/3 (extraction de l'ensemble des données des années 2001 et 2011)
- Campagne SOMBA-GE-2014
- Campagne PROSOPE 1999
- Campagnes CMEP 2005 et 2006 (Données non publiées)
- Campagne BOUM 2008
- Campagnes MEDIPROD 5 et 6 (1986 et 1990)

Le but était de rassembler l'ensemble des données in situ du bassin algérien disponibles.

Toutes les données extraites ont été moyennées selon l'année, le mois et la profondeur entre 0 et 200 m. Les profondeurs standards sont celles décrites dans MEDAR/MEDATLAS : 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150 et 200 mètres de profondeur (Boudjakdji, 2008).

Le découpage du bassin a été choisi en se basant sur les travaux de Reygondeau *et al.*, (2016) décrivant les provinces biogéochimiques de la Méditerranée qui se situent dans le bassin algérien.

La barrière se localise dans la région centre entre les deux bassins Est et Ouest du bassin algérien (tableau 9) :

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 9: Coordonnées géographiques des 3 secteurs de la côte algérienne

| | Bassin Ouest | Bassin Centre | Bassin Est |
|------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| Latitude | côte sud - 39°N | côte sud -39°N | côte sud - 39°N |
| Longitude | 2°12'50"W à 1°E | 1°E à 5°E | 5° E à 8°36'57 E |

B/ Méthode de calcul

Pour chacun des bassins où l'on a réalisé une évolution de température entre 0 et 200 m sur les profondeurs standards (MEDATLAS, 2002), les traitements suivants ont été effectués :

- Sur la période allant de 1950 à 1979 (30 ans) une climatologie annuelle des températures a été effectuée pour chacune des profondeurs standards et pour chaque secteur.

- Pour chaque profondeur et pour chaque secteur, une anomalie de température a alors été calculée pour tous les mois allant de Janvier 1950 à Décembre 2014 pour lesquelles les données sont disponibles.

L'anomalie de température est définie comme l'écart entre la température observée en un lieu et temps donnés et la température climatologique calculée pour le même mois, le même secteur et la même profondeur (équation 15). Afin d'avoir une meilleure appréciation de cette anomalie de la température, cette différence est rapportée à l'écart type de la température.

$$\text{Indice } t = \frac{t_i - t_{\text{climato } i}}{\sigma} \quad (15)$$

Où :

t_i : est la température pour le mois i au niveau de la profondeur choisie.

$t_{\text{climato } i}$: est la température moyenne climatologique entre 1950 et 1979 pour le mois i .

σ : est l'écart-type de $t_{\text{climato } i}$ qui représente la variabilité naturelle.

- Si indice est compris entre -1 et +1, il est dans la variabilité naturelle de température.

- Si Indice < -1 : anomalie froide

- Si Indice > +1: anomalie chaude.

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

3.3.2.2 Données Ichthyologiques

Les données utilisées sont des données provenant des campagnes d'évaluation des ressources demersales réalisées entre 20 et 800 m de profondeur par un chalut de fond sur les fonds chalutables de la côte algérienne. Le but de ce chapitre est de constater les différences existantes entre les pêches de 1982 et celles de 2012 en matière de biodiversité ichthyologique. Ces différences sont les espèces recensées en 1982 et non recensées en 2012 et vice-versa.

Le but est de créer une liste d'espèces qu'on pourrait définir comme des indicateurs biologiques en lien direct ou indirect avec les changements globaux; l'augmentation de la température et/ou la circulation thermohaline.

Les campagnes sont : Thalassa 1982, Visconde de Eza 2004, ALDEM 2012, ALDEM 2013 et ALDEM 2014, ces deux dernières n'ont été utilisées que pour confirmer ou infirmer les constatations observées. Le choix de 1982 et 2012 au lieu de 2014 est justifié par le fait que le nombre de traits de 2012, qui est de 100, est le plus proche de ceux réalisés en 1982 (182), ceux de 2013 et 2014 ne dépassant pas 70 traits.

Même si les campagnes ont été réalisées à des périodes différentes de l'année et avec des engins de pêche différents (utilisation du chalut de fond type Lofoten durant la campagne Thalassa 82 au delà de 200 m), ce qui pourrait biaiser les résultats, la non disponibilité d'autres données a justifié notre choix. Aussi, il a été supposé que l'effet des changements climatiques sur une période de 3 décennies dépasserait l'impact que les non-conformités technique et/ou saisonnière auraient pu exercer sur la biodiversité. Toutefois, pour des résultats fiables, étant donné que toutes les campagnes d'évaluation ont été réalisées sur les fonds chalutables de la côte algérienne, avec des chaluts de fond, les espèces non ciblées par ces engins qui ont été pêchées accessoirement n'ont pas été prise en compte, en l'occurrence, les espèces des fonds rocheux, les espèces pélagiques, les espèces bathydemersales, les espèces bathypélagiques, et les espèces associées aux coralligène. Seules les espèces benthiques et demersales ont été prises en considération dans cette comparaison.

Un découpage de la côte algérienne en trois secteurs, Ouest, Centre et Est a été fait selon le découpage de la marine qui est utilisée lors des campagnes d'évaluation des ressources halieutiques, ce qui correspond aussi aux trois grandes pêcheries algériennes. Il est intéressant de noter que le découpage de ces trois secteurs rejoint les travaux de Reygondeau *et al.*, (2016) qui divisent le bassin algérien en trois régions biogéochimiques dans la zone épipélagique en

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

fonction de seize paramètres environnementaux combinés, dont la température, la salinité et la chlorophylle :

- Le secteur Centre : baies de Bou Ismail, Alger et Zemmouri et golfe de Béjaia.
- Le secteur Est : la baie de Jijel, le golfe de Skikda et golfe de Annaba/El Kala.
- Le secteur Ouest : golfe de Mostaganem –Arzew, baie de Ghazaouet et Béni Saf.

Pour les trois secteurs, quatre paramètres ont été calculés, à savoir :

- La richesse ichtyologique : le nombre d'espèces recensées par secteur
- La richesse spécifique : qui est définie comme le nombre d'espèces dans un prélèvement.
- L'abondance est définie comme : le nombre d'individus moyen par trente minutes de pêche selon le protocole MEDITS.
- La fréquence d'occurrence : qui est définie comme le pourcentage du nombre de fois où l'espèce est apparue.

$$\text{Fréquence d'occurrence} = (\text{nombre de fois où l'espèce est apparue} / \text{nombre de traits dans la région}) * 100 \quad (16)$$

Selon Soyer, (1970) (*in* Refes, 2011), si la fréquence est :

- Supérieure ou égale à 50 % des prélèvements : les espèces sont constantes;
- Comprise entre 25 et 50 % des prélèvements : les espèces sont communes ;
- Comprise entre 5 et 25 % des prélèvements : les espèces sont rares;
- Inférieure à 5 % des prélèvements: les espèces sont très rares .

De plus, la base de données fishbase (Froese R., Pauly D., Editors., 2019) ainsi que les travaux de Refes, (2011) ont été utilisées pour définir les caractéristiques de chaque espèce à savoir son origine, sa biogéographie, son habitat, et son affinité (chaude ou froide).

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

3.3.3 Résultats

3.3.3.1 Augmentation de la température dans le bassin algérien:

Les données de température concernent majoritairement les années 70 et les années 80. Dans ce qui suit, l'expression "première période" est utilisée pour désigner les années 50, 60 et 70 et "deuxième période" pour désigner les années 80, 90 et 2000. Les figures 13, 14 et 15 représentent les anomalies de température pour 3 profondeurs (10 m, 50 m et 150 m) pour chacun des mois de Février et Août (extrêmes de température) et pour chacun des 3 secteurs.

Les résultats de l'anomalie de température montrent une augmentation de la fréquence des anomalies positives durant la deuxième période. Ceci est plus marqué à 10 et 50 m qu'à 150 m de profondeur, que ce soit en hiver ou en été, dans les trois secteurs.

En effet, à 10 m de profondeur, en hiver, la fréquence des anomalies positives de température durant la deuxième période dépassent celles de la première période, ces anomalies sont au nombre de 6 contre 2 dans le bassin ouest, 3 contre 1 dans le bassin centre et 4 contre 2 dans le bassin Est. Une valeur maximale dépassant 6 dans le bassin Est est à signaler en 1990. En été, une seule anomalie chaude a été enregistrée durant la première période contre 5 durant la deuxième période dans le bassin ouest, 4 contre 1 dans le bassin centre et 4 contre 2 dans le bassin Est.

A 50 m de profondeur, ces anomalies sont au nombre de 6 durant la deuxième période contre 2 durant la première dans le bassin ouest, de 3 contre 1 dans le bassin Centre et 5 contre 2 dans le bassin Est en hiver. En été, ces anomalies sont de 4 contre 1 dans le bassin ouest avec une valeur maximale de 10 en 1996, 2 contre 0 dans le bassin centre et de 2 contre 1 dans le bassin Est.

A 150 m de profondeur en revanche, en hiver, si les anomalies positives sont de 2 durant la première période contre 5 durant la deuxième dans le bassin Ouest avec une valeur maximale de 12,7 en 1982, le nombre d'anomalies positives reste inchangé durant les deux périodes dans le bassin Centre et Est, il est de 1 et de 3 respectivement. En été, dans le bassin Ouest, le nombre d'anomalies positives durant la deuxième période est inférieur à celui de la première période (2 et 1) contrairement au bassin Centre et Est, où ces anomalies sont supérieures durant la deuxième période (5 contre 2 et une valeur maximale de 14,5 en 1984 et 3 contre 2, respectivement).

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

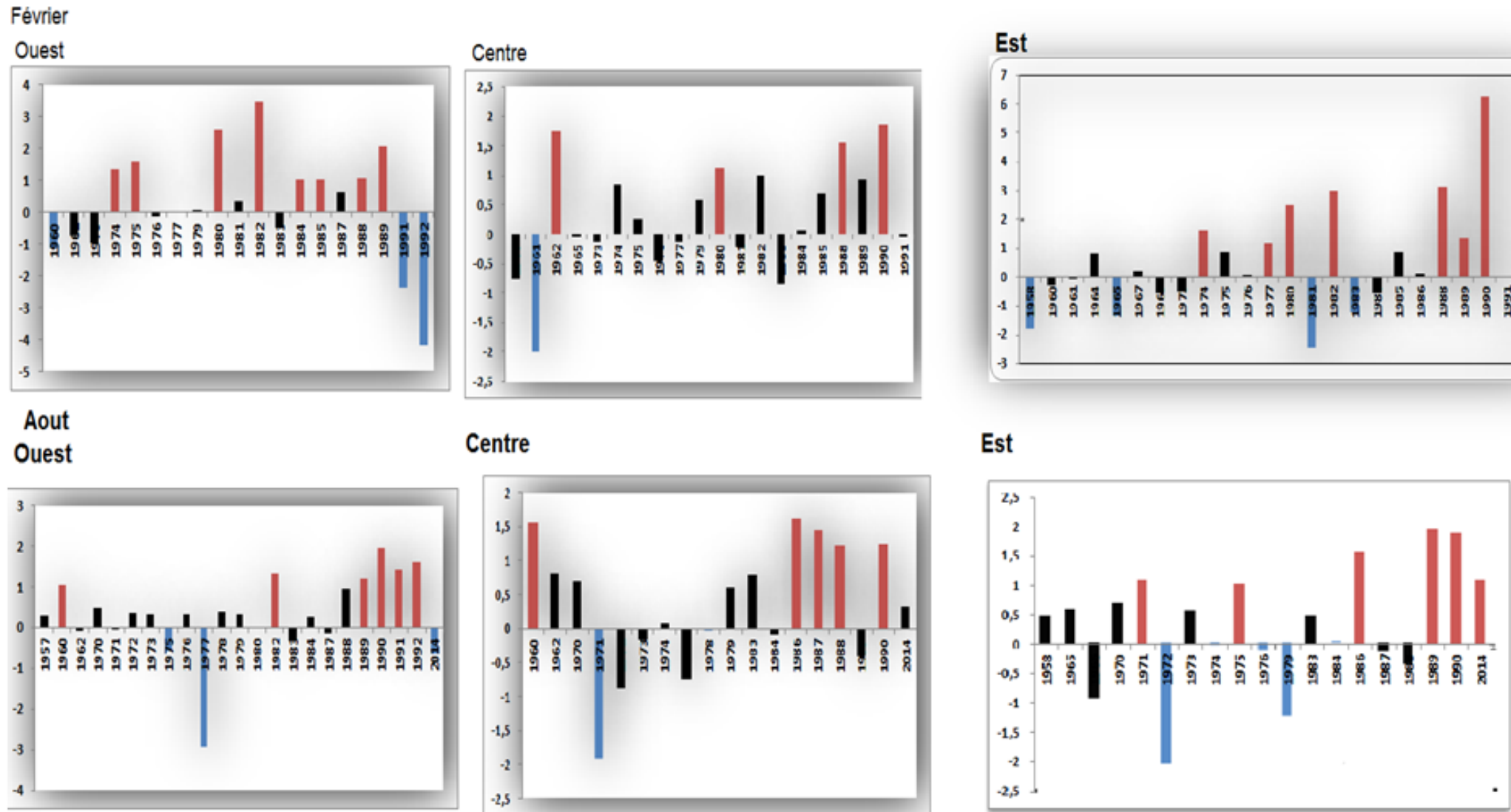


Figure 13 : Anomalie de température dans les trois secteurs en Février et Août à 10 m de profondeur

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

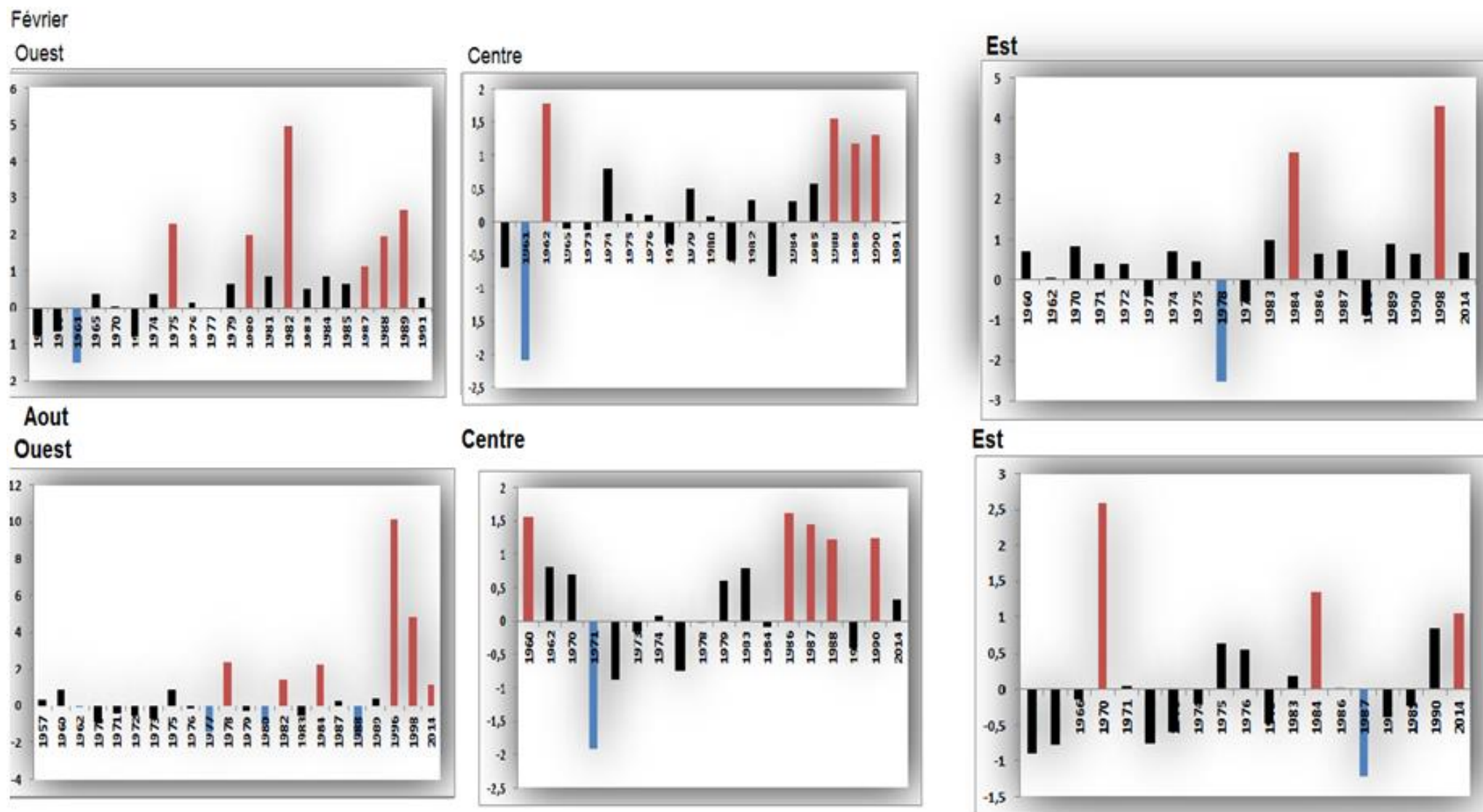


Figure 14 : Anomalie de température dans les trois secteurs en Février et Août à 50 m de profondeur

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

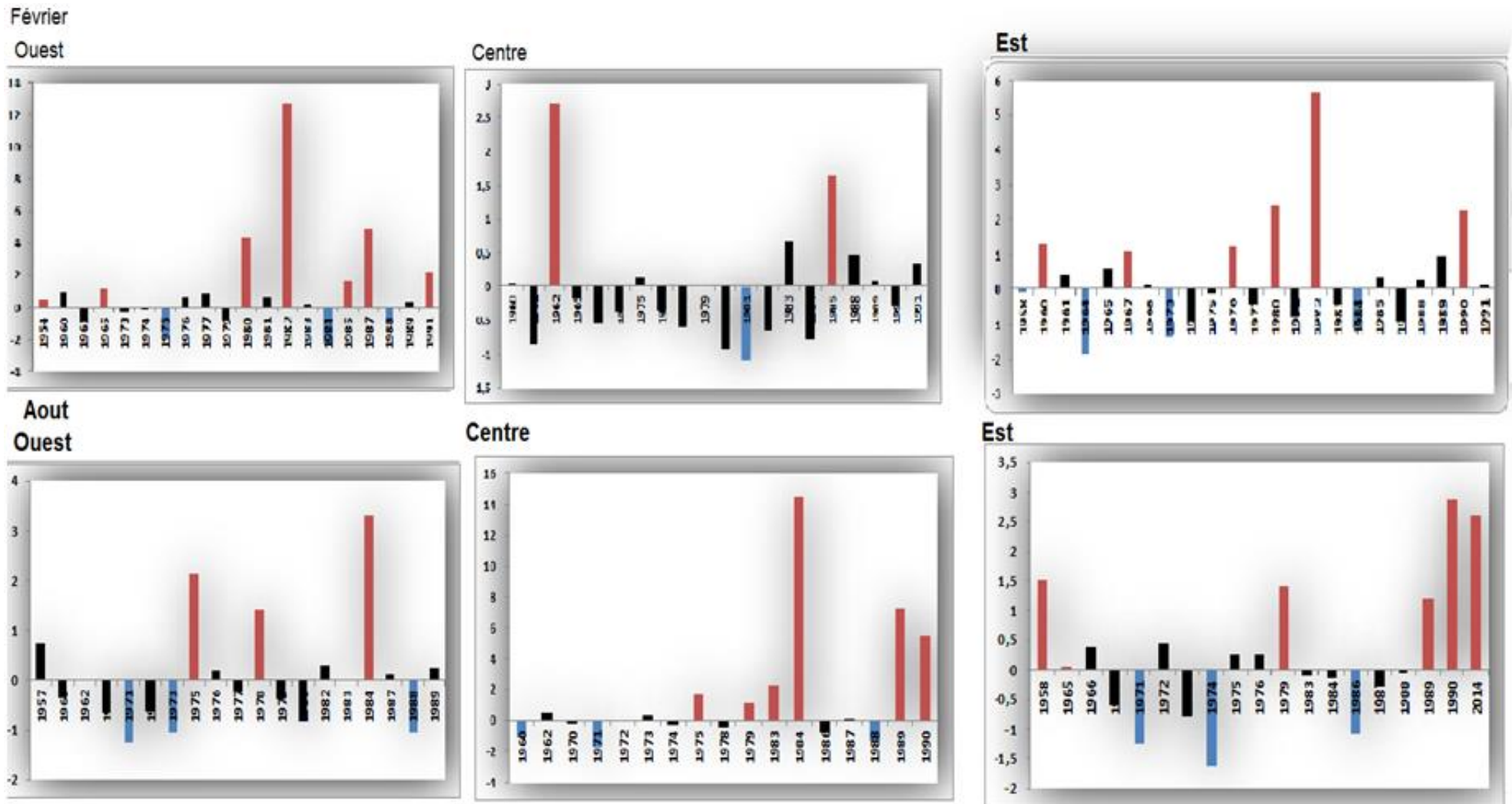


Figure 15: Anomalie de température dans les trois secteurs en Février et Août à 150 m de profondeur

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

3.3.3.1.1 Bio-indicateurs du réchauffement

La présence de deux espèces, ont été signalées; la première, un mollusque bivalve *Cardium indicum* et l'autre, un poisson osseux, le *Lagocephalus sceleratus*. Les deux espèces n'ont pas la même origine, héculéenne pour la première (Delongueville et Scaillet, 2011) et indo-pacifique pour la seconde (Kara *et al.*, 2015), elles témoignent toutefois, toutes les deux d'une augmentation de la température des eaux du bassin algérien puisque ce sont des espèces subtropicales et tropicales..

- La présence du rare bivalve *Cardium indicum* en Algérie

Cardium indicum Lamarck, (1819) appartient à la famille des Cardiidae (Mollusca: Bivalvia) et se caractérise par une grande fente postérieure (figure 16). Il est originaire d'Afrique de l'Ouest et sa répartition la plus septentrionale est en Méditerranée et concerne les côtes marocaines, algériennes et tunisienne (Ghisotti, 1971; Voskuil et Onverwagt, 1989; Delongueville et Scaillet, 2011). Au cours de la campagne d'évaluation des ressources demersales ALDEM 2012 réalisée par le CNRDPA, une coquille complète vide de *C. indicum* mesurant 95 mm x 85 mm a été découverte à Annaba à 34 - 53 m de profondeur, entre 37.0519 ° N, 7.3758 ° E et 37.2527 ° N et 7.2580 ° E. Le bon état des valves, ainsi que la présence du ligament, suggèrent que le spécimen était mort récemment. La régression de l'espèce en Méditerranée a été attribuée au refroidissement régional à la fin du Pliocène (voir Delongueville et Scaillet, 2011). Toutefois, ceci et d'autres données récentes (Ghisotti, 1971; Delongueville et Scaillet, 2011, par exemple) confirment la présence actuelle de cette espèce dans le bassin méditerranéen (Voir publication en Annexe 6).

En 2017, au large de Jijel, lors de la campagne d'évaluation des ressources pélagiques, le long de la côte algérienne, des fragments ont été retrouvés à 41 m de fond. En 2016, le capitaine (toujours à bord du N/O Grine Belkacem) a également retrouvé une coquille complète, toujours dans le secteur Est de la côte algérienne.

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne



Figure 16: Coquille de *Cardium indicum* Lamarck, 1819 collectée le 14/05/2012 dans le secteur Est de la côte algérienne.

- La progression de *Lagocephalus sceleratus* (Gremlin, 1789) du secteur est vers les eaux du secteur ouest de la côte algérienne

Lagocephalus sceleratus est une espèce de poisson indo-pacifique appartenant à la famille des Tetraodontidae. La présence confirmée en mer Méditerranée a été rapportée par Akyol *et al.* (2005). Depuis lors, de nombreux autres signalements en Méditerranée orientale et occidentale notant sa progressions ont été faits, (Deidun *et al.*, 2015 et les références qui y figurent). Au cours des quatre dernières années, la présence de *Lagocephalus sceleratus* a

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

suscité l'intérêt des autorités algériennes, de la communauté scientifique et des pêcheurs en raison de la présence de tétrodotoxine (neurotoxine) dans ses tissus. Kara *et al.* (2015) ont signalé des captures de 3 spécimens sur la période 2013-2014 comme premiers enregistrements pour les eaux algériennes. Depuis lors, trois signalements ont été faits à Alger, Chlef et Ain Temouchent par les directions de la pêche et de l'aquaculture qui ont confirmé l'identification de l'espèce. Avec la présence récemment signalée de l'espèce dans les eaux espagnoles (Izquierdo-Muñoz et Izquierdo-Gomez, *in* Katsanevakis *et al.*, 2014), l'espèce semble s'être répandue et implantée dans toute la mer Méditerranée occidentale (voir publication en Annexe 7).

3.3.3.1 Biogéographie et origine des espèces

Les espèces recensées et non recensées en 2012 sont toutes hérerculéenne et ont une distribution atlantico-méditerranéenne. Elles sont toutes à affinité chaude sauf pour quelques espèces : *Squatina squatina* (Linnaeus, 1758), *Raja clavata*, Linnaeus 1758, *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), et *Lophius piscatorius* (Linnaeus, 1758), (Tableaux 10 et 11).

Les résultats de la richesse ichthyologique et la richesse spécifique relative obtenus (tableau 12 et 13) montrent que le secteur centre est le moins riche durant toutes les campagnes antérieures à 2012, les campagnes de 2013 et de 2014 avec leur nombre restreint de traits réalisés (67 traits en 2013 et 63 traits en 2014, tableau 14) rendent difficile une confirmation de cette tendance. Concernant les autres campagnes, le secteur centre est le secteur où il a été réalisé le moins de traits. En effet, à cause de la morphologie de la côte, et des contraintes administratives liées aux autorisations de pêche, les traits dans la baie d'Alger se trouvent restreints.

Concernant les autres secteurs, la diversité ichthyologique et la richesse spécifique relative, montrent que le secteur Est est le plus riche en 1982 où il y a le plus grand nombre de trait de pêche et le deuxième plus riche en 2004 et 2012. Ceci étant, ces indices augmentent avec l'augmentation du nombre de traits. Refes, (2011) avait constaté que la baie d'Annaba et la région d'El Kala présentaient les régions les plus riches en comparaison du Golfe de Bejaia, de la baie de Jijel et du Golfe de Skikda.

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 10: Espèces présentes en 1982 et absentes en 2012, leur biogéographie et leur thermophilie.

(Selon la base de donnée fishbase (Froese R., Pauly D., Editors., 2019) et Refes, 2011)

AM : Atlantico-méditerranéenne, E : Endémique. AC : affinité chaude, AF: Affinité froide, T : Tempérée.

| Ordre | Espèce | | Biogéographie | Thermophilie |
|----------------------|---|-----------------------|---------------|--------------|
| | Chondrichthyens | Nom commun | | |
| Carcharhiniformes | <i>Mustelus punctulatus</i> Risso, 1827 | Emissole pointillée | AM | AC |
| Myliobatiformes | <i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815) | Pastenague épineuse | AM | AC |
| | <i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758) | Aigle commun | AM | AC |
| Rajiformes | <i>Rostroraja alba</i> (Lacepède, 1803) | Raie blanche | AM | AC |
| | <i>Raja clavata</i> , Linnaeus 1758 | Raie bouclée | AM | AF |
| Squaliformes | <i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827) | Aiguillat-coq | AM | AC |
| | <i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758) | Centrine commune | AM | AC |
| Squatiniiformes | <i>Squatina oculata</i> Bonaparte, 1840 | Ange de mer ocellé | AM | AC |
| | <i>Squatina squatina</i> (Linnaeus, 1758) | Ange de mer commun | AM | AF |
| Ostéichthyens | | | | |
| Anguilliformes | <i>Ophichthus rufus</i> (Rafinesque, 1810) | Serpenton jaune | E | AC |
| Lophiiformes | <i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758 | Baudroie commune | AM | AF |
| Perciformes | <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837) | Gobie à quatre taches | AM | AC |
| | <i>Trachinus araneus</i> Cuvier, 1829 | Vive-araignée. | AM | AC |
| | <i>Pomadasys incisus</i> (Bowdich, 1825) | Grondeur métis | AM | AC |
| Pleuronectiformes | <i>Dicologlossa cuneata</i> (Moreau, 1881) | Céteau. | AM | AC |
| | <i>Microchirus azevia</i> (de Brito Capello, 1867) | Sole-perdrix juive | AM | T |
| | <i>Scophthalmus maximus</i> (Linnaeus, 1758) | Turbot | AM | AF |
| Scorpaeniformes | <i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> Blanc & Hureau, 1973 | Cavillone lisse | AM | AC |

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 11 : Espèces absentes en 1982 et présentes en 2012, leur biogéographie et leur thermophilie.

(Selon la base de donnée fishbase (Froese R., Pauly D., Editors., 2019) et Refes, 2011)

| Ordre | Espèce | Nom Commun | Biogéographie | Thermophilie |
|-------------------|--|------------------------|---------------|--------------|
| | Ostéichthyens | | | |
| Anguilliformes | <i>Gnathophis mystax</i> (Delaroche, 1809) | Congre bec-fin | AM | AC |
| Gadiformes | <i>Trachyrincus scabrus</i> (Rafinesque, 1810) | Grenadier- scie commun | AM | AC |
| Ophidiiformes | <i>Carapus acus</i> (Brünnich, 1768) | Aurin | AM | AC |
| Perciformes | <i>Cepola macrophthalma</i> (Linnaeus, 1758) | Cépole commune | AM | AC |
| | <i>Trachinus radiatus</i> Cuvier, 1829 | Vive à tête rayonnée | AM | AC |
| | <i>Gobius cruentatus</i> Gmelin, 1789 | Gobie ensanglanté | AM | T |
| | <i>Lesueurigobius sanzi</i> (de Buen, 1918) | Gobie de Sanzoi | AM | AC |
| | <i>Lesueurigobius suerii</i> (Risso, 1810) | Gobie de Lesueur | AM | AC |
| | <i>Echiichthys vipera</i> (Cuvier, 1829) | petite vive | AM | AF |
| | <i>Umbrina ronchus</i> Valenciennes, 1843 | Ombrine fusca | AM | AC |
| Pleuronectiformes | <i>Synapturichthys kleinii</i> (Risso, 1827) | Sole tachetée | AM | AC |
| | <i>Buglossidium luteum</i> (Risso, 1810) | Petite sole jaune | AM | AF |

Tableau 12: Richesse ichthyologique par année par secteur géographique

| | 1982 | 2004 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------|------|------|------|------|------|
| Ouest | 120 | 131 | 109 | 59 | 98 |
| Centre | 102 | 93 | 84 | 109 | 104 |
| Est | 136 | 129 | 108 | 139 | 114 |

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 13: Richesse spécifique moyenne par secteur géographique (Nombre d'espèce)

| | 1982 | 2004 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ouest | 19,01±4,96 | 21,50±4,99 | 21,38±5,40 | 24,61±4,53 | 22,08±6,80 |
| Centre | 18,41±4,32 | 20,73±4,11 | 17,77±5,25 | 22,42±6,57 | 22,84±5,11 |
| Est | 22,71±4,48 | 20,92±4,56 | 20,41±6,04 | 22,16±5,75 | 22,16±6,82 |

Tableau 14: Nombre de traits réalisés selon les secteurs durant les campagnes d'évaluation des ressources demersales de la côte algérienne (Nombre d'espèce).

| | 1982 | 2004 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------|------|------|------|------|------|
| Ouest | 72 | 50 | 46 | 23 | 25 |
| Centre | 41 | 22 | 22 | 19 | 18 |
| Est | 69 | 36 | 32 | 25 | 20 |

3.3.3.1.1 Espèces allochtones

Afin d'avoir une idée sur les espèces marines introduites le long de la côte algérienne, l'équipe Interaction Milieu - Biodiversité Marine (IMBM) dirigée par Mr Grimes a procédé à l'inventaire de toutes les espèces non natives de la côte algérienne se trouvant dans la littérature depuis 1834 jusqu'à 2017 (voir publication Annexe 8). Ces espèces ont été classées selon leur origine, regroupant les espèces dites Alien (Alien species) également appelées espèces non natives, allochtones, exotiques ou non- indigènes dont l'extension de l'aire de répartition est d'origine anthropique ; les espèces dites incertaines (cryptogenic species) dont l'origine n'est pas sûre ; les espèce dites expansives (range-expanding species) dont l'aire de répartition s'élargit de manière naturelle, ; et les espèces dites errantes (Vagrant species) qui sont les espèce rares du large signalées occasionnellement par des individus isolés. L'autre critère de classement est le succès de leur installation dans le milieu (establishment success), en espèces invasives, installées, occasionnelles, ou inconnues (selon Zenetos *et al.*, 2005; 2017).

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Les poissons représentent 94,7 % des espèces expansives, et 20,5 % des espèces exotiques. Sur les 17 espèces de poissons expansives, 10 ont une origine connue dont 8 (80%) ont une origine atlantique tropicale donc à affinité chaude.

3.3.3.1 Espèces absentes en 2012 et présentes en 1982

Dix espèces n'ont pas été recensées en 2012, 2013, et 2014, et sont : *Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758), *Squalus blainville* (Risso, 1827), *Squatina squatina* (Linnaeus, 1758), *Squatina oculata* Bonaparte, 1840 pour les Chondrichthyens. *Microchirus azevia* (de Brito Capello, 1867), *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), *Trachyscorpia echinata* (Köhler, 1896), *Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758, *Trachinus araneus* Cuvier, 1829, *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) pour les Ostéichthyens.

3.3.3.1.1 Les Chondrichthyens

Quatre espèces étaient rares en 1982, *Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758), *Raja clavata*, Linnaeus 1758, *Squalus blainville*, et *Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758), sont devenues très rares en 2004 et absentes en 2012. Cela étant dit, deux de ces espèces ont été capturées en 2013 et/ou 2014; *Raja clavata* à l'ouest et au centre en 2013 et à l'ouest en 2014 et *Oxynotus centrina* à l'ouest en 2014 (tableau 15).

Cinq autres espèces ont été très rares en 1982, *Dasyatis centroura* (Mitchill, 1815), *Mustelus punctulatus* Risso, 1827, *Rostroraja alba* (Lacepède, 1803), *Squatina oculata* Bonaparte, 1840, *Squatina squatina* (Linnaeus, 1758), certaines d'entre elles étaient absentes dès la campagne de 2004. Deux de ces espèces sont réapparues au centre et à l'est en 2013 (*Dasyatis centroura*) et *Mustelus punctulatus* à l'est en 2014 avec une plus forte fréquence (25 %) (tableau 15).

Concernant l'abondance, deux espèces présentaient une abondance supérieure à 10 individus / 30 minutes : *Mustelus punctulatus* Risso, 1827 et *Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758) dans le secteur Est avec 19,3 en moyenne sur trois traits de pêche et 13 individus en moyenne sur huit traits de pêche (tableau 16).

3.3.3.1.2 Les Ostéichthyens

Pour les Ostéichthyens, en 1982, parmi les espèces non recensées en 2012, une seule sur neuf était rare *Dicologlossa cuneata*, les autres étaient très rares. En 2004, *Deltentosteus quadrimaculatus* était commun au centre. Malgré leur absence en 2012, quatre de ces espèces ont été pêchées en 2013 et 2014; *Dicologlossa cuneata* (Moreau, 1881), *Ophichthus*

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

rufus (Rafinesque, 1810), *Lepidotrigla dieuzeidei* Blanc & Hureau, 1973 et *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837), ce dernier était commun à l'ouest et au centre en 2013 et à l'ouest en 2014.

L'abondance de toutes ces espèces sont inférieures à 10 individus/ 30 minutes sauf pour les deux espèces *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) et *Lepidotrigla dieuzeidei* Blanc & Hureau, 1973 qui ont été pêchées à raison de 16,3 individus en moyenne sur 3 traits en 1982 et 99 individus en un seul trait de pêche en 2004 respectivement toujours dans le secteur Est, (tableau 16).

3.3.3.2 Espèces absentes en 1982 et présentes en 2012

Ces espèces sont représentées par onze Ostéichthyens, aucune espèce de Chondrichthyens n'est apparue (tableau 17)

Ces espèces sont toutes rares et très rares sauf pour *Gnathophis mystax* (Delaroche, 1809), qui était commune en 2004 au centre, *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) et *Lesueurigobius sanzi* (de Buen, 1918) en 2012 à l'ouest.

Cinq de ces espèces sont réapparues en 2013 et/ou en 2014; *Carapus acus* (Brünnich, 1768), *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758), *Trachyrincus scabrus* (Rafinesque, 1810), *Synapturichthys kleinii* (Risso, 1827), et *Lesueurigobius sanzi* (de Buen, 1918).

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 15: Espèces non recensées en 2012 et leurs fréquences d'occurrence (%)

| Espèce | Spt-oct 1982 | | | Fvr-mrs 2004 | | | Mai-Juin 2012 | | | Mai- Juin 2013 | | | Mai- Juin 2014 | | |
|---|---------------|--------|-------|--------------|--------|-------|---------------|--------|-----|----------------|--------|------|----------------|--------|-------|
| | Ouest | Centre | Est | Ouest | Centre | Est | Ouest | centre | Est | Ouest | Centre | Est | Ouest | Centre | Est |
| | Chondrichyens | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815) | - | - | 1,45 | - | - | - | - | - | - | - | 5,26 | 4,00 | - | - | - |
| <i>Mustelus punctulatus</i> Risso, 1827 | - | - | 4,35 | 3,85 | - | 2,78 | - | - | - | - | - | - | - | - | 25,00 |
| <i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758) | - | 4,88 | 11,59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Rostroraja alba</i> (Lacepède, 1803) | - | - | 1,45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Raja clavata</i> , Linnaeus 1758 | 22,22 | - | 10,14 | - | - | - | - | - | - | 4,35 | 5,26 | - | 4,00 | - | - |
| <i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827) | 12,50 | - | 15,94 | 3,85 | - | 2,78 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Squatina oculata</i> Bonaparte, 1840 | - | - | 4,35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Squatina squatina</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | 2,90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758) | 9,72 | 4,88 | - | 2,00 | - | - | - | - | - | 4,35 | - | - | - | - | - |
| Ostéichtyens | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dicologlossa cuneata</i> (Moreau, 1881) | 4,16 | 2,44 | 2,90 | 8,00 | 9,09 | - | - | - | - | - | 5,26 | 4,00 | 4,00 | 5,56 | 5,00 |
| <i>Microchirus azevia</i> (de Brito Capello, 1867) | 2,78 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Scophthalmus maximus</i> (Linnaeus, 1758) | 1,39 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837) | 1,39 | - | - | 10,00 | 36,36 | 11,11 | - | - | - | 30,43 | 26,32 | 4,00 | 32,00 | 16,67 | 5,00 |
| <i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758 | - | - | 5,80 | 4,00 | - | 5,56 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Trachinus araneus</i> Cuvier, 1829 | 2,78 | - | 2,90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Ophichthus rufus</i> (Rafinesque, 1810) | 1,39 | - | 1,45 | 10,00 | 13,64 | 5,56 | - | - | - | - | 5,26 | 8,00 | - | - | - |
| <i>Pomadasys incisus</i> (Bowdich, 1825) | 1,39 | - | 8,70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> Blanc & Hureau, 1973 | 1,39 | - | 8,70 | - | - | 2,78 | - | - | - | 2,00 | - | - | 20,00 | 5,56 | 20,00 |

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 16: Abondance moyenne (Nombre individus/ demi heure) des espèces non recensées en 2012

| Espèce | Spt-oct 1982 | | | Fvr-mrs 2004 | | | Mai-Juin 2012 | | |
|---|----------------|--------|------|--------------|--------|-----|---------------|--------|-----|
| | Chondrichtyens | | | | | | | | |
| | Ouest | Centre | Est | Ouest | Centre | Est | Ouest | centre | Est |
| <i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815) | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Mustelus punctulatus</i> Risso, 1827 | - | - | 19,3 | 1 | - | 2 | - | - | - |
| <i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758) | - | 4,5 | 13 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Rostroraja alba</i> (Lacepède, 1803) | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Raja clavata</i> , Linnaeus 1758 | 3 | - | 3,5 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827) | 1,5 | - | 8,4 | 1 | - | 3 | - | - | - |
| <i>Squatina oculata</i> Bonaparte, 1840 | - | - | 1,6 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Squatina squatina</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | 1,5 | - | - | - | - | - | - |
| <i>O-ynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758) | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Ostéichtyens | | | | | | | | | |
| <i>Dicologlossa cuneata</i> (Moreau, 1881) | 4,3 | 4 | 3 | 1,25 | 1,5 | - | - | - | - |
| <i>Microchirus azevia</i> (de Brito Capello, 1867) | 1,5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Scophthalmus maximus</i> (Linnaeus, 1758) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837) | 1 | - | - | 1,8 | 4,12 | 1 | - | - | - |
| <i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758 | - | - | 1,5 | 1 | - | 1 | - | - | - |
| <i>Trachinus araneus</i> Cuvier, 1829 | 1 | - | 4 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Ophichthus rufus</i> (Rafinesque, 1810) | 1 | - | 1 | 2,6 | 2,6 | 1,5 | - | - | - |
| <i>Pomadasys incisus</i> (Bowdich, 1825) | 1 | - | 16,3 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> Blanc & Hureau, 1973 | 1 | - | 3,6 | - | - | 99 | - | - | - |

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Tableau 17: Espèces recensées en 2012 et leur fréquence d'occurrence (%)

| Espèce | Spt-oct 1982 | | | Fvr-mrs 2004 | | | Mai-Juin 2012 | | | Mai- Juin 2013 | | | Mai- Juin 2014 | | |
|--|--------------|--------|-----|--------------|--------|------|---------------|--------|-------|----------------|--------|-------|----------------|--------|-------|
| | Ostéichtyens | | | Ouest | Centre | Est | Ouest | centre | Est | Ouest | Centre | Est | Ouest | Centre | Est |
| | Ouest | Centre | Est | Ouest | Centre | Est | Ouest | centre | Est | Ouest | Centre | Est | Ouest | Centre | Est |
| <i>Carapus acus</i> (Brünnich, 1768) | - | - | - | 6,00 | 13,64 | 2,78 | 6,52 | 13,64 | 9,38 | - | - | 8,00 | - | - | 10,00 |
| <i>Cepola macrophthalma</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | - | 8,00 | 13,64 | 2,78 | 30,43 | 18,18 | 18,75 | - | 15,7 | 20,00 | 20,00 | 16,00 | 25,00 |
| <i>Gnathophis mystax</i> (Delaroche, 1809) | - | - | - | 26,00 | 13,64 | 5,56 | 2,17 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Gobius cruentatus</i> Gmelin, 1789 | - | - | - | - | - | - | - | 9,09 | 9,38 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Lesueurigobius sanzi</i> (de Buen, 1918) | - | - | - | 10,00 | 4,55 | - | 28,26 | - | - | 17,39 | 10,52 | - | - | - | - |
| <i>Lesueurigobius suerii</i> (Risso, 1810) | - | - | - | 12,00 | - | - | 6,52 | 4,55 | 4,55 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Synapturichthys kleinii</i> (Risso, 1827) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9,09 | - | - | - | - | - | 5,00 |
| <i>Trachinus radiatus</i> Cuvier, 1829 | - | - | - | - | - | - | - | - | 9,09 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Echiichthys vipera</i> (Cuvier, 1829) | - | - | - | - | - | - | - | 18,18 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Trachyrincus scabrus</i> (Rafinesque, 1810) | - | - | - | 8,00 | 4,55 | 2,78 | 8,70 | - | - | - | - | - | 4,00 | - | - |
| <i>Umbrina ronchus</i> Valenciennes, 1843 | - | - | - | - | - | 2,78 | - | - | 3,13 | - | - | - | - | - | - |

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

3.3.4 Discussion

3.3.4.1 Augmentation de la température et Bio-indicateurs du réchauffement

La température moyenne globale en surface de l'océan et de la terre a augmenté de $0.74^{\circ}\text{C} \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ durant le dernier siècle (1905-2005). L'augmentation observée durant les 50 dernières années a été de presque le double de celle de la période précédente ($0.13^{\circ}\text{C} \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ vs. $0.07^{\circ}\text{C} \pm 0.02^{\circ}\text{C}$ par décennie) (Trenberth, 2007). Ceci est valable pour les eaux de surface (Rixen, 2005, Calvo *et al.*, 2011, Pastor *et al.*, 2018) ainsi que les eaux intermédiaires et profondes (Béthoux and Gentili, (1996), Béthoux and Gentili, (1999) et Béthoux *et al.* (1999)) en Méditerranée.

Dans le scénario du GIEC (Groupe Intergouvernementale d'Expertise sur les Changements climatiques), la période géologique la plus proche de ce que pourrait être la température planétaire de la fin de notre siècle est le Pliocène moyen (IPCC, 2007) (le plaisancien : entre 3,6 et 2,58 millions d'années) (figure 17), au cours duquel la température moyenne globale était de 2 à 3°C supérieures à la température actuelle. Cette similitude est due à la disposition des continents, et à la concentration en dioxyde de carbone, même si la température aux latitudes nord étaient de 10 à 18°C plus fortes que l'actuelle, les températures des régions tropicales étant presque les mêmes. La biodiversité de cette période est, par conséquent, largement étudiée à cause de cette similitude afin de prédire des conditions climatiques du futur (Robinson *et al.*, 2008, Chandler *et al.*, 2012).

Les organismes marins ont, depuis longtemps, été utilisés comme indicateurs des changements encourus durant les temps géologiques. Depuis un demi-siècle, ces indicateurs sont de plus en plus étudiés à cause du contexte global des changements climatiques pour confirmer ces augmentations au point que certains auteurs parlent de "tropicalisation" de la Méditerranée" à cause de l'émergence d'espèces indo-pacifiques thermophiles via le canal de Suez et atteignant même le bassin occidental, et la disparition des espèces à affinité sub-boréales et boréales à affinité froide (Quignard et Raibault, 1993, Bianchi, 2007).

Francour *et al.*, (1994), avait déjà listé des espèces qui présentaient une augmentation de leur fréquence d'occurrence ou des raréfactions d'espèces à affinité froide dans le nord du bassin occidental, liant ceci à l'augmentation de la température des eaux. Zenetos *et al.* (2017), en actualisant la liste des espèces exotiques majoritairement indo-pacifiques installées en

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Méditerranée, a compté 610 espèces (plancton, foraminifères et espèces occasionnelles non inclus).

Cette appellation (tropicalisation) est à prendre avec beaucoup de réserve car, la Méditerranée est toujours dominée par des paysages côtiers à prairies d'algues et de phanérogames alors que les paysages côtiers tropicaux sont caractérisés par les coraux (Bianchi, 2007). De plus, les erreurs d'identification, la non-confirmation par des analyses biomoléculaires ainsi que le manque de recul peuvent induire en erreur et surestimer ce nombre ainsi que son impact sur l'écosystème, (Bonanno and Orlando-Bonaca, 2019), citant l'exemple de *Caulerpa taxipholia* appelée "algue tueuse" à cause de sa progression, qui régressent pour des raisons souvent considérées comme des hypothèses, comme les températures hivernales qui affectent sa persistance et sa résistance aux maladie, associés à d'autres facteurs tels que le changement dans la concentration des nutriments et des conditions l'hydrodynamiques (Tejada et Sureda, 2013)

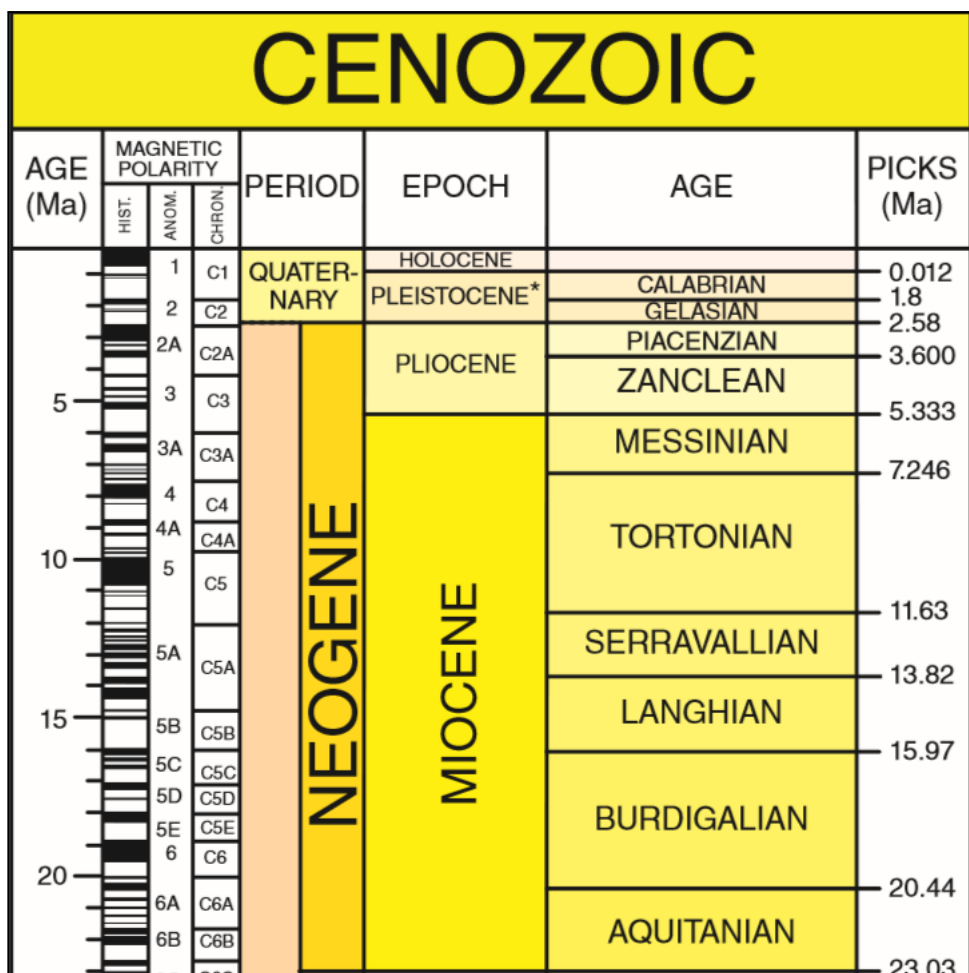


Figure 17: Echelle des temps géologiques de l'ère cénozoïque (Walker *et al.*, 2018)

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

3.3.4.2 Dynamique des espèces benthiques et demersales de la côte algérienne

La Méditerranée comme expliquée par Quignard, (2011) est une annexe hydrologique, floristique et faunistique de l'Atlantique de sorte que les espèces "nouvelles" sont des immigrants lessepsiens et non pas des immigrants herculéens car, les relations entre la Méditerranée et l'Atlantique sont sans discontinuité depuis 5,333 millions d'années. L'origine des espèces et leur biogéographie rejoint l'idée que la Méditerranée et plus particulièrement le bassin algérien, de par sa relation avec l'océan atlantique, est plus influencés par les espèces herculéennes que par les espèces lessepsiennes.

Après la réouverture du détroit de Gibraltar, ce sont les alternances des périodes glaciaires et interglaciaires qui définissent la biodiversité de la Méditerranée en faisant entrer les espèces boréales et sub-boréales et les espèces tropicales et subtropicales tour à tour (Barbault et Foucault, 2010; Quignar, 2011; Agiadi, 2013; Mannino *et al.*, 2017), comme l'attestent les dépôts de pollen dans le domaine terrestre et de foraminifères dans le domaine marin (Suc, 1984)

Agiadi, (2013) explique que du Pliocène inférieur au Pléistocène inférieur (entre 5,333 et 2,58 MA), les taxons à affinité indo-pacifique et généralement subtropical-tropicale, présentes en Méditerranée, durant le zancéen (entre 5,333 et 3,6 MA) et avant la crise messinienne (avant 7,246 MA), ont graduellement été remplacés par des taxons à affinité tempérée jusqu'au pléistocène (entre 2,58 et 0,012 MA). Ceci avait été accompli par l'installation d'espèces herculéennes qui habitent toujours la Méditerranée, et d'espèces sub-boréales, qui sont confinées aujourd'hui dans les régions nord Atlantiques. Une seconde invasion d'espèces tropicales a eu lieu au pléistocène moyen durant une période interglaciaire.

Dans leur classification, Dov Por et Dimentman, (1985) ont défini sept catégories d'espèces selon leur biogéographie et leur origine en mer Méditerranée; six sont issues de l'échange avec l'Atlantique:

- les paléoméditerranéennes qui représentent la majorité des espèces actuelles;
- Les messiniennes;
- Les reliques parathétyssiennes;
- Les reliques boréales;
- Les reliques sénégalaises;

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

- Une seule relative à l'océan pacifique "les migrants lessepiens"; les nouveaux colons de la Méditerranée venus via le canal de Suez qui s'installent plus dans le bassin oriental que dans le bassin occidental, à cause de la barrière thermique du détroit de Sicile (Bianchi, 2007, Ben Rais Lasram *et al.*, 2008). A titre d'exemple, l'inclusion des espèces lessepiennes en Tunisie ne concerne quasiment que le sud, où les températures moyennes des eaux de surface est de 25°C et la salinité de 39 psu se rapprochant plus de celles de la mer rouge (25°C et 42 psu, respectivement) (Barbault et Foucault, 2010)

Concernant les secteurs de la côte algérienne, et mis à part le nombre de traits des campagnes, une autre explication peut éclaircir cette répartition : les espèces étant herculéennes, leurs œufs et larves pénètrent par le détroit de Gibraltar, entraînés par le courant algérien et ses tourbillons, arrivent jusqu'à l'Est où elles s'installent et arrêtent leur progression. En effet, il a été démontré depuis longtemps que les courants et les caractéristiques hydrologiques des masses d'eaux jouent un rôle très important dans la migration des espèces (Allain, 1964; PNUE-PAM-CAR/ASP, 2010; Ben Rais Lasram *et al.*, 2008; Putman, 2018).

En Méditerranée, le détroit de Sicile est considéré comme une barrière entre les deux bassins plus par les caractéristiques des eaux que par la géomorphologie du détroit (Bianchi, 2007; Francour, 2011). La position exacte de cette barrière est différente selon les auteurs mais ils s'accordent tous pour le considérer comme un filtre empêchant la recolonisation du bassin oriental après la crise messinnienne (Bianchi, 2007).

On pourrait ainsi considérer le secteur Ouest comme le secteur d'entrée, le secteur Centre comme le secteur de transit et le secteur Est comme le secteur récepteur des espèces.

3.3.4.3 Classification des espèces

L'analyse des espèces présentes en 1982 et absentes en 2012 et vice versa, permet de classer les espèces en deux catégories :

3.3.4.3.1 Espèces vulnérables

Dans ce qui suit, sont détaillées les espèces qui présentent une forte valeur marchande et les espèces qui se trouvent dans des listes des espèces vulnérables et/ou à habitats menacés de l'UICN (Union Internationale pour le Conservation de la Nature), (Abdul Malak, *et al.* 2011) ou l'OSPAR, (2008).

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

- Les Sélaciens (Elasmobranches)

Aucune espèce de sélaciens n'est apparue en 2012. Ce sont des espèces capturées de manière accessoire mais qui deviennent de plus en plus vulnérables car elles sont pêchées par différents engins qu'il s'agisse de chalut de fond ou d'engins de pêche plus traditionnels (Fischer *et al.*, 1987, Le Douguet, 2009, Chevolut *et al.*, 2006). Hemida, (2005); Chevolut *et al.*, (2006) et Casamajor *et al.*, (2012) expliquent que les causes de cette vulnérabilité sont dues à l'exploitation intensive de ces espèces qui n'ont pas pu se régénérer aux mêmes niveaux d'abondance que ceux d'avant 1982 à cause des caractéristiques biologiques des sélaciens. Ces mêmes auteurs expliquent que ces caractéristiques font que ce sont des espèces qui atteignent pour la plupart une grande taille avec une maturité sexuelle tardive, un cycle de reproduction long et une fécondité peu élevée. Cette fréquence "rare" et "très rare" des sélaciens avait déjà été observée par Refes, (2011) entre le Golfe de Bejaïa et la région d'El Kala.

40 % (31 espèces sur 76 au total) des Chondrichtyens autochtones de la mer Méditerranée figurent désormais dans l'une des Catégories en danger critique d'extinction (CR), En danger (EN) ou vulnérables (VU) au niveau régional dans la liste de l'UICN (Abdul Malak *et al.*, 2011) ou dans la liste de l'OSPAR.

Rostroraja alba (Lacepède, 1803), et *Squatina oculata* Bonaparte, 1840 par exemple, sont considérées en danger critique d'extinction en Méditerranée (CR), *Dasyatis centroura*, et *Myliobatis aquila* comme Quasi menacé (NT), concernant *Squalus blainville*, les données sont insuffisantes (DD) pour lui établir un statut particulier (Abdul Malak *et al.*, 2011).

Quelques exemples des espèces qui étaient plus abondantes durant les campagnes antérieures à 1982 sont donnés :

Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758), classée parmi les espèces à un niveau de menace critique (CR) par l'IUCN, a été signalée par Le Danois, (1924) sous le nom de *Centrina vulpecula*. Elle était présente sur toute la côte algérienne et était une des espèces prédominantes de squales du cap Bougarouni au cap Carbon et une des espèces les plus fréquentes au niveau de la baie d'Arzew (Maurin, 1962).

Squatina squatina, qui a été rapportée sous le nom de *Rhina squatina* par Guichenot, (1850) sur les côtes algériennes, Le danois, (1924) la considérait comme faisant partie des espèces principales entre la frontière tunisienne et le cap Toukousch à Annaba (Fillias, 1875). Elle est maintenant considérée comme menacée de disparition sur les côtes françaises de l'Atlantique par Bruslé & Quignard (2004), et incluse dans la liste OSPAR (OSPAR, 2010a)

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Une attention particulière est portée à *Raja clavata* qui a été signalée comme une des raies principales se trouvant dans le secteur oriental de l'Algérie en 1924 par le Danois, (1924). Elle a été absente durant les campagnes qui se sont déroulées entre 1957 et 1961 mais abondante au nord du Maroc par les navires « Président Théodore Tissier » et " Thalassa" (Maurin, 1962, Maurin, 1968). Cette espèce est une espèce qui semble avoir trouvé refuge en Méditerranée à la suite de la glaciation du Pléistocène (Chevolot *et al.*, 2006) . La chute de l'abondance de cette espèce peut donc être aussi due au réchauffement des eaux en Méditerranée même si Hemida, (2005) met en garde contre une éventuelle confusion à cause de variabilités intra- spécifiques. Cette espèce est incluse dans la liste OSPAR des espèces et habitats menacés et/ou en déclin, elle est considérée comme l'élasmobranche demersal le plus concerné par la pression de la pêche à cause du fait qu'elle forme des agrégats et qu'elle soit pêchée par tout type d'engins de pêche en mer du nord (OSPAR, 2010b).

- Les espèces dites reliques boréales

Scophthalmus maximus, et *Lophius piscatorius* sont ce que l'on appelle des reliques boréales, à affinité froide, elles correspondent au préférendum thermique des espèces des régions nord ibéro-marocaine et celto-armoricaine de la province atlantico-méditerranéenne (Refes, 2011). Etant des espèces benthiques à fonds meubles, elles font aussi partie des espèces les plus vulnérables à la destruction de leur habitat (Casamajor *et al.*, 2012).

Scophthalmus maximus plus connu sous le nom de *Psetta maxima* est une espèce à affinité froide (Refes, 2011). Elle était assez commune sous le nom de *Rhombus maximus* à Alger entre 1840 et 1842 (Guichenot, 1850). Elle est classée comme espèce quasi menacée par l'IUCN (Abdul Malak *et al.*, 2011).

Lophius piscatorius, poisson osseux de haute valeur marchande à affinité froide, a été signalé par Guichenot, (1850) comme fort commun entre 1840 et 1842, même si certaines réserves ont été émises quant à une éventuelle confusion avec *Lophius budegassa*. Ensuite Le Danois, (1924) la qualifie d'espèce commune (30% des espèces capturées) au large de la baie de Skikda à 272 mètres sur les fonds vaseux à virgulaires (ou Cirrhipathes, un genre de corail noir des fonds meubles), et parmi les espèces principales par Maurin, (1962) des îles Habibas au cap des trois fourches et d'abondante du cap des trois fourches à Ceuta. C'est à partir des années 1959 et 1960, qu'elle a commencé à ne pas être capturée durant les campagnes (Maurin, 1968). Cette constatation a aussi été faite par Refes, (2011) pour des traits de pêche réalisés entre 2005 et 2006 par des chalutiers professionnels dans le secteur oriental de la côte algérienne

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

où elle était rare. Par la suite, lors des campagnes qui ont suivi, cette espèce est devenue absente. Ce statut est le même dans les régions du nord de la Méditerranée durant les campagnes MEDITS d'évaluation des ressources entre 1994 et 1999, où sa fréquence d'occurrence est de 15 %, ce qui la classe comme espèce rare (Ungaro *et al.*, 2002). La vulnérabilité de son habitat (Casamajor *et al.*, 2012) et son affinité froide seraient la cause de ce déclin. En effet, cette espèce ne montre aucune différenciation génétique entre les populations de l'Atlantique et celles de la Méditerranée contrairement aux populations de *Lophius budegassa* qui présente une différence génétique dont les populations suivent la barrière du front Almeria-Oran (Charrier, 2006). Ceci pourrait expliquer la non capacité d'adaptation de *Lophius piscatorius* au réchauffement des eaux.

3.3.4.3.2 Espèces rares

Hormis les espèces citées plus hauts, les autres espèces ont des fréquences relativement constantes au fil du temps. La plupart des espèces rares et très rares maintiennent ce statut, ce qui traduit une évolution lente. Notons que certaines espèces peuvent se présenter comme espèces communes lors d'une campagne et redevenir rares lors de la campagne qui suit.

Il est très important de noter que l'engin de pêche peut avoir une influence significative dans les prises. En effet, les données traitées sont des captures des chaluts de fond utilisés durant des campagnes d'évaluation des ressources demersales. Cependant, le cas de *Pomadasys incisus* met en garde quant à une conclusion hâtive qui peut être biaisée par la sélectivité du chalut ou à l'effet même de l'échantillonnage aléatoire. En effet, selon les captures des campagnes, cette espèce n'a figuré que dans la liste de la campagne Thalassa 1982 et n'apparaît dans aucune autre campagne analysée dans ce travail. La disparition de l'espèce n'est cependant pas vraie, car elle a été signalée par le CNRDPA (2009) dans la baie de Bou Ismail capturée par le filet maillant et par Refes, (2011) dans les captures des chalutiers professionnels dans l'est algérien. De même, durant la campagne d'évaluation des ressources pélagiques en 2017, trois individus ont été capturés : l'un pêché à la ligne par l'auteur le 09 Octobre 2017, les deux autres ont été capturés le lendemain par le chalut pélagique dans la baie d'Annaba à environ 25 m de fond (figure 18). Toutes ces espèces, ont été qualifiées de rares sans avancer une hypothèse de disparition.

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne



Figure 18: Les trois spécimens de *Pomadasys incisus* capturés en Octobre 2017 à Annaba, A : capturé à la ligne, B : capturés par le chalut pélagique.

Ces espèces, rares et très rares sur la côte algérienne, toutes d'origine herculéenne, se sont installées dans les régions nord du bassin occidental et peuvent même être fréquentes ou communes, (Fischer, 1987: fishbase (Froese R., Pauly D., Editors., 2019)). Par exemple, *Pomadasys incisus* peut représenter jusqu'à 50% de la biomasse de poisson au Cap d'Agde en France (Bodilis *et al.*, 2013).

Le bassin nord occidental attire l'attention aussi sur la propagation d'espèces d'origine lessepsienne. L'exemple du Golfe du Lion est le plus cité car c'est une des régions les plus froides de la Méditerranée, où le changement de la biodiversité par la disparition ou la raréfaction des espèces à affinité froide se fait le plus sentir (Lejeusne *et al.*, 2010).

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Pour comprendre cette distribution, il faudrait revenir aux facteurs régissant la migration des espèces : la circulation thermohaline de la Méditerranée qui a toujours été le principal facteur contrôlant les déplacements et la propagation des espèces hors de leur aire connue, et/ou la température séparant les aires géographiques de répartition des espèces selon leur thermophilie suivant un gradient sud/nord (Bianchi, 2007, Ben Rais Lasram, 2008).

Au début des années 1990, la région principale de formation d'eau profonde dans le bassin oriental a changé et est passée de la mer Adriatique à la mer Egée (Adloff, 2015) impliquant une augmentation de la densité des eaux profondes orientales. Ces eaux très denses ont donc remplacé les anciennes eaux profondes du bassin oriental qui, par un effet ascenseur, ont pu passer dans le bassin occidental mélangées aux eaux levantines intermédiaires (Roether *et al.*, 1996). Ce phénomène appelé EMT (Eastern Mediterranean Transient) injecte dans le bassin occidental, via la LIW, des quantités de chaleur et de sel plus importantes (Damien, 2015). Un phénomène similaire, appelé Western Mediterranean Transient (WMT) et vraisemblablement provoqué par l'EMT, a été observé dans le bassin ouest méditerranéen, dans les eaux tyrrhéniennes profondes qui sont devenues anormalement plus chaudes et plus salées durant les années suivantes, pendant les hivers 2004/2005 et 2005/2006 (Malanotte-Rizzoli, 2013).

Ce changement observé pourrait être à l'origine de cette nouvelle distribution des espèces (Bianchi, 2007). Avec le réchauffement global des eaux de la Méditerranée, les espèces qui arrivent via le détroit de Gibraltar semblent entraînées vers l'Est via la circulation particulière caractéristique du bassin algérien. Une fois arrivées au détroit de Sicile, elles rencontrent des eaux intermédiaires plus salées et plus chaudes qui remontent vers le nord du bassin occidental. Ces conditions les aidant, elles s'installent et deviennent de plus en plus abondantes. L'augmentation du nombre des aires marines protégées ou de moratoire spécifique, ces vingt dernières années, a favorisé cette tendance (Bodilis *et al.*, 2003).

La progression importante de certaines espèces vers le bassin Est a aussi été signalée : l'espèce *Lesueurigobius sanzi*, par exemple, qui a une distribution se limitant à la mer d'Alboran en Méditerranée a atteint, selon le manuel MEDITS (2016), les îles Baléares, le nord de l'Espagne, le Golfe du Lion, les îles maltaises et le sud de la Sicile. En Algérie, l'espèce a été retrouvée à l'ouest et au centre en 2004, à l'ouest en 2012 et de nouveau à l'ouest et au centre en 2013 (publication en Annexe 9). Il semble que l'espèce progresse vers l'Est dans différentes parties du bassin de la Méditerranée occidentale et même dans le centre de la Méditerranée dans les eaux de Malte et du sud de la Sicile, indiquant, ainsi, une extension de la répartition, qui pourrait être une conséquence du changement climatique global.

3.3. Influence des changements climatiques sur la ressource marine vivante algérienne

Au cours de leur recherche paléontologique de fossiles de poissons, Agiadi *et al.*, (2013a, 2013b, 2014), ont signalé la présence de ce gobie, dans les sédiments de la côte d'Eraklion du pliocène en Crète, et à Péloponnèse en Grèce dans du sédiment du Zacléen supérieur. La présence de l'espèce pendant ces deux périodes géologiques, beaucoup plus chaudes qu'aujourd'hui, est une preuve supplémentaire du réchauffement des eaux de la Méditerranée. Dov Por et Dimentman, (1985) considèrent la famille des gobies comme la famille de poissons qui représente le mieux les survivants de la crise messinienne. En effet, malgré le fait que ce soient des espèces marines hypoeuryhalines (espèces marines qui pénètrent dans les eaux saumâtres), un représentant non identifié de la famille, a été retrouvé dans un lagon métahalin dans le nord de l'Italie.

Cette observation, avec celle de la progression de *Cardium indicum* et, d'une manière plus globale, le changement observé dans la biodiversité de la Méditerranée peut n'être qu'un retour d'une répartition d'une autre époque déjà vécue causée par des conditions climatiques similaires, confirmant ainsi le scénario selon lequel, la température, d'ici 2100 pourrait être celle du Pliocène moyen (IPCC, 2007).

DISCUSSION GENERALE

L'étude de ces menaces indépendantes ont permis d'apporter de nouvelles informations concernant leur impact négatif sur la biodiversité marine algérienne, toutefois, l'analyse et les discussions de chacune des parties nous a permis d'établir des relations entre ces pressions. En effet, ces trois menaces s'exercent toutes sur une même ressource, c'est à dire la ressource du plateau continental. La pêche récréative utilise les mêmes engins de pêche que la pêche professionnelle, apportant ainsi son propre lot d'engins perdus, abandonnés, ou rejetés (ALDFG) qui est une des composantes principales de macro-déchets en terme d'effets néfastes directs sur les organismes marins. Les espèces classées comme espèces vulnérables par l'analyse des fréquences d'occurrence des espèces capturées en 1982 et en 2012, à cause de leur caractéristiques physiologiques (cycle de reproduction lent, grande longévité, maturité sexuelle tardive et fécondité peu élevée), sont aussi les espèces les plus vulnérables à la présence des macro-déchets qui changent la nature du substrat et induit un changement de la biocénose: ces espèces fuient donc le nouveau substrat pour trouver un autre plus adapté à leur habitat. Enfin, l'augmentation de la fréquence des anomalies chaudes est plus observable en surface là où, les organismes marins subissent en plus, la pression de la pêche (surexploitation) et la concentration des macro-déchets.

Comme nous avons vu dans les trois chapitres, ce qui entrave la bonne gestion de la ressource convergent tous vers un vide ou un manque juridique ou un manque de contrôle, plusieurs paramètres peuvent être considérés comme cause ou élément aggravant cette situation :

En effet, deux ministères ont dans leurs prérogatives le droit d'établir des lois et textes réglementaire sur le milieu marin, le ministère de l'environnement et le ministère de la pêche, un conflit peut donc vite arriver, comme ce qui s'est passé pour les espèces marines à protéger qui devaient être répertoriées dans le texte des espèces animales non domestiques protégées sorti en 2012 (JO-RADP n°35). Ce texte préparé par le ministère de l'environnement, prévoyait une liste d'espèces marines qui comptaient des espèces comme les mérrou et la raie blanche. Ces espèces ont été retirées, pour cause de révision de la part du ministère de la pêche, huit ans après, rien n'a été fait, ce qui, sans doute, a aggravé leur statut déjà vulnérable à l'époque.

Une confusion et manque de définition claires existe aussi, comme c'est le cas pour la définition des " petits métiers", nomenclature pourtant largement utilisée pour désigner la pêche artisanale n'est mentionnée que dans la loi de finance 2008 (JO-RADP n°82), la pêche artisanale

IV. Discussion générale

est définie comme une activité commerciale traditionnelle près des côtes sans parler du type de métiers concernés (JO-RADP n°36). Concernant la pêche récréative, la situation encore est plus déconcertante, puisque, lors des entretiens menés, il a été remarqué que certains responsables et cadres dans le secteur de la pêche croient que les restrictions mentionnées dans l'ancien décret exécutif fixant les modalités de l'exercice de la pêche (JO-RADP n°22) sont toujours d'actualité et ne savent pas qu'il a été abrogé dans l'article 42 du nouveau décret (JO-RADP n°78), c'est à dire que selon la loi, la seule sanction ne concerne que la vente des produits de la pêche récréative. Quoi qu'il soit, le montant de l'amende (entre 100000 et 200000 DA) n'a été fixée qu'en 2015 (JO-RADP n°18) c'est à dire 12 ans après la sortie du nouveau décret fixant les modalités de l'exercice de la pêche (JO-RADP n°22).

Le code de conduite pour une meilleure pratique de la pêche récréative qui existe, est destiné aux pays qui ne confondent pas les pêcheurs commerciaux avec les pêcheurs plaisancier et est adressé aux pêcheurs qui pratiquent cette pêche en tant que telle (FAO, 2012), or dans le cas de la présente étude, tout le problème est là, c'est à dire qu'il n'y a pas de distinction entre les deux secteurs. Dans son code de conduite pour une pêche responsable (FAO, 1995), la FAO recommande l'installation de mécanisme de contrôle des pêches et son application par la police de la pêche qui assurera son suivi et son contrôle pour palier au problème des statistiques de pêche, au respect de la taille minimale marchande, au respect de la période de repos biologiques ...etc. Par conséquent, l'activité de la pêche récréative serait plus gérable. Dans la loi 01-11(JO-RADP n°36), la police de la pêche est composées des inspecteurs de la pêche; des officiers de police judiciaire; des commandants des bâtiments des forces navales; et des agents du Service National des garde-côtes mais leur intervention, quand elle se fait; est généralement réalisées au niveau des ports. Ainsi l'adoption du système VMS (Vessel monitoring system en Anglais) pour le contrôle des navires est fortement recommandé. Ce système est largement utilisé à travers le monde, où les sortis des navires, leur positionnement et leur captures sont enregistrés, les agents de la police de la pêche pourront ainsi faire des visites inopinées à bord des navires pour contrôler la véracité de leur déclaration et contrôler le respect des quotas de pêche attribués comme c'est le cas pour les pays de l'union européenne.

Quant aux déchets, Djemaci, (2012) explique qu'en Algérie, il existe une taxe d'enlèvement des ordures ménagères payée par les usagers de service, à savoir ; ménages, commerçants/artisans, entreprises. Cette taxe est fixée par les municipalités et est indépendante de la consommation des services de déchets ce qui n'encourage pas la réduction à la source. Un élément clé pour palier à ce problème est le système de consignes (Deposit /refund system)

IV. Discussion générale

qui consiste en une surcharge à l'achat d'un produit et un remboursement lors du retour de son emballage. Une pratique autrefois répandue en Algérie avec les bouteilles de limonade en verre.

En tant que signataire de la convention de Barcelone, l'Algérie pourrait suivre les recommandations et lignes directrices élaborées par le Centre d'Activités Régionales pour la Consommation et la Production Durables destinées à l'élimination progressive de l'utilisation des sacs en plastique à usage unique en les remplaçant par des sacs à usages multiples ou des sacs compostables (SCP/RAC, 2019a) et celles destinées à réduire l'utilisation du plastique à usage unique par le biais des marchés publics. En effet ces recommandations préconisent la réduction, la réutilisation ainsi que la sélection de matériaux qui se recyclent ou qui se compostent le mieux ou la garantie d'un tri sélectif et d'un traitement adapté. Ceci à condition de préparer des installations pour les recycler ou les composter. Un des premiers exemples dans ce sens, est une loi américaine établie en 1976 qui obligeait les agences fédérales à «acheter des produits dont la composition affiche le taux de matériaux de récupération le plus élevé» (SCP/RAC, 2019b).

Pour palier aux vides juridiques existants, une volonté politique et un effort sont observés ces dernières années, comme exemple nous citons les nouveaux textes réglementaires concernant le corail. Une révision globale des textes existants est également prévue concernant l'intervention des agents verbalisateurs en mer et la protection du requin pèlerin *Cetorhinus maximus*. Espérant que cette étude, qui traite non seulement les effets néfastes de trois pressions sur la bio-ressources marine algérienne mais éclaircie également les points qui entravent la réussite d'une bonne gestion, puisse aider les décideurs à prendre les mesures appropriées.

CONCLUSION GENERALE

Les résultats de notre travail montrent combien sont importants les impacts de la pêche, de la pollution par les macro-déchets et des changements climatiques sur la biodiversité marine algérienne.

En effet, la pêche récréative est une pression supplémentaire sur un stock déjà en déclin, les dépassements que l'on a pu observer génèrent des pertes au gouvernement et des gains aux pêcheurs plaisanciers aux détriments des pêcheurs professionnels, ce qui pourrait encourager d'autres pêcheurs récréatifs à exercer la même pression, voyant qu'il n'y a aucune sanction à l'encontre de cette pratique.

Pour les macro-déchets, les résultats prouvent que les espèces fuient un habitat lorsque celui change de structure, les espèces qui ne vivent que sur des fonds meubles sont les plus vulnérables au changement de leur habitat. Dans ce volet aussi, la réglementation manque de rigueur et des efforts supplémentaires doivent être réalisés pour une meilleure gestion des déchets terrestres qui sont la source majeure des déchets marins.

La bonne gestion d'un stock halieutique, doit impérativement être en concordance avec l'état réel du stock. Si, en plus de la pêche (INN), les autorités laissent des failles dans la réglementation qui aggrave cette situation, les mesures prises dans le cadre de la gestion des pêcheries ne seront pas rentables et ne donneront pas de bons résultats.

La Méditerranée est clairement confrontée à une évolution de sa biodiversité à cause de l'augmentation de sa température. Que cette tendance s'appelle "méditerranéisation" ou "tropicalisation", le bassin algérien, par une combinaison de plusieurs facteurs, semble "protégé" par les changements observés dans d'autres régions de la Méditerranée et semble moins touché. Ceci serait dû à :

1) la particularité de sa circulation marine, avec son courant et ses tourbillons anticycloniques de méso-échelle.

2) sa situation géographique le plaçant comme la zone la plus proche des eaux atlantiques après la mer d'Alboran.

3) l'origine de son eau de surface qui fait que sa température et sa salinité avoisinent celles des eaux atlantiques.

Conclusion générale

Malgré le caractère indépendant, à priori, de ces trois pressions (la pression de la pêche récréative, l'impact des macro-déchets et l'influence des changements climatiques), les résultats obtenus permettent, néanmoins, d'attester le caractère simultané de ces trois pressions sur une seule et même ressource. Ceci permet d'établir des liens très importants existants entre eux. En effet, tenir en compte une seule pression sans prendre en considération une autre pression qui s'exerce en même temps sur une même ressource ne serait pas efficace pour une bonne gestion de la ressource marine :

- La zone étudiée, entre 0 et 200 m, est la zone où s'exerce le plus de chalutage de fond qui déchire et déplace les filets maillants et trémails augmentant ainsi le nombre des ALDFG (engins de pêche abandonnés, perdus ou rejetés), qui font partie des macro-déchets et qui ont un impact négatif direct sur la ressource. Ces engins de pêche traditionnels sont aussi ceux qui sont utilisés pour la pêche récréative qui est en train de s'exercer comme une pêche commerciale. De plus, c'est dans cette zone où une augmentation de la fréquence des anomalies de température a été observée qui a conduit à une évolution de la biodiversité depuis 1982.

- Les espèces vulnérables à fonds meubles sont des espèces pêchées avec toute sorte d'engins. La proportion de ces espèces pêchées par le secteur de la pêche récréative, si elle est infime, peut toutefois indiquer la non abondance de ces espèces. Les données antérieures de la pêche récréative qui pourrait témoigner d'une régression de l'abondance ne sont pas disponibles mais cette proportion confirme la raréfaction des espèces qualifiées de vulnérables;

- Les espèces qualifiées de vulnérables en comparant les fréquences d'occurrence entre 1982 et 2012 sont celles là mêmes qui sont vulnérables aux macro-déchets, les macro-déchets composés d'engins de pêche perdus ou abandonnés et utilisés par les pêcheurs commerciaux et récréatifs.

- Les déchets, comme démontré, exercent une pression directe et physique (invasion de l'habitat par les macro-déchets) sur les espèces à fonds meubles. La comparaison réalisée entre les deux zones propre et polluée permet de suggérer une nouvelle cause à cette raréfaction.

Les résultats obtenus permettent d'établir des recommandations qui pourraient aider à la gestion du stock et à la préservation de la ressource marine, notamment, avec la prise de mesures nécessaires :

1. Par rapport à la législation de la pêche : combler les vides juridiques existants et/ou créer un code de conduite de la pêche récréative en Algérie. Revenir à l'ancien texte qui limite le nombre d'hameçons autorisés et délimite l'espace serait un bon début,

Conclusion générale

l'application de ces textes serait plus faisable avec une police de la pêche dont les agents seraient formés et dédiés exclusivement au contrôle de la pêche;

2. Une liste d'espèces vulnérables a été établie, cette liste, à compléter par d'autres études, pourrait être rajoutée aux textes réglementaires prévus concernant les espèces vulnérables et/ou en danger d'extinction.
3. Intégrer une information nouvelle concernant les déchets, ce qui permettra de joindre nos efforts à ceux du secteur de l'environnement et surtout d'appuyer avec des études scientifiques, les impacts des déchets sur la biodiversité marine. Pour confirmer ces résultats, il faudrait inscrire ces préoccupations au sein d'action déjà mises en place, comme les observatoires ou les programmes spécifiques sur la biodiversité ou la gestion des déchets. Des points spécifiques de surveillance pourront être choisis pour étudier l'évolution saisonnière ou annuelle des déchets comme l'embouchure de l'oued El Harrach;
4. De même, certaines espèces pourraient être choisies comme indicatrices de changements climatiques et faire l'objet d'études spécifiques. Il serait également recommandé de mettre en place un système de surveillance des changements des paramètres essentiels marins tenant compte de l'impact du réchauffement global sur les eaux marines (température, salinité, oxygène dissous, pH ... *etc.*).

L'impact important des trois pressions étudiées sur les sélaciens est à signaler, qui semblent être devenus extrêmement vulnérables et qui devraient faire l'objet d'une surveillance particulière, voire d'un programme de protection spécifique.

BIBLIOGRAPHIE

Abdul Malak D., Livingstone S.R., Pollard D., Polidoro B. A., Cuttelod A., Bariche M., Bilecenoglu M., Carpenter K. E., Collette B.B., Francour P., Goren M., Kara M. H., Massutí E., Papaconstantinou C. et Tunesi L., (2011). Aperçu du statut de conservation des poissons marins présents en mer Méditerranée. Gland, Suisse et Málaga, Espagne : UICN. vii + 61p. ISBN: 978-2-8317-1433-2.

Adloff F., Somot S., Sevault F., Jordà G., Aznar R., Déqué M., Herrmann M., Marcos M., Dubois C., Padorno E., Alvarez-Fanjul E., Gomi D., (2015). Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios. *Climate Dynamics*. 45:2775–2802. DOI: 10.1007/s00382-015-2507-3.

Agiadi K, Koskeridou E., Triantaphyllou M., Giron A., Karakitsios V., (2013a). Fish otoliths from the Pliocene Heraklion Basin (Crete Island, Eastern Mediterranean), *Geobios*. 46: 461–472.

Agiadi K., Koskeridou E., Triantaphyllou M. and Karakitsios V., (2013b). Paleobathymetry of a pliocene voutes coast (Heraklion, Crete), *Bulletin of the Geological Society of Greece*, vol. XLVII. Proceedings of the 13th International Congress, Chania.

Agiadi k., (2013). Investigation of the plio-pleistocene eastern mediterranean ichthyofauna and paleoenvironmental representations on rhodes and crete islands. Thesis. National and kapodistriian university of athens. Faculty of geology and geoenvironment Department of historical geology and paleontology. 167 p.

Agiadi K., Koskeridou E., Antonarakou A., Giamali C., Kontakiotis G., Karakitsios V., (2014). The messinian – zanclean transition of the ionian sea fish assemblages , abstract, The Messinian salinity crisis: from geology to geobiology. *Rcmns Interim Colloquium*, 25-28, Torino - Italy.

Ağırbaş E., Seyhan K., Kasapoğlu N., Feyzioğlu M., Üstündağ E., Eruz C., (2010). Recent changes of the Turkish anchovy fishery in the black sea with special reference to climate change. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 11(4): 1495-1503.

Akyol O., Ünal V., Ceyhan T., Bilecenoglu M., (2005). First confirmed record of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology* 66 (4): 1183–1186. DOI: 10.1111/j.0022-1112.2005.00667.x.

Bibliographie

Allain C., (1964). Les Poissons Et Les Courants. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 28 (4): 401-426.

Allsopp M., Walters A., Santillo D., Johnston P., (2006). Plastic Debris in the World's Oceans, greenpeace.43 p.

Alshawafi A., Analla M., Alwashali E., Aksissou M., (2017). Assessment of marine debris on the coastal wetland of Martil in the North-East of Morocco. *Marine Pollution Bulletin*. 117: 302–310. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.079.

Aroua N., Berezowska-Azzag E., (2009). Contribution a l'étude de la vulnérabilité urbaine au risque d'inondation dans un contexte de changement climatique. Cas de la vallée de oued El Harrach à Alger. *Fifth urban research symposium* .20 p.

Barbault R., Foucault A., (2010). Poissons des côtes tunisiennes et changements climatiques . 51-61. *In* Changements climatiques et biodiversité. Vuibert - AFAS eds. 282 p.

Barreiros J P., (2015). Overall impact of local and recreational fisheries: Approaching the case in the NE Atlantic and Mediterranean. *In*: Progressive Engineering Practices in Marine Resource Management. Ivelina Zlateva, Violin Raykov, Nikola Nikolov, eds. Chapter 10. 327–347. DOI: 10.4018/978-14666-8333-4.ch010.

Bartoli G., Migon C., Losno R., (2005). Atmospheric input of dissolved inorganic phosphorus and silicon to the coastal northwestern Mediterranean Sea: Fluxes, variability and possible impact on phytoplankton dynamics. *Deep-Sea Research part I*, 52: 2005–2016.

Belhabib D., Pauly D., Harper S., Zeller D., (2013). Reconstruction of marine fisheries catches for Algeria, 1950– 2010. pp1–22. *In*: Belhabib D, Zeller D, Harper S, Pauly D. (eds.), Marine fisheries catches in West Africa, 1950–2010, part I. Fisheries Center Research Reports. 20 (3). Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada [ISSN 1198-6727].

Belhabib D., Koutob V., Sall A., Lam V.W.Y., Pauly D., (2014). Fisheries catch misreporting and its implications: The case of Senegal. *Fisheries Research*. 151:1-11. DOI: 10.1016/j.fishres.2013.12.006.

Belhabib D., Campredon P., Lazar N., Sumaila U.R., Cheikh Baye B., Abou Kane E., Pauly D., (2015a). Best for pleasure, not for business: evaluating recreational marine fisheries in West Africa using unconventional sources of data. *Palgrave Communications* . DOI: 10.1057/palcomms.2015.50.s

Bibliographie

Belhabib D., Sumaila R., Pauly D., (2015b). Feeding the poor: Contribution of West African fisheries to employment and food security. *Ocean & Coastal Management*. 111:72-81. DOI: [10.1016/j.ocecoaman.2015.04.010](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.010).

Belhabib D., Campredon P., Lazar N., Sumaila U. R., Cheikh Baye B., Abou Kane E., Pauly D., (2016). Best for pleasure, not for business: evaluating recreational marine fisheries in West Africa using unconventional sources of data. *Palgrave Communications*. 2:15050. DOI: 10.1057/palcomms.2015.50

Ben Rais Lasram F., Tomasini J. A., Guilhaumon F., Romdhane M. S., Do Chi T., Mouillot D., (2008). Ecological correlates of dispersal success of Lessepsian fishes. *Marine Ecology Progress Series*. 363: 273–286. DOI: 10.3354/meps07474.

Benzohra M., Millot C., (1995). Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses off Algeria. *Deep Sea Research*. 42:1803-1830. DOI: [10.1016/0967-0637\(95\)00043-6](https://doi.org/10.1016/0967-0637(95)00043-6).

Béthoux J. P., Gentili B., Raunet J., Tailliez D., (1990). Warming trend in the western Mediterranean deep water. *Nature*. 347: 660–662. DOI: 10.1038/347660a0.

Béthoux J.P., Gentili B., (1996). The Mediterranean Sea, coastal and deep-sea signatures of climatic and environmental changes. *Journal of Marine System*. 7: 383-394. DOI: [10.1016/0924-7963\(95\)00008-9](https://doi.org/10.1016/0924-7963(95)00008-9).

Béthoux J.P., Morin P., Chaumery C., Connan O., Gentili B., Ruiz-Pino D., (1998). Nutrients in the Mediterranean Sea, mass balance and statistical analysis of concentrations with respect to environmental change. *Marine Chemistry*. 63: 155–169. DOI: [10.1016/S0304-4203\(98\)00059-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4203(98)00059-0).

Béthoux J.P., Gentili B., (1999). Functioning of the Mediterranean Sea: past and present changes related to freshwater input and climate changes. *Journal of Marine System*. 20: 33–47. DOI: [10.1016/S0924-7963\(98\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00069-4).

Béthoux J.P., Gentili B., Morin P., Nicolas E., Pierre C., Ruiz-Pino D., (1999). The Mediterranean Sea: a miniature ocean for climatic and environmental studies and a key for the climatic functioning of the North Atlantic. *Progress in Oceanography*. 44:131–146. DOI: [10.1016/S0079-6611\(99\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(99)00023-3).

Bianchi C.N., (2007). Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*. 580:7–21. DOI: 10.1007/s10750-006-0469-5.

Bibliographie

Bodilis P., Crocetta F., Langeneck J., Francour P., (2013). The spread of an Atlantic fish species, *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) (Osteichthyes: Haemulidae), within the Mediterranean Sea with new additional records from the French Mediterranean coast. *Italian Journal of Zoology*. 1-6. DOI: 10.1080/11250003.2012.730555.

Bodilis P., Ganteaume A., Francour P., (2003). Presence of 1 year-old dusky groupers along the French Mediterranean coast. *Journal of Fish Biology*. 62:242–246.

Bonanno G., Orlando-Bonaca M., (2019). Non-indigenous marine species in the Mediterranean Sea - Myth and reality. *Environmental Science & Policy*. 96 : 123-131. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.03.014.

Boudjakdji M., (2008). Etude du cycle biogéochimique du carbone dans le bassin algéro-provençal. Mémoire de Magister. ENSSMAL. 90 p.

Bouchentouf S., Aïnad Tabet D., (2013). Abundance of Plastic Debris in Intertidal Surface Sediments from Arzew Gulf (Western Algeria). *American Journal of Marine Science* Vol. 1, No. 1, 28-32. DOI: 10.12691/marine-1-1-5

Boutoutaou D., Zeggane H., (2014). Méthode de calcul des crues des oueds de l'Algérie. *Le Journal de l'eau et de l'Environnement*. 24-25: 62-75.

Brander K., (2010). Impact of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems*. 79: 389-402. DOI: [10.1016/j.jmarsys.2008.12.015](https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.12.015).

Brooks T. M., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., DA Fonseca G.A.B., Rylands A.B., Konstant W.R., Flick P., Pilgrim J., Oldfield S., Magin G., Hilton-Taylor C., (2002). Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology*. 16: 909–923. DOI:10.1046/j.1523-1739.2002.00530.x.

Browne M. A., Underwood A. J., Chapman M. G. Williams R., Thompson R. C., van Franeker J. A., (2015). Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts. *Proceedings of the Royal Society B*, 282 (1807), 20142929. DOI: 10.1098/rspb.2014.2929.

Bruslé J., Quignard J.P., (2004). Les poissons et leur environnement. Tec & Doc – Lavoisier (Paris), 1522 p.

Buffett G.G., Hobbs R.W., Vsemirnova E.A., Klaeschen D., Hurich C.A., Ranero C., Sallarès V., (2013). Characterization of thermohaline staircases in the tyrrhenian sea using stochastic heterogeneity mapping. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 133(5):3313. DOI: [10.1121/1.4799057](https://doi.org/10.1121/1.4799057)

Bibliographie

Calvo E., Simó R., Coma R., Ribes M. Pascual, J., Sabatés, A., Gili J.M., Pelejero, C., (2011). Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. *Climate Research*. 50:1-29. DOI: 10.3354/cr01040.

Carrier S., (2002). Le rôle des pêcheurs dans la conservation des îlets de la Martinique *In* Blanchet Gilles *et al.*, ed. La pêche aux Antilles. Marseille. IRD eds, 233–247 DOI: 10.4000/books.irdeditions.8189.

Casamajor M.N, Brind'Amour A., Caill-Milly N., Rouyer A., (2012). Espèces halieutiques les plus vulnérables aux activités d'extraction de granulats marins Façades « Bretagne » et « Sud Gascogne » . Ifremer. 51 p.

Cattaneo A., Babonneau N., Dan G., Déverchère J., Domzig A., Gaullier V., Lepillier B., De Lépinay B.M., Nougès A., Strzeczynski P., Sultan N., Yelles K., (2010). Submarine Landslides Along the Algerian Margin: A Review of Their Occurrence and Potential Link with Tectonic Structures. *In*: Mosher D.C. *et al.*, (eds) Submarine Mass Movements and Their Consequences. Advances in Natural and Technological Hazards Research, vol 28. Springer, Dordrecht.

Cavazza W. Wezel F.C., (2003). The Mediterranean region-geological primer. *Episodes*. 26(3):160-168. DOI: [10.18814/epiugs/2003/v26i3/002](https://doi.org/10.18814/epiugs/2003/v26i3/002)

CDER, (2013). Revue de presse. Centre de Développement des Energies renouvelables. *Bulletin des énergies renouvelables*.29: 21-23.

CGPM, (2017). Présentation des domaines d'actions de la CGPM Stratégie à moyen terme (2017-2020) en faveur de la durabilité des pêches en Méditerranée et en mer Noire. Réunions de restitution des activités de la FAO arrêtées dans le cadre de la Lettre d'Accord entre le PNUD et la FAO. Alger.

Chandler M. A., Sohl L. E., Jonas J. A., Dowsett H. J., (2012). Simulations of the Mid-Pliocene Warm Period using the NASA/GISS ModelE2-R. Earth System Model. *Geoscientific Model Development Discussions*. 5: 2811–2842. DOI: 10.5194/gmdd-5-2811-2012.

Charrier G., Chenel T., Durand J.D., Girard M., Quiniou L., Laroche J., (2006). Discrepancies in phylogeographical patterns of two European anglerfishes (*Lophius budegassa* and *Lophius piscatorius*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Elsevier, 38(3):742-754. DOI : 10.1016/j.ympev.2005.08.002.

Bibliographie

Cheshire A.C., Adler E., Barbière J., Cohen Y., Evans S., Jarayabhand S., Jeftic L., Jung R.T., Kinsey S., Kusui E.T., Lavine I., Manyara P., Oosterbaan L., Pereira M.A., Sheavly S., Tkalin A., Varadarajan S., Wenneker B., Westphalen G., (2009). UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83: xii + 120 p.

Cheung W.W.L., Watson R. Pauly D., (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*. 497: 365–368. DOI: 10.1038/nature12156 PMID: 23676754.

Chevolot M., Hoarau G., Rijnsdorp A.D., Stam W.T., Olsen J.L., (2006). Phylogeography and population structure of thornback rays (*Raja clavata* Rajidae). *In* Chevolot, M. S. C. O. M. Assessing genetic structure of thornback ray, *Raja clavata*: A thorny situation?. *Molecular Ecology*. 15: 3693-3705. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2006.03043.x.

Cisneros-Montemayor A.M., Sumaila U R. (2010). A global estimate of benefits from ecosystem-based marine recreation: potential impacts and implications for management. *Journal of Bioeconomics*. 12 (3): 245–268. DOI:[10.1007/s10818-010-9092-7](https://doi.org/10.1007/s10818-010-9092-7)

Djemaci B., (2012). La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité. Thèse de doctorat. Sciences de l'environnement. Université de Rouen, 380 p.

CNRDPA, (2009). Etude de l'ichtyofaune accessible aux filets maillants dans la baie de Bou- Ismail (2008). Département des ressources vivantes. Services des ressources naturelles vivantes. 44 p.

CNRDPA, (2012). Campagne d'évaluation des ressources demersales le long du littoral algérien « ALDEM 2012 », Rapport final. Centre National de Recherche pour le développement de la pêche et de l'aquaculture. 88 p.

Cooke S.J., Cowx I. G., (2004). The role of recreational fishing in global fish crises. *BioScience*. 54. (9): 857–859. DOI: 0.1641/0006-3568(2004)054[0857:TRORFI]2.0.CO;2.

Cotroneo Y., Aulicino G., Ruiz S., Pascual A., Budillon G., Fusco G., Tintoré, J., (2016). Glider and satellite high resolution monitoring of a mesoscale eddy in the algerian basin: Effects on the mixed layer depth and biochemistry. *Journal of Marine Systems*. 162: 73-88. DOI : 10.1016/j.jmarsys.2015.12.004

Cushing D. H. et Dickson R. R., (1977). The biological response in the sea to climatic changes. *Advances in marine Biology*. 14: 1-122.

Bibliographie

Damien P., (2015). Etude de la circulation océanique en Méditerranée Nord-Occidentale à l'aide d'un modèle numérique à haute résolution: influence de la submésoscale . Océanographie. Université Toulouse III Paul Sabatier. 163 p.

Deidun A., Fenech-Farrugia A., Castriota L., Falautano M., Azzurro E. Andaloro F., (2015). First record of the silver-cheeked toadfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) from Malta. *BioInvasions Record* 4(2): 139–142, DOI: 10.3391/bir.2015.4.2.11

Delongueville C., Scaillet R., (2011). Présence de *Cardium indicum* Lamarck, 1819 sur la côte Est de Tunisie, *Novapex Société* 12(1): 3-8.

Derraik J.G.B., (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*. 44: 842–852. DOI: [10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5).

Deudero S., Alomar C., (2015). Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species. *Marine Pollution Bulletin*. 98 (1-2): 58–68. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.012.

DGPA, (2018). Pêche et aquaculture en Algérie, situation et enjeux économiques. Présentation. Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche. Tunis.

D'Ortenzio F. Ribera d'Alcalà M., (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis, *Biogeosciences*. 6: 139–148. DOI: 10.5194/bg-6-139-2009.

Doumbouya A., Camara O.T., Mamie J., Intchama J.F., Jarra A., Ceesay S., Guèye A., Ndiaye D., Beibou E., Padilla A., Belhabib D., (2017). Assessing the Effectiveness of Monitoring Control and Surveillance of Illegal Fishing: The Case of West Africa. *Frontiers in Marine Science*. 4:50. DOI: 10.3389/fmars.2017.00050.

Dov Por F., Dimentman C., (1985). Continuity of Messinian Biota in the Mediterranean Basin. Chapter 25. In Stanley D., J. and Wezel F-C., 1985. Geological Evolution of the Mediterranean Basin. Raimondo Selli Commemorative Volume. Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg Tokyo. 589 p. DOI: 10.1007/978-1-4613-8572-1.

Elias S.A., (2018). Plastics in the Ocean. In: Dominick A. DellaSala, and Michael I. Goldstein (eds.) *The Encyclopedia of the Anthropocene*, vol. 1, p. 133-149. Oxford: Elsevier.

European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC), (2008). *Code of practice for recreational fisheries*. Occasional Paper. No. 42. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 45 p.

Bibliographie

- FAO. (1995)** .Code de conduite pour une pêche responsable. Rome, FAO. 46p.
- FAO, (2005)**. Ethical issues in fisheries. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome. 30 p.
- FAO, (2011)**. International Guidelines on Bycatch Management and Reduction of Discards. Rome. ISBN: 978-92-5-006952-4.74 p.
- FAO, (2012)**. Recreational fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 13. Rome, FAO. 176 p.
- FAO, (2016)**. Illegal, unreported and unregulated fishing. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 4 p.
- FAO, (2018)**. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN: 978-92-5-130692-5. 237 p.
- Ferter K., Weltersbach M. S., Strehlow H. V., Vølstad J. H., Alos J., Arlinghaus R., Armstrong M., Dorow M., De Graaf M., Van der Hammen T., Hyder K., Levrel H., Paulrud A., Radtke K., Rocklin D., Sparrevohn C.R., Veiga P., (2013)**. Unexpectedly high catch-and-release rates in European marine recreational fisheries: Implications for science and management. *ICES Journal of Marine Science*. 70: 1319–1329. DOI:10.1093/icesjms/fst104.
- Fillias A., (1875)**. Géographie physique et politique de l'Algérie. Deuxième édition. V^e Tissier. 23 p.
- Fiorentino F., Gancitano V., Giusto G.B., Massi D., Sinacori G., Titone A., Vinci A., Garofalo G., (2015)**. Marine litter on trawlable bottoms of the strait of sicily. *Biologia Marina Mediterranea*. 22 (1): 225-228.
- Fischer W., Bauchot M.L., M. Schneider, (rédacteurs), (1987)** . Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche.(Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. P u b l i c a t i o n préparée p a r l a F A O , résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, Vo1.2: 761- 1530.

Bibliographie

Francour P., Boudouresque C.F., Harmelin J.G., Harmelin-Vivien M.L., Quignard J.P., (1994). Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin*. 28.(9): 523-526. DOI: 10.1016/0025-326-(94)90071-X.

Francour P., (2011). Les modifications faunistiques en Méditerranée occidentale vont-elles totalement perturber les équilibres écologiques existant ?. Oceanopolis Brest, Le parc de découvert des océans.

Froese R., Pauly D., Editors. (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2019).

Furnestin J., (1961). La pêche maritime algerienne et ses possibilites. (Rapport de mission). Revue Travaux de l'Institut des Pêches maritimes. 25 (1).

Galgani F., Hanke G., Werner S., Oosterbaan L., Nilsson P., Fleet D., Kinsey S., Thompson R.C., van Franeker J., Vlachogianni T., Scoullas M., Veiga J.M., Palatinus A., Matiddi M., Maes T., Korpinen S., Budziak A., Leslie H., Gago J., Liebezeit G., (2013). Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. EUR Scientific and Technical Research Series. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 128 p. DOI: 10.2788/99475.

Galgani F., Hanke, G., Maes, T., (2015). “Global distribution, composition and abundance of marine litter,” Chapter 2. *In Marine Anthropogenic Litter*, eds M. Bergmann, L. Gutow, and M. Klages (London: Springer), 29–56.

Gall S.C., Thompson R.C., (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*. 92: 170–179. DOI :10.1016/j.marpolbul.2014.12.041.

Ghisotti F., (1971). Un raro bivalve del Mediterraneo: *Cardium hians* Brocchi. *Conchiglie*, Milano, 7(5-6):73-82.

Gilardi, K. V. K., Carlson-Bremer, D., June, J. A., Antonelis, K., Broadhurst, G., Cowan, T., (2010). Marine species mortality in derelict fishing nets in Puget Sound, WA and the cost/benefits of derelict net removal. *Marine Pollution Bulletin*. 60(3): 376–382. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.10.016.

Gilman E., Chopin F., Suuronen P., Kuemlangan B., (2016). Abandoned, lost and discarded gillnets and trammel nets Methods to estimate ghost fishing mortality, and the status of regional monitoring and management. Food and Agriculture Organization of the united nations.Rome.79 p.

Bibliographie

Gislason G., (2006). Commercial vs recreational fisheries allocation in Canada: Pacific herring, salmon and halibut, Paper Presented to Sharing the Fish 06 Conference Fremantle, Western Australia 26 February– 2 March.

Good T. P., June J. A., Etnier M. A., Broadhurst G., (2010). Derelict fishing nets in Puget Sound and the Northwest Straits: Patterns and threats to marine fauna. *Marine Pollution Bulletin* .60(1): 39–50. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.09.005.

Gorini C., Suc J-P., Rabineau M., (2015). Le déluge et la Crise messinienne. in "L'eau à Décourvert". CNRS Editions, sous la direction de Euzen .A., Jeandel C., Mosseri R. (édits.). 98-99. 365 p.

Graham Hole, (2011). Deciding the statistical significance of nonparametric tests with large sample sizes. Research Skills Mann-Whitney test handout version 1.0: 1-4.

Green D. S., Boots B., Blockley D. J., Rocha C., Thompson R., (2015). Impacts of discarded plastic bags on marine assemblages and ecosystem functioning. *Environmental Science & Technology*. 49(9): 5380– 5389. DOI:10.1021/acs.est.5b00277.

Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M. Boudjellal B., Boumaza S., Boutiba M., Guedioura A., Hafferssas A., Hemida F., Kaïdi N., Kerzabi F., Khelifi H., Merzoug A., Nouar A., Sellali B., Sellali-Merabtine H., Semroud R., Seridi H., Taleb M.Z., Touahria T., (2004). Biodiversité marine et littorale algérienne. Sonatrach-LRSE. Eds. Sonatrach. 362 p.

Grimes S., Benabdi M., Babali N., Refes W., Boudjellal-Kaidi N., Seridi H., (2018). Biodiversity changes along the Algerian coast (Southwest Mediterranean basin): from 1834 to 2017: A first assessment of introduced species. *Mediterranean Marine Science*. 19(1): 156-179.

Guichenot A., (1850). Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. Sciences physique, Zoologie. T 5. In Histoire naturelle des reptils et des poissons. Imprimerie Nationale. 144 pp. DOI: 10.5962/bhl.title.112444.

Hardesty B. D., Lawson T. J., van der Velde T., Lansdell M. Wilcox C., (2016). Estimating quantities and sources of marine debris at a continental scale. *Frontiers in ecology and the environment*. 1447, 1–8 (2016). DOI:10.1002/fee.1447.

Hauck M., (2009). Rethinking Small-scale Fisheries Compliance: from criminal justice to social justice. Thesis Presented for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Environmental and Geographical Science. University Of Cape Town. 257 p.

Bibliographie

Hemida F., (2005). Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies ; Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. Thèse de doctorat D'état. Faculté des Sciences Biologiques . Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB) . 272 p.

Ifremer, (2010). Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer, 69 p.

Illoul H., Rodríguez Hernández F., Vila M., Adjas N., Aït younes A., Bournissa M., Koroghli A., Marouf N., Rabia S., Ameer F.L.K., (2012). The Genus *Ostreopsis* along the Algerian Coastal Waters (SW Mediterranean Sea) Associated with a Human Respiratory Intoxication Episode. *Cryptogamie, Algologie*. 33 (2): 209-216.DOI: 10.7872/crya.v33.iss2.2011.209.

IPCC, (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden ,C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 p.

Isern-Fontanet J., Fonta J., García-Ladonaa E., Emelianova M., Millot C., Taupier-Letage I., (2004). Spatial Structure of anticyclonic eddies in the Algerian basin (Mediterranean Sea) analyzed using the Okubo–Weiss parameter, *Deep-Sea Research II*. 51: 3009–3028.DOI: doi.org/10.1016/j.dsr2.2004.09.013.

ISTPM, (1982). Evaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne. Stocks pélagiques-Stocks démersaux exploitables au chalut. Rapport Institut Supérieur Techniques et Pêches Maritimes (Nantes-France), 101 p. (annexes).

Izquierdo-Muñoz A., Izquierdo-Gomez D., (2014). First record of *Lagocephalus scleratus* (Gmelin, 1789) (Actinopterygii, Tetraodontidae) on the Mediterranean Spanish coast, pp 686- 687. In: Katsanevakis S., *et al.*, (2014), New Mediterranean Biodiversity Records (October, 2014). *Mediterranean Marine Science*. 15(3): 675–695.DOI: [10.12681/mms.1123](https://doi.org/10.12681/mms.1123).

Jacques G., Treguer P., (1986). Ecosystèmes pélagiques marins. Collection d'Ecologie 19. Editions Masson., 178 p.

JO-RADP N° 3. Décret exécutif n° 12-03 du 10 Safar 1433 correspondant au 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées.

Bibliographie

JO-RADP N° 3. Loi n° 03-22 du 4 Dhou El Kaada 1424 correspondant au 28 décembre 2003 portant loi de finances pour 2004.

JO-RADP N° 18. Loi n° 15-08 du 12 Joumada Ethania 1436 correspondant au 2 avril 2015 modifiant et complétant la loi n° 01-11 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 juillet 2001 relative à la pêche et à l'aquaculture. 7-12.

JO-RADP, N° 22. Décret exécutif n°96-121 du 18 Dhou el Kaada 1419 correspondant au 6 Avril 1996 fixant les modalités de l'exercice de la pêche. 6-12.

JO-RADP, N° 35. Décret exécutif n° 12-235 du 3 Rajab 1433 correspondant au 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées. 5-11.

JO-RADP N° 36, 2001. Loi n° 01-11 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 Juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture. 2-13.

JO-RADP, N° 78. Décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 Décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche. 8-14.

JO-RADP N° 82, 2007. Loi n° 07-12 du 21 Dhou el Hidja 1428 correspondant au 30 Décembre 2007 portant loi de finances pour 2008. 3-22.

Kacher M., (2010). Etude de la pêcherie de la zone marine adjacente au Parc national de Taza (ZMAPNR). Parc national de Taza, Projet PNT/ MEDPAN SUD.66 p.

Kara M.H., Ben Lamine E., Francour P., (2015). Range expansion of an invasive pufferfish, *Lagocephalus sceleratus* (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae), to the south-western Mediterranean. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 45(1): 103-108. DOI: 10.3750/AIP2014.45.1.13

Katsanevakis S., Verriopoulos G., Nicolaidou A., Thessalou-Legaki M., (2007). Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: A manipulative field experiment. *Marine Pollution Bulletin*. 54(6): 771-778. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2006.12.016](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.12.016)

Katsanevakis S., (2008). Marine debris, a growing problem: sources, distribution, composition, and impacts *In: marine pollution: new research* ISBN: 978-1-60456-242-2. Editor: tobias n. Hofer, 53-100. 448 p. © 2008 nova science publishers, inc.

Bibliographie

Le Danois E., (1924). Recherches sur les fonds chalutables des côtes d'Algérie (Croisière du chalutier « Tanche »). Mémoire Office Scientifique Technique Pêches Maritimes, s.s., 3, 75p.

Le Douguet L., (2010). Guide de reconnaissance des engins et filets de pêche artisanale utilisés dans les Aires Marines Protégées d'Afrique de l'ouest. FIBA. 39 p.

Lejeusne C., Chevaldonné P., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., Pérez T., (2010). Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution*. 25: 250–260. DOI: [10.1016/j.tree.2009.10.009](https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.009)

Lequesne C., (2004). The Politics of Fisheries in the European Union. Manchester University Press, 23 juil. - 170 p.

Lleonart J., (2015). La pêche en Méditerranée , Stocks, évaluations et état d'exploitation. Bilan. Secteurs stratégiques . Économie et territoire. Annuaire IEMed de La Méditerranée. 297-303.

Lloris D., Rucabado J., (1998). Guide FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide d'identification des ressources marines vivantes du Maroc. FAO, Rome, 263 p.

Malanotte-Rizzoli P., Artale V., Borzelli-Eusebi G. L., Brenner S., Civitarese G., Crise A., Font J., Gacic M., Kress N., Marullo S., Ozsoy E., Ribera d'Alcalà M., Roether W., Schroeder K., Sofianos S., Tanhua T., Theocharis A., Alvarez M., Ashkenazy Y., Bergamasco A., Cardin V., Carniel S., D'Ortenzio F., Garcia-Ladona E., Garcia-Lafuente J. M., Gogou A., Gregoire M., Hainbucher D., Kontoyannis H., Kovacevic V., Krasakapoulou E., Krokos G., Incarbona A., Mazzocchi M. G., Orlic M., Pascual A., Poulain P.M., Rubino A., Siokou-Frangou J., Souvermezoglou E., Sprovieri M., Taupier-Letage I., Tintoré J., Triantafyllou G., (2013). Physical forcing and physical/biochemical variability of the Mediterranean Sea: a review of unresolved issues and directions for future research. *Ocean Science*. 10: 1205–1280. DOI:10.5194/osd-10-1205-201.

Mann H. B., Whitney D. R., (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics; 1* : 50–60. DOI:10.1214/aoms/1177730491.

Bibliographie

Mannino A. M., Balistreri P., Deidun A., (2017). The Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea in a Changing Climate: The Impact of Biological Invasions. Chapter 5. *In* Mediterranean identities, Environnement, Society, culture, Borna Fuerst-Bjelis eds, 101–127 DOI:10.5772/intechopen.69214.

Marty J-C., Chiavérini J., Pizay M-D., Avril B., (2002). Seasonal and interannual dynamics of nutrients and phytoplankton pigments in the western Mediterranean Sea at the DYFAMED time-series station (1991–1999), *Deep-Sea Research II*. 49: 1965–1985. DOI: [10.1016/S0967-0645\(02\)00022-X](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(02)00022-X).

Masclé J., (2012). Quel avenir pour la (les) Méditerranée(s). Institut océanographique. Fondation Albert^{1^{er}}, Prince de Monaco.

Massuti E., Ordinas F., Guijarro B., Pomar B., Fliti K., Refes W., Zaghdoudi S., Bouaïcha M., Reghis M., Miraoui M, Naili R., Ait Ferroukh B., (2004). Informe de la campaña Argelia 0204 para la evaluación de recursos demersales en las costas de Argelia (Mediterraneo Sud Occidental). Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques (Alger Algérie) – Secrétariat d'état chargé de la pêche maritime (Madrid-Espagne), 123p.

Masompour Y., Gorgin S., Pighambari S. Y., Karimzadeh G., Babanejad M., Eighani M., (2018). The impact of ghost fishing on catch rate and composition in the southern Caspian Sea. *Marine pollution bulletin*. 135: 534-539. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2018.07.065](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.07.065)

MATEV, (2013). Strategie Nationale De Gestion Integree Des Zones Cotieres en Algerie, Bilan et diagnostic. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville. 248 p.

Maurin C., (1962). Étude des fonds chalutables de la Méditerranée occidentale (Écologie et Pêche). *Revue des Travaux de l'Institut de Pêche Maritime*. 26: 163-220.

Maurin C., (1968). Ecologie ichthyologique des Fonds chalutables atlantiques (de la baie Ibéro-Marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale. *Revue des Travaux de l'Institut de Pêche Maritime*. 32 (1).

Mayot N., D'Ortenzio F., Ribera d'Alcalà M., Lavigne H., Claustre H., (2016). Interannual variability of the Mediterranean trophic regimes from ocean color satellites. *Biogeosciences*. 13: 1901–1917. DOI:10.5194/bg-13-1901-2016.

MEDITS, (2012). MEDITS International bottom trawl surveys in the Mediterranean. Instruction manual, Version 6. MEDITS-Handbook. Revision n.6. MEDITS Working group.

Bibliographie

MEDITS-Handbook, (2016). International bottom trawl survey in the Mediterranean. Version n. 8, 2016, MEDITS Working Group, 177 p.

MEER, (2016). Stratégie et Plan d'Actions Nationaux pour la Biodiversité (SPANB) 2016-2030 . La biodiversité pour le développement économique et social durable et l'adaptation au changement climatique. 128p.

Melli V., Angiolillo M., Ronchi F., Canese S., Giovanardi O., Querin S., Fortibuoni T., (2017). The first assessment of marine debris in a site of community importance in the north-western Adriatic Sea (Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*. 114: 821–830. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2016.11.012](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.012).

MF, (2010). Les enjeux économiques, financiers et fiscaux, la promotion des activités de pêche, la lettre de la DGI n°46. Ministère des finances. *Bulletin d'information de la direction générale des impôts*, 1–6.

Mifsud R., Dimech M. Schembri P.J., (2013). Marine litter from circalittoral and deeper bottoms off the Maltese islands (Central Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*. 14(2): 298-308. DOI: <http://doi.org/10.12681/mms.413>.

Millot C., (1989). La circulation générale en Méditerranée occidentale : Aperçu de nos connaissances et projets d'études . In: *Annales de Géographie*, t 98. 549: 497-515; doi : DOI: 10.3406/geo.1989.20925

Millot C., Benzohra M., Taupier Letage I., (1997). Circulation off Algeria inferred from the Mcdiprod-5 current meters, *Deep-Sea Research I*,44(9-10): 1467-1495. DOI: [10.1016/S0967-0637\(97\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(97)00016-2).

Millot C., (1999). Review Paper, Circulation in the Western Mediterranean Sea, *Journal of Marine Systems*. 20: 423-442. DOI: [10.1016/S0924-7963\(98\)00078-5](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00078-5).

Millot C., Taupier-Letage I., (2005). Circulation in the Mediterranean sea. In Saliot A. (eds) *The Mediterranean Sea. Handbook of Environmental Chemistry*, vol 5K. Springer, Berlin, Heidelberg. 29-66. DOI: 10.1007/b107143.

Millot C., (2009). Another description of the Mediterranean Sea outflow, *Progress in Oceanography*, 52 (2): 101-124. DOI: 10.1016/j.pocean.2009.04.016.

Moore C. J., (2008). Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*. 108(2): 131–139. DOI: [10.1016/j.envres.2008.07.025](https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025)

Bibliographie

Moutin T., Rimbault P., (2002), Primary production, carbon e-port and nutrients availability in western and eastern Mediterranean Sea in early summer 1996 (MINOS cruise). *Journal of Marine Systems*. 33-34: 273– 288. [DOI: 10.1016/S0924-7963\(02\)00062-3](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(02)00062-3).

MPRH, (2001). Le secteur de la pêche et de l'aquaculture en Algérie, Capacités et perspectives. 21 p.

MPRH. (2003). Schéma National de développement des activités de la pêche et de l'aquaculture, plan National de développement de la pêche et de l'aquaculture (2003-2007). 77 p.

MPRH, (2013). Flottille plaisancière.

MPRH, (2014). Secteur de la pêche et de l'aquaculture. Bilan (2012–2014), prospective 2030 et projet « plan aquapêche 2020 ».70p.

MPRH, (2016). Flottille de plaisance 2016.

MREE-PAP CAR/PAM, (2015). Stratégie nationale de gestion intégrée des zones côtières en Algérie. Ministère des Ressources en Eaux et de l'Environnement - PAP RAC/ PAM. (Appui PAM-MedPartnership, UNESCO). 94 p.

Myers S. S., Gaffikin L., Golden C. D., Ostfeld R. S., Redford K. H., Ricketts T. H., Turner W. R., Osofsky S. A., (2013). Human health impacts of ecosystem alteration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 110 (47): 18753-18760. DOI: 10.1073/pnas.1218656110.

NOAA, (2016). Report on Marine Debris Impacts on Coastal and Benthic Habitats. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration Marine Debris Program.26 p.

Nunoo F. K. E., Asiedu B., Amador K., Belhabib D., Lam V., Sumaila R. Pauly D., (2014). Marine Fisheries Catches in Ghana: Historic Reconstruction for 1950 to 2010 and Current Economic Impacts, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 22:4: 274-283. DOI: 10.1080/23308249.2014.962687.

ONS, (2011). L'armature urbaine RGPH 2008. Les principaux résultats de l'exploitation exhaustive . Office National des Statistiques. Alger. Collections Statistiques N°163.220 p.

ONS, (2015). Résultats de l'enquête annuelle sur les salaires auprès des entreprises. Office National des Statistiques. Mai 2015. 16 p.

Bibliographie

OSPAR, (2008). OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. OSPAR convention for the protection of the marine environment of the north-east atlantic. 4p.

OSPAR, (2010a). Background Document for. Biodiversity series. Angel shark *Squatina squatina*. 19 p.

OSPAR, (2010b). Background Document for Thornback ray *Raja clavata*. Biodiversity series. 17 p.

Pastor F., Valiente J.A, Palau J., L., (2018). Sea Surface Temperature in the Mediterranean: Trends and Spatial Patterns (1982–2016). *Pure and Applied Geophysics*. 175: 4017. DOI: 10.1007/s00024-017-1739-z

Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J., Froese R., Torres F. Jr., (1998). Fishing down marine food webs. *Science*. 279: 860–86.

Pauly D., (1998). Rationale for reconstructing catch time series. *EC Fisheries Cooperation Bulletin*. 11:4–10.

Pauly D., (2014). On the importance of fisheries catches. In Pauly Daniel, Zeller Dirk. 2014. So long, and thanks for all the fish: The Sea Around Us, 1999-2014, A fifteen year retrospective. Sea Around Us, Fisheries Centre, The University of British Columbia, Vancouver, B.C. V6T 1Z4 Canada. 179 p.

Pauly D., Zeller D., (2016). Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communication*. 7:10244.1-9. DOI: 10.1038/ncomms10244 PMID: 26784963.

Pessini F., Olita A., Cotroneo Y., Perilli A. (2018). Mesoscale eddies in the Algerian Basin: do they differ as a function of their formation site?. *Ocean Science*, 14(5). DOI: 10.5194/os-14-669-2018.

Pimm S. L., Jenkins C. N., Abell R., Brooks T. M., Gittleman J. L., Joppa, L. N., Raven P. H., Roberts C. M., Sexton J. O., (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*. 344(6187). DOI: 10.1126/science.1246752.

PNUE-PAM-CAR/ASP, (2010). Impact des changements climatiques sur la biodiversité en Mer Méditerranée. Par S. Ben Haj et A. Limam, CAR/ASP Edit., Tunis : 1-28.

Bibliographie

Popescu S.M., (2001). Végétation, climat et cyclostratigraphie en Paratéthys centrale au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur d'après la palynologie. Sciences de la Terre. Université Claude Bernard - Lyon I. 233 p.

Post J.R., Sullivan M., Cox S., Lester N.P., Walters C.J., Parkinson E.A. Andrew J.P., Jackson L. Shuter B. J., (2002). Canada's Recreational Fisheries: The Invisible Collapse ?. *Fisheries magazine*. 27 (1): 6–17. DOI: 10.1577/1548-8446(2002)027<0006: CRF>2.0.CO;2.

Psomadakis P. N., Giustino S., Vacchi M., (2012). Mediterranean fish biodiversity: an updated inventory with focus on the Ligurian and Tyrrhenian seas. *Zootaxa*. 3263(1): 1-46.

Putman N., (2018). Marine migration. *Current Biology*. 28 (17): R952–R1008. DOI: [10.1016/j.cub.2018.07.036](https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.07.036)

Quignard J.P., (2011). Biodiversité: la Méditerranée, évolution de sa xénodiversité. *Bulletin de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*. N.S., 42 : 105-124.

Quignard J.P., Raibaut A., (1993). Ichtyofaune de la côte languedocienne (golfe du Lion). Modifications faunistiques et démographiques. *Vie et Milieu*. 43(4) : 191-195. hal-03045829f.

Refes W., (2011). Contribution à la connaissance de la biodiversité des fonds chalutables de la côte algérienne : les peuplements ichtyologiques des fonds chalutables du secteur oriental de la côte algérienne. These de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 280 p.

Reygondeau G., Guieu C., Benedetti F., Irisson J-O., Ayata S-D., Gasparini S., Koubbi P., (2016). Biogeochemical regions of the Mediterranean Sea: an objective multidimensional and multivariate environmental approach, *Progress in Oceanography*. 151: 138-148. DOI: 10.1016/j.pocean.2016.11.001.

Rixen M., Beckers J.M., Levitus S., Antonov J., Boyer T., Maillard C., Fichaut M., Balopoulos E., Iona S., Dooley H., Garcia M.J., Manca B., Giorgetti A., Manzella G., Mikhailov N., Pinardi N., Zavatarelli M., and the Medar Consortium, (2005). The Western Mediterranean Deep Water: A proxy for climate change. *Geophysical Research Letters*. 32(12) : NIL_47-NIL_50. DOI: 10.1029/2005GL022702.

Robinson M. M., Dowsett H. J., Chandler. M. A., (2008). Pliocene Role in Assessing Future Climate Impacts. *Eos EOS, Transactions, American Geophysical Union*. 89(49): 501–512. DOI: [10.1029/2008EO490001](https://doi.org/10.1029/2008EO490001).

Bibliographie

Rochman C. M., Hoh E, Kurobe T., Teh S. J., (2013) .The Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*. 3, 3263: 1-7. DOI:10.1038/srep03263 .

Roether W., Manca B. B., Klein B., Bregant D., Georgopoulos D., Beitzel V., Kovacevic V., Luchetta, A. (1996). Recent changes in eastern Mediterranean deep waters. *Science*, 271(5247): 333-335. DOI: [10.1126/science.271.5247.333](https://doi.org/10.1126/science.271.5247.333)

Sahi M.A., Bouaicha M., (2003). La pêche artisanale en Algérie. Centre national d'études et de documentation pour la pêche et l'aquaculture, FAO Copemed. 23 p.

Salas J., Millot C., Font J., García-Ladona E., (2002). Analysis of mesoscale phenomena in the Algerian basin observed with drifting buoys and infrared images, *Deep-Sea Research I*. 49: 245–266. DOI: [10.1016/S0967-0637\(01\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(01)00052-8)

Sanchez P., Maso M., Saez R., De Juan S., Muntadas A., M. Demestre., (2013). Baseline study of the distribution of marine debris on softbottom habitats associated with trawling grounds in the northern Mediterranean. *Scientia Marina*. 77(2): 247-255. ISSN: 0214-8358. DOI: [10.3989/scimar03702.10A](https://doi.org/10.3989/scimar03702.10A)

S/CDB, (2010). 3ème édition des Perspectives mondiales de la diversité biologique. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. Montréal, 94 p.

S/CDB, (2014). 4ème édition des Perspectives mondiales de la diversité biologique. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. Montréal, 155 p.

Scheld A. M., Bilkovic D. M., Havens K. J., (2016). The dilemma of derelict gear. *Scientific reports*. 6: 19671. DOI: [10.1038/srep19671](https://doi.org/10.1038/srep19671)

SCP/RAC, (20019a). Lignes directrices pour l'élimination progressive des sacs en plastique à usage unique dans la région méditerranéenne.32p.

SCP/RAC, (2019b). Lignes directrices pour lutter contre le plastique à usage unique par le biais des marchés publics en méditerranée.37 p.

Simmons G., Bremner G., Whittaker H., Clarke P., Teh L., Zyllich K., Zeller D., Pauly D., Stringer C., Torkington B., Haworth N., (2016). Reconstruction of marine fisheries

Bibliographie

catches for New Zealand (1950-2010). Working Paper Series. Working Paper #2015 - 87. Institute for the Oceans and Fisheries . The University of British Columbia. 60 p.

Smith N.S., Zeller D., (2013). “Bahamas Catch Reconstruction: Fisheries Trends in a Tourism-Driven Economy (1950–2010)”. Fisheries Centre Working Paper #2013–08. Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada.

Smith N.S, Zeller D., (2016). Unreported catch and tourist demand on local fisheries of small island states: the case of The Bahamas, 1950–2010. *Fishery Bulletin*. 114(1):117–32. DOI: 10.7755/FB. 114.1.10

Sparre.P, Venema S.C., (1996). Introduction à l'évaluation des stock de poisson tropicaux, première partie : manuel FAO. Document technique sur les pêches.306/1.401 p.

Stefatos A., Charalampakis M., Papatheodorou G., Ferentinos G., (1999). Marine debris on the seafloor of the Mediterranean Sea : examples from two enclosed gulfs in the Western Greece. *Marine Pollution Bulletin*. 35/5: 389-393.DOI: [10.1016/S0025-326X\(98\)00141-6](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(98)00141-6).

Suaria G., Aliani S., (2014). Floating debris in the Mediterranean Sea. *Marine pollution Bulletin*. 86: 494-504.DOI: [10.1016/j.marpolbul.2014.06.025](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.025).

Suc, (1984). Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*. 307: 429-432.DOI: 10.1038/307429a0.

Sumaila U.R., Khan A. S., Dyck A. J., Watson R., Munro G., Tydemers P. U. Pauly D., (2010). A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies. 12(3):201–225. *Journal of Bioeconomics*. DOI: 10.1007/s10818-010-9091-8.

Tejada S. et Sureda A., (2013).A new approach using biomarkers to elucidate the regression state of the invasive alga *Caulerpa taxifolia* in waters around the Balearic Islands (Western Mediterranean Sea). *Marine and Freshwater Research*. 64: 986–991. DOI: 10.1071/MF13012.

Testor P., Gascard J.-C., (2005). Large scale flow separation and mesoscale eddy formation in the Algerian Basin. *Progress in Oceanography*. 66: 211–230.DOI: doi.org/10.1016/j.pocean.2004.07.018.

Testor P., Send U., Gascard J.-C., Millot C., Taupier-Letage I., Béranger K., (2005). The mean circulation of the southwestern Mediterranean Sea: Algerian Gyres. *Journal Of Geophysical Research*. 110, C11017, DOI:10.1029/2004JC002861.

Bibliographie

Testor P., Gascard J.-C., (2006). Post-convection spreading phase in the Northwestern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research I*. 53: 869–893. DOI: doi.org/10.1016/j.dsr.2006.02.004.

Thevenon F., Carroll C., Sousa J., (editors). (2014). Plastic Debris in the Ocean: The Characterization of Marine Plastics and their Environmental Impacts, Situation Analysis Report. Gland, Switzerland: IUCN. 52 p. DOI: 10.2305/IUCN.CH.2014.03.en.

Trenberth K.E., Jones P.D., Ambenje P., Bojariu R., Easterling D., Klein Tank A., Parker D., Rahimzadeh F., Renwick J.A., Rusticucci M., Soden B. Zhai P., (2007). Observations: surface and atmospheric climate change. *In: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, p 235–336.*

UNEP/MAP. (2015). Evaluation des déchets marins en Méditerranée. ISBN: 978-92-807-3565-9.

Ungaro N., Tarano G., Auteri R., Voliani A., Massuti E., Garcia – Rodriguez M., Osmani K., (2002). Distribution, abundance and biological features of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *Lophius budegassa*) (Osteichthyes : Lophiiformes) in the Mediterranean Sea. *In: Abello P., Bertrand J.A., Gil De Sola L., Papaconstantinou C., Relini G., Souplet A., Mediterranean marine demersal resources : The Medits international trawl survey (1994-1999). Scientia Marina, 66 (suppl. 2): 55-63.*

Voskuil R.P.A, Onverwagt W.J.H., (1989). Inventarisation of the recent European and west African cardiidae (Mollusca, Bivalvia). *Vita Marina*. 28 (4-5): 49-96.

Walker J.D., Geissman J.W., Bowring S.A., Babcock L.E., compilers (2018). Geologic Time Scale v. 5.0: Geological Society of America, DOI: 10.1130/2018.CTS005R3C. ©2018 The Geological Society of America.

Wang J., Tan Z., Peng J., Qiu Q., Li M., (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. 113. *Marine Environmental Research*. 7-17. DOI: 10.1016/j.marenvres.2015.10.014.

Bibliographie

Willis K., Hardesty B. D., Kriwoken L., Wilcox C., (2017). Differentiating littering, urban runoff and marine transport as sources of marine debris in coastal and estuarine environments. *Scientific Reports*.7, 44479. DOI: 10.1038/srep44479.

Yellen J., Brooks A., Cornelissen E., Mehlman M., Stewart K., (1995). A middle stone age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire. *Science*. 268: 553–556. PMID: 7725100 . DOI:10.1126/science.7725100.

Yelles Chaouche A., Hadaoui A., Harbi A., (1993). La marge algérienne : genèse et évolution. *Algérie EQUIPEMENTS*. 9: 25-30.

Zeller D., Booth S., Craig P., Pauly D., (2006). Reconstruction of coral reef fisheries catches in American Samoa, 1950–2002. *Coral Reefs*. 25: 144–152. DOI: 10.1007/s00338-005-0067-4.

Zeller D., Booth S., Davis G., Pauly D., (2007). Re-estimation of small-scale fishery catches for U.S. flag-associated island areas in the western Pacific: the last 50 years. *Fishery Bulletin*. 105(2): 266-277.

Zeller D., Pauly D., (2014). Marine fisheries catch reconstruction: how to do it . In Pauly Daniel, Zeller Dirk. 2014. So long, and thanks for all the fish: The Sea Around Us, 1999-2014, A fifteen year retrospective. Sea Around Us, Fisheries Centre, The University of British Columbia, Vancouver, B.C. V6T 1Z4 Canada. 179 p.

Zeller D., Pauly D., (2016). Reconstructing marine fisheries catch data *In* D. Pauly and D. Zeller editors. Catch Reconstruction: concepts, methods and data sources. Online Publication. Sea Around Us (www.seaaroundus.org). University of British Columbia.

Zenetos A., Inar M.E., Pancucci-Papadopoulou K.A., Harmelin J.G., Furnari G., Andaloro F., Bellou N., Streftaris N., Zibrowius H., (2005). Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Science*. 6 (2): 63-118. DOI: 10.12681/mms.186.

Zenetos A., Çinar M.E., Crocetta F., Golani D., Rosso A., Servello G., Shenkar N., Turon X., Verlaque M., (2017). Uncertainties and validation of alien species catalogues : the Mediterranean as an example. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.191:171–187. DOI: 10.1016/j.ecss.2017.03.031.

Bibliographie

Annexes

ANNEXE 1

CPUE de 2012 par espèce des 9 plaisanciers pris en compte dans cette étude

| Navire | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | |
|----------------------------|-------------------|--|------------------|-------|----|-------|------|-----|------|------|----|------------------------|----------------------|-------------|
| Nombre de sortie en 2012 | | | 83 | 116 | 79 | 104 | 74 | 28 | 38 | 101 | 41 | | | |
| Espèce | Nom commun | Nom local | Nombre de caisse | | | | | | | | | Nombre moyen de caisse | Capture moyenne (kg) | Pourcentage |
| <i>Loligo vulgaris</i> | European squid | Calamar | 12 | 14 | 6 | 10 | 10 | 3 | 3 | 13 | 6 | 8,56 | 119,78 | 3,68 |
| <i>Sepia officinalis</i> | Common cuttlefish | Sepia | 4 | 19,25 | 9 | 8 | 11 | 3,5 | 2 | 17 | 6 | 8,86 | 124,06 | 3,81 |
| <i>Octopus vulgaris</i> | Common octopus | Kernit | 9,5 | 18 | 9 | 14 | 12,5 | 3 | 3 | 19 | 9 | 10,78 | 150,89 | 4,63 |
| <i>Mullus sp</i> | Surmullet | Rougi | 51,5 | 64 | 41 | 49,75 | 41 | 7 | 13,5 | 44,5 | 20 | 36,92 | 516,83 | 15,87 |
| <i>Pagellus acarne</i> | Axillary seabream | El Bazougue; bouchita; bizigo; chpigarel; mafroune | 18,5 | 27,75 | 20 | 24,5 | 20 | 12 | 6,5 | 35,5 | 14 | 19,86 | 278,06 | 8,54 |
| <i>Pagellus erythrinus</i> | Common pandora | El Bejjij, Pageot | 24 | 32 | 31 | 28 | 12,5 | 6 | 12,5 | 19 | 14 | 19,89 | 278,44 | 8,55 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|----|------|--------|------|
| <i>Diplodus vulgaris</i> | Twoxbanded seabream | Sar, Bidrilla, Sparle, Sargo | 0 | 1,5 | 4 | 0 | 3,5 | 0 | 0 | 4,5 | 0 | 1,5 | 21 | 0,64 |
| <i>Diplodus annularis</i> | Annular seabream | Sparaillon, Sparle | 8,5 | 14 | 6,5 | 9,5 | 13,5 | 3 | 7 | 11,5 | 11 | 9,39 | 133,78 | 4,11 |
| <i>Oblada melanura</i> | Saddled seabream | El Kahla, Doblade, Dobra | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 14 | 0,43 |
| <i>Meluccius merluccius</i> | European hake | El Mernouze; pacalow | 1,5 | 1,5 | 3 | 3 | 3,5 | 1,5 | 2 | 4 | 0 | 2,22 | 31,11 | 0,96 |
| <i>Sphyraena sphyraena</i> | Barracudas nei | La'alaz, Brochet | 15 | 8 | 12 | 11,5 | 9,5 | 2 | 4,5 | 14 | 2 | 8,72 | 122,11 | 3,75 |
| <i>Lithognathus mormyrus</i> | Stand steenbars | Asqqoum, Menkous, Kahli, Marbré | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,33 | 18,67 | 0,57 |
| <i>Serranus atricauda</i> | Blacktail comber | Zalamite, Sarran, Sarrano, | 4,5 | 4,5 | 2 | 7 | 1,5 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3,06 | 42,78 | 1,31 |
| <i>Scorpaena sp</i> | Scorpionfishes / rockfishes | Rascassa | 14 | 4,5 | 4,5 | 7,25 | 6 | 3 | 1,5 | 9 | 3 | 5,86 | 82,06 | 2,52 |
| <i>Zeus faber</i> | John dory | Hout Sidna souleimane | 2,5 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,56 | 7,78 | 0,24 |
| <i>Rajidae</i> | Skates | Raya | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,44 | 6,22 | 0,19 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|--|------|------|------|------|------|----------|-----|------|----|-------|--------|-------|
| <i>soleidae</i> | Soles | Reqiqa, Sole, | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 2 | 0 | 2,5 | 2 | 1 | 2,17 | 30,33 | 0,93 |
| <i>Congridae</i> | Conger and garden eels | Hnech | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,28 | 3,89 | 0,12 |
| <i>Mugilidae</i> | Mulletts | Bouri | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0,78 | 10,89 | 0,33 |
| <i>Trachinidae</i> | Weeverfishes | Ellafaa | 6 | 0,5 | 1 | 0 | 0,5 | 5 | 6 | 1,5 | 1 | 2,39 | 30,33 | 0,93 |
| <i>Triglidae</i> | Searobins | Borraco, GalINETTE, Grondin | 3,5 | 1 | 2,5 | 4,75 | 3,5 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2,69 | 42,39 | 1,30 |
| <i>Palinurus sp</i> | spiny lobsters | Langouste | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0,44 | 6,22 | 0,19 |
| <i>Trachurus sp</i> | Horse mackerel | Tcherel, Saourine, Tonino | 27 | 18,5 | 17 | 11 | 13,5 | 13, 5 | 8 | 21 | 14 | 15,94 | 271,06 | 8,32 |
| <i>Sardinella aurita</i> | Sardinellas | Latcha | 19 | 21 | 46,5 | 14,5 | 24,5 | 8 | 8,5 | 27,5 | 7 | 19,61 | 333,39 | 10,24 |
| <i>Sardina pilchardus</i> | European pilchard | Serdine | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 2 | 0 | 1,22 | 20,78 | 0,64 |
| <i>Boops boops</i> | Bogue | Bougua | 22,5 | 23 | 21 | 26 | 17 | 9 | 14 | 29 | 12 | 19,28 | 327,72 | 10,06 |
| <i>Sarpa salpa</i> | Salema | Tchelba | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1,22 | 20,78 | 0,64 |
| <i>Au-is rochei</i> | bullet tuna | Melva, Cavalla, Stoum, | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0,83 | 14,17 | 0,44 |

| | | stroum | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---|---|------|-----|------|----|---|---|------|---|------|--------|------|
| <i>scomber scombrus</i> | Atlantic mackerel | Laballa, Cabaya, Maquereau , Kaval, Cavaya | 0 | 2 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 | 3 | 4 | 2 | 34 | 1,04 |
| <i>Sarda sarda</i> | Skipjack tuna | El Rsel, Bonito, Bonite, Sainte Marie | 9 | 13,5 | 4,5 | 10,5 | 10 | 7 | 7 | 14,5 | 8 | 9,33 | 158,67 | 4,87 |
| <i>Xiphias gladius(kg)</i> | Swordfish | Boucif ettouil, Space, Espadon | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0,03 |
| Others | Blackspot seabream , Pompano, Picarel, Anglers, | Merdjane /Gros yeu- Palomina, Tchoukla, Crapaud | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,22 | 3,11 | 0,10 |

ANNEXE 2

Nombre d'autorisation de plaisance et de pêche commerciale enregistrées durant la période 2011-2015 par wilaya

| Wilaya | El Tarf | Annaba | Skikda | Tizi Ouzou | Jijel | Bejaia | Boumerdes | Alger | Tipaza | Chlef | Mostaganem | Oran | Ain Temouchent | Tlemcen |
|---|------------|--------|--------|---------------|-------|--------|-----------|-------|--------|-------|------------|------|-------------------|---------|
| Nombre d'autorisation de pêche commerciale | 310 | 882 | 983 | 224 | 583 | 221 | 562 | 259 | 236 | 163 | 140 | 298 | 212 | 268 |
| Nombre d'autorisation de pêche cecrérative | 582 | 936 | 1094 | 208 | 929 | 65 | 665 | 394 | 339 | 428 | 946 | 2521 | 21 | 236 |

ANNEXE 3

Publication : Recreational fisheries economics between illusion and reality: The case of Algeria

Nadhéra Babali^{1, 2*}, Mohamed Kacher^{2,3}, Dyhia Belhabib⁴, Ferial Louanchi², Daniel Pauly⁴

1 National Research Center for the Development of Fisheries and Aquaculture (CNRDPA), Boulevard front de Mer, Bou Ismail, Tipaza, Algeria, 2 National School of Marine Science and Coastal Management (ENSSMAL), Campus Universitaire Dely Ibrahim, Bois des Cars, Algiers, Algeria, 3 Ministry of Agriculture, Rural Development and Fisheries (MADRP), Algiers, Algeria, 4 Sea Around Us, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada

*nadherababali@gmail.com

Abstract

Recreational fishing is often perceived as harmless when it comes to fisheries management, and its impact often estimated to surpass the economic outcomes of e.g. large-scale fisheries. Recreational fisheries are often an indication of political stability and sound ecosystem management. However, despite a high economic impact, the economic costs on traditional and small-scale commercial fishers is yet to be known. This paper answers the question of how unregulated recreational fisheries could rather generate a loss to an economy, and cause unfair competition with existing commercial sectors using the example of Algeria. This paper assesses catches and economic value of recreational fisheries in Algeria, and finds that over 6,000 tonnes reach commercial markets annually, competing directly with the small-scale artisanal sector, while selling recreationally caught fish is still illegal. The paper further finds that the public is thereby deprived—through lost tax, licence income and landed value of \$45 million US annually.

RESEARCH ARTICLE

Recreational fisheries economics between illusion and reality: The case of Algeria

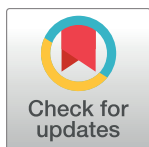
Nadhéra Babali^{1,2*}, Mohamed Kacher^{2,3}, Dyhia Belhabib⁴, Ferial Louanchi², Daniel Pauly⁴

1 National Research Center for the Development of Fisheries and Aquaculture (CNRDPA), Boulevard front de Mer, Bou Ismail, Tipaza, Algeria, **2** National School of Marine Science and Coastal Management (ENSSMAL), Campus Universitaire Dely Ibrahim, Bois des Cars, Algiers, Algeria, **3** Ministry of Agriculture, Rural Development and Fisheries (MADRP), Algiers, Algeria, **4** Sea Around Us, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada

* nadherababali@gmail.com

Abstract

Recreational fishing is often perceived as harmless when it comes to fisheries management, and its impact often estimated to surpass the economic outcomes of e.g. large-scale fisheries. Recreational fisheries are often an indication of political stability and sound ecosystem management. However, despite a high economic impact, the economic costs on traditional and small-scale commercial fishers is yet to be known. This paper answers the question of how unregulated recreational fisheries could rather generate a loss to an economy, and cause unfair competition with existing commercial sectors using the example of Algeria. This paper assesses catches and economic value of recreational fisheries in Algeria, and finds that over 6,000 tonnes reach commercial markets annually, competing directly with the small-scale artisanal sector, while selling recreationally caught fish is still illegal. The paper further finds that the public is thereby deprived—through lost tax, licence income and landed value of \$45 million US annually.



OPEN ACCESS

Citation: Babali N, Kacher M, Belhabib D, Louanchi F, Pauly D (2018) Recreational fisheries economics between illusion and reality: The case of Algeria.

PLoS ONE 13(8): e0201602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602>

Editor: Athanassios C. Tsikliras, Aristotle University of Thessaloniki, GREECE

Received: December 13, 2017

Accepted: July 18, 2018

Published: August 2, 2018

Copyright: © 2018 Babali et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Fishing is one of the oldest activities on earth [1]. With fisheries industrialization, fish stocks are increasingly subject to over-exploitation and are declining at an alarming rate [2, 3]. This over-exploitation is further exacerbated by the impacts of climate change, which drive fish migrations and local depletions in some of the poorest areas of the world [4]. In addition, illegal, Unregulated and Unreported fishing by industrial fleets, often associated with over-exploitation of fish stocks, and other environmental crimes, is considered one of the major threats to fisheries, today [5]. However, other sectors whose impact is often unknown also contribute to this trend. Indeed, beyond the fact that recreational catches are often under-reported, the sector remains mainly unregulated in many countries of the world [6]. Catch reconstructions revealed that data reported to the United Nations' Food and Agriculture Organization (FAO) do not reflect this reality [7]. Thus, in The Bahamas for example, previously unaccounted recreational catches by tourists were estimated at around 662,000 t per year (75% of the total annual commercial catch) [8].

In Algeria, the largest country of Africa (Fig 1), the recreational fishing sector is not regulated and its catches remain unmonitored. During a previous study, it was estimated that catches by the small-scale sector reached over 83,000t of which 1,000 t were generated by recreational fishing in 2010, which were completely unreported [9]. Algerian fisheries are operated by relatively small vessels within the Mediterranean due to sociological and geomorphologic attributes documented in [9]. The Algerian Fisheries Acts define artisanal fishing as “any traditional commercial fishing practiced in territorial sea” and the coastal fishing as “Any traditional practice of commercial fishing close to coast [10], they allow the largest variety of gears compared to others fishing categories and limit the length of small scale fishing vessels at a maximum of 12 meter [11]. Given the employment and the decade long security crisis in the country—mainly triggered by the lack of income opportunities and a social dissatisfaction by the youth [12], the Algerian Government uses the fishing sector as an alternative source of income, and heavily subsidizes small scale fishing vessels “to create employment opportunities”[13, 14].

In the Algerian regulation, Recreational fisheries include “on-foot fishing; fishing on board of recreational vessels; spearfishing”[15]. It is defined as: “Any fishing exercise as a sport or as a leisure activity and for non-commercial purposes” [10].

Referring to the definition above, the fact that Recreational catches cannot be sold assumes no tax revenue from catches to the government and that the recreational sector should not compete with the commercial sector. To practice recreational fishing, fishers must have a recreational fishing authorizations (License) issued by local fisheries authorities after payment of an annual fee and validation of the applicant’s file by a local commission in charge of granting licenses and their renewal. Boat fishers have to provide vessel characteristics to authorities, while spearfishers must have a weapon license. Despite the fact that the recreational sector is not well developed in Algeria, thanks to a decade long security crisis along the coast, increasing evidence of conflict with the commercial sector, suggests its economic footprint is much larger than what is suggested in previous reports [16]. This paper assesses the catch and economic footprint for recreational fisheries, and the potential for conflict with the artisanal commercial sector as illustrated through the case of Algeria, and discusses gaps in regulations and policy within the Algerian context.

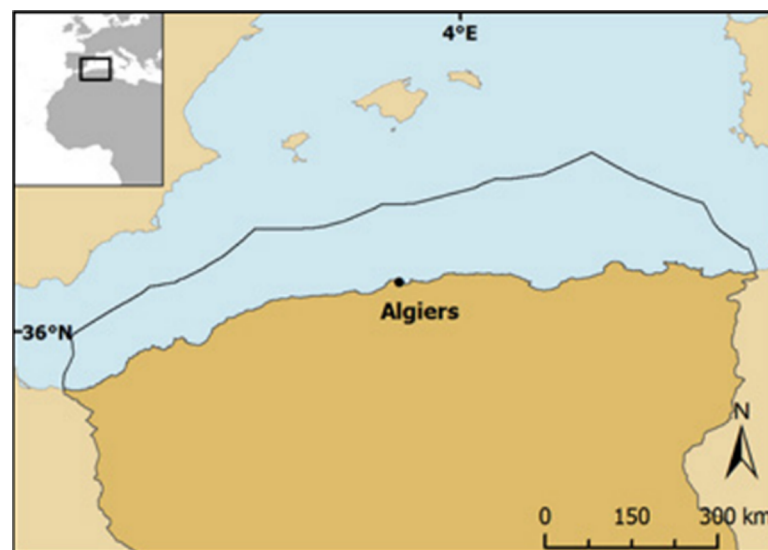


Fig 1. Map of the reserved fishing zone of Algeria.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602.g001>

Methods

Recreational vessel catches

Recreational catches for 14 coastal *wilayas* (districts, with particularities relating to the national legislation) of Algeria are either not reported (most of the time) or are reported as part of the commercial catch. We estimate these catches based on annual Catch Per Unit of Effort (CPUE) data, where effort is defined as the number of active vessels. We note that the size of the vessels, their geographic fishing range, and fishing activities are assumed homogeneous, and hence, we consider this as an appropriate measure of the fishing effort.

Initial data on artisanal commercial vessel (small-scale professional) catches recorded daily by observers were obtained from one of Western Algeria's landing sites and analyzed. Vessel name and registration number revealed that, from January 2012 to September 2014, reported landings of small-scale professional fisheries also included catches of recreational vessels (locales fisheries authorities, unpub. data). These data were reported to the FAO, which does not distinguish between catch types [7]. However the question remains raised with regards to how much of the remaining catch is not reported, and what is its economic footprint.

Daily catch and effort data for 2012 were available, which allowed to estimate the CPUE for that year. The number of fishing trips per year depends on seasons, varying from 28 (vessels fishing only in summer) to 116 (vessels fishing throughout the year). This information was available for 9 recreational vessels. The landings of each vessel were reported per day, per species, genus, or family and 'per box' and not by weight (locales fisheries authorities, unpub. data, S1 Table). Each box is equivalent to 17 kg for pelagic fish and 14 kg for demersal fish in wet weight. We estimated the annual landing for each vessel by adding up the daily landings of all species combined. Hence, we estimated an average CPUE. We then extrapolated harbor-wide using the total number of recreational vessels, i.e. 9 vessels.

Finally, to estimate the coast-wide catch, we first obtained the number of recreational fishing licenses (one license per vessel) from the relevant fisheries departments of the 14 coastal *wilayas*, then, assuming an even distribution of landings along the Algerian coast [17, 18, 19] we multiplied the average CPUE by the number of licensed recreational vessels.

We assume here that all application for license is intended to a commercial fishing, because fishing for subsistence doesn't require any license [20]. There is no known threshold of how much of the recreational catch is sold, however, professional fishers spoken with during the course of this study agreed that at least "most" of the catch is sold in local markets, which constitutes an unfair competition. Hence, herein, we conservatively assume that 75% of the catch is sold in local markets.

Spearfishing catches

To estimate recreational spearfishing catches, we multiplied the number of individual licenses obtained from the *wilayas'* fisheries register, where one fisher gets one license, by the number of fishing days, assessed as 50 days·fisher⁻¹·year⁻¹, and the average daily weight of 20 kg·fisher⁻¹·day⁻¹ from [20]. We assumed both the CPUE and the number of fishing days remained constant over the 2011–2015 time period.

Fishers' income from recreational fisheries and government lost revenue

The Algerian government collects taxes from all commercial sectors, and given the prohibition of trade of recreationally caught fish, the Government does not collect any taxes from recreational fishers, assuming fishers abide by the law. Herein, we calculated the potential economic loss to the Government that is attributable to this unregulated fishery as the difference between

the revenue that the license fees and other fees like social security, crew role, . . . etc would have brought in if considered artisanal (1,200 USD per vessel) and the license fees that they bring as they are considered recreational (30 USD) [20], knowing that most recreational catch is sold in local markets (pers. observation.). The difference represents a nontaxable income to local recreational fishers.

Hence, the total revenue earned by recreational fishers is calculated as the discount on the cost of the license and other fees, i.e. the difference between the cost of a full commercial license (1,200USD)—noting that vessel size is similar, and geographic fishing range, and fishing capacity are similar—and that of a recreational license (30 USD), plus the revenue from the catch itself (or landed value).

The operating costs (fuel and lubricant) are deduced from the total revenue, on the basis of an average number of trips of 73 days per year multiplied by a cost estimated at 2,300 DA by trip, according to small scale fishers with whom we conversed.

Hence, the total operating cost is estimated as the cost per day, multiplied by the number of trips (fishing days), multiplied by the number of licenses (which reflects the number of boats, as one boat gets one license). Therefore, profits from the recreational sector gained by fishers, are estimated as the total revenue i.e. average ex-cessel price multiplied by the catch per year, plus the value they would otherwise pay if they were considered professional (i.e. lost to government), minus the operating costs.

The ex-vessel price is estimated at 675 AD (Algerian Dinar) in 2015 (\$1 US = 100 AD) as extracted from the Algerian National Fisheries Database (Government of Algeria, unpub. data).

Results

Recreational vessels catch

The recreational landing is estimated at 3, 256.28 kg-vessel⁻¹.year⁻¹. The reconstructed catch shows a slight increase from 5,529 tonnes in 2011 to around 6,730 tonnes in 2013, and decreased slightly to less than 6,000 t in 2015 (Table 1 and Fig 2). We note that, 47% of the vessels at the sample landing port used as a geographic anchor point herein are recreational. Assuming catch data for each landing site is fully reported—which is not the case—a considerable portion of the small-scale catch data would be originating from the recreational sector.

Overall, our estimate is 6 times higher than the conservative estimate of [9] comparing the first year for which we have data, i.e. 2011 to that estimate for the year 2010. Given the lack of information on reporting nationally, we use the example of one *wilaya* to compare reported landings to unreported catches. In the *wilaya* of Boumerdes, officially reported catches from 2011 and 2015 range from 1.6 t to 7.5 t annually [21], while the reconstructed catch varies between 253 t to 599 t during the same period (Fig 3), illustrating a high disparity and major under-reporting of recreational catches.

Catches by recreational fishing vessels include 21% of sparids, 10% sardinellas (*Sardine-laaurita*), 10% bogue (*Boopsboops*), 8.3% horse mackerel (*Trachurus* spp.), 0.03% swordfish

Table 1. Number of authorizations and CPUE used to calculate recreational catches in Algeria, 2011–2015.

| Years | Number of licenses | Average CPUE (kg-vessel ⁻¹) | Recreational landings (tonnes) |
|-------|--------------------|---|--------------------------------|
| 2011 | 1,698 | 3,325 | 5,646 |
| 2012 | 1,780 | 3,325 | 5,919 |
| 2013 | 2,067 | 3,325 | 6,873 |
| 2014 | 1,987 | 3,325 | 6,607 |
| 2015 | 1,832 | 3,325 | 6,092 |

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602.t001>

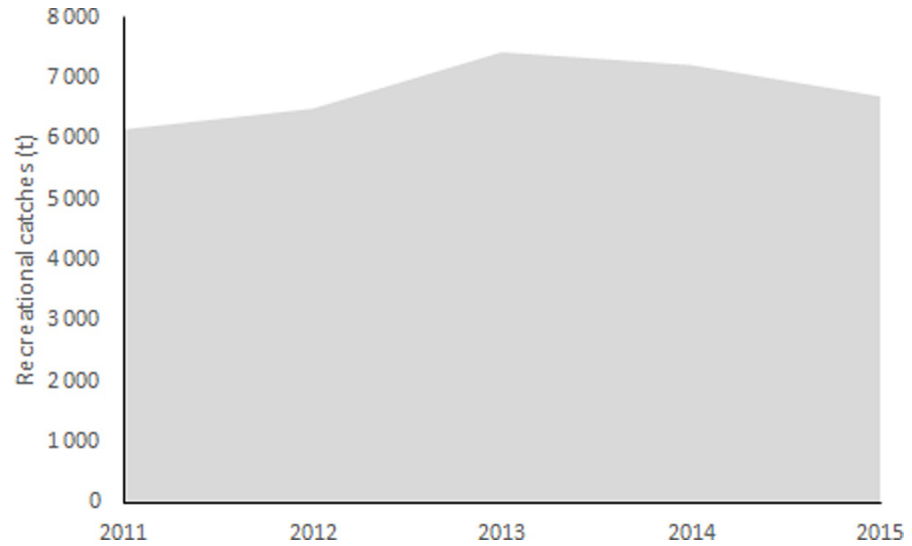


Fig 2. Reconstructed recreational catches of Algeria, 2011–2015.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602.g002>

(*Xiphiasgladius*) along with other tunas and billfishes (around 6%), 19% cephalopods, 1% hake (*Merlucciusmerluccius*); 0.6% sardine (*Sardinapilchardus*), the remainder consisting of other fishes (Soleidae, Mugilidae, Triglidae, Rajidae, Serranidae, etc.) and overlapping with the species targeted by the small-scale commercial sector.

Spearfishing catches

Spearfishing catches estimated increased from 620 tonnes in 2011 to 730 tonnes in 2015 (Table 2 and Fig 4). The composition of the spearfished catch depends on the demand, but it essentially includes goldblotch groupers (*Epinephelus costae*, 70%), dusky grouper,

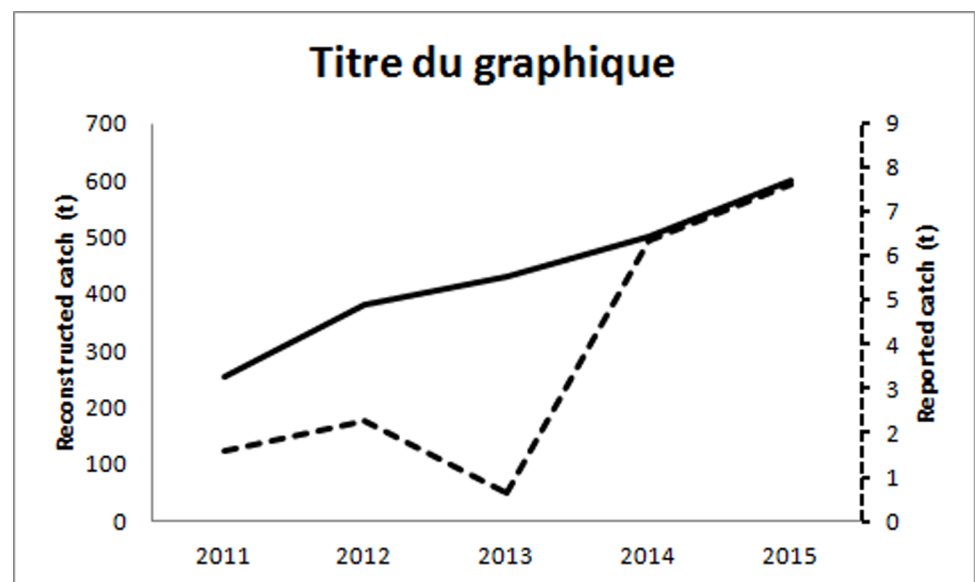


Fig 3. Comparison between the official data (dashed line) and the reconstructed catch (hard line) in the wilaya of Boumerdes, Algeria.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602.g003>

Table 2. Effort and CPUE of the Spearfishing sector, used to estimate catches, 2011–2015.

| Year | Number of licenses | Fishing days per year | Weight (kg) | Catch (tonnes) |
|------|--------------------|-----------------------|-------------|----------------|
| 2011 | 620 | 50 | 20 | 620 |
| 2012 | 696 | 50 | 20 | 696 |
| 2013 | 693 | 50 | 20 | 693 |
| 2014 | 743 | 50 | 20 | 743 |
| 2015 | 730 | 50 | 20 | 730 |

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602.t002>

(*Epinephelus marginatus*, 15%), brown meagre (*Sciaena umbra*), common dentex (*Dentex dentex*), seabreams (*Diplodus* spp, *Sparus* spp), barracudas (*Sphyraena barracuda*) and common octopus (*Octopus vulgaris*) with 15%.

Overall, total recreational catches in Algeria increased from 6,149 tonnes in 2011 to 6,695 tonnes in 2015, with a peak of 7,600 tonnes in 2013 due to the peak of the number of active licenses.

Revenues of the recreational fishing sector

The total revenue generated by recreational fisheries is estimated at around \$41.8 million US per year, of which \$40, 2 million US is landed value, if we remove operational costs (\$2, 288 139 US), the net income is estimated at \$39.58 million US, and around \$1, 607 580 US is earnings that would otherwise be taxed by the government if the sector’s catches were accordingly regulated, hence constituting a loss to the government of Algeria in taxes. The total revenue per vessel is equivalent to \$2, 400 US monthly, which is almost 6.1 times higher than Algerian average salary of 392 USD (<http://www.tsa-algerie.com/20161119/algeriens-gagnent-moyenne-39-200-da-net-mois/>). The landed value for spearfishers is assessed at \$4.9 million US, or \$562 US·month⁻¹·spearfisher⁻¹, which is 1.4 times higher than the Algerian average salary. Considering the illusion that catches are not sold, none of this income is captured by the Government of Algeria, and despite regulations—which otherwise lack implementation—most of this value is captured in the form of a nontaxable, black market income.

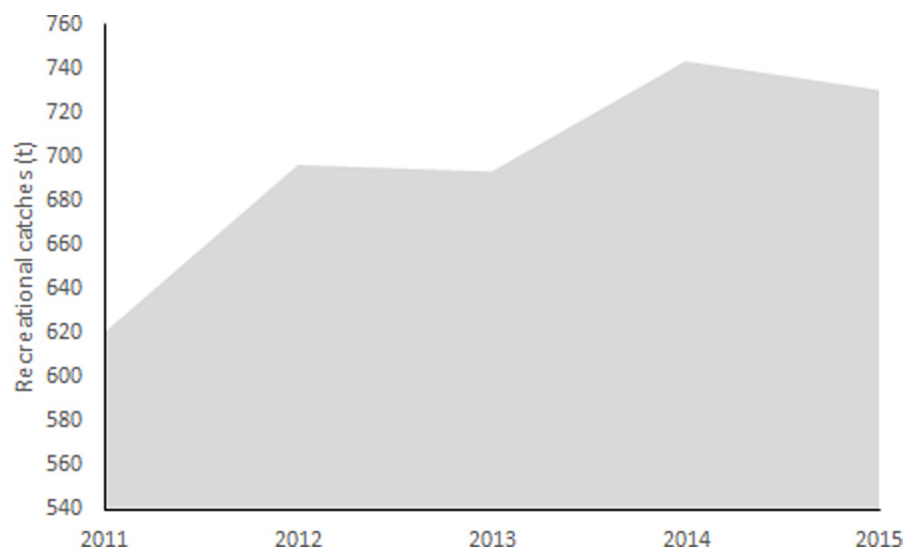


Fig 4. Reconstructed recreational catches from the spearfishing sub-sector in Algeria, 2011–2015.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602.g004>

Uncertainties with the results

The results assessed in this study appear to be very conservative for various reasons:

- The annual CPUE is an average landing of 9 boats of one ports among 32 port in Algeria and it is based on one sea trip per day while many small scale boat perform 2 to 3 fishing trips per day;
- The number of recreational authorization is decreasing, between 2016 and 2013 but the number of boat are increasing [22], highlighting that boats that are not registered are not included in this analysis;

Discussion

The recreational reconstructed catch in Algeria reached 6,000 tonnes in 2015, which is higher comparing to previous estimates of annual recreational catches ranged between 380 t [23], and 1,000 t [9]. The case of Boumerdes shows that, potentially, only 1% (7.5 t reported from 599 t estimated) of the total recreational catch is ever reported. This may be due to the fact that remote landing beaches and other improvised landing places, amounting a total of 32 along the Algerian coastline [24,25], are not accounted for in official statistics. However, given that our estimate is based on all licensed vessels, we believe that by extrapolating an average observed CPUE on the total authorized fleet, all authorized vessels are captured in our estimate. Sumaila [26] Classified three forms of subsidies; “Beneficial subsidies” or “good”, they enhance the growth of fish stocks through conservation, and the monitoring of catch rates through control and surveillance measures, “Capacity-enhancing subsidies” or “bad” which are all forms of capital inputs that reduce cost or enhance revenue, “Ambiguous subsidies” or “ugly” are defined as programs whose impacts are undetermined. We highlight, herein, that in addition to the catch under-reporting, both the regulation status and the reporting system are questionable. Overall, the fishery generates over 45 million USD in revenue that remains part of the informal economy, “given our findings, recreational fishers enjoy a discounted price for licences while they compete on the same market and for the same stocks of fish than artisanal fishers. Given the lack of oversight on the fishery, which translates into unreported catches and important losses to the government, we argue that the discount offered is a form of capacity enhancing subsidy, which is one of the bad forms of subsidies” which have, in addition to potential negative impacts on the environment, far reaching socio-economic impacts, when ill-managed [26]

The Algerian law clearly states that sports and recreational fishing products cannot be sold or exchanged, and are only intended for self-consumption or release. “*Recreational fishing practiced with recreational vessels is subject to an authorization delivered by the administration responsible for the fishing*” [15]. Respective of the conditions above, the difference in licensing fees amounting at a total of over \$1, 607 580 US (1170 USD annually per fisher) as assessed in this study serves as an incentive for many artisanal fishers to convert to a recreational activity because of the lack of control in the latter, and lower post-harvest costs, overall. In fact, whereas the previous law precisely defined the conditions for the practice of recreational fishing (distance, gear and period restrictions) [27], the new regulations adopted as of 2011 do not provide any specificities with regards to potential infractions, limiting only the purpose of the catch that has to be for self-consumption and not for sale [10]. In 2015, this law was modified and supplemented, and a fine is imposed to anyone who practice recreational fishing in contravention of the provisions of this law [28]. Without any further precisions, that means that the commercialization of catch remains the only infraction.

Thanks to this legal loophole, many recreational vessels operate commercially [20] and out-compete artisanal fishers. Indeed, the number of recreational licenses is 1.8 times higher than

the number of artisanal (commercial) licenses, for the same vessel length range, and lower restrictions on the recreational sector [11, 29, 30]. The highest difference in number of licenses between the two sectors is observed in Tipaza, Chlef, Mostaganem and Oran, where controls and monitoring by the coast guards are severely lacking.

Another difference that highlights a lack of monitoring capacity occurs between the number of authorizations as reported by local departments of fisheries (2,067 recreational vessels licensed in 2013), and those reported by the Central Ministry of Fisheries (25,042 for the same year) [31], denoting of a major discrepancy between the central and regional governments.

Although spearfishing is closely regulated [10], restrictions on diver's age, fishing times, and distance from shore are often infringed upon. In addition to authorized spearfishers not abiding by the law, a high number of unauthorized are operating along the coast, which means that the catch estimates and values presented herein are likely conservative.

This paper sheds some light on the far-reaching negative social and economic implications of the so-called recreational fisheries of Algeria, whose impacts on the government are often assumed positive when compared to commercial sectors. Indisputably, far from being for sports and recreational purposes, the economic value that these fisheries generate, while escaping local controls, and providing a tax shelter for fishers outcompeting traditional small-scale fishers facing declining fish stocks [9], still contribute somehow to social peace in the country through supplying human nutrition and food security [32]. The dynamics of this sector remain unique in the sense that there is a general attitude of *laissez faire* within the government management system—which would have to face yet again social frustration by the Youth—, Hence, these issues need to be urgently addressed given that catches are drastically declining across sectors [9]. The issue of competition between artisanal (traditional) and recreational sectors is reflected through other examples globally, yet it remains largely understudied. Indeed, Canadian Pacific fisheries whose management is based on a output controls generated an important dispute over access between the recreational fishing lobby and the traditional indigenous fishing communities when 12% of the overall fishing quota was reallocated to the recreational sector. This issue was exacerbated by the fact that the recreational sector's catch in Canada's Pacific, when monitored, appears to exceed quota [33]. This allocations has alienated small-scale and indigenous fishing communities at various occasions and remain an ongoing issue, mainly driven by access priorities, and the lack of knowledge on the impacts of recreational fisheries [33, 34]. Similarly, the lack of knowledge on recreational fisheries in the Bahamas [35] creates a tremendous burden on the ecosystem,

This problem is also observed in Caribbean marine protected areas, in which fees of scuba diving collected, which could contribute to resources conservation cost, do not reflect the real number of divers neither the real ecological impact [36]. On a global scale, universal code of conduct for the practice and management of recreational fisheries is required [37]. In fact, even where recreational fishing sector is controlled, obeys to the leisure principle, and where fishes are released, there is an ecological impact and contribution on global fish stock decline [38–41]. This unsuspected additional pressure, on the marine resource in Algeria suggests a higher ecological impact. The imprecise regulation of recreational sector allows a "legitimate" confusion with commercial sector and the lack of control is "trivializing" a non conformity. These two points are the mains issues highlighted in this paper. Managing recreational fisheries, within the fragile social environment of Algeria, where subsidizing recreational fisheries is perceived as a levy to reduce social pressures [42–44] is a difficult but necessary task. Herein, we argue that as the footprint of recreational fisheries is higher than that shown in official figure, the losses both on stocks, commercial fishers, and the government are important, there is an urgent need for better monitoring of the fishery.

Supporting information

S1 Table. CPUE and number of fishing trip of the nine recreational vessels used in this study.

(XLSX)

Acknowledgments

The authors would like to thank the person who shared catch data with us, but who cannot be named here. We acknowledge the contribution of local fisheries authorities (Directions de la pêche et des ressources halieutiques des wilayas côtières), and that of my Colleagues Mr Amine Bouhadja, Mr Rachid Boukedjouta, Mr Youcef Bouzid, Mr Abdelmadjid Gherdis, Mr Abdelwahab Bakhti for their help, Mrs Soukane, Mr Walid Meribai, the Athletes of the Algerian Federation for First Aid, Life saving and Underwater Activities (FASSAS) for information about the practice of spearfishing and the *Sea Around Us*, a scientific collaboration at the University of British Columbia, funded by a number of philanthropic foundations.

Author Contributions

Conceptualization: Nadhéra Babali, Mohamed Kacher, Dyhia Belhabib, Daniel Pauly.

Data curation: Nadhéra Babali.

Formal analysis: Nadhéra Babali.

Investigation: Nadhéra Babali, Mohamed Kacher.

Methodology: Nadhéra Babali, Mohamed Kacher, Dyhia Belhabib.

Resources: Mohamed Kacher, Ferial Louanchi.

Supervision: Mohamed Kacher, Dyhia Belhabib.

Validation: Mohamed Kacher, Dyhia Belhabib, Daniel Pauly.

Writing – original draft: Nadhéra Babali.

Writing – review & editing: Nadhéra Babali, Dyhia Belhabib, Daniel Pauly.

References

1. Yellen J, Brooks A, Cornelissen E, Mehlman M, Stewart K. A middle stone age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire. *Science*. 1995; 268: 553–556. PMID: [7725100](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7725100/)
2. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. FAO. 2016. Rome.224 p. ISBN 978-92-5-209185-1.
3. Pauly D, Christensen V, Guénette S, Pitcher T J, Sumaila U R, Walters C J et al. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*. 2002; 418: 689–695. <https://doi.org/10.1038/nature01017> PMID: [12167876](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12167876/)
4. Cheung W.W.L., Watson R. and Pauly D. Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*. 2013; 497: 365–368. <https://doi.org/10.1038/nature12156> PMID: [23676754](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23676754/)
5. Doumbouya A, Camara OT, Mamie J, Intchama JF, Jarra A, Ceesay S et al. Assessing the Effectiveness of Monitoring Control and Surveillance of Illegal Fishing: The Case of West Africa. *Frontiers in Marine Science*. 2017; 4:50. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00050>
6. Belhabib D, Campredon P, Lazar N, Sumaila U R, Cheikh Baye B, Abou Kane E et al. Best for pleasure, not for business: evaluating recreational marine fisheries in West Africa using unconventional sources of data. *palgrave communications*. 2016; 2:15050. <https://doi.org/10.1057/palcomms.2015.50>
7. Pauly D, Zeller D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communication*. 2016; 7:10244. <https://doi.org/10.1038/ncomms10244> PMID: [26784963](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26784963/)

8. Smith NS, Zeller D. Unreported catch and tourist demand on local fisheries of small island states: the case of The Bahamas, 1950–2010. *Fishery Bulletin*. 2016; 114(1):117–32. <https://doi.org/10.7755/FB.114.1.10>
9. Belhabib D, Pauly D, Harper S, Zeller D. Reconstruction of marine fisheries catches for Algeria, 1950–2010. pp1–22. In: Belhabib D, Zeller D, Harper S, Pauly D. (eds.), *Marine fisheries catches in West Africa, 1950–2010, part I*. Fisheries Centre Research Reports. 2013; 20 (3). Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada [ISSN 1198-6727].
10. Loi 01–11 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 Juillet 2001 relative à la pêche et à l'aquaculture, *Journal Officiel De La Republique Algerienne* N° 36, du 16 Rabie Ethani 1422, 8 Juillet 2001, 2–13.
11. Loi n° 07–12 du 21 Dhou el Hidja 1428 correspondant au 30 Décembre 2007 portant loi de finances pour 2008, *Journal Officiel De La Republique Algerienne* n° 82 du 22 Dhou el Hidja 1428, 31 Décembre 2007, 3–22
12. Rarbo K. Programme Euromed Jeunesse III. Etude sur les politiques jeunesse des pays méditerranéens: Algérie. Institut national de la jeunesse et de l'éducation populaire, Marly le Roi. 2009. 42 p.
13. MPRH. Système d'Accompagnement à l'Investissement productif dans les filières de la Pêche et de l'Aquaculture–SAIPA. Annexe 1. Les dispositifs de soutien et de financement bancaire. 24–37.
14. MPRH. Secteur de la pêche et de l'aquaculture. Bilan (2012–2014), prospective 2030 et projet « plan aquapêche 2020 ». 2014. 70p.
15. Décret exécutif n° 03–481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 Décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche, *Journal Officiel De La Republique Algerienne* n° 78 du 20 Chaoual 1424, 14 Décembre 2003, 8–14.
16. Cisneros-Montemayor A M, Sumaila U R. A global estimate of benefits from ecosystem-based marine recreation: potential impacts and implications for management. *Journal of Bioeconomics*. 2010; 12 (3): 245–268.
17. ISTEPM. Evaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne. Stocks pélagiques–Stocks démersaux exploitables au chalut. Rapport Institut Supérieur Techniques et Pêches Maritimes (Nantes-France); 1982, 101p, annexes.
18. Massuti E, Ordinas F, Guijarro B, Pomar B, Fliti K, Refes W et al. Informe de la campaña Argelia 0204 para la evaluación de recursos demersales en las costas de Argelia (Mediterraneo Sud Occidental). Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques (Alger Algérie)–Secrétariat d'état chargé de la pêche maritime (Madrid-Espagne); 2004, 123p.
19. CNRDPA. Campagne d'évaluation des ressources demersales le long du littoral algérien « aldem 2012 », Rapport final; 2012. 88 p.
20. Kacher M. Etude de la pêcherie de la zone marine adjacente au Parc national de Taza (ZMAPNR) Parc national de Taza, Projet PNT/ MEDPAN SUD; 2010. 66 p.
21. CNRDPA, (2016). Données des statistiques de la pêche récréative de la Wilaya de Boumerdes.
22. MPRH; Flotille de plaisance 2016.
23. Bahria D, Tifoura A. La pêche récréative en Algérie, CNRDPA; 2010. 13 p.
24. Sahi MA, Bouaicha M. La pêche artisanale en Algérie. Centre national d'études et de documentation pour la pêche et l'aquaculture, FAO Copemed; 2003. 23 p.
25. MATE/PNUD, Cinquième rapport National sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national; 2014. 128 p.
26. Sumaila U R, Khan A S, Dyck A J, Watson R, Munro G, Tydemers P et al. A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies, *J Bioecon*; 2010. <https://doi.org/10.1007/s10818-010-9091-8>
27. Décret exécutif n° 96–121 du 18 Dhou el Kaada 1419 correspondant au 6 Avril 1996 fixant les modalités de l'exercice de la pêche, *Journal Officiel De La République Algérienne* n° 22 du 22 Dhou El kaada 1419, 10 Avril 1996, 6–12.
28. Loi n° 15–08 du 12 Joumada Ethania 1436 correspondant au 2 avril 2015 modifiant et complétant la loi n° 01–11 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 juillet 2001 relative à la pêche et à l'aquaculture, *Journal Officiel De La Republique Algerienne* N° 18, 18 Joumada Ethania 1436, 8 avril 2015, 7–12.
29. Code Des Impôts Directs Et Taxes Assimilées, ministère des finances, Direction générale des impôts, 155 p.
30. Ministère des finances, les enjeux économiques, financiers et fiscaux, la promotion des activités de pêche, la lettre de la DGI n° 46, bulletin d'information de la direction générale des impôts, 1–6.
31. MPRH. Flotille plaisancière de 2013.
32. Cooke S J, Twardek W M, Lennox R J, Zolderdo A J, Bower S D, Gutowsky L FG et al. The nexus of fun and nutrition: Recreational fishing is also about food. *Fish and fisheries*. 2017; 1–24. <https://doi.org/10.1111/faf.12246>

33. Gislason G. Commercial vs recreational fisheries allocation in Canada: Pacific herring, salmon and halibut, Paper Presented to Sharing the Fish 06 Conference Fremantle, Western Australia 26 February–2 March 2006.
34. Hauck M. Rethinking Small-scale Fisheries Compliance: from criminal justice to social justice. Thesis Presented for the Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Environmental and Geographical Science. University Of Cape Town. 2009. 257p.
35. Smith, N S, Zeller D. “Bahamas Catch Reconstruction: Fisheries Trends in a Tourism-Driven Economy (1950–2010)”. Fisheries Centre Working Paper #2013–08. 2013. Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada;
36. Green E, Donnelly R. Recreational Scuba Diving In Caribbean Marine Protected Areas: Do The Users Pay?, *A Journal of the Human Environment*. 2003; 32(2):140–144.
37. Cowx I G, Arlinghaus R. Recreational fishing in the twenty-first century. Towards a code of conduct. In “Global challenges in recreational fisheries”. Blackwell Publishing Ltd. Chapter 17. 2008. 338–352. <https://doi.org/10.1002/9780470697597.ch17>
38. Cooke S, J, Cowx I G. The role of recreational fishing in global fish crises. *BioScience*. 2004; 54. (9). 857–859. DOI:0.1641/0006-3568(2004)054[0857:TRORFI]2.0.CO;2
39. Ferter K, Weltersbach M S, Strehlow H V, Vølstad J H, Alos J, Arlinghaus R, et al. Unexpectedly high catch-and-release rates in European marine recreational fisheries: Implications for science and management. *ICES Journal of Marine Science*. 2013; 70, 1319–1329. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst104>
40. Barreiros J P. Overall impact of local and recreational fisheries: Approaching the case in the NE Atlantic and Mediterranean. In: *Progressive Engineering Practices in Marine Resource Management*. Ivelina Zlateva, Violin Raykov, Nikola Nikolov, eds. Chapter 10. 2015. 327–347. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8333-4.ch010>
41. Post J R, Sullivan M, Cox S, Lester N P, Walters C J, Parkinson E A et al. Canada’s Recreational Fisheries: The Invisible Collapse. 2002. 27 (1). 6–17. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(2002\)027<0006:CRF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(2002)027<0006:CRF>2.0.CO;2)
42. Carrier S. Le rôle des pêcheurs dans la conservation des îlets de la Martinique In Blanchet Gilles, et al., ed. *La pêche aux Antilles*. Marseille. IRD eds, 2002. 233–247 <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.8189>
43. Lequesne C. The Politics of Fisheries in the European Union. Manchester University Press, 23 juil. 2004 - 170 p.
44. FAO. Ethical issues in fisheries. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome, 2005. 30p.

ANNEXE 4

Fiche des déchets récoltés utilisée durant les campagnes

Campagne

N° Trait :
Strate :

Date
Région



| Déchets | | Poids | Effectif | Description |
|-------------------|------------|-------|----------|-------------|
| Plastiques | Sachets | | | |
| | Bouteilles | | | |
| métal | | | | |
| Pneus | | | | |
| Cordes | | | | |
| Filets | | | | |
| Textiles | Chaussures | | | |
| | éponge | | | |
| Cailloux et rocks | | | | |
| Bois traité | | | | |

Observation :

ANNEXE 5

Macro-déchets récoltés durant ALDEM 2013.

| WILAYA | Coordonnées (début Filage et fin virage) | | | | Item /Km2 |
|--------|--|--------------|-------------|--------------|-----------|
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude | |
| TPZA | 36° 49,891N | 002° 45,795E | 36° 52,069N | 002° 51,283E | 983 |
| TPZA | 36° 50,570N | 002° 40,495E | 36° 48,254N | 002° 34,944E | 416 |
| TPZA | 36° 03,043N | 000° 05,994E | 36° 00,152N | 000° 04,356E | 0 |
| MOST | 36° 03,043N | 000° 05,994E | 36° 00,152N | 000° 04,356E | 110 |
| MOST | 36° 03,361N | 000° 03,640W | 36° 05,249N | 000° 00,736W | 151 |
| MOST | 35° 55,170N | 000° 17,153W | 35° 56,156N | 000° 13,660W | 151 |
| MOST | 35° 59,570N | 000° 14,912W | 36° 00,702N | 000° 11,076W | 38 |
| MOST | 36° 04,397N | 000° 05,002W | 36° 02,809N | 000° 09,715W | 0 |
| AIN T | 35° 29,313N | 001° 14,401W | 35° 32,294N | 001° 13,227W | 95 |
| AIN T | 35° 37,252N | 001° 07,515W | 35° 35,934N | 001° 10,736W | 113 |
| AIN T | 35° 40,195N | 001° 14,507W | 35° 37,640N | 001° 16,969W | 19 |
| AIN T | 35° 37,973N | 001° 17,609W | 35° 35,093N | 001° 20,048W | 139 |
| AIN T | 35° 20,869N | 001° 20,687W | 35° 19,337N | 001° 23,445W | 265 |
| AIN T | 35° 24,247N | 001° 22,626W | 35° 22,372N | 001° 25,370W | 227 |
| AIN T | 35° 26,431N | 001° 27,376W | 35° 24,535N | 001° 30,746W | 57 |
| TIMCN | 35° 06,893N | 001° 54,238W | 35° 06,687N | 001° 58,130W | 189 |
| TIMCN | 35° 08,889N | 001° 54,212W | 35° 08,305N | 001° 57,036W | 95 |
| TIMCN | 35° 12,093N | 001° 55,546W | 35° 11,327N | 001° 59,621W | 57 |
| TIMCN | 35° 07,736N | 002° 11,713W | 35° 07,829N | 002° 08,267W | 84 |
| TIMCN | 35° 09,186N | 002° 08,773W | 35° 09,574N | 002° 11,734W | 151 |
| TIMCN | 35° 12,349N | 002° 09,557W | 35° 10,924N | 002° 06,723W | 38 |
| TIMCN | 35° 17,806N | 001° 45,094W | 35° 19,566N | 001° 41,494W | 38 |
| TIMCN | 35° 18,392N | 001° 40,695W | 35° 16,670N | 001° 43,853W | 95 |

Macro-déchets récoltés durant ALDEM 2014

| WILAYA | Coordonnées (début Filage et fin virage) | | | | Item /Km2 |
|--------|--|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude | |
| BMRDS | 36,90555 | 3,7527 | 36,894 | 3,7207833 | 76 |
| BMRDS | 36,85915 | 3,6006333 | 36,875833 | 3,6278333 | 38 |
| BMRDS | 36,856067 | 3,38765 | 36,838333 | 3,4196667 | 29 |
| BMRDS | 36,8264 | 3,4049667 | 36,8384 | 3,3634 | 95 |
| BMRDS | 36,786633 | 3,4169833 | 36,794333 | 3,3821 | 95 |
| TPZA | 36° 35,274 | 002° 02,485 | 36°34.902 | 1°59.180 | 57 |
| TPZA | 36° 36,445 | 002° 28,479 | 36°36.174 | 2°31.848 | 208 |

| | | | | | |
|-----------------------|------------|---------------|---------------|-----------|------|
| TPZA | 36° 37,809 | 002° 36,980 | 36°37.371 | 2°31.807 | 189 |
| TPZA | 36° 40,366 | 002° 36,572 | 36°42.456 | 2°39.208 | 38 |
| TPZA | 36° 46,568 | 002° 39,330 | 36°44.354 | 2°35.738 | 0 |
| TPZA | 36° 50,905 | 002° 40,961 | 36°48.782 | 2°36.747 | 95 |
| TPZA | 36° 50.078 | 002° 45,954 | 36°51.600 | 2°51.059 | 0 |
| TPZA | 36° 49,240 | 002° 49.47 | 36° 48,100 | 2° 46,023 | 132 |
| TPZA | 36°42.784 | 002°45.077 | 36°44.239 | 2°48.105 | 95 |
| ALGER | 36°47.97 | 003°11.25 | 36°46.743 | 3°08.379 | 1860 |
| TLMCN | 35°12.116 | 01°55.399 | 35°11.579 | 01°58.778 | 86 |
| TLMCN | 35°08.486 | 01°57.444 | 35°08.949 | 01°54.078 | 113 |
| TLMCN | 35°06.516 | 02°00.442 | 35°06.656 | 01°57.175 | 92 |
| TLMCN | 35°07.764 | 02°08.420 | 35°07.777 | 2°11.685 | 170 |
| TLMCN | 35°09.891 | 02°10.757 | 35°09.036 | 2°07.630 | 156 |
| TLMCN | 35°12.164 | 02°08.904 | 35°11.206 | 02°05.178 | 55 |
| TLMCN | 35°16.587 | 2°07.910 | 35°16.245 | 2°03.471 | 59 |
| TLMCN | 35°17.567 | 01°46.249 | 35°19.111 | 01°42.353 | 18 |
| TLMCN | 35°17.198 | 01°43.020 | 35°18.831 | 01°39.789 | 76 |
| TLMCN | 35°29.339 | 1°52.922 | 35°32.505 | 01°47.821 | 30 |
| Ain T | 35°19.36 | 01°24.34 | 35°20.386 | 01°21.149 | 78 |
| Ain T | 35°24.10 | 01°22.93 | 35°22.478 | 01°25.365 | 73 |
| Ain T | 35°24.813 | 01°30.044 | 35°26.822 | 01°26.491 | 76 |
| Ain T | 35°35.410 | 01°19.933 | 35°38.423 | 01°17.003 | 202 |
| Ain T | 35°39.700 | 01°14.584 | 35°37.487 | 01°16.445 | 76 |
| Ain T | 35°29.292 | 01°14.420 | 35°31.879 | 01°13.543 | 183 |
| Ain T | 35° 35.914 | 01°09.610 | 35°37.715 | 01°06.935 | 321 |
| most | 35° 55,075 | 000° 17,54 | 35°55.916 | 0°13.853 | 76 |
| most | 35° 59,480 | 000° 14,827 | 36°00.661 | 0°11.375 | 0 |
| most | 36° 02,941 | 000° 08,757 | 36°04.331 | 0°05.235 | 38 |
| most | 36° 05,551 | 000° 07.761 | 36°02.839 | 0°13.615 | 113 |
| most | 36° 03,327 | 000° 03,030 W | 36°04.847 | 0°00.143 | 92 |
| most | 36° 03,489 | 000° 00.248 W | 36°01.673 | 0°04.076 | 165 |
| most | 35° 59,713 | 000° 01,313 E | 35°57.145 | 0°00.483 | 38 |
| most | 36° 00,561 | 000° 04.748 | 36°03.195 | 00°05.966 | 92 |
| El Tarf -Annba | 36,964867 | 7,8581333 | 36,95985 | 7,89145 | 0 |
| El Tarf -Annba | 36,885217 | 7,94675 | 36,895733 | 7,9776 | 113 |
| El Tarf -Annba | 36,94305 | 8,2731667 | 36,9324 | 8,3043833 | 38 |
| El Tarf -Annba | 37,013833 | 8,3050667 | 37,039733 | 8,3184 | 0 |
| El Tarf -Annba | 37,024833 | 8,3083333 | 36,998017 | 8,3094 | 0 |
| El Tarf -Annba | 37,061317 | 7,85405 | 37,07315 | 7,8852 | 19 |
| El Tarf -Annba | 37,103267 | 7,9454833 | 37,10095 | 7,9908333 | 14 |

| | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| El Tarf -Annba | 37,1366 | 7,9841333 | 37,1372 | 8,0304167 | 29 |
| El Tarf -Annba | 37,131667 | 8,0995333 | 37,130433 | 8,1446 | 57 |
| El Tarf -Annba | 37,157117 | 8,3004667 | 37,14075 | 8,2589333 | 43 |
| SKIKDA | 37,00575 | 6,9034833 | 37,0175 | 6,8638333 | 72 |
| Jijel | 36,906333 | 6,0713333 | 36,920067 | 6,1013333 | 19 |
| Bejaya | 36,73305 | 5,4673167 | 36,72295 | 5,4355333 | 38 |

Macro-déchets récoltés durant ALDEM 2015

| WILAYA | Coordonnées (début Filage et fin virage) | | | | Item /Km2 |
|---------------------|--|------------|--------------|------------|-----------|
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude | |
| BJYA | 36°39.453' N | 5°19.579' | 36°39.467' N | 5°19.121' | 529 |
| T- Ouzou | 36°54.638' N | 4°05.406' | 36°54.633' N | 4°05.989' | 113 |
| BMRDS | 36°54.567' N | 3°46.033' | 36°54.478' N | 3°45.686' | 132 |
| BMRDS | 36°52.680' N | 03°37.910' | 36°52.501' N | 03°37.637' | 395 |
| BMRDS | 36°50.143' N | 03°25.625' | 36°50.260' N | 03°25.287' | 0 |
| BMRDS | 36°50.332' N | 03°21.694' | 36°50.304' N | 03°22.056' | 416 |
| BMRDS | 36°47.004' N | 03°28.367' | 36°46.968' N | 03°28.847' | 1097 |
| TPZA | 36°52.287' N | 02°42.950' | 36°52.045' N | 02°42.613' | 95 |
| TPZA | 36°44.393' N | 02°35.979' | 36°44.656' N | 02°36.360' | 47 |
| TPZA | 36°49.350' N | 02°43.860' | 36°49.493' N | 02°43.249' | 66 |
| TPZA | 36°49.208' N | 02°49.367' | 36°49.010' N | 02°48.849' | 0 |
| TPZA | 36°42.397' N | 02°39.053' | 36°42.076' N | 02°38.672' | 76 |
| TPZA | 36°37.838' N | 02°35.694' | 36°37.785' N | 02°35.293' | 435 |
| cherchel | 36°35.279' N | 02°02.489' | 36°35.196' N | 02°00.003' | 227 |
| TPZA | 36°36.498' N | 02°34.682' | 36°36.437' N | 02°34.076' | 76 |
| Ain Benian | 36°42.906' N | 02°45.352' | 36°43.093' N | 02°45.775' | 265 |
| Alger el rch | 36°47.872' N | 03°11.208' | 36°47.534' N | 03°11.018' | 5464 |
| TELMCEN | 35°12.149' N | 1°55.382' | 35°12.067' N | 1°55.931' | 95 |
| TELMCEN | 35°08.092' N | 01°53.096' | 35°08.877' N | 01°54.551' | 0 |
| TELMCEN | 35°16.570' N | 02°08.220' | 35°16.526' N | 02°07.844' | 28 |
| TELMCEN | 35°11.394' N | 02°05.766' | 35°11.482' N | 02°06.106' | 39 |
| TELMCEN | 35°09.093' N | 02°10.088' | 35°09.713' N | 02°10.462' | 19 |
| TELMCEN | 35°06.061' N | 02°05.035' | 35°07.725' N | 02°10.886' | 189 |
| TELMCEN | 35°06.056' N | 01°58.002' | 35°06.056' N | 01°57.077' | 1977 |
| TELMCEN | 35°17.021' N | 01°44.003' | 35°17.098' N | 01°43.811' | 0 |
| TELMCEN | 35°29.450' N | 01°52.843' | 35°29.073' N | 01°52.044' | 38 |
| TELMCEN | 35°20.114' N | 01°40.749' | 35°19.822' N | 01°41.186' | 66 |
| AIN T | 35°24.720' N | 1°30.276' | 35°24.879' N | 1°30.015' | 0 |
| AIN T | 35°26.240' N | 1°22.742' | 35°24.012' N | 1°23.101' | 0 |

| | | | | | |
|----------------|--------------|------------|--------------|------------|-----|
| AIN T | 35°20.859' N | 1°20.683' | 35°20.549' N | 1°21.019' | 473 |
| AIN T | 35°31.450' N | 1°13.712' | 35°31.107' N | 1°13.831' | 208 |
| AIN T | 35°33.026' N | 1°22.750' | 35°33.696' N | 1°22.257' | 95 |
| AIN T | 35°37.378' N | 1°16.531' | 35°37.565' N | 1°16.341' | 95 |
| AIN T | 35°35.902' N | 1°09.954' | 35°35.949' N | 1°09.657' | 303 |
| MOSTGNM | 35°55.215' N | 0°17.100' | 35°55.307' N | 0°16.641' | 0 |
| MOSTGNM | 35°59.571' N | 0°14.785' | 35°59.662' N | 0°14.354' | 151 |
| MOSTGNM | 36°05.526' N | 0°07.904' | 36°05.239' N | 0°08.189' | 0 |
| MOSTGNM | 36°02.763' N | 0°08.979' | 36°02.976' N | 0°08.501' | 38 |
| MOSTGNM | 36°00.137' N | 0°04.636' | 36°00.428' N | 0°04.692' | 0 |
| MOSTGNM | 36°03.166' N | 0°03.472' | 36°03.264' N | 0°03.102' | 28 |
| MOSTGNM | 36°03.615' N | 0°00.017' | 36°03.161' N | 0°00.803' | 170 |
| MOSTGNM | 35°59.884' N | 0°01.324' | 35°59.181' N | 0°01.222' | 0 |
| MOSTGNM | 36°00.441' N | 0°04.689' | 36°00.637' N | 0°04.781' | 76 |
| EL TARF | 36°57.618' N | 08°15.769' | 36°57.301' N | 08°15.906' | 76 |
| EL TARF | 36°58.190' N | 08°26.239' | 36°58.179' N | 08°26.751' | 113 |
| EL TARF | 36°59.713' N | 08°18.716' | 36°00.057' N | 08°18.570' | 0 |
| EL TARF | 37°10.540' N | 08°20.429' | 37°10.391' N | 08°20.043' | 28 |
| EL TARF | 37°07.872' N | 08°09.789' | 37°07.850' N | 08°09.292' | 9 |
| ANNBA | 37°08.255' N | 08°01.741' | 37°08.258' N | 08°01.219' | 95 |
| ANNBA | 36°53.419' N | 07°56.525' | 36°53.400' N | 07°56.922' | 95 |
| ANNBA | 36°55.239' N | 07°54.088' | 36°55.150' N | 07°53.645' | 132 |
| ANNBA | 36°57.859' N | 07°50.180' | 36°57.893' N | 07°50.589' | 265 |
| ANNBA | 37°50.948' N | 07°53.835' | 37°06.015' N | 07°54.131' | 85 |
| ANNBA | 37°03.053' N | 07°49.989' | 37°03.135' N | 07°50.279' | 0 |
| ANNBA | 37°01.138' N | 08°01.437' | 37°01.044' N | 08°01.054' | 113 |
| SKIKDA | 37°05.502' N | 06°57.900' | 37°05.655' N | 06°57.487' | 86 |
| SKIKDA | 37°00.718' N | 7°12.980' | 37°00.547' N | 07°12.667' | 246 |
| SKIKDA | 36°58.256' N | 07°07.851' | 36°58.468' N | 07°08.264' | 132 |
| SKIKDA | 36°58.974' N | 07°02.525' | 36°59.285' N | 07°02.725' | 132 |
| SKIKDA | 37°00.038' N | 6°55.978' | 37°00.129' N | 06°55.388' | 340 |
| SKIKDA | 37°00.182' N | 6°43.350' | 37°00.201' N | 06°42.300' | 321 |
| IJEL | 36°56.674' N | 6°04.674' | 36°56.527' N | 06°04.276' | 246 |
| IJEL | 36°53.579' N | 6°02.990' | 36°53.946' N | 06°03.413' | 170 |
| IJEL | 36°51.526' N | 5°58.933' | 36°51.448' N | 5°58.575' | 189 |
| IJEL | 36°44.551' N | 5°29.277' | 36°44.365' N | 5°28.888' | 57 |

ANNEXE 6

Mediterranean Marine Science

Indexed in WoS (Web of Science, ISI Thomson) and SCOPUS

The journal is available on line at <http://www.medit-mar-sc.net>

DOI: 10.12681/mms.1734

1.2 Confirmation of the presence of the rare bivalve *Cardium indicum* in Algeria

N. Babali

Cardium indicum Lamarck, 1819 belongs to the family Cardiidae (Mollusca: Bivalvia) and is characterized by a large posterior slot. It originates in West Africa and its Mediterranean distribution only concerns the extreme south-western part up to Tunisia (Ghisotti, 1971; Voskuil & Onverwagt, 1989; Delongueville & Scaillet, 2011). During a demersal stock assessment campaign performed by the Algerian research centre for the development of fisheries and aquaculture (CNRDPA), one empty complete shell of *C. indicum* measuring 95 mm x 85 mm (Fig. 3) was found on May 14, 2012 between

34 and 53 m depth in Annaba (East Algeria), between 37.0519° N, 7.3758° E and 37.2527° N, 7.2580° E). The good and fresh condition of the valves, as well as the presence of the ligament, suggest that the specimen died recently.

The regression of the species in the Mediterranean Sea was attributed to the regional cooling at the end of Pliocene (see Delongueville & Scaillet, 2011). However, this and other recent records (e.g. Ghisotti, 1971; Delongueville & Scaillet, 2011) confirm the current presence of this species in the Mediterranean basin.



Fig. 3: Empty shell of *Cardium indicum* Lamarck, 1819 collected on 14/05/2012 in Algeria.

ANNEXE 7

Mediterranean Marine Science

Indexed in WoS (Web of Science, ISI Thomson) and SCOPUS

The journal is available on line at <http://www.medit-mar-sc.net>

DOI: 10.12681/mms.1976

1.2 The advance of *Lagocephalus sceleratus* (Gremlin, 1789) to Western Algerian waters

N. Babali

Lagocephalus sceleratus is an Indo-Pacific species belonging to the family Tetraodontidae. The confirmed presence in the Mediterranean Sea was reported by Akyol *et al.* (2005). Since then, many other records from the Eastern Mediterranean Sea were reported as well as the expansion of the species to the western Mediterranean

Sea (Deidun *et al.*, 2015 and references therein). During the last four years, the occurrence of *Lagocephalus sceleratus* raised the interest of the Algerian authorities, the scientific community and fishermen because of the presence of tetrotoxin in its tissues. Kara *et al.* (2015) reported on the catch of 3 specimens over

Table 2. Records of *Lagocephalus sceleratus* in different regions of Algeria.

| N° | Area | Area's Coordinates | Number | Date | Total length (cm) | Weight (g) |
|----|-------------------------------------|-----------------------------|--------|------------|-------------------|------------|
| 1 | Algiers (El Bordj el Bahri) | 36.811125° N 3.244873° E | 1 | 06-07-2014 | 58,2 | 2590 |
| 2 | Chlef (Tenes) | 36.52077° N 1.318908° E | 1 | 13-10-2015 | - | 2000 |
| 3 | Ain Temouchent (El Hilal beach) | 35.366158° N 1.274811° W | 1 | 9-03-2016 | 47 | 1150 |
| 4 | Ain Temouchent (Malous, Oulhaça) | 35.2419° N 1.574909° W | 1 | 27-10-2014 | 53 | 2000 |

Medit. Mar. Sci., 17/3, 2016, 794-821

797

the period 2013-2014 as the first records for Algerian waters. Since then, many specimens have been reported from different regions in Algeria (Table 2) by local fisheries authorities who confirmed species identification. Most fish were caught by small-scale fishermen. The westernmost record was reported in Oulhaça, Wilaya, Ain Temouchent (about 430 km West of Algiers) (Fig. 3, Table 2). With the recent record of the species in Spanish waters (Izquierdo-Muñoz & Izquierdo-Gomez in Katsanevakis *et al.*, 2014), the species appears to have spread and to be established throughout the Mediterranean Sea.



Fig. 3: Specimen of *Lagocephalus sceleratus* from Algiers.

ANNEXE 8

Mediterranean Marine Science

Indexed in WoS (Web of Science, ISI Thomson) and SCOPUS

The journal is available online at <http://www.medit-mar-sc.net>

DOI: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.13824>

Review Article

Biodiversity changes along the Algerian coast (Southwestern Mediterranean basin) from 1834 to 2017. First assessment of introduced species

**SAMIR GRIMES¹, MOULOUD BENABDI², NADHERA BABALI^{1,3}, WAHID REFES¹,
NAWAL BOUDJELLAL-KAIDI¹ and HALIMA SERIDI⁴**

¹Laboratoire de la Conservation et de la Valorisation des Ressources Vivantes, Equipe de Recherche Interaction Milieu - Biodiversité Marine, Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, Campus Universitaire de Dely Brahim, Bois des Cars 16320, Alger, Algérie

²Laboratoire Réseau de Surveillance Environnementale, Université d'Oran 1, Ahmed Ben Bella, Oran, Algérie

³Centre National de Recherche pour le Développement de la Pêche et de l'Aquaculture, Bou Ismail, Algérie

⁴Laboratoire de Biologie et Ecologie Marine, Université des Sciences et Technologies Houari-Boumediène, BP 32, El Alia, 16111 Bab Ezzouar, Alger, Algérie

Corresponding author: samirgrimes@yahoo.fr

Handling Editor: Argyro Zenetos

Received: 9 May 2017; Accepted: 3 April 2018; Published on line: 23 May 2018

Abstract

The "Introduced" species of the Algerian coast remain the most undocumented issue in the Mediterranean Sea. Only few studies have been dedicated to Introduced species due to the lack of taxonomists. In-depth research on introduced species along the Algerian coast should provide new data that could explain the spreading mechanisms in the southwestern part of the Mediterranean basin, particularly near the Alboran Sea. Introduced species and other related research, the outcome of which is expected in the next few years, is in progress in the southwestern Mediterranean basin. The aim of this work is to provide an inventory of available data pertaining to marine species "introduced" in Algerian waters, whether these species were introduced intentionally or accidentally. The large number of introduced species records covers the period from 1834 to December 2017. Seventy "Introduced" species have been recorded along the Algerian coast, composed of true aliens (55.7%), range expanding species (25.7%), cryptogenic species (15.7%) and vagrant species (2.9%), with a clear dominance of fish (38.57%) and macroalgae (30%). Approximately 348 introduction events have been reported; 64.9% of them belong to macroalgae and one sighting out of two is made in the central region. The distribution and the status of introduced species in Algeria were evaluated. In total, 20% of the Introduced species can be considered as established along the Algerian coast, in particular the macrophyta, *Codium fragile* and *Ulva lactuca* as well as the cryptogenic species, *Oculina patagonica*, while *Asparagopsis armata*, *A. taxiformis* and *Caulerpa cylindracea* are considered as invasive.

Keywords: Non Indigenous Species, West Mediterranean basin, Algeria.

ANNEXE 9

Mediterranean Marine Science

Indexed in WoS (Web of Science, ISI Thomson) and SCOPUS

The journal is available on line at <http://www.medit-mar-sc.net>

DOI: <http://d-doi.org/10.12681/mms.2068>

1. WESTERN MEDITERRANEAN

1.1 On the records of *Lesueurigobius sanzii* (De Buen, 1918) and other *Lesueurigobius* species along the Algerian coast

N. Babali

- *Lesueurigobius sanzii* (De Buen, 1918) belongs to family Gobiidae, present from Portugal to Mauritania, off northern Namibia and in the Alboran Sea, western Mediterranean Sea (Miller, 1986). According to the MEDITS-Handbook (2016), the species has reached the Balearic Islands, North of Spain, Gulf of Lion, Maltese Islands and South of Sicily but without records along the Algerian coast.

During stock assessment of demersal resources ARGELIA0204, from February until March 2004, many individuals of *Lesueurigobius sanzii* (Fig. 2A), identified according to Lloris and Rucabado (1998), have been caught by bottom trawl along the west Algerian coast, with one individual in the central Algerian waters (Massuti *et al.*, 2004). The species was also recorded during a survey performed by CNRDPA from May to June 2012 in the western Algerian waters (CNRDPA, 2012).

Two other species belonging to genus *Lesueurigobius*, with a wider distribution in the Mediterranean Sea but with no previous documented records from the Algerian coast (Miller, 1986; MEDITS-Handbook, 2016), have been caught:

- *Lesueurigobius friesii* (Risso, 1810) (Fig. 2B), distinguished from other species by yellowish-brown spots on the body and dorsal fins (Miller, 1986), in 1982, 2004 and 2012 in western Algerian waters (ISTPM, 1982; Massuti *et al.*, 2004; CNRDPA, 2012). The species has been recorded in the Gulf of Bejaia in central Algerian waters (36.684° N, 5.313° E, two individuals at 78 m depth) in 2004 (Massuti *et al.*, 2004).



Fig. 2: Specimens of A: *Lesueurigobius sanzii*, B: *Lesueurigobius friesii*, C: *Lesueurigobius suevii* collected during the ARGELIA0204 campaign.

- *Lesueurigobius suevii* (Malm, 1874) (Fig. 2C), characterized by a naked nape and antero-dorsal longitudinal neuromast rows of the lateral line system (Miller, 1986), has been recorded for the first time in 2004 (Massuti *et al.*, 2004) in western Algerian waters and seems to have reached eastern Algerian waters in 2012 (one individual caught in the Bay of Annaba, 37.015° N, 8.002° E, between 87 and 95 m depth) (CNRDPA, 2012).

The first records of *Lesueurigobius* species from the Algerian coast are presented in Table 2.

It seems that species of the genus *Lesueurigobius* are progressing towards the eastern Algerian waters and the records of *Lesueurigobius sanzii* in different parts of the western Mediterranean basin and even in central Mediterranean waters (Malta and south of Sicily) indicate a distributional extension, which may be a consequence of global climate change.

Table 2: First records of *Lesueurigobius* species from Algerian waters.

| Species | Area coordinates | Number of Individuals | Date | Depth (m) |
|-------------------------------|--|-----------------------|---------------|-----------|
| <i>Lesueurigobius friesii</i> | 35.411° N, 1.615° W | 09 | 4-10/09/1982 | 235-326 |
| | 36.1° N, 2.066° W | | | |
| <i>Lesueurigobius sanzii</i> | 36.73° N, 2.411° E | 04 | 14/09/1982 | 334 |
| | 36.406° N, 1.327° W and 35.117° N, 1.961° W | 50 | 14-17/02/2004 | 40-83 |
| | 36.646° N, 2.596° E | 1 | 24/02/2004 | 94 |
| <i>Lesueurigobius suevii</i> | 35.379° N, 1.347° W | 114 | 14-22/02/2004 | 46-83 |
| | 36.145° N, 0.202° E | | | |