

EVALUATION DES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE

2015



UNEP



PHOTO DE COUVERTURE: © Isabelle Poitou / MerTerre

Page mise en page et la page de couverture: P. Alexandropoulou

REMERCIEMENTS

Cette publication a été préparée par le programme PNUE/PAM dans le cadre du projet ECAP-MED, cofinancé par l'UE et le Mediterranean Trust Fund de la convention de Barcelone du PNUE/PAM. Les éditeurs en chef sont Tatjana Hema (PNUE/PAM/MED POL) et Hoda El Turk (PNUE/PAM). Le contributeur principal est François Galgani (IFREMER, Laboratoire LER/PAC), assisté pour la version française par Françoise Claro (Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France). Le PNUE/PAM remercie les points focaux MEDPOL pour les commentaires reçus pour la première version de ce document. Lorsqu'appropriés, ces commentaires ont été inclus dans la version finale. Le PNUE/PAM souhaite également remercier tous les contributeurs qui ont été impliqués dans la finalisation de cette évaluation.

NOTICE LÉGALE

Les termes et présentations employés dans ce document n'impliquent en aucun cas l'expression d'une opinion du PNUE/PAM ou de l'UE concernant le statut légal de chacun des états, territoires, ville ou zone, de leurs autorités, ou concernant la délimitation de leurs frontières ou limites.

DROIT DE COPYRIGHT

Cette publication peut être reproduite totalement ou en partie et dans quelque forme que ce soit pour des sujets relatifs à l'éducation ou sans profit, sans permission spéciale du bénéficiaire du copyright, dans la mesure où la source est remerciée. Le PNUE/PAM appréciera de recevoir une copie de toute publication utilisant ce document comme source. Cette publication ne peut être utilisée pour revente ou quelque action commerciale que ce soit sans permission écrite du PNUE/PAM. Pour un usage bibliographique, le volume peut être cité comme suit : Marine Litter Assessment in the Mediterranean, UNEP/MAP, Athens, 2015.

© 2015 United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP)
P.O. Box 18019, Athens, Greece



Le PNUE-PAM (www.unepmap.org) est le premier programme des mers régionales qui implique 21 pays riverains de la méditerranée, y compris l'Union Européenne. Au travers du PNUE/PAM, les parties contractantes sont déterminées à respecter les enjeux de la protection de l'environnement marin et côtier, et à encourager les efforts nationaux et régionaux pour un développement durable.



Le projet ECAP-MED, impliquant les parties contractantes dans le cadre de la convention de Barcelone pour la protection de l'environnement marin et côtier de la Méditerranée et de ses protocoles (projet EcAp-MED 2012-2015), a pour objectif de soutenir le PNUE/PAM dans la mise œuvre de l'approche écosystémique en Méditerranée en synergie avec la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu marin de l'union européenne.



Le Bureau d'Information Méditerranéen pour l'Environnement, la Culture et le Développement Durable (MIO-ECSDE | www.mio-ecsde.org) est un partenaire du PAM, une Fédération de 130 organisations non gouvernementales (ONG) méditerranéennes travaillant dans les domaines de l'environnement et du développement dans la région euro-méditerranéenne.

UNEP/MAP

48, Vassileos Konstantinou Ave., 11635 Athens, Greece
www.unepmap.org

Evaluation des Dechets Marins en Mediterranee 2015
ISBN No: 978-92-807-3565-9

EVALUATION DES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE 2015



Préface



Le problème des déchets marins est un problème complexe et multidimensionnel, avec des implications significatives dans le monde entier, pour l'environnement côtier et marin ainsi que pour les activités humaines. Par voie de conséquence, des évaluations et des actions urgentes sont devenues nécessaires en vue des processus globaux et régionaux les plus importants, incluant l'agenda 2030 pour le développement durable et ses objectifs (ODDs).

En Méditerranée, les déchets marins représentent effectivement un problème critique. Ce problème est exacerbé en raison des échanges limités de ce bassin avec l'océan, en raison de cotes densément peuplées, d'un tourisme fortement développé, en raison du passage de 30 % du trafic maritime mondial et en raison d'apports supplémentaires des déchets par les rivières et les zones très urbanisées.

Afin de traiter le problème des déchets marins en Méditerranée, le PNUE/PAM a été le premier programme des mers régionales à développer en 2013 un Plan Régional de gestion des déchets marins, proposant un ensemble de programmes de mesures légalement contraignantes et un calendrier de développement, afin de prévenir et réduire les effets néfastes des déchets sur l'environnement côtier et marin.

Cette évaluation régionale a été préparée en conformité avec l'article 11(e) du Plan Régional entré en force en 2014. Le présent rapport souligne les résultats de l'évaluation et inclut les données publiées ces 5 dernières années dans la littérature scientifique et dans les rapports techniques, les rapports d'activités et de projets. Les résultats de la surveillance, ainsi que les études régionales et nationales sur les déchets marins ont également été pris en compte.

Le rapport présente également des données sur les apports de déchets et de plastique dans l'environnement marin et côtier pour chaque pays Méditerranéen. Afin de présenter les sources les plus importantes de déchets, le rapport précise par ailleurs les changements de composition ainsi que les modalités de transport issues des derniers résultats de la modélisation.

L'évaluation conclut que la gestion des déchets marins et les mesures de réduction en méditerranée nécessitent des développements plus importants, une mise en œuvre et une coordination. Elle souligne également les points à prendre en considération pour une meilleure compréhension des enjeux et présente les bases scientifiques et techniques pour une surveillance effective, une prévention basée sur une approche scientifique et des mesures de réduction et de gestion.

En dépit d'incertitudes et d'un manque de connaissances sur les déchets marins, sur leur quantités, leur devenir et leurs effets, leur évidente présence est plus que suffisante pour justifier une action immédiate afin de mettre en œuvre les mesures du Plan d'Action sur la gestion des déchets marins.

Ce rapport a été préparé dans le même temps que la finalisation des plans d'action nationaux des parties contractantes de la convention de Barcelone pour combattre la pollution, plans d'actions qui contiennent des programmes de mesures, de prévention et de réduction ainsi que les calendriers pour leur mise en œuvre. Je suis confiant dans l'intérêt et l'utilité des informations et connaissances apportées par ce rapport pour les parties contractantes et les parties prenantes en vue de définir des objectifs ambitieux et réalistes et de sélectionner les mesures de réductions les plus efficaces contre ce fléau grandissant posé par les déchets marins pour l'environnement marin et côtier.

M. Gaetano Leone

Coordonnateur
Plan d'Action pour la Méditerranée
Convention de Barcelone
Programme des Nations Unies pour l'Environnement
(PNUE/PAM)

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	2
PRÉFACE	4
RESUME ANALYTIQUE	8
1. INTRODUCTION À L'ÉVALUATION	12
1.1. Cadre général: Programme sur les déchets marins du PNUE	13
1.2. Contexte méditerranéen	13
2. LES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE	16
2.1. Origine, voies de circulation et typologie	18
2.1.1. Sources de déchets marins	18
2.1.2. Circulation	23
2.1.3. Typologie des déchets marins	24
2.1.4. Dégradation des déchets marins en mer	28
2.2. Répartition des déchets marins en Méditerranée (régional, national, local)	29
2.2.1. Études régionales sur les plages	29
2.2.2. Déchets flottant en surface	31
2.2.3. Fond de la mer	34
2.2.4. Engins de pêche abandonnés	36
2.2.5. Microplastiques	40
2.2.6. Synthèse des données sur les déchets marins en Méditerranée	42
3. IMPACT DES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE	46
3.1. Impacts sur la faune	47
3.1.1. Étranglement/impact des engins de pêche abandonnés	48
3.1.2. Ingestion	49
3.1.3. Transport des espèces/nouveaux habitats	51
3.2. Les déchets marins et la santé humaine	53
3.3. Pollution secondaire à partir des déchets marins	53
3.4. Impacts socio-économiques	55
4. PROGRAMMES DE SUIVI DES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE	58
4.1. Surveillance	59
4.2. Seuils et cibles dans le cadre du suivi de déchets marins en Méditerranée	61
5. MESURES DE GESTION ET DE RÉDUCTION	66
6. LACUNES DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE, BESOINS DE CONNAISSANCES ET PROPOSITIONS COMME ÉLÉMENTS DE BASE POUR ÉTABLIR DES PRIORITÉS	72
7. ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	76
8. RÉFÉRENCES	78

Résumé Analytique

En Méditerranée, les déchets marins représentent effectivement un problème critique. Ce problème est exacerbé en raison des échanges limités de ce bassin avec l'océan, en raison de cotes densément peuplées, d'un tourisme fortement développé, en raison du passage de 30 % du trafic maritime mondial et en raison d'apports supplémentaires des déchets par les rivières et les zones très urbanisées. Afin de traiter le problème des déchets marins en Méditerranée, le PNUE/PAM a développé un Plan Régional sur la gestion des déchets marins en Méditerranée. Il a été adopté par la décision G.21/7 des parties contractantes de la convention de Barcelone lors de leur 18ème réunion à Istanbul et propose des programmes de mesures et un calendrier de développement, afin de prévenir et réduire les effets néfastes des déchets sur l'environnement côtier et marin.

Le plan régional est entré en force en 2014 et, en conformité avec l'article 11(e) et le support du projet EcAp-MED financé par l'EU, l'évaluation de 2008 préparée par le PNUE/PAM MEDPOL sur l'état des déchets marins en Méditerranée a été mise à jour sur la base des données nouvelles. Les données publiées ces 5 dernières années dans la littérature scientifique et dans les rapports techniques, les rapports d'activités et les résultats de la surveillance des déchets à l'échelle régionale ou nationale ont été inclus. Il intègre également le travail effectué au niveau européen et international et les résultats de nombreux projets européens.

L'objectif principal de l'évaluation de 2008 était de comprendre (i) l'état du problème des déchets marins en méditerranée, (ii) Comment il était géré par les états de la région, et (iii) proposer des recommandations pratiques dans le contexte de la Directive Stratégie marine pour le Milieu marin, dans le même temps que l'élaboration par le MEDPOL, à l'époque, d'un cadre stratégique pour la gestion des déchets marins inséré dans l'initiative globale sur les déchets marins du PNUE (PGA et programmes des mers régionales).

En comparaison du rapport 2008, ce rapport mis à jour inclut des données sur les apports de déchets et de plastique dans l'environnement marin et côtier pour chaque pays Méditerranéen et spécifie les sources les plus importantes, les changements de leur composition, les modalités de transport issues des derniers résultats de la modélisation et propose une revue exhaustive de données existantes dans les quatre compartiments de l'environnement marin (plages, surface, fonds et déchets ingérés). Ce rapport apporte également des données et informations originales sur les microplastiques, sur les engins de pêche perdus et leurs impacts et détaille les mesures générales de réduction, notamment celles les plus importantes pour la Méditerranée.

L'évaluation relie les informations collectées dans la littérature scientifique, les résultats de la surveillance, les données de précédents rapports, les données des principales ONG impliquées récemment dans les études régionales sur les engins de pêche perdus (2015), l'analyse des nettoyages de plages, les initiatives et les contacts directs avec les autorités locales, les organisations non gouvernementales et les associations, ainsi que les scientifiques et personnes susceptibles de fournir des données solides sur les déchets marins (bancaisées ou non). Des efforts ont été faits pour des analyses statistiques permettant des extrapolations et des estimations quantifiables relatives au problème des déchets marins en Méditerranée.

Les principaux résultats de l'étude peuvent être résumés comme suit:

- Même si des données utilisables sur les déchets marins en Méditerranée existent et qu'elles ont pu être améliorées ces dernières années dans la région (types, quantités, etc.), elles peuvent être inconsistantes et sont principalement restreintes au Nord de la Méditerranée. Des données standardisées de la recherche sont encore nécessaires pour des mesures statistiques ainsi que le partage d'information avec les ONG, OIG, instituts de recherche, autorités compétentes, etc., qui doivent être améliorées dans la région au travers d'un système d'échange d'information.
- Les précédents travaux montrant que la plupart des déchets marins ont une origine terrestre plutôt que marine ont été confirmés. Les déchets marins *sur les plages* sont issus du tourisme et des activités de loisir et sont principalement composés de plastique (bouteilles, sacs, couvercles/capuchons, etc.), d'aluminium (canettes, anneaux) et de verre (bouteilles). Cela est conforme aux résultats moyens des précédentes périodes (PNUE, 2011). Les déchets marins issus des peuvent localement atteindre 40% (des déchets ramassés sur les plages), très au-delà des niveaux précédents. Pour *les déchets flottants en mer*, le plastique représente 85% des déchets comme pour les valeurs moyennes des autres régions du monde. *Sur les fonds*, les plastiques représentent de 45% à 95% des déchets. Les déchets issus de la pêche, incluant les filets fantômes, dominent dans les zones de pêche.
- En Méditerranée, en dépit de la rareté et de l'incohérence des données relatives aux engins de pêche abandonnés, cette question a été reconnue comme un sujet de préoccupation majeure. Les résultats de la récente enquête régionale organisée par le PNUE / PAM-MED POL sur les engins de pêche abandonnés en Méditerranée ont indiqué que les engins de pêche et les filets fantômes abandonnés sont considérés comme un problème grave.
- A ce jour, seul un nombre limité d'études ont été réalisées en Méditerranée visant à évaluer la quantité, la composition et la distribution des *micro-plastiques*. Selon les découvertes les plus récentes, cinq types de micro-plastiques différents sont dominants (granulés, films, fils de pêche, mousse et fragments), avec une majorité de fragments provenant d'objets rigides plus grands (~ 88% de bouteilles ou couvercles par exemple) et de films minces (~ 6% de morceaux de sacs et emballages par exemple).

- Comme les déchets marins affecte différents compartiments du milieu marin, l'étude de leurs impacts sur les organismes marins est d'une importance croissante pour l'ensemble du monde vivant et à tous les niveaux trophiques, quelque soit l'échelle temporelle et spatiale. Jusqu'à présent, plusieurs études ont porté sur les interactions des organismes marins avec les déchets marins (principalement de plastique) dans le bassin méditerranéen. Ces études dévoilent une vaste gamme d'espèces qui sont affectées par les déchets, allant des invertébrés (polychètes, ascidies, bryozoaires, éponges, etc.), aux poissons, reptiles et cétacés. Les effets sont classifiés selon leurs modes d'action tels qu'emmêlement, ingestion et transport d'espèces/colonisation.
- Ces dernières années, la pollution secondaire issue de la lixiviation de polluants provenant des déchets a été largement étudié, y compris en mer Méditerranée, afin d'estimer la contribution des déchets marins à la contamination par les métaux et polluants organiques et pour comprendre si les déchets peuvent, en dehors des autres effets connus, agir comme une source secondaire de polluants, notamment pendant les longues périodes nécessaires à leur décomposition. Effectivement, Les résultats de ces études montrent que les déchets marins agissent comme une source secondaire de polluants.
- Les déchets dans le milieu marin donnent lieu à un large éventail d'impacts économiques et sociaux et ces effets négatifs sont souvent liés entre eux et interdépendants. Notre compréhension de ces impacts en Méditerranée reste limitée. Il y a peu ou pas de données fiables sur ce que sont les coûts exacts. La perte de revenus liée aux déchets marins du tourisme, bien que reconnue et considérée, n'est pas connue dans le détail.
- Les pays méditerranéens n'ont pas encore élaboré leurs programmes de surveillance des déchets marins de manière cohérente (voire pas du tout) qui utiliseraient des méthodes de surveillance harmonisées dans toute la région. Les enquêtes sur les plages, largement considérées comme les plus simples et les plus rentables, sont donc les plus fréquemment effectuées. Cependant, bien que les mesures de débris échoués ne fournissent pas nécessairement un bon indicateur des changements globaux d'abondance, elles restent l'indicateur le plus mature et celui pour lequel la plupart des données sont disponibles.
- Il n'y a pas de suivi des impacts des déchets marins sur les organismes marins en Méditerranée, mais il y a une bonne base scientifique et technique

pour le démarrer. La tortue caouanne, classée comme espèce «en danger», est adoptée dans le monde entier en tant que bio-indicateurs espèces de pollution de l'environnement. L'utilisation des tortues marines pour la surveillance des déchets ingérés a été suggérée après de nombreuses années de recherche et des protocoles ont été testés.

- Il existe une assez grande diversité d'objectifs de réduction des déchets par les pays méditerranéens, même entre pays voisins, qui peuvent être définis selon leur nature, leur ambition, et leurs mesures de suivi. Plusieurs pays ont défini comme objectif la réduction de la quantité totale de déchets présents dans le milieu marin ou dans l'un de ses compartiments (plage, fond marin, colonne d'eau). En 2015 le PAM / PNUE-MED POL a proposé un objectif ambitieux de réduire les déchets marins sur les plages de 20% en 2020 par rapport à 2015.
- Une meilleure définition des niveaux de base et des objectifs est nécessaire afin de faciliter la mise en œuvre des mesures de gestion convenues et identifiées dans le Plan Régional pour la gestion des déchets marins de la Méditerranée.
- En Méditerranée, la recherche pour améliorer les méthodes de suivi et de faciliter ainsi les systèmes de gestion est devenue essentielle. Elle doit combler les lacunes de connaissances relatives aux sources, aux modes de transport, aux zones sensibles, au bon état écologique, aux impacts sur le biote, en particulier sur les espèces marines sentinelles comme les tortues, à l'évaluation microplastiques dans les sédiments et les plages, aux nouvelles espèces indicatrices pour les impacts, et à

l'évaluation de quantité et la localisation des engins de pêche perdus ou abandonnés.

- Le rôle des ONG dans la lutte contre les déchets marins en Méditerranée est important. En dehors d'activités de sensibilisation et d'éducation, les initiatives des ONG sont importantes en termes d'opérations de collecte de données et de nettoyage. Elles sont également nécessaires dans la mobilisation des autorités et d'autres partenaires au niveau national et local dans presque tous les pays méditerranéens, réussissant à rassembler des milliers de volontaires à l'appui d'une Méditerranée sans déchets.
- L'évaluation a conclu qu'un certain nombre de points doivent être abordés dans le but de mieux comprendre les enjeux et les problèmes clés qui devront être pris en compte afin de fournir une base scientifique et technique pour un suivi cohérent, un meilleur système de gestion, et des mesures de réduction basées sur les données scientifiques. Le rapport recommande 15 points d'importance pour l'avenir proche, devant être pris en compte immédiatement dans le but d'améliorer les connaissances de base et soutenir à la fois la surveillance et la gestion des déchets marins dans la Méditerranée.
- Malgré les incertitudes et les lacunes dans les connaissances sur les déchets marins, qu'elles concernent les quantités, leur devenir dans l'environnement marin, ou leurs impacts, les données existantes sont plus que suffisantes pour justifier une action immédiate vers la mise en œuvre des mesures du Plan régional sur la gestion des déchets marins.

1 INTRODUCTION À L'ÉVALUATION

1.1. CADRE GÉNÉRAL: LE PROGRAMME SUR LES DÉCHETS MARINS DU PNUE

Les déchets marins sont un problème complexe et multidimensionnel avec des implications importantes pour l'environnement marin et côtier et les activités humaines dans le monde entier. Ils proviennent de nombreuses sources et engendrent un large éventail d'impacts négatifs sur l'environnement, l'économie, la sécurité, la santé et ont également des effets culturels. Malgré les efforts déployés aux plans international, régional et national, tout indique que le problème des déchets marins continue d'empirer.

Les déchets marins sont l'un des 8 contaminants reconnus par le PNUE/GPA pour la protection de l'environnement marin à partir de sources et activités terrestres. Le problème des déchets marins a été reconnu par l'Assemblée générale des Nations Unies (AGNU), qui, dans sa résolution A/60/L.22 - Les océans et le droit de la mer - du 29 Novembre 2005, articles 65-70 appelle à des actions nationales, régionales et mondiales pour le résoudre. Cette résolution de l'assemblée générale note le manque d'informations et de données sur les déchets marins, encourage les États à développer des partenariats avec l'industrie et la société civile, exhorte les États à intégrer la question des débris marins dans les stratégies nationales de l'environnement, et encourage les États à coopérer aux niveaux régional et sous-régional pour développer et mettre en œuvre des programmes communs pour les déchets marins, de prévention et de restauration. En réponse à l'appel de l'assemblée générale, le PNUE (Programme d'Action Global, PAG, et Programme des mers régionales), à travers son «Initiative Globale Déchets Marins» a pris un rôle de pilote actif pour relever le défi, entre autres, en aidant les 11 mers régionales à travers le monde dans l'organisation et la mise en œuvre des activités régionales sur déchets marins (mer Baltique, mer Noire, mer Caspienne, mers de l'Asie de l'Est, Afrique de l'Est, Méditerranée, Pacifique Nord-Ouest, mer Rouge et golfe d'Aden, mers du Sud de l'Asie, Pacifique Sud-Est et Caraïbes).

Prenant en compte la résolution de l'AGNU, le contexte du Programme d'action mondial, les activités régionales en cours organisées par le Programme des mers régionales du Programme des Nations Unies pour l'environnement et les résultats du 2e examen intergouvernemental du PAG, il a été convenu que la stratégie pour résoudre le problème des déchets marins au niveau régional devrait être fondée sur le développement et la mise en œuvre de plans d'action régionaux pour les déchets marins ou stratégies régionales pour la gestion durable des déchets marins. Il a également été convenu que le développement et la

mise en œuvre d'une stratégie régionale devraient être conduits selon les trois phases suivantes:

- Phase I: Évaluation de la situation régionale;
- Phase II: Préparation de la stratégie régionale; y compris une réunion régionale d'experts et des autorités nationales; et
- Phase III: L'intégration de la stratégie régionale dans le programme de travail des programmes pour les mers régionales respectifs et la mise en œuvre de la Stratégie régionale aux plans national et régional.

L'adoption de la Stratégie d'Honolulu et de l'Engagement d'Honolulu en 2011, et l'accent particulier mis sur les questions de déchets marins au sommet de Rio + 20 2012, sont des indications claires sur la grande attention accordée à ces questions à un niveau plus global.

Plus récemment, des scientifiques et des décideurs ont reconnu que les déchets marins restent un «énorme défi» (<http://www.unep.org/newscentre/default.aspx?DocumentID=2791&ArticleID=10903>) dans presque toutes les régions du monde, avec des impacts clairs sur les écosystèmes et une estimation globale des dommages financiers engendrés par le plastique sur les écosystèmes marins de l'ordre de 13 milliards de dollars chaque année.

1.2 LE CONTEXTE MÉDITERRANÉEN

Les déchets marins ont été un sujet de préoccupation en Méditerranée depuis les années 1970. Dans le cadre de la convention de Barcelone, les pays méditerranéens ont adopté en 1980 un protocole pour la protection de la mer Méditerranée contre les pollutions d'origine terrestre. Dans ce protocole, l'importance de la lutte contre ce problème a été reconnue. Le protocole a été amendé en 1996, et l'annexe 1 a défini l'une des catégories de substances comme les déchets comme "tout matériau persistant solide fabriqué ou transformé qui a été jeté, pose ou abandonné dans l'environnement côtier ou marin".

La méditerranée a également été désignée comme aire spéciale dans l'annexe V de la convention MARPOL 73/78. Le Comité de protection de l'environnement marin (CPEM) de l'Organisation maritime internationale (IMO) lors de sa 57^{ème} Session (31 Mars – 4 Avril 2008), a adopté une résolution fixant la date de prise d'effet en Méditerranée des mesures réglementaires relatives aux Aires Spéciales et stipulées à l'annexe V de la convention MARPOL (Règlement de Prévention de la Pollution par les Déchets provenant des Navires). Le CPEM décida que les mesures concernant les rejets pour les Aires spéciales de l'Annexe V de MARPOL devraient prendre effet pour la

Méditerranée le 1^{er} Mai 2009. En conséquence, pour tous les navires, à partir du 1^{er} Mai 2009, est interdit le rejet en mer Méditerranée: de tous les plastiques, incluant- mais non limités aux- cordages en matière synthétique, des filets de pêche en matière synthétique, et des sacs poubelle en plastique; ainsi que le rejet de tous les autres déchets, incluant les produits en papier, les chiffons, les objets métalliques et en verre, les bouteilles, la vaisselle, le fardage, les lignes et emballages.

En juillet 2011, la 62^{ème} session du CPEM adopta, dans sa résolution MEPC201 (62), l'Annexe V MARPOL qui entra en vigueur le 1^{er} Janvier 2013. En Mars 2012, la 63^{ème} session du CPEM adopta les recommandations 2012 pour la mise en oeuvre de l' Annexe V de MARPOL (résolution CPEM MEPC.219(63)) et les recommandations 2012 pour le développement de plans de gestion des déchets (résolution CPEM MEPC.220(63)). Dans l'Annexe V révisée de MARPOL, les déchets incluent tous les types de "nourriture, les déchets ménagers et d'opérations en mer, tous les plastiques, les résidus de cargaisons, cendres d'incinération, huiles de cuisson, engins de pêche, et carcasses animales générés pendant le fonctionnement normal du navire et susceptibles d'être jetés en continu ou périodiquement. Ces déchets n'incluent pas le poisson frais résultant des activités de pêche entreprises durant le voyage, ou d'activités d'aquaculture.

L'Annexe oblige également les gouvernements à prévoir des dispositifs de réception adéquats dans les ports et terminaux pour les poubelles et autres déchets. Dans l'Annexe V, la Méditerranée a été définie comme une Aire spéciale en raison de ses caractéristiques océanographiques et écologiques, et du trafic maritime particulièrement intense, et aussi à cause des faibles échanges de masses d'eau, des espèces marines en danger, etc. Ceci implique des considérations spéciales en termes de contrôle des ports par l'Etat, d'affichage dans les navires de passagers, de plans de gestion des déchets (Résolution CPEM MEPC.220-63), de registres de bord de gestion des déchets, de restes de cargaison et d'incinérateur de bord.

Le PAM/PNUE, conjointement avec la CIO et la FAO, reconnaissant le manque d'informations sur les déchets marins et côtiers en Méditerranée, a tenu en 1987 une réunion ad hoc sur les matériaux persistants (PNUE/COI/FAO, 1991) qui recommanda une enquête pilote; cette enquête a été menée en 1988 par le PNUE/PAM, en collaboration avec la CIO et la FAO, avec cinq pays participants (Chypre, Israël, Italie, Espagne et Turquie). Cette enquête pilote est considérée comme une activité de référence pour l'évaluation des déchets côtiers et marins en Méditerranée. Par la suite, une synthèse bibliographique exhaustive sur les déchets marins

contenant 440 références, et une évaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension ont été publiées par le PNUE / PAM en 1991 (PNUE/IOC/FAO, 1991).

La onzième Réunion des Parties contractantes (COP11, Tunisia, 1999) a demandé au Secrétariat du PNUE/PAM de lancer des actions sur les déchets côtiers et marins et de préparer une évaluation pertinente. Une réunion de consultation sur les déchets marins et côtiers en Méditerranée a eu lieu et plusieurs documents ont été préparés, en appui à la préparation d'un projet sur la gestion des déchets marins et côtiers. Les résultats de l'évaluation ont montré que les principales sources de déchets côtiers dans la région sont les apports fluviaux, les activités touristiques et les centres urbains côtiers. Ce résultat indique que c'est la gestion inadéquate des déchets solides côtiers qui est responsable de la présence de déchets sur les plages, flottant dans l'eau et sur le fond de la mer. Outre les résultats mentionnés ci-dessus, presque tous les pays méditerranéens ont adopté des politiques pour la gestion des déchets solides côtiers, mais l'application des politiques est faible en raison de la mauvaise coordination entre les différentes administrations nationales et locales traitant des questions de déchets solides. L'administration locale et les municipalités sont les ultimes responsables de la gestion des débris côtiers dans les régions, où le rôle du Ministère de l'environnement est limité aux activités de contrôle.

A partir de ces faits, le PNUE/PAM-MEDPOL a construit une stratégie visant à aider les autorités locales côtières à améliorer la gestion des déchets solides côtiers et à prévenir l'introduction de déchets dans le milieu marin. Poursuivant cette ligne d'action, MEDPOL a mis en oeuvre avec RAMOGE et UNADEP un projet pilote (PNUE/PAM/MEDPOL, 2004) et, en coopération avec l'Organisation mondiale pour la santé et dans le cadre du Programme d'Action Stratégique (PAS), a rédigé des lignes directrices pour la gestion des déchets côtiers pour la Région Méditerranée (PAM/PNUE/MEDPOL, 2004).

Avec le soutien du Programme des mers régionales du PNUE, le PNUE/PAM/MEDPOL a développé en 2006, une campagne à moyen terme de sensibilisation du public et d'éducation. Le PAM/PNUE a choisi de travailler à une campagne intitulée «Pour une Méditerranée sans déchets» avec les ONG régionales telles que le Bureau d'Information Méditerranéen pour l'Environnement, la Culture et le Développement Durable, (MIO-ECSDE), l'Association pour la protection de l'environnement hellénique Marine (HELMPEPA) et Clean Up Greece (Clean Up Greece/HELMPEPA/MIO-ECSDE, 2007). Ce dernier a été développé pour le grand public ainsi que pour toutes les

autres parties prenantes telles que le secteur maritime, le secteur du tourisme, l'agriculture, les autorités régionales et nationales, les ONG, les médias, etc. De nombreuses organisations internationales et ONG ont mené des enquêtes et des campagnes de nettoyage des plages, produisant ainsi des données et des informations sur la pollution de la mer Méditerranée par les déchets marins et côtiers. Ces efforts, qui continuent à ce jour, sont considérés comme une source fiable de données et d'informations.

En outre, en 2008, une évaluation de l'état des déchets marins dans la Méditerranée a été menée par le PNUE/PAM. L'objectif principal était de comprendre (i) l'état du problème des déchets marins dans la Méditerranée, (ii) la façon dont il a été traité par les pays de la région, et (iii) de faire des recommandations pratiques dans le cadre stratégique de la gestion des déchets marins, à l'époque en cours de préparation par le MED POL au sein de l'Initiative de portée mondiale du PNUE (GPA et mers régionales du Programme). Il a été le résultat d'un effort conjoint des autorités compétentes, des organisations intergouvernementales, des ONG, des scientifiques et du secteur économique dans plusieurs pays méditerranéens, préparés par le Bureau d'information méditerranéen pour l'environnement, la culture et le développement durable (MIO-ECSDE), la République hellénique protection du milieu marin Association (HELMPEPA), et l'organisation environnementale « Clean-up Greece », et a été considéré comme le suivi des initiatives et des activités précédentes et collectives du PNUE / PAM dans ses efforts pour répondre de manière adéquate au problème des déchets marins dans la Méditerranée. Le Cadre stratégique a été finalement adopté par les Parties contractantes de la Convention de Barcelone en 2012 par Plan Régional de gestion des déchets marins dans la méditerranée qui a suivi en 2013.

Les conclusions et recommandations de cette évaluation ont conduit à la préparation d'un cadre stratégique sur les déchets marins en Méditerranée en 2012, adopté par la COP12, Paris, France, et qui a guidé le développement et l'adoption du Plan Régional sur les

Déchets marins (PRDM) par la COP18, Istanbul, Turquie, en 2013, dans le cadre de l'article 15 du protocole tellurique de la Convention de Barcelone.

La Convention de Barcelone et ses protocoles ainsi que le PRDM et, le cas échéant, la directive-cadre européenne stratégie pour le milieu marin (DCSMM) représentent les seuls cadres et instruments juridiques applicables en Méditerranée concernant la gestion des déchets marins.

L'adoption du PRDM en 2013 a fait de la Méditerranée la première mer régionale à s'engager dans des mesures juridiquement contraignantes, programmes et calendriers de mise en oeuvre concernant la gestion des déchets marins aux niveaux régional et national, contribuant ainsi à l'Engagement d'Honolulu et à l'objectif « déchets marins » de Rio + 20.

Les principaux objectifs du PRDM sont de parvenir à un bon état écologique en prévenant et en réduisant les déchets marins et ses impacts sur l'environnement, sur la santé et socio-économiques. La plupart de ces mesures visent à améliorer la gestion des déchets solides, à mettre en oeuvre des outils novateurs liés à une production et une consommation soutenables, à recourir à des incitations économiques, à éliminer les déchets marins existants et les « hot spots », etc. Le Plan régional prévoit un cadre pour l'amélioration des connaissances, le suivi et l'évaluation, la recherche, la sensibilisation et pour la coopération et les partenariats entre les différentes parties prenantes aux niveaux régional et national, y compris la communauté scientifique et le grand public. À cet égard, le programme MED POL du PAM/PNUE a pour mandat de procéder à l'évaluation des déchets marins sur une base de six ans à l'échelle de la Méditerranée, ainsi que de coordonner l'élaboration et la mise en oeuvre d'un programme de surveillance des déchets marins fondé sur une approche écosystémique par tous les pays méditerranéens. Le PRDM liste 30 sujets de recherche prioritaires sur les déchets marins et invite la communauté scientifique à contribuer activement à combler les lacunes de connaissance, à faciliter la mise en oeuvre efficace des mesures et à évaluer leur efficacité.

2 LES DECHETS MARINS EN MEDITERRANEE



La mer Méditerranée a été décrite comme l'une des zones les plus touchées par les déchets marins dans le monde. Les activités humaines génèrent des quantités considérables de déchets et ces quantités sont en augmentation, même si elles varient selon les pays. Certaines des plus grandes quantités relevées en termes de déchets solides municipaux par an et par personne sont générées en mer Méditerranée (208-760 kg/an, <http://www.atlas.d-waste.com/>). Le plastique, qui est la principale composante des déchets, est devenu omniprésent et peut représenter jusqu'à 95% des déchets accumulés sur les rivages, la surface de l'océan ou le fond de la mer.

La majorité de ces matériaux ne se décompose pas ou se décompose lentement. Ce phénomène peut également être observé sur le fond marin, où 90% des déchets pris dans les chaluts benthiques sont en plastique (Galil *et al.*, 1995, Galgani *et al.*, 1995 et 2000, Ioakeimidis *et al.*, 2014), et ce chiffre peut atteindre 100% pour les déchets à la surface de la mer.

Les enquêtes menées à ce jour montrent une variabilité spatiale considérable. Les taux d'accumulation varient considérablement et sont influencés par de nombreux facteurs, tels que la présence de grandes villes, l'utilisation du rivage, l'hydrodynamique et les activités maritimes. Ils sont plus élevés dans les mers fermées comme le bassin méditerranéen, avec quelques-unes des plus fortes densités de déchets marins échoués sur le fond de la mer, atteignant parfois plus de 100.000 items/km² (Galgani *et al.*, 2000). Les densités de plastique sur les fonds marins profonds n'ont pas changé entre 1994 et 2009 dans le golfe du Lion (Galgani *et al.*, 2011). Inversement, on a observé une augmentation de l'abondance de débris dans les eaux profondes au fil des ans (Koutsodendris *et al.*, 2008; Ioakeimidis *et al.*, 2014).

En Méditerranée, les rapports émanant de la Grèce (Koutsodendris *et al.*, 2008; Ioakeimidis *et al.*, 2014) classent les sources terrestres (jusqu'à 69% des déchets) et les sources maritimes (jusqu'à 26%) comme les sources prédominantes de déchets, selon les régions. En outre, les déchets présentent une flottabilité et par conséquent un potentiel de dispersion variables.

La question des déchets marins et des informations s'y rapportant sur les quantités et leurs types en Méditerranée est plutôt compliquée car elle est dans la plupart des pays principalement traitée par des institutions scientifiques et les autorités sous-régionales et locales d'une part, et de l'autre par des ONG compétentes.

La collecte d'information est une tâche qui nécessite à la fois des ressources humaines considérables liées directement et indirectement au sujet, et un mécanisme

central de coordination sophistiqué. Malheureusement, c'est un processus récent pour la Méditerranée. Cependant, les ONG existantes dans la région sont des sources d'information relativement fiable et systématique pour les quantités et les types de déchets. Les efforts des ONG sont les plus importants en termes de surveillance et de nettoyage des plages et de la mer, et pour fournir des informations sur le volume et les types de déchets existants en Méditerranée. Les plus importantes de ces initiatives au niveau régional sont les suivantes:

- *Le MIO-ECSDE, qui organise des événements concernant les déchets marins, y compris des nettoyages, dans le cadre de sa Journée annuelle d'action méditerranéenne (depuis 1998) avec une participation moyenne d'ONG de 12 pays méditerranéens.*
- *L'organisation australienne Clean Up the World organise des nettoyages en Septembre, dans près de 115 pays à travers le monde, dont beaucoup en Méditerranée.*
- *La campagne International Coastal Clean up (ICC) est coordonnée à l'échelle mondiale par l'ONG Ocean Conservancy, basée à Washington, en coopération avec les ONG de plus de 100 pays, et est la plus grande journée- événement de nettoyage au monde.*
- *L'organisation environnementale italienne Legambiente coordonne tous les printemps-étés des nettoyages de plage en Méditerranée.*

De plus, des initiatives d'importance variable sont prises par des ONG, des autorités locales et d'autres partenaires aux plans national et local dans presque tous les pays méditerranéens. Toutes les initiatives ci-dessus réussissent à rassembler des milliers de bénévoles dans les pays méditerranéens dans le but non seulement de nettoyer les côtes, les rivières et les lacs dans leurs communautés locales, mais aussi de sensibiliser les étudiants, les citoyens et les différentes parties prenantes sur les incidences graves des déchets marins et d'inciter les gens à changer et améliorer leur comportement environnemental quotidien.

Aux fins de cette évaluation, les chiffres résultant de divers nettoyages ont été comparés et il a été déduit qu'une synthèse commune n'est pas possible en raison du fait que chaque initiative est menée avec différentes fiches de données, normes et unités de mesures (les types de déchets sont classés différemment - voire pas du tout; dans certains cas, on mesure le nombre d'items de déchets tandis que dans d'autres, on mesure le poids; etc.), tandis que certaines informations cruciales sont totalement absentes (longueur de côte nettoyée, type de côte, distance entre la côte et les sources de déchets, etc.).

2.1. ORIGINE, TYPOLOGIE ET VOIES DE CIRCULATION

2.1.1. Sources de déchets marins en Méditerranée

Les sources de déchets marins sont traditionnellement classées en sources terrestres ou marines, en fonction de l'endroit où ils entrent dans l'eau. D'autres facteurs tels que les courants océaniques, le climat et les marées, ainsi que la proximité de centres urbains, des sites d'élimination de déchets, les zones industrielles et de loisirs, les voies maritimes et les zones de pêche commerciales influencent le type et la quantité de déchets marins trouvés dans les zones océaniques ouvertes ou recueillis le long des plages et dans l'océan, y compris les zones sous-marines.

Identifier la source de nombreux items de déchets est une tâche complexe car les déchets marins entrent dans l'océan à partir de sources ponctuelles et diffusées à la fois terrestres et océaniques, et peuvent parcourir de longues distances avant d'être déposés sur les rivages ou sur le fond de l'océan, sur terre, en mer ou dans des baies. La diffusion accidentelle de déchets à partir de sites d'enfouissement côtiers et les déchets provenant du transport aquatique, des activités de loisirs sur les plages, du déversement illégal dans les eaux côtières et marines, sont autant de pratiques qui contribuent au problème des déchets marins. Les déchets marins peuvent être transportés indirectement à la mer ou à la côte par les rivières, les égouts, les sorties d'égouts et les sorties d'eaux pluviales, le ruissellement, et les inondations lors de tempêtes, ou encore peuvent être amenés par les vents. Les sources terrestres sont le tourisme et l'utilisation récréative de la côte, les déchetteries et décharges publics, les décharges sauvages, les entreprises locales, l'industrie, les ports et les sites d'élimination de déchets non protégés.

Selon le Groupe mixte d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution de l'environnement marin (GESAMP) (1991), les sources terrestres représentent jusqu'à 80 pour cent de la pollution marine dans le monde. Une grande partie des déchets atteignent l'océan du fait des activités menées sur les plages, amenés par les vents, ou transportés par les ruisseaux, les rivières et les eaux de pluie et les égouts qui s'écoulent vers les zones océaniques. Une étude récente (Jambeck *et al.*, 2015) a analysé les sources de déchets marins et estime que de 4,8 à 12,7 millions de tonnes de plastique ont été déversées dans l'océan en 2010, la valeur moyenne étant d'environ 8,8 millions de tonnes. Avec une estimation de 2% de déchets jonchant les plages (études nationales des Etats Unis d'Amérique sur les déchets marins), les 208,519 millions d'habitants des zones côtières génèrent 360 939 tonnes de déchets tous les jours, dont 10,12% sont en plastique. On estime que 731 tonnes de plastique sont perdus ou abandonnés chaque jour, avec des différences importantes selon les

pays (tableau 2.1.1a). Les chercheurs prédisent que, sans mesures de gestion, la quantité de déchets en plastique qui arriveront à la mer augmentera d'un facteur dix dans la prochaine décennie à l'échelle mondiale, et d'un facteur 2,17 entre 2010 et 2025 en mer Méditerranée.

Les quantités provenant de sources terrestres peuvent être mesurées principalement dans les rivières ou les égouts pluviaux, bien qu'il y ait hétérogénéité temporelle en raison d'événements météorologiques. En Méditerranée, on ne dispose que d'une seule étude (Vianello *et al.*, 2015) mentionnant des concentrations : cette étude relève une concentration dans la rivière Po allant de 1 (printemps) à 12,2 items/m³ (hiver), ce qui veut dire que près de 50 billions de particules arrivent chaque année dans cette rivière. Dans une autre étude (Tweehyusen, 2015) l'auteur démontre que 677 tonnes de microplastiques entrent dans la mer Méditerranée chaque année. Les données sur les microparticules dans le Danube indiquent une charge plastique moyenne de 317 à 4665 items pour 1000 m³ (79,4% industriel, 20,6% autres) ce qui équivaut à 4,8 à 24,2 g pour 1000 m³. Les données des études menées en Europe du Nord ont également démontré que la plus grande partie des déchets sont en plastique et que les produits sanitaires peuvent constituer jusqu'à 22% des apports fluviaux (en nombre, Moritt *et al.*, 2014). Les déchets issus de rivières sont le plus souvent déposés des deux côtés de l'embouchure des rivières sur les plages côtières, et leur abondance diminue généralement avec la distance depuis l'embouchure de la rivière à l'exception des grands fleuves (Rhône, Pô, Ebre, Nil) dont le débit peut transporter les déchets très loin des estuaires (Galgani *et al.*, 2000; Pham *et al.*, 2014). Le cas des oueds sur la rive sud de la Méditerranée présente un intérêt particulier. La présence persistante de la pollution et des déchets a été démontrée en particulier dans un climat semi-aride où la pluviométrie annuelle se concentre sur quelques mois. Cela peut exacerber la propagation des déchets pendant la saison des pluies, leur transport étant assuré par la rivière de la même façon que les sédiments (Achite & Ouillon, 2007, Ludwig *et al.*, 2009). Les décharges incontrôlées agissent également comme sources principales en mer Méditerranée. A titre d'exemple, seulement 39 (29%) des 133 villes côtières d'Algérie contrôlent leurs rejets de déchets dans des structures adaptées, sans compter les dépôts illégaux (Makhouk, 2012).

Les sources océaniques pour les déchets marins comprennent la marine marchande, les ferries et les paquebots de croisière, les navires de pêche commerciale et récréative, les flottes militaires et les navires de recherche, les bateaux de plaisance, les installations offshore telles que les plates-formes pétrolières et gazières, les appareils de forage et les sites d'aquaculture.

Il n'y a aucune évaluation spécifique des déchets provenant de navires en Méditerranée. Cependant, les apports à partir des navires étant évalués à 6 millions de tonnes dans le monde et le trafic maritime en Méditerranée (<http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/about/distribution/>) correspondant à 30% du trafic total on peut estimer que plus d'un million de tonnes de déchets marins proviennent des navires.

Certains éléments pouvant être attribués avec un haut niveau de confiance à certaines sources, les données relatives à ces catégories de sources sont plus détaillées, comme les déchets de loisirs, les déchets issus du transport maritime, les déchets issus de la pêche, ceux liés aux eaux usées, les déchets des touristes, et ceux liés à une utilisation «sanitaire» et «médicale». On dispose de ce fait d'informations précieuses pour fixer des objectifs et des mesures de réduction car les résultats sont plus facilement attribuables aux mesures.

Les évaluations de la composition des déchets trouvés sur les plages dans les différentes régions de Méditerranée montrent que les matériaux synthétiques (bouteilles, sacs, bouchons/couvercles, filets de pêche et de petits morceaux de plastique et de polystyrène non identifiables) représentent la plus grande proportion de la pollution globale par les déchets.

Même les régions les plus reculées de la Méditerranée sont affectées par les déchets marins. Les résultats de l'

«Evaluation de l'état des déchets marins en Méditerranée» (2009) entreprise par le PAM MEDPOL/PNUE en collaboration avec l'Office Méditerranéen d'Information pour l'Environnement, la Culture et le Développement Durable (MIO-ECSDE), l'Association hellénique de protection du milieu marin (HELMPEA), et l'organisation environnementale Clean up Greece, illustrent le fait que bien que des données utiles sur les types et la quantité de déchets marins existent dans la région, elles sont pauvres et géographiquement principalement limitées à certaines parties du nord de la Méditerranée.

Les objets trouvés sur les plages de Méditerranée indiquent une prédominance de déchets d'origine terrestre, provenant principalement des activités de loisirs/tourisme (40% in ARCADIS, 2014, > 50% in Öko-Institut, 2012 et Ocean Conservancy/CPI, 2002-2006). Les déchets ménagers, y compris les déchets sanitaires, représentent également une grande proportion (40% in ARCADIS, 2014). La quantité de déchets provenant d'activités de loisir/tourisme augmente considérablement pendant et après la saison touristique. Les déchets liés au tabagisme semblent en général être également un problème important en Méditerranée, comme plusieurs enquêtes le suggèrent (PNUE 2009). Enfin, l'industrie de la pêche est d'une importance significative (PAM/PNUE 2013), ainsi que le transport maritime, en particulier au large de la côte africaine.

Tableau 2.1.1a: Population côtière et quantités de déchets/plastiques générés en 2010 dans les pays méditerranéens (d'après Jambeck *et al.*, 2015 et <http://jambeck.engr.uga.edu/landplasticinput>). (1) Estimation de la population globale à moins de 50km de la côte, (2) Source Banque mondiale, (3) modèles, (4) extrapolations/calculs

Pays	Population Côtière ¹	Taux de déchets générés ² [kg/personne/jour]	% Plastique/flux de déchets ²	% de déchets mal gérés ³	Déchets générés [kg/j]	Plastiques générés [kg/j]	Plastiques mal gérés [kg/j] ⁴	Plastiques abandonnés [kg/j] ⁴
Albanie	2 530 533	0,77	9	45	1 948 510	174 392	77 897	3 488
Algérie	16 556 580	1,2	12	58	19 867 896	2 374 214	1 378 693	47 484
Bosnie/Herzégovine	585 582	1,2	12	40	702 698	83 972	33 813	1 679
Croatie	1 602 782	2,1	12	9	3 365 842	402 218	37 053	8 044
Chypre	840 556	2,07	12	0	1 739 951	207 924	831	4 158
Egypte	21 750 943	1,37	13	67	29 798 792	3 858 944	2 572 170	77 179
France	17 287 280	1,92	10	0	33 191 578	3 302 562	0	66 051
Grèce	9 794 702	2	10	0	19 589 404	1 949 146	0	38 983
Israël	6 677 810	2,12	14	1	14 156 957	1 974 896	12 577	39 498
Italie	33 822 532	2,23	6	0	75 424 246	4 487 743	0	89 755
Liban	3 890 871	1,18	8	34	4 591 228	365 003	123 700	7 300
Libye	4 050 128	1,2	12	23	4 860 154	580 788	132 985	11 616
Malte	404 707	1,78	12	6	720 378	86 085	5 456	1 722
Monaco	34 050	2,1	12	0	71 505	8 545	0	171
Monténégro	260 336	1,2	12	30	312 403	37 332	11 353	747
Maroc	17 303 431	1,46	5	66	25 263 009	1 250 519	824 650	25 010
Autorité de Palestine	3 045 258	0,79	8	6	2 405 754	191 257	11 515	3 825
Slovénie	336 594	1,21	12	1	407 279	48 670	550	973
Espagne	22 771 488	2,13	13	0	48 503 269	6 281 173	0	125 623
Syrie	3 621 997	1,37	13	65	4 962 136	642 597	419 763	12 852
Tunisie	7 274 973	1,2	12	60	8 729 968	1 043 231	621 077	20 865
Turquie	34 042 862	1,77	12	16	60 255 866	7 200 576	1 187 323	144 012
Total/moyenne	208 519 478	2	11	23	360 939 138	36 560 188	7 451 413	731 036

Bien que la classification adoptée présente certains inconvénients (les déchets de la consommation alimentaire peuvent être à la fois dans la catégorie «activités côtières et de loisirs» que dans la catégorie «équipages/passagers à bord de tous types de navires et de bateaux»); ce système fournit une bonne base générale pour classer les déchets marins selon les activités qui les produisent, et pour suivre les tendances de leur augmentation/diminution.

Selon l'analyse des données recueillies, les «activités côtières et récréatives» ont été chaque année la principale source de déchets marins au cours de la dernière décennie, et furent ensuite supplantées par les déchets liés au tabagisme (PNUE, 2011).

Une étude reposant sur l'analyse des données recueillies dans le cadre des campagnes de l'ICC dans les pays méditerranéens (<http://www.oceanconservancy.org/our-work/international-coastal-cleanup/>) a fourni un système de classification (tableau 2.1.1b).

Les déchets marins liés au tabagisme représentent 40% du nombre total de déchets marins observés durant la même période et 53,5% du palmarès des 10 déchets les plus nombreux en 2013. Bien que le nombre de déchets provenant des fumeurs ait diminué significativement entre 2004 et 2005, depuis 2005 il est à nouveau en augmentation. Leur nombre en Méditerranée est considérablement plus élevé que la moyenne mondiale, en particulier dans certains pays (Grèce), et constitue un problème sérieux qui justifie qu'il soit traité en priorité dans le cadre de la Stratégie régionale.

Les déchets issus d'activités maritimes et de la navigation comptent pour 5% des déchets marins en Méditerranée et les quantités sont restées basses pendant toute la période

de l'étude. Cela pourrait être dû au fait que les navires de tonnage supérieur à 400 tonnes ou transportant plus de 15 personnes sont obligés de mettre en œuvre un plan de gestion des déchets en accord avec la législation maritime internationale. Il est également vrai que la situation concernant la mise à disposition de dispositifs de réception des déchets dans les principaux ports de Méditerranée s'est récemment améliorée. Les interdictions concernant le rejet de déchets solides sont particulièrement contraignantes dans les zones marines ayant des caractéristiques spéciales, comme celles de Méditerranée, qui est considérée comme une Aire Spéciale au sens de la convention internationale MARPOL.

Des problèmes subsistent en ce qui concerne le fonctionnement et l'utilisation des installations de réception portuaires. Les gens de mer et les compagnies maritimes se plaignent toujours que, bien que les équipages à bord des navires marchands peuvent mettre en œuvre des plans de gestion des déchets, y compris le tri des déchets solides conformément aux exigences réglementaires internationales, l'efficacité de la gestion côtière de ces flux de déchets triés reste souvent discutable. Les navires ne devraient pas être dissuadés de décharger des déchets dans les installations de réception portuaires en raison de coûts élevés, de procédures compliquées, d'une paperasserie inutile, de réglementations sanitaires excessives, de la réglementation douanière, etc. En outre, les municipalités côtières doivent faire en sorte que les déchets déposés dans les installations de réception soient correctement pris en charge sur la terre ferme, d'une manière optimale en termes de respect de l'environnement et de santé humaine. Il est essentiel que les gouvernements, les autorités portuaires locales, l'industrie maritime et les

autres intervenants améliorent leur coopération afin de régler tous les problèmes en suspend concernant la disponibilité des installations de réception portuaires, ainsi que la collecte, le traitement et l'élimination des déchets. Ce besoin est plus urgent dans le cas des petits ports de pêche et des marinas de pêche qui doivent faire face à des problèmes encore plus importants.

Les chiffres concernant les déchets marins attribuables aux «activités de décharge» et correspondant à «l'hygiène médicale/personnelle» sont à peu près aussi bas, soit 2% et 1% respectivement. De ce qui a été décrit ci-dessus, on comprend que les déchets marins des activités côtières et récréatives et de celles liés au tabagisme sont deux domaines d'action prioritaires par les politiques régionales ou les campagnes de sensibilisation à mener en Méditerranée.

Les déchets marins des activités côtières et récréatives sont liés au fait que la situation de la gestion des déchets solides dans la plupart des pays méditerranéens est encore très précaire. Les financements, la sensibilisation, la participation individuelle et les bonnes pratiques sont insuffisants dans ce domaine. Les pratiques de manutention légales et illégales actuelles des déchets contribuent à la présence de déchets marins. Certaines pratiques contribuent au problème des déchets marins: la perte accidentelle de déchets depuis les sites d'enfouissement côtiers et les déchets provenant de la circulation des eaux; les déchets des plages de loisir et des bords de route, et le déversement illégal de déchets domestiques et industriels dans les eaux côtières et marines.

Le tourisme a besoin d'un environnement propre. En conséquence, la gestion efficace des déchets solides est un problème clé dans la planification des activités touristiques et les besoins / réglementations des acteurs par les gouvernements. Avec la globalisation qui écarte le pouvoir de décision des gouvernements vers le secteur

privé, il y a un risque d'effets négatifs sur l'environnement malgré les bénéfices de cette tendance.

Les déchets marins issus des activités côtières et récréatives sont fortement reliés au tourisme. Du fait des ressources naturelles et culturelles de la région, d'un climat agréable, et de son emplacement à proximité des marchés clés, la Méditerranée est l'une des plus grandes régions touristiques dans le monde. Beaucoup de destinations touristiques sont concentrées le long de la côte, avec une saison plus populaire en été et une forte dépendance à l'environnement marin. Le tourisme revêt une importance socio-économique significative pour les régions côtières et est un secteur de croissance important pour les pays partenaires méditerranéens. En 2010, 50 millions de touristes ont visité la région, contre 38,5 millions en 2006. Durant les deux dernières décennies, les pays de la Méditerranée méridionale et orientale ont enregistré les taux de croissance les plus élevés du tourisme mondial entrant (croissance annuelle de 9%). Dans le même temps, le tourisme domestique dans ces pays a également augmenté progressivement. La performance économique du tourisme dans la région a été surprenante, étant donné les risques de sécurité, les catastrophes naturelles, les hausses du prix du pétrole et incertitudes politiques ou économiques dans la région.

Le tableau 2.1.1c montre le développement du tourisme au cours des cinq dernières années, entre 2006 et 2010, pour les pays méditerranéens du Sud et de l'Est appartenant au Dispositif euro-méditerranéen d'investissement et de partenariat (FEMIP). Malgré les troubles politiques dans certains des pays partenaires, le taux de croissance annuel moyen total en 2006 était de 12%, doublant la moyenne mondiale, mesurée en termes d'arrivées touristiques et de dépenses effectuées par les touristes.

Au niveau du bassin, les arrivées de touristes ont augmenté de 175 à 306 millions entre 1995 et 2011 (tableau 2.1.1d).

Tableau 2.1.1b: Classification des déchets marins par source (en conformité avec la campagne pour l'ICC d'Ocean Conservancy – avec ajustements mineurs).

Activités côtières et récréatives
Déchets des activités terrestres telles que la consommation de restauration rapide, les activités de plage, les pique-niques, les sports et loisirs, festivals, ainsi que les déchets provenant du ruissellement urbain, des parkings et égouts pluviaux et consécutifs aux programmes d'élimination des déchets mal conçus et décharges illégales. Les items de déchets classés dans cette catégorie comprennent les sacs en plastique, les ballons, les bouteilles de boissons (plastique et verre) et les canettes d'aluminium, les bouchons/couvercles, les vêtements, des tasses/plaques/fourchettes/couteaux/cuillères, des emballages de nourriture/conteneurs, tirettes, des cartouches de fusil/carabine, porte-cannettes, pailles/agitateurs et jouets.
Activités maritimes et navigation
Déchets provenant des activités de pêche récréative et de navigation de plaisance, des campagnes de pêche, des cargos/navires militaires/ferries et navires de croisière commerciaux, et des activités offshore telles que le forage pétrolier. Les déchets correspondant sont les récipients d'appâts, bouteilles de produits de nettoyage et de lessive, les bouées/flotteurs, les pièges (nasses) à crabe/homard/poisson, les caisses, les filets de pêche et les lignes, leurres de pêche/bâtons lumineux, ampoules/tubes lumineux, des tubes et flacons d'huile/lubrifiants, palettes, des bâches en plastique, cordes et bandes de ceclage.
Activités liées au tabagisme
Le rejet sauvage de filtres de cigarette, de mégots, briquets et emballages de tabac est commun à la fois sur terre et en mer.
Décharges
Les décharges légales ou illégales de matériaux de construction, de gros appareils ménagers, etc deviennent souvent des déchets côtiers Les autres déchets classés dans cette catégorie incluent les piles, les voitures/pièces de voiture, les pneus et les bidons.
Santé/hygiène
Ces déchets peuvent résulter de personnes qui jettent improprement des produits dans les toilettes ou dans les rues. Comme les déchets de santé/hygiène rejoignent souvent les égouts par le réseau de collecte, leur présence sur les plages indique souvent la présence d'autres polluants non détectés. Les déchets de cette catégorie incluent les condoms, couches, seringues et tampons.

Tableau 2.1.1c: Arrivées de touristes (millions de personnes) et dépenses dans les régions Sud et Est de la Méditerranée (2006 to 2010). Source: (<http://www.eib.org/infocentre/publications/all/femip-for-the-mediterranean-promoting-tourism-development.htm?lang=fr>). (1) Données Banque Mondiale.

Pays	2006		2010		2006-2010 Croissance annuelle
	Arrivées	Dépenses	Arrivées	Dépenses	
Algérie	1,4	0,1	1,9	0,2	8,9
Egypte	9,1	5,3	14	11,4	13,5
Gaza(1)	ND	ND	0,52	0,3	ND
Israël	1,8	1,4	2,8	3,8	13,8
Liban	1,1	ND	2,1	2,3	22,7
Maroc	6,6	4,8	9,3	5,9	10,2
Syrie	8	1,7	8,5	2,2	1,6
Tunisie	6,6	1,6	6,9	2,7	1,4

Tableau 2.1.1d: activités liées au tourisme en mer Méditerranée (source <http://www2.unwto.org/>)

Activité	1995	1998	2001	2004	2007	2011
Arrivées de touristes	175	205	235	251	292	306
Dépenses des touristes	87	116	155	162	186	190

De nombreuses études consacrées à des enquêtes locales sur les plages et à des opérations de collecte de déchets fournissent des informations sur les déchets et le tourisme. Pendant l'été, les habitants des villes balnéaires sont parfois deux fois plus nombreux qu'en hiver. Dans certaines zones touristiques, plus de 75% de la production annuelle de déchets sont générés en saison estivale. Selon les statistiques relatives à certaines destinations de vacances méditerranéennes (Bibione/Italie, et Kos/Grèce) les touristes génèrent une moyenne de 10% à 15% de déchets supplémentaires que les habitants. Sur l'île de Kos par exemple, 70% du total des déchets produits au cours de cette période (PNUE 2011) sont produits durant la saison touristique qui s'étend d'Avril à Octobre.

Malte, où plus de 20% du Produit intérieur brut est généré par le tourisme, a enregistré une augmentation des emballages (37% des déchets municipaux solides) en 2004 ; l'île a instauré des sites de collecte soit 400 stations en 2006 (Etat de l'environnement- Rapport de Malte, 2005, in PNUE 2011). Malheureusement aucune nouvelle donnée concernant les résultats de cette initiative n'est encore disponible et le dernier rapport de 2005 montre encore une augmentation de la production de déchets par habitant et par touriste.

Les recherches scientifiques financées par le gouvernement des Baléares en 2005 (Martinez-Ribes et

al., 2007) ont porté sur l'origine et l'abondance des déchets de plage aux îles Baléares, comprenant Majorque, Minorque et Ibiza, principales destinations touristiques. Cette étude fondamentale montre des similitudes avec d'autres zones touristiques et est donc très utile en ce qui concerne les sources de déchets fortement reliés au tourisme. La quantité de déchets observés en été est deux fois plus élevée que l'hiver (Figure 2.1.1e).

Dans un autre exemple, Israël a obtenu de bons résultats avec son programme de lutte contre la pollution « Index Coast Clean », impliquant des municipalités et des ONG dans le nettoyage des plages (Ministère de la Protection de l'Environnement, 2008). Bien qu'il n'y ait pas de données sur les types et les quantités de pollution par les déchets dans les zones côtières, l'indice publié montre une réduction de 30% du nombre de plages avec déchets. Sensibiliser le public avec des dépliants et des compétitions dans des espaces touristiques et publics a aidé la stratégie, et les efforts en cours seront poursuivis sur une base annuelle pour résoudre le problème des déchets sur les rivages d'Israël.

Enfin, les données provenant d'une expérimentation de suivi sur un échantillon de 52 plages en France (Mer-terre.org, figure 2.1.1f) ont confirmé l'importance du tourisme et des activités liées à la pêche comme principales sources de déchets.

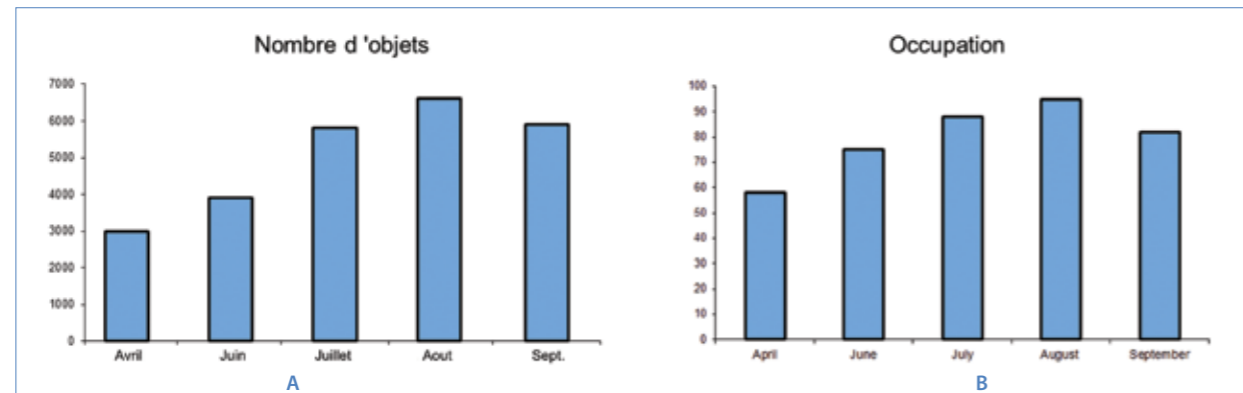


Figure 2.1.1e: Variation mensuelle du nombre de déchets (A) et pourcentage d'occupation des hôtels aux dates correspondantes (B) aux îles Baléares (Source Martinez-Ribes et al., 2007).

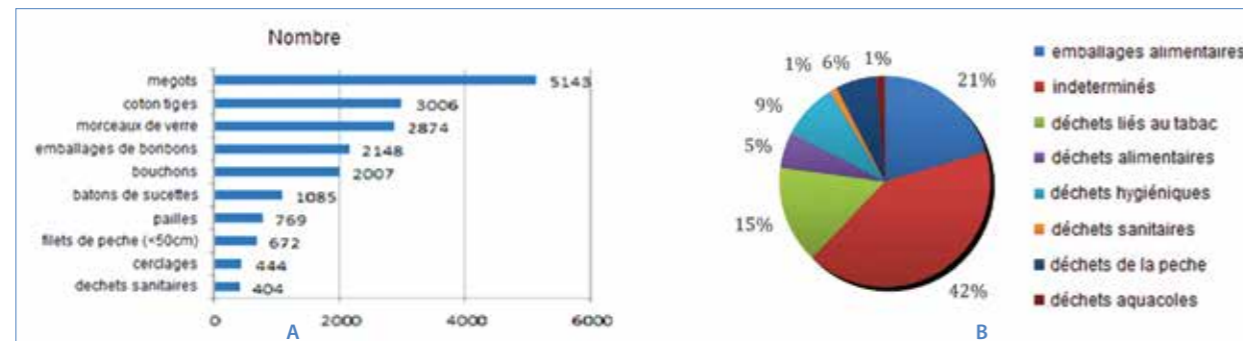


Figure 2.1.1f: Tops dix des items (A) et principales sources de déchets (B) recueillis sur 52 plages-échantillons autour de Marseille entre 2008 et 2014 (Source Mer-terre.org).

2.1.2 Circulation

La circulation est le principal moteur de transport de déchets marins. Les courants sont responsables de l'advection de déchets de toutes tailles à toutes les profondeurs, en fonction de leur composition et de leur poids spécifique (Zambianchi et al., in CIESM, 2014). Cela est également vrai pour les déchets qui sont moins denses que l'eau de mer et flottent à la surface et donc s'accumulent facilement dans les régions de convergence. Le rôle des courants, cependant, peut être très complexe. Les caractéristiques chaotiques possibles des flux en deux dimensions et dépendant du temps rendent le transport difficile à prédire, et provoquent un certain nombre de comportements Lagrangiens non triviaux conduisant à la formation de schémas de courants côtiers et hauturiers qui s'attirent ou se repoussent. Les modèles sont cependant cruciaux pour évaluer les bilans de déchets marins à grande échelle.

Les principaux grands schémas d'agrégation océanique ("patches de déchets") sont caractérisés par des zones fortes densités de déchets marins qui sont maintenant

assez bien décrites et identifiées (Lebreton et al., 2012). Avec des structures d'accumulation dans la plupart des principaux bassins océaniques directement corrélés au forçage éolien anticyclonique et son transport d'Ekman associé. À une échelle plus fine, les mers régionales ont également été étudiées. Les mers semi-fermées qui sont entourées par des zones développées, telles que la mer Méditerranée, sont susceptibles d'avoir des concentrations particulièrement élevées de déchets marins (Barnes et Milner, 2005; Galgani et al., 2014). Dans ce bassin, des études ont déjà documenté l'échouage des déchets, leur transport à la surface (Aliani et al., 2003, Mansui et al., 2014) et l'accumulation sur le fond de la mer (Galgani et al., 1995. a et 1996; Galil et al., 1995; Pham et al., 2014; Ramirez-Llodra et al., 2013).

Des modèles simulant la circulation en trois dimensions en mer Méditerranée sont actuellement disponibles pour la communauté scientifique, même dans un mode opérationnel (prédictif). Ces modèles sont de plus en plus précis grâce à l'abondance croissante de données in situ et au développement de techniques d'assimilation sophistiquées pour de telles données. Un

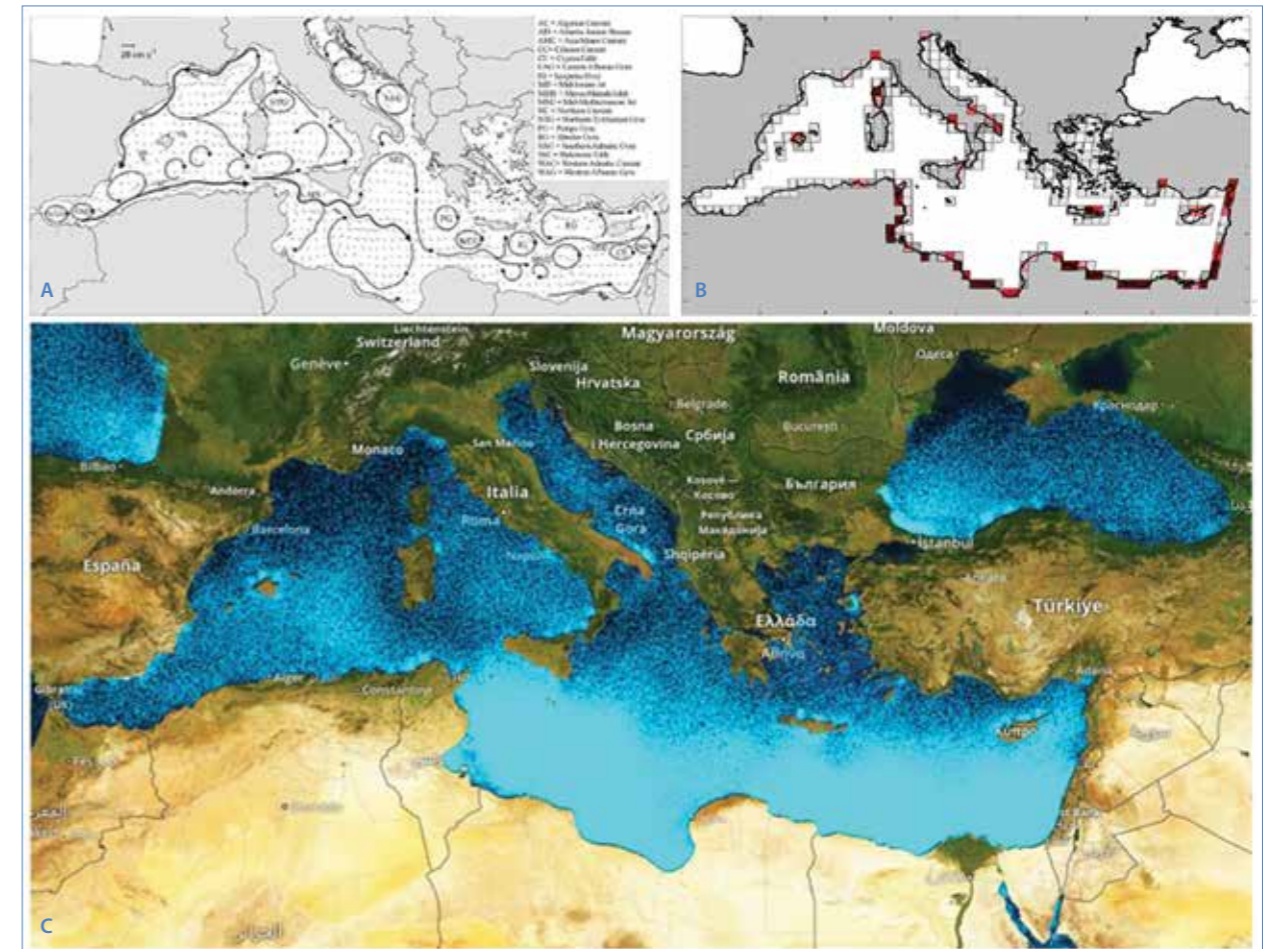


Figure 2.1.2a: Modèles prédictif généraux (A) de la circulation de l'eau de surface de la mer Méditerranée (données de bouées dérivantes, Poullain et al., 2012.), (B) des déchets échoués sur les plages de Méditerranée (Mansui et al., 2014.) et (C) des particules de plastique flottantes (Eriksen et al., 2014)

effort pour mieux comprendre les effets induits par les vents locaux sur le matériel flottant, la dérive due au vent ou aux forces de Stokes est toutefois encore nécessaire de même que des investigations sur le possible fonctionnement, le rôle et le paramétrage des structures à méso-échelle, à la fois en deux et trois dimensions. Les entrées au niveau côtier et les processus d'échouage doivent également être étudiés. Pour ce faire, des études côtières peuvent nécessiter le développement ou l'amélioration et la focalisation de modèles régionaux, caractérisés par des résolutions spatiales et temporelles plus élevées.

La situation de la Méditerranée apparaît particulièrement délicate pour l'accumulation possible de plastiques flottants, puisque le bassin est caractérisé par un afflux net d'eaux de surface d'origine Atlantique par le détroit de Gibraltar, sans possibilité de sortie pour les éléments moins denses que l'eau de mer où que ce soit. De plus, l'afflux d'éléments flottants par le canal de Suez ne peut pas être négligé, en particulier celui de possibles déchets représentant un vecteur pour les espèces envahissantes.

Les simulations numériques existantes permettent d'imaginer les scénarios possibles de l'accumulation des déchets marins et de quantifier leurs impacts probables sur la côte flottante.

L'échelle de temps considérée est telle que la variabilité de la circulation de surface est très élevée du fait des instabilités qui se produisent dans le bassin. Aucun jeu de données global n'existe sur les débris marins de surface et une véritable simulation mondiale devrait tenir compte des sources anthropiques, tels que les ports, les villes côtières très peuplées, les sorties de rivière pour les sources intérieures, et les itinéraires de grands cargos et navires de passagers ainsi que la variabilité saisonnière du tourisme pour les sources en mer. Néanmoins, certains scénarios pourraient être émis pour proposer une distribution réaliste à l'aide de simulations basées sur le déploiement homogène et continu des déchets. Seuls quelques grands sous-bassins apparaissent comme des zones de rétention possibles, à savoir le nord-ouest de la Méditerranée et les sous-bassins Tyrrhénien, sud de l'Adriatique et du Golfe de Sirt (Poullain *et al.*, 2012; Mansui *et al.*, 2014). Ces régions perdent cependant leur caractère de rétention pour les trajets de longue durée, car aucun tourbillon permanent, à une échelle supérieure aux mois, ne se produit en Méditerranée et parce que la variabilité saisonnière et inter-annuelle modifient les mouvements de l'eau et la distribution des déchets.

Certains des gyres spécifiques dans le bassin occidental pourraient retenir et exporter des objets flottants et les redistribuer, après un changement dans la circulation à

grande échelle. Si les côtes de la Méditerranée occidentale sont faiblement impactées, la bande côtière du sud du bassin méditerranéen oriental semble être une destination d'échouage préférentielle où la stagnation des déchets le long des côtes tunisiennes et libyennes pourrait provenir de la région d'accumulation en haute mer dans le Golfe de Sirt (Erikssen *et al.*, 2014; Mansui *et al.*, 2014). En contrepartie, le sous-bassin Levantin apparaît davantage comme une source locale potentielle pour sa propre côte (Mansui *et al.*, 2014).

2.1.3 Typologie des déchets marins en Méditerranée

Les déchets marins en Méditerranée comprennent une grande variété de substances également rencontrées dans d'autres zones marines et côtières du monde. Basé sur les données fournies par l'Océan Conservancy et traitées et analysées par HELMEPA à partir des opérations de nettoyage des plages dans les pays méditerranéens dans le cadre de la campagne de la ICC/ CPI, les principaux types de déchets trouvés sur les plages de Méditerranée, flottant à la surface de la mer ou jonchant les fonds marins sont énumérés dans le tableau 2.1.3a et le tableau 2.1.3b ci-dessous.

Les déchets marins les plus fréquents en Méditerranée sont de loin les filtres de cigarettes (suivis par les bouts de cigares), qui constituent un véritable fléau pour la région et peuvent être trouvés même dans les zones côtières les plus éloignées. Ainsi, 4858 bénévoles ont recueilli 95 641 filtres de cigarettes en 2013, ce qui correspond à près de 19,6 filtres de cigarettes par bénévole, alors que la moyenne mondiale en 2006 était de seulement 3,66 filtres de cigarettes par bénévole. Le temps de dégradation pour chaque type de déchet est un point important car certains peuvent se dégrader rapidement, de l'ordre des mois ou des années, ce qui veut dire davantage d'entrées donc de préoccupation à avoir.

Quatre catégories de déchets semblent être plus fréquentes sur les plages dans la partie nord de la Méditerranée (Tableau 2.1.3c).

- Les éléments trouvés indiquent une prédominance de déchets d'origine terrestre, provenant principalement des activités de loisirs/tourisme (40% in ARCADIS, 2014, > 50% en Öko-Institut, 2012 et Ocean Conservancy/ICC/ 2002-2006).
- Les déchets ménagers, y compris les déchets sanitaires, sont également d'une grande importance (40% in ARCADIS 2014); la quantité de déchets provenant d'activités de loisirs/tourisme augmente considérablement pendant et après la saison touristique.

Tableau 2.1.3a: Principaux types de déchets marins en Méditerranée (ICC d'après PNUE, 2011).

Plastique:	Plastique: sacs, ballons, bouteilles de boissons, capsules/couvercles, emballages de nourriture/conteneurs, porte-cannettes, pailles/agitateurs, feuilles/bâches, emballage de tabac et briquets
Verre:	bouteilles de boissons, ampoules
Papier et carton de tous types	
Métaux:	canettes en aluminium, tirettes, bidons d'huile, contenants aérosols, boîtes de conserve, ferraille, appareils électroménagers, pièces automobiles
Polystyrène:	tasses/plaques/couverts, emballage, bouées Tissu: vêtements, meubles, chaussures
Tissus:	vêtements, chaussures etc.
Caoutchouc:	gants, bottes/semelles, pneus
Déchets liés à la pêche:	abandonné/filets de pêche perdus/ligne et autres engins
Munitions:	cartouches de fusil/bourres
Bois:	bois de construction, caisses et palettes, meubles, des fragments de tous les précédents
Filtres de cigarettes et bouts de cigares	
Déchets liés à l'hygiène ou d'égouts:	préservatifs, couches, seringues, tampons
Autres:	corde, jouets, bandes de cerclage

Tableau 2.1.3b: Top dix des déchets en Méditerranée (international Coastal Clean-up, ICC, 2014). Les nombres totaux sont les nombres d'éléments recueillis sur 59.2 miles de plages de 8 pays différents.

	mégots de cigarettes	emballages alimentaires	bouteilles plastique	bouchons	pailles	sacs d'épicerie	bouteilles de verre	autres sacs plast.	sacs papier	canettes
Nombre total collecté	98117	6796	11295	16490	24724	6350	3443	4706	2436	6405
Nombre /100m	175	12	20	29	44	11	6	8	4	11

Tableau 2.1.3c: Composition/sources de déchets marins en Méditerranée (d'après Interwies *et al.*, 2013)

Source (Littérature)	Éléments/Composants (plages, top cinq)	Types de matériaux	Sources
ARCADIS (2014)	- bâtons de coton-tige - pièces en plastique/polystyrène - bonbons/chips - Autres éléments sanitaires - Charbon (201 articles) Ports: 1 : bonbons paquets bâtons de sucette 2: mégots de cigarettes 3: batons de coton tige	Plages: Plastiques:50% En volume: 80% (Gouvernement provincial de Barcelone, cité in ARCADIS) Ports: 29% de plastique, 22 % de bois, 21% de matière organique	Loisirs et tourisme: 40% Ménagers (combinés): 40% Tourisme côtier: 32,3% Toilette/hygiène: 26,2% Ménagers: 11,2% Collecte des déchets: 6% Loisirs: 5,6%
Öko-Institut (2012; chiffres essentiellement issus du PNUE 2009)	- Mégots de cigarette: 29,1% - Capsules/couvercles: 6,7% - Canettes: 6,3% - Bouteilles de boissons (verre): 5,5% - Briquets: 5,2%	Plages: 37-80% plastiques Flottants: 60-83% plastiques Fonds marins: 36-90% plastiques	activités de loisirs/côtières: > 50%, Augmentation pendant la saison touristique
PNUE/PAM (cité in ARCADIS 2014)	Mégots de cigarette/filtres: 27% Bouts de cigares: 10% Bouteilles en plastique: 9,8% Sacs en plastique: 8,5% Canettes en aluminium: 7,6%	Flottants: 83% plastiques	
Ocean Conservancy/ICC 2002-2006			activités de loisirs: 52% activités liées au tabagisme: 40% activités navigation: 5%
JRC IES (2011)		Plages:83% plastiques/polystyrène	

- Les déchets liés au tabagisme en général semblent être un problème important en Méditerranée, comme plusieurs enquêtes le suggèrent (PNUE 2009).
- En outre, l'industrie de la pêche est d'une importance significative (PNUE 2013), Ainsi que le transport maritime (dans ce dernier cas, en particulier au large de la côte de l'Afrique).

Dans un projet le long des côtes d'El-Mina et de Tripoli/ Liban, dix pêcheurs ont été sélectionnés pour recueillir tous les déchets marins pris dans leurs filets sur une base quotidienne, les stocker dans des sacs en plastique et relever la date, le nom du navire de pêche et l'emplacement des activités de pêche. Les déchets marins ont été divisés en six catégories:

1. tissu;
2. matériel de pêche;
3. verre;
4. métal;
5. papier; et
6. plastique,

Volume estimé, données saisies et traitées dans un système d'information géographique spécialement conçu, pourcentages calculés et cartes indiquant l'emplacement des déchets marins générés. Les six catégories étaient présentes dans les eaux de El-Mina/ Tripoli dans les pourcentages suivants: 1) tissu: 1,74%; 2) matériel de pêche: 1,74%; 3) verre: 1,16%; 4) métal: 16,81%; 5) papier: 0,87%; et 6) plastique: 77,68%. Les déchets ont été principalement trouvés dans les zones de stress anthropologique élevé, principalement à l'embouchure de la rivière Abou Ali, les ports de pêche et de commerce, le conglomérat de rochers au large de la pointe d'El-Mina et autour de la Réserve de l'île Palm. Les résultats ont révélé l'influence des activités humaines et des apports fluviaux. Les tendances temporelles indiquaient la présence de plastique et de métal sur l'ensemble de la période de collecte, tandis que toutes les autres catégories ont été recueillies de façon sporadique. Cette méthode passive pour surveiller les déchets marins à des coûts minimes a été validée et peut être appliquée à d'autres zones autour de la Méditerranée. L'analyse des données a révélé que les différentes catégories de déchets étaient présentes à des fréquences différentes selon le mois de l'échantillonnage. Plastique et métal étaient présents durant toute la période de cinq mois, tandis que les autres catégories de déchets n'étaient observées que pendant quelques mois et pas d'autres. Les pourcentages les plus faibles ont été enregistrés au mois d'Octobre, qui coïncide avec la fin de la saison touristique et de la saison sèche. Août et Septembre correspondent à la haute saison touristique, tandis que les premières pluies commencent à la fin du mois

d'Octobre pour s'intensifier en Novembre et Décembre. Cela pourrait expliquer la différence en pourcentages de déchets collectés au cours de la période d'observation de cinq mois. (Source: *Programme de gestion des Ressources marines et des Zones côtières, 2005*).

Sur le fond de la mer, la compilation de données provenant de 16 études portant sur l'ensemble du bassin méditerranéen (voir chapitre 2.2.4) a confirmé l'importance du plastique, à 62,7% +/- 5,47 de la quantité totale de déchets. Cela a également été confirmé par une analyse des données de suivi régulier des déchets sur le fond marin dans le golfe du Lion (figure 2.1.3a).

L'analyse de la densité de déchets collectés lors des campagnes de chalutage a révélé que les déchets récupérés le plus couramment étaient les déchets en plastique (trouvés dans 98% des chaluts, Ramirez Iodrat *et al.*, 2013). Ce pourcentage élevé de plastique n'est pas corrélé à la profondeur si l'on considère les fonds sableux. L'analyse des données recueillies à partir de 2011 (Golfe du Lion, Galgani *et al.*, Inédit) et 2013 (Guven *et al.*, 2013) a mis en évidence un pourcentage constant de plastique entre 50 et 750 m (figure 2.1.3b). Ce schéma est quelque peu différent lorsque l'on considère les pentes rocheuses où les pertes d'engins de pêche représentent une partie importante de déchets dans la partie supérieure des canyons, ce qui diminue artificiellement le pourcentage de matières plastiques. Une analyse des données provenant d'enquêtes menées par différents laboratoires européens entre 1999 et 2011 (Pham *et al.*, 2014) a montré que dans les canyons, le plastique était l'élément prédominant de déchets (50%), suivi par les engins de pêche (25%). Sur les pentes, les éléments dominants de déchets récupérés étaient les engins de pêche (59%), suivis par le plastique (31%).

L'analyse en profondeur des données a finalement détecté que la «distance à la côte» variable représentait moins de 20% de la variance dans la distribution des déchets entre les canyons (Fabri *et al.*, 2014). Dans les îles maltaises, Misfud *et al.* (2012) ont mis en évidence une corrélation positive significative entre la présence de déchets et la hauteur moyenne des vagues, la densité de l'énergie des vagues et la distance à la côte la plus proche. Le même type de corrélation a été mis en évidence avec le plastique, le constituant principal des déchets, y compris avec la profondeur et la distance aux zones portuaires les plus proches. La présence de verre a été corrélée positivement à toutes les différentes activités de pêche considérées.

Dans certaines régions, les engins de pêche peuvent représenter la plus grande partie des déchets, selon l'activité de pêche. A titre d'exemple (Figure 2.1.3c), une évaluation quantitative des débris présents sur les fonds océaniques profonds (30-300 m de profondeur) a été

effectuée dans 26 zones au large des côtes de trois régions italiennes dans la mer Tyrrhénienne, en utilisant un véhicule télé-opéré (ROV). Le type dominant de déchets (89%) était représenté par les engins de pêche, principalement des lignes, tandis que les objets en plastique ont été observés seulement occasionnellement. D'abondantes quantités d'engins ont été trouvées sur les rives rocheuses en Sicile et en Campanie (0,09 à 0,12 déchets par m²), prouvant une activité de pêche intense.

Enfin, l'analyse globale de la composition des déchets flottants y compris les gros débris, les petits fragments mesurant moins de 2,5 cm désignés comme méso- et micro-particules, démontre à nouveau la prévalence de plastique, qui représente plus de 95%, parfois jusqu'à 100% des échantillons, principalement en raison de la densité de nombreux polymères synthétiques tels que le polyéthylène et le polypropylène qui flottent à la surface quand la plupart des matériaux plus lourds, les métaux et le verre, coulent, sauf s'ils sont fermés (fûts, bouteilles, etc.).

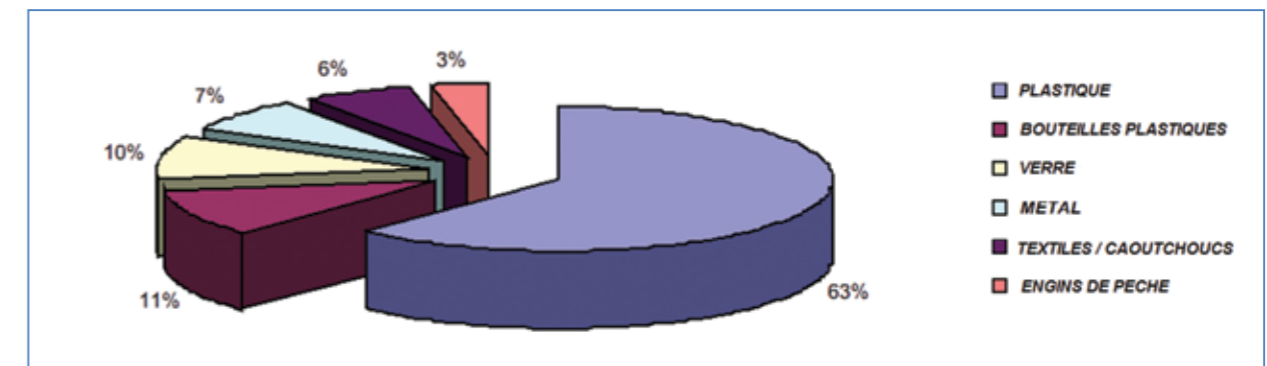


Figure 2.1.3a: Typologie des débris collectés entre 30 et 800 m de profondeur dans le golfe du Lion, France (campagnes MEDITS, moyenne de 70 stations / an et 15 années de suivi, de 1994 à 2009, Galgani *et al.*, 2011).

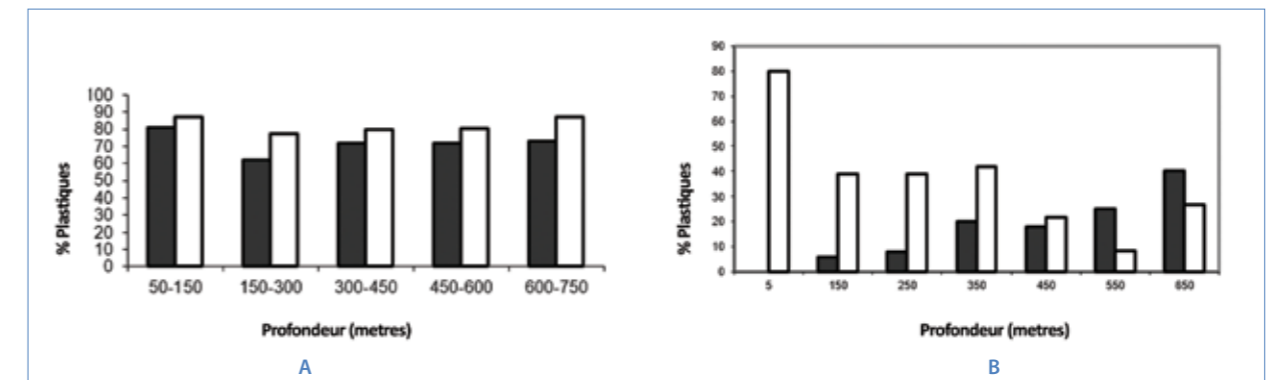


Figure 2.1.3b: (A) Pourcentage de matières plastiques dans les déchets recueillis par chalutage à des profondeurs différentes dans le golfe du Lion (barres noires, 2011, 69 traits, Galgani *et al.*, données originales) et au sud Est de la Turquie (barres blanches, 2013, 38 traits, Guven *et al.*, 2013) et (B) Pourcentages de matières plastiques (barres noires) et d'engins de pêche (barres blanches) dans les déchets observés sur les pentes rocheuses de 18 canyons au large des côtes méditerranéennes françaises (101 plongées ROV en 2009, 700-800m, Fabri *et al.*, 2014).

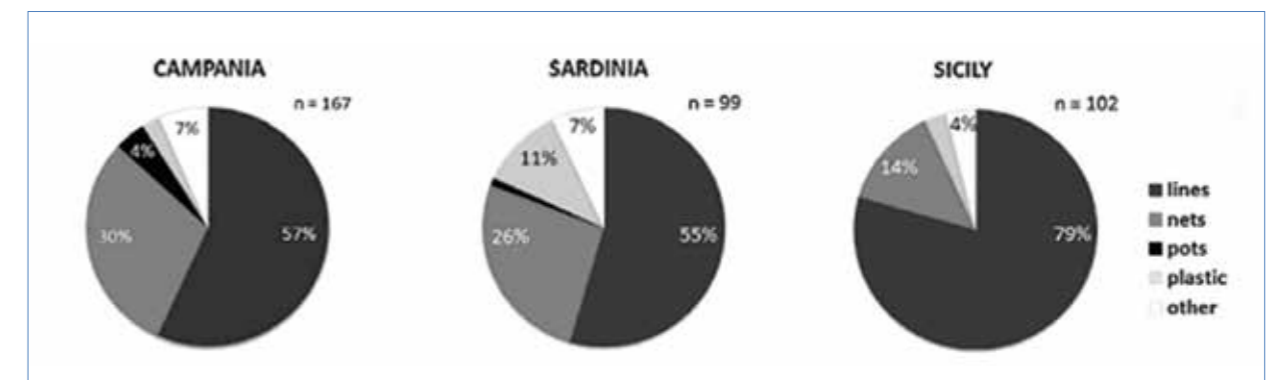


Figure 2.1.3c: Fréquence d'occurrence de déchets trouvés en Italie dans 3 régions, par catégorie de déchets. "N" désigne le nombre total d'éléments de déchets relevés dans chaque région (Angiolillo *et al.*, 2015 ; sous presse).

2.1.4 Dégradation des déchets marins en mer

Les études ont montré que les débris trouvés dans les océans sont principalement en matière plastique. Les plastiques sont fabriqués en liant des molécules de bas poids moléculaire appelées monomères (éthylène, propylène, etc.) lors de réactions chimiques, pour préparer des composés de haut poids moléculaire connus sous le nom de polymères synthétiques (polyéthylène, polypropylène, etc.), ou par la modification des matériaux naturels de haut poids moléculaire. Ces matériaux sont habituellement mélangés avec d'autres produits chimiques ou des additifs en vue d'obtenir les propriétés souhaitées pour un produit. Ceux-ci comprennent des adhésifs, des plastifiants, des retardateurs de flamme et des pigments.

Cela peut prendre des siècles avant que les processus physiques, biologiques ne dégradent les matières plastiques en micro-plastiques secondaires (OSPAR, 2015) dans les océans. Le tableau 2.1.4a ci-dessous donne une indication du temps nécessaire pour la décomposition de divers types de déchets dans le milieu marin. Il convient de noter le fait, encore inconnu de la majorité de la population, que cela peut prendre entre 1 à 5 ans pour qu'un filtre de cigarette se décompose dans l'environnement marin. La lente décomposition de filtres de cigarettes est principalement due aux substances qu'ils contiennent, comme de la mousse de plastique et des produits chimiques, qui peuvent également causer de graves problèmes de santé à la faune et la flore marines (source: PNUE, 2011). En outre, les déchets marins peuvent persister pendant de longues périodes dans l'environnement en raison d'un taux de dégradation bactérienne inférieur dans l'obscurité et à des concentrations inférieures d'oxygène.

Comme la persistance est une caractéristique clé du plastique en mer, l'amélioration de nos connaissances sur les processus de dégradation devra s'attacher à

examiner de nombreux aspects tels que l'abrasion (mécanique), la photo-dégradation thermique, chimique et biologique. En ce qui concerne le dernier point, il est important de considérer non seulement les espèces et les voies métaboliques impliquées, mais l'ensemble du processus (fixation et formation de biofilm, bio-dégradation, bio-fragmentation, bio-assimilation et bio-minéralisation). À ce jour, le peu de données disponibles sur la dégradation est issu d'études de laboratoire. Les propriétés de surface telles que les groupes fonctionnels de surface, la topographie de surface, le point de charge nulle, et le changement de couleur sont des facteurs importants qui peuvent varier au cours de la dégradation avec des changements dans les propriétés de surface qui peuvent expliquer l'interaction entre plastiques, microbes, et polluants. Cependant, des tests normalisés sont encore nécessaires et la plupart des connaissances sur les processus de dégradation du plastique proviennent d'approches fondées sur des cultures de bactéries, pour les études de biodégradation.

Une des hypothèses sérieuses concernant la dégradation du plastique non visible en mer, est que les processus de fragmentation peuvent finalement conduire à des sous-fragments micrométriques, définis comme nano-plastiques, qui n'ont pas pu être détectés et suivis jusqu'ici. On sait peu de choses au sujet de la véritable ampleur des dommages causés par ces nano-plastiques, mais ils peuvent avoir des répercussions beaucoup plus grandes que les micro-plastiques sur l'écosystème marin en raison de leurs propriétés physico-chimiques très spéciales (rapport surface/volume élevé, faible taux de sédimentation ou flottaison, taille proche de la perméabilité des membranes cellulaires), et de leur capacité à être ingérés directement par les plus petites espèces marines et à passer plus facilement à travers les membranes biologiques. Il y a cependant un manque de méthodologies de recherche validées et de données sur leurs concentrations et leurs impacts environnementaux.

Tableau 2.1.4a: Combien de temps faut-il pour que les déchets marins se décomposent.

Item	Durée nécessaire à la dégradation	Item	Durée nécessaire à la dégradation
bouteille en verre	1 million d'années	filtre de cigarette	1-5 ans
ligne de pêche	600 ans	vêtements de laine	1-5 ans
bouteille en plastique	450 ans	contreplaqué	1-3 ans
canette en aluminium	80-200 ans	carton	3 mois
semelle de caoutchouc	50-80 ans	trognon de pomme	2 mois
gobelet en plastique	50 ans	journal	6 semaines
canette en étain	50 ans	pelure d'orange	2-5 semaines
tissu en nylon	30-40 ans	serviette en papier	2-4 semaines
sac en plastique	10-20 ans		

2.2. RÉPARTITION DES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE (RÉGIONALE, NATIONALE, LOCALE)

2.2.1 Plages d'enquêtes régionales

Des enquêtes sur les rivages, des opérations de nettoyage et des suivis réguliers en mer sont progressivement organisés dans de nombreux pays méditerranéens dans le but de fournir des informations sur la distribution spatiale et temporelle. Les différentes stratégies fondées sur la mesure des quantités ou des flux ont été adoptées à des fins de collecte de données. Cependant, la plupart des enquêtes sont menées par des ONG avec un accent sur le nettoyage. En outre, de petits fragments mesurant moins de 2,5 cm, appelées aussi méso-débris (versus macro-débris), sont souvent enterrés dans le sable et peuvent ne pas être détectés lors des campagnes de nettoyage ou des suivis. Les flux d'échouage sont donc difficile à évaluer et une diminution de la quantité des déchets en mer ne servira qu'à ralentir la vitesse d'échouage. Ces flux peuvent comprendre une grande partie des débris trouvés sur les plages et des densités très élevées ont été relevées dans certaines régions.

Les évaluations permanentes de quantités de déchets sur les plages reflètent l'équilibre à long terme entre les entrées, à partir de sources terrestres ou d'échouage, et les sorties par exportation, enfouissement, dégradation et nettoyage. Enregistrer la vitesse à laquelle les déchets s'accumulent sur les plages par des enquêtes régulières est actuellement la méthode la plus couramment utilisée pour évaluer les processus et les cycles d'accumulation à long terme. La majorité des études réalisées à ce jour ont mis en évidence des densités de l'ordre de 1 déchet/m² (tableau 2.2.6) mais montrent une grande variabilité de la densité des déchets en fonction de l'utilisation ou des caractéristiques de chaque plage. Le plastique représente une proportion élevée des

déchets trouvés sur les plages dans de nombreuses régions, mais dans certaines zones, certains types particuliers de plastique sont majoritaires, selon le type (polystyrène etc.) ou leur utilité (engins de pêche). Pour l'ICC (Tableau 2.2.2a), les mégots de cigarettes, les sacs en plastique, le matériel de pêche et les emballages de produits alimentaires ou de boissons sont les éléments les plus couramment trouvés, ce qui représente plus de 80% des déchets échoués sur les plages

Les études de cas nationales peuvent fournir des informations plus détaillées sur les contraintes locales et les facteurs réels influant sur la répartition des déchets. Il est cependant important de noter que les groupes de bénévoles devraient être informés de l'utilité de soumettre les données de recherche standardisées à des fins statistiques. Les opérations de nettoyage menées par les ONG sont généralement organisées pour sensibiliser et pas tant pour la collecte des données, alors que les programmes de nettoyage devraient accroître l'information d'ordre scientifique, et le partage de cette information.

La participation du public dans les campagnes de nettoyage est forte en Méditerranée. Elle n'est cependant pas constante, on a par exemple observé une diminution de 50% des volontaires entre 2002 et 2007 (15 648 volontaires participant en 2002, 7305 en 2006) et 70% entre 2002 et 2013 (4830 bénévoles en 2013). Cela peut être interprété comme (i) une diminution de la prise de conscience environnementale et/ou de l'esprit de bénévolat des habitants des côtes méditerranéennes, (ii) un changement d'orientation de l'attention du grand public vers d'autres préoccupations environnementales actuelles, comme le réchauffement climatique, et (iii) un impact réduit de l'action des ONG environnementales dans la région. Du fait des modifications de ces variables chaque année, il est difficile de tirer des conclusions sur une augmentation ou une diminution globale des déchets marins en Méditerranée au cours

Tableau 2.2.1a: Top dix des déchets dénombrés par pays (International Coastal Clean-up, ICC 2014) exprimés en nombre d'objets/100m de plage.

PAYS	Nombre d'objets par 100m									
	Mégots	Emballages alimentaires	Bouteilles Plastique	Bouchons plastique	Pailles & tiges	Sacs plastique	Bouteilles de verre	Autres sacs	Sacs papier	Canettes
Croatia	1540	97	21	86	0	83	34	74	36	22
Egypt	1	2	40	18	1	15	33	6	0	6
Greece	116	6	11	15	13	4	3	3	2	5
Italy	0	0	2	0	0	4	14	0	0	7
Malta	0	15	22	40	13	0	7	3	0	0
Slovenia	21	5	3	6	6	1	1	2	0	2
Spain	79	9	15	23	57	13	5	9	4	8
Turkey	785	14	29	73	22	26	18	4	4	26

de la période d'étude. Cependant, on dispose d'observations intéressantes de prolifération de déchets marins plus légers en Méditerranée (plastique, aluminium et déchets liés au tabagisme), par opposition à des articles plus lourds provenant de l'utilisation courante (bouteilles, canettes, voir figure 2.2.1a) ou des activités de décharge (appareils électroménagers, matériaux de construction, pneus, etc.) Cela pourrait être lié à l'efficacité de l'action préventive (collecte plus facile, mise en place du recyclage, adoption et/ou mise en œuvre d'une législation plus stricte en ce qui concerne les décharges sauvages etc.) pour les gros objets et à la difficulté à gérer les entrées de déchets provenant de sources très diffuses, comme celles du grand public.

La conscience environnementale est également importante quand ce grand public qui, conscient de l'impact de son action, n'utilise plus de gaieté de cœur, comme par le passé, les plages comme sites d'élimination de déchets lourds. C'est l'élimination de

ces articles plus lourds, combinée à la nature persistante des plastiques et des autres déchets marins légers pouvant encore être trouvés en grand nombre en Méditerranée, qui a conduit à l'évolution de la nature des déchets marins observés dans la région.

Les données de «*Cleanup Greece*» entre 2004 et 2008 ont toutefois indiqué l'importance du plastique et du papier abandonnés et amenés par le vent, lors de l'examen des plages de l'île. Sur les plages isolées, d'autres déchets visibles et de plus grande taille (métal, caoutchouc, verre et du textile) sont en augmentation en raison de décharges illégales. L'abondance, la nature et les sources possibles de débris sur 32 plages des îles Baléares (Méditerranée) ont été étudiées en 2005 (Figure 2.2.1b). L'abondance estivale moyenne dans les Baléares atteint environ 36 articles par m, soit un poids de 32 ± 25 g par m^{-1} , ce qui est comparable aux résultats d'autres études menées en Méditerranée. Ces études ont mis en évidence de fortes similitudes entre les îles, et une évolution saisonnière statistiquement significative de la

composition des déchets et de leur abondance. En été (haute saison touristique), la contamination par les déchets double par rapport à la basse saison, et est d'une nature hétérogène associée à l'utilisation de la plage. Encore une fois, les mégots de cigarettes étaient l'élément le plus abondant, représentant jusqu'à 46% des objets observés durant la haute saison touristique. En revanche, les plastiques liés à l'hygiène personnelle/objets médicaux étaient prédominants en hiver (67%) et le bois naturel était le débris le plus important en poids (75%). Pour les deux saisons, les caractéristiques des déchets suggéraient une relation forte avec des sources terrestres locales. Alors que les usagers des plages étaient la principale source de déchets en été, les déchets observés durant la basse saison touristique étaient principalement attribuables aux systèmes de drainage et de collecte des eaux.

Enfin, des données plus récentes obtenues par le projet «*Defishgear*» (sous presse, voir le Tableau 2.2.6) ont indiqué des densités moyennes allant de 0.715 articles/ m^2 (0,03 à 6,38) en mer Ionienne/Sud de la mer Adriatique à 1.139 articles/ m^2 (0,771 à 1.507) dans le Nord-Ouest de l'Adriatique.

2.2.2. Déchets flottant à la surface de la mer Méditerranée

Les déchets flottants correspondent à la fraction mobile des débris dans le milieu marin, car ils sont moins denses que l'eau de mer. Cependant, la flottabilité et la densité des matières plastiques peuvent changer au cours de leur séjour dans la mer en raison des intempéries et de «*biofouling*» (Barnes *et al.*, 2009). Les polymères sont les composants principaux des débris flottants marins, en proportions pouvant atteindre 100%. Bien que les polymères synthétiques soient résistants aux processus de dégradation biologique ou chimique, ils peuvent être physiquement dégradés en fragments plus petits, et donc transformés en micro-déchets, définis comme les déchets mesurant moins de 5 mm.

Les déchets flottants peuvent également être transportés par les courants jusqu'à ce qu'ils sombrent au fond de la mer, être déposés sur le rivage ou se dégrader au fil du temps. Un modèle de circulation à 30 ans utilisant différents scénarios d'entrée a montré que les déchets flottants s'accumulent dans les gyres et les mers fermées comme la Méditerranée où 7-8% des déchets totaux sont susceptibles d'être retrouvés (Lebreton *et al.*, 2012).

L'approche d'observation visuelle est utilisée par certains navires de recherche ou de transport maritime de commerce, lors d'études sur les mammifères marins, ou des campagnes dédiées à l'observation de déchets. Des relevés aériens sont maintenant également utilisés

pour les déchets plus grands. Bien que le principe de base de la surveillance des déchets flottant par l'observation visuelle est très simple, comme pour les plages, on dispose de peu de jeux de données pour une évaluation comparative de l'abondance des déchets et ce type de suivi des déchets est effectué uniquement de temps en temps (tableau 2.2.6). Seules quelques études ont été publiées sur l'abondance des macro et méga déchets flottants dans les eaux méditerranéennes (Aliani *et al.*, 2003; PNUE, 2009; Topcu *et al.*, 2010; Gerigny *et al.*, 2011; Suaria et aliani, 2015) et les densités de déchets mesurant plus de 2 cm varient de 0 à plus de 600 par kilomètre carré. La mer Méditerranée est souvent désignée comme l'un des endroits présentant la plus forte concentration de déchets au monde. En ce qui concerne les déchets flottants, on observe des niveaux très élevés de pollution plastique mais les densités sont généralement comparables à ce qui est rapporté dans de nombreuses régions côtières du monde. En mer des Ligures, des données ont été collectées par observation visuelle à partir de navires en 1997 et 2000. 15-25 déchets/ km^2 ont été observés en 1997, diminuant à 1,5 à 3 pièces/ km^2 en 2000 (Aliani *et al.*, 2003).

Les données peuvent également être obtenues auprès des ONG. HELMEPA une organisation grecque d'acteurs maritimes a invité ses membres qui gèrent des navires se déplaçant ou transitant par la Méditerranée, à mettre en œuvre un programme de surveillance et d'enregistrement des déchets flottant à la surface de la mer. Entre Février et Avril 2008, 14 rapports contenant des informations sur les observations de déchets dans divers secteurs de Méditerranée ont été reçus par les navires membres d'HELMEPA. Au total, les observations réalisées sur un total de 1.051,8 miles nautiques (nm) en Méditerranée ont permis de relever 500,8 kg de déchets marins (Tableau 2.2.2a).

La longueur totale des transects d'observation parcouru par les navires membres d'HELMEPA (1.051,8 miles nautiques, soit 1947 kilomètres) correspond à une surface d'observation d'environ 172,8 km^2 . La largeur de la bande d'observation dépendait des conditions météorologiques, de l'état de la mer, de la position de l'observateur, de l'utilisation de jumelles, du franc-bord et du volume des déchets marins, etc.; elle variait généralement de 22 à 150 mètres. Les observations ont été effectuées principalement en Méditerranée orientale (mer Egée, mer de Libye et bassin levantin), en mer d'Alboran entre l'Espagne et le Maroc, et en mer Adriatique. Le nombre total de déchets marins enregistrés était de 366 articles soit une concentration d'un élément par 3 n.m ou 2,1 articles par km^2 . La concentration de déchets marins variait de 0,08 à 71 articles/nm. Des concentrations relativement élevées de déchets marins ont été observées le long des routes à

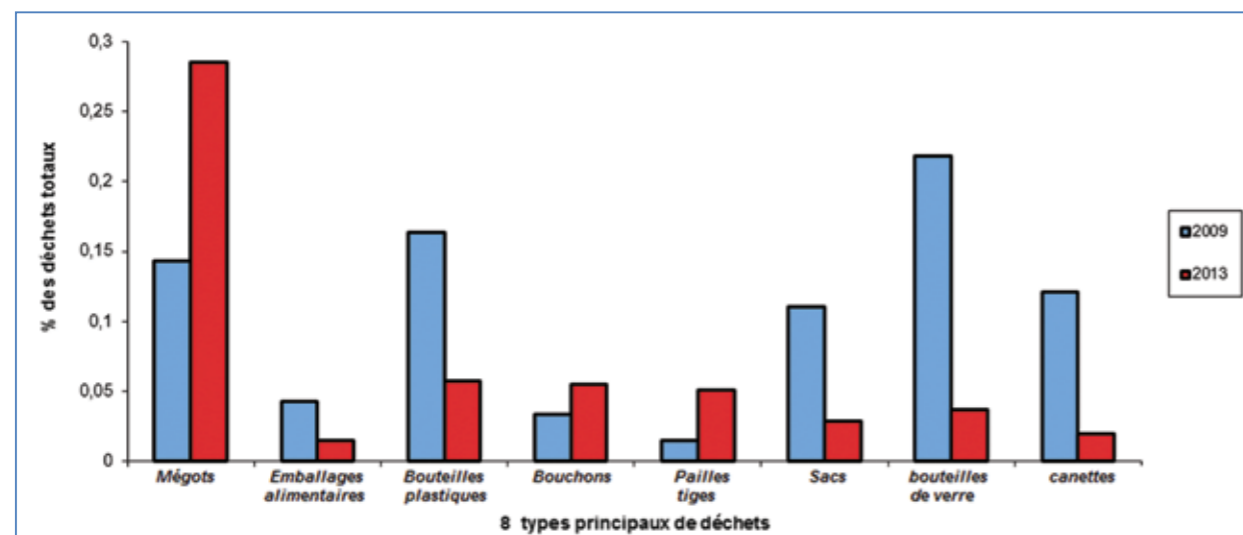


Figure 2.2.1a: Evolution des pourcentages des 8 principaux déchets observés en Méditerranée entre 2009 et 2013. D'après les données d'«*Ocean Coastal Cleanup*» à partir des 303 522 déchets et 110 698 objets collectés en 2009 et 2013 respectivement, sur les plages de Grèce, Turquie, Egypte et Espagne (<http://www.oceanconservancy.org/>).

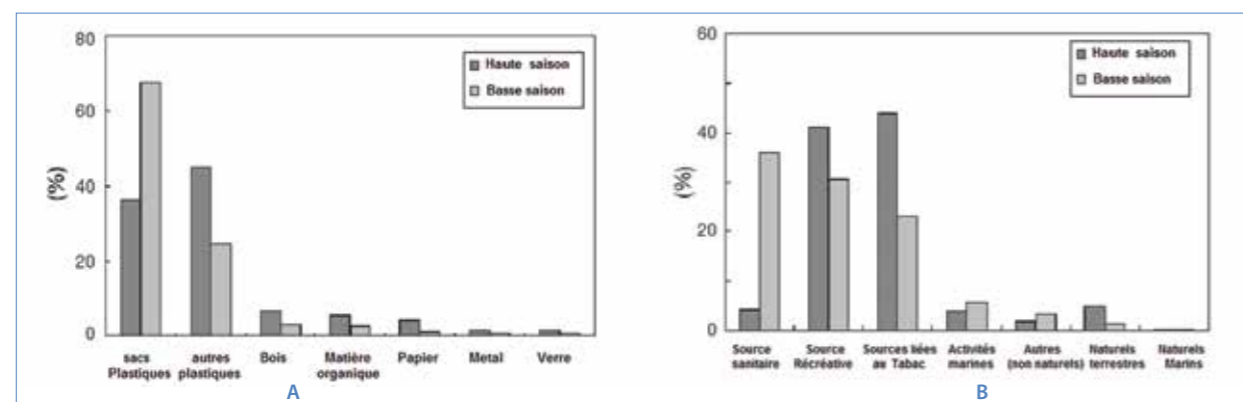


Figure 2.2.1b: Composition (A) et origine probable (B) des déchets collectés en basse et haute saisons touristiques aux îles Baléares (Source: Martinez-Ribes *et al.*, 2007).

proximité des zones côtières, alors que dans certains cas de longues observations (plus de 120 nm) on n'observait aucun déchet marin. Les déchets en plastique représentaient environ 83,0% des déchets observés, tandis que toutes les autres grandes catégories représentaient environ 17%, comme le montre le graphique ci-dessous. En extrapolant le poids, on estimait la quantité moyenne de déchets marins à 230,8 kg/km², les poids variant de 0,002 à 2,627 kg/km². Les éléments relativement lourds, tels que les fûts en acier, les palettes en bois et les caisses observés sur la surface de la mer, représentaient la plus grande quantité de déchets marins dans certaines routes. Rapportée à la longueur d'observation, la quantité moyenne était de 0,47 kg/nm.

HELMEPA a également fourni, traité et analysé des données sur le volume des déchets marins récupérés à la surface de l'eau du port du Pirée pour une période de deux ans (2006-2007). La collecte quotidienne des débris flottants dans le port (y compris le port de passagers et de conteneurs) a été réalisée par des navires spécialisés et/ou manuellement à partir de bateaux auxiliaires. Le volume des déchets marins a fluctué de 1,47 m³ par jour à 3,46 m³ par jour, tandis que le volume moyen a été estimé à 1,89 m³ par jour. Pendant la saison d'été, lorsque le fonctionnement du port de passagers est extrêmement intense (le Pirée est le plus grand port d'Europe et le troisième dans le monde en termes de transport de passagers, avec 19 millions de passagers par an), le volume des déchets marins est significativement plus élevé et atteint une

moyenne de 2,96 m³ par jour. Bien qu'il n'y ait pas d'informations quantitatives concernant l'origine des déchets, il apparaît que les ordures des passagers et les déchets se retrouvant à la mer via les égouts urbains sont les catégories prédominantes.

Les déchets ont également été quantifiés pendant des croisières d'observation des Mammifères marins dans le bassin Nord-Ouest de la Méditerranée, dans une zone extracôtière de 100 km x 200 entre Marseille et Nice et dans le canal de Corse. Une densité maximale de 55 articles/km² a été relevée, avec une variabilité spatiale clairement discernable liée à circulation résiduelle et à une veine de courant liguro-provençal qui entraîne les déchets vers l'Ouest (Gerigny *et al.*, 2012 et Figure 2.2.2a).

Une enquête subséquente réalisée en Méditerranée orientale (Topcu *et al.*, 2010) a signalé des densités de moins de 2,5 déchets/km². Il est toutefois important de mentionner que les enquêtes des ferries et des navires commerciaux impliquent des taux de détection plus bas en particulier pour les petits objets. Par conséquent, les comparaisons entre les différentes régions ou entre années sont souvent altérées par la grande diversité de protocoles de comptage et les conditions d'observation rencontrées lors des différentes enquêtes. Des méthodes automatisées ont été récemment développées et testées en Méditerranée (Hanke et Piha, 2011) où les données issues de «boîtes de ferry» qui utilisent un appareil photo à bord des lignes maritimes régulières, ont permis de reconnaître matériaux flottants

ou légèrement immergés de différentes couleurs et formes, de taille aussi petite qu'un centimètre, et également de relever de plus grandes quantités de déchets dans les régions côtières.

Plus récemment, les résultats de Suaria et aliani (2014) issus du première suivi à grande échelle de déchets anthropiques (> 2 cm) dans la partie centrale et occidentale de la mer Méditerranée (Figure de 2.2.2b) ont démontré que 78% de tous les objets observés

étaient d'origine anthropique, 95,6% desquels étaient des dérivés de la pétrochimie (ie en plastique et polystyrène). Sur toute la zone d'étude, les densités variaient de 0 à 194,6 items/km² et les abondances moyennes s'élevaient à 24,9 items/km². Les densités de débris les plus élevées (> 52 items/km²) ont été relevés dans l'Adriatique et dans le bassin algérien, alors que les densités les plus faibles (<6.3 items/km²) ont été observées dans la mer Tyrrhénienne centrale et dans la

Tableau 2.2.2a: Enquête sur les déchets marins réalisée par les navires membres d'HELMEPA : nombre de déchets flottants observés en 2008 le long d'une zone d'échantillonnage de 172,8 km².

Zone marine recensée	Filets de pêche	granulés de bois	emballages plastique	cordes	sacs en plastique	Vêtements	Fûts (acier)	Morceaux de bois	flotteurs	cartons	bouteilles en plastique	bidons en plastique
Mer de Mytilène (Nord est de la Méditerranée)			50			6			5		10	
Golfe de Saronique (au large d'Athènes)			25		30						8	4
Sud Egée								1				
Large du sud de Chypre	6								8			2
Côte est de la Crète												1
Mer de Myrtoon (Sud Egée)	3											2
Ouest de la Méditerranée		2	3	1	10		1		8			
Au large de l'Algérie					5				6			
Gibraltar					30							
Au large de l'Égypte	3	2			1		1		3			
Mer Adriatique					9	6			5	12	9	6
Sud de la Crète		2					3	12			4	

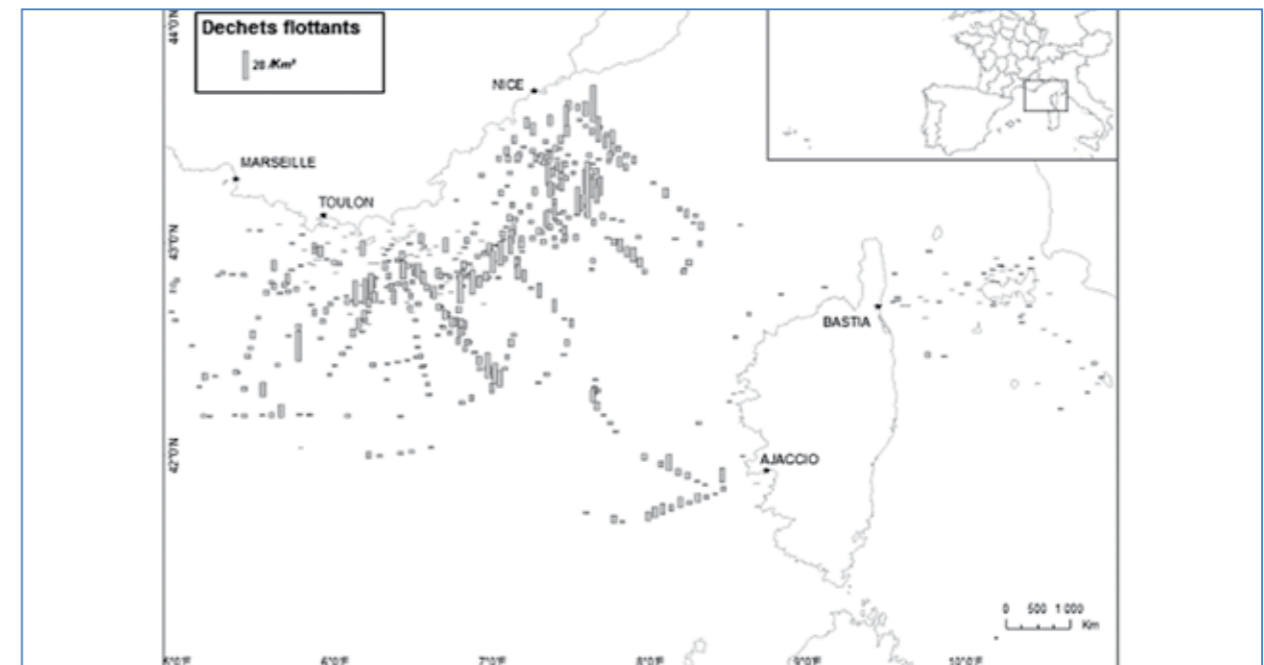


Figure 2.2.2a: Répartition des déchets flottants en Méditerranée nord-occidentale (2006-2008) (observations visuelles). carte IFREMER/SHOM utilisant les données du projet Ecocean/ParticipeFutur pour l'évaluation initiale de la DCSMM (Gerigny *et al.*, 2011).

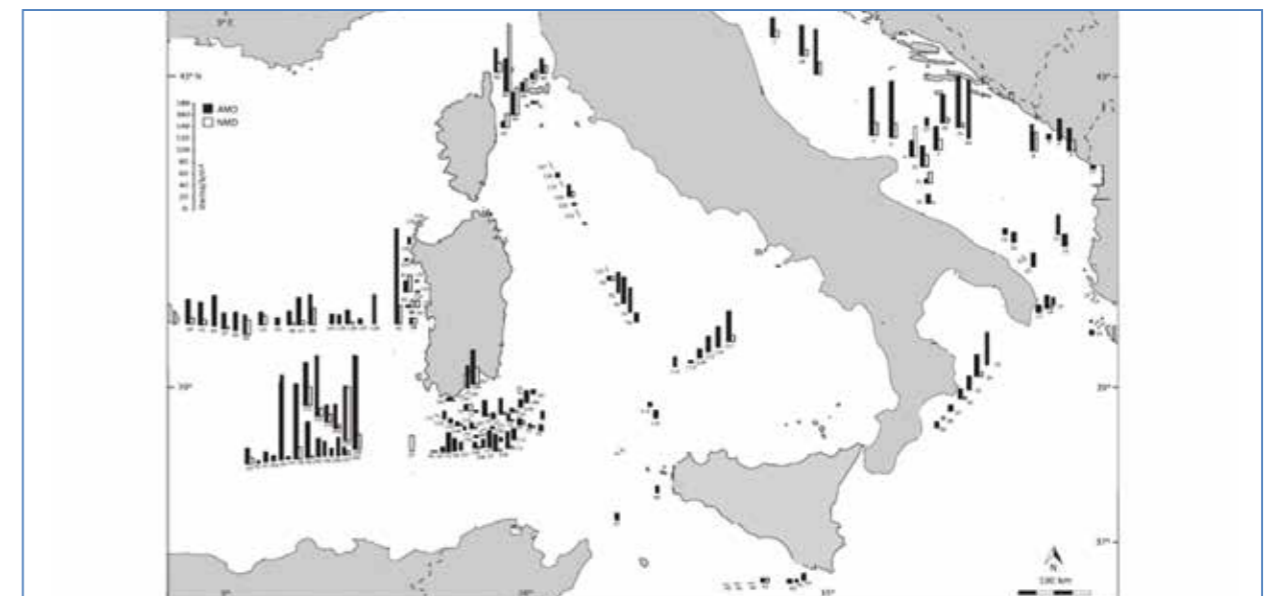


Figure 2.2.2b: Densités de déchets marins anthropiques (barres noires) et naturels (barres blanches) (items/km²) dans l'Ouest de la Méditerranée, l'Adriatique et le bassin nord de l'Ionienne (De Suaria et aliani, 2014).

mer de Sicile. Toutes les autres régions présentaient des densités moyennes allant de 10,9 à 30,7 articles/km². Les auteurs ont ensuite évalué à plus de 62 millions le nombre de macro-déchets flottant actuellement à la surface de l'ensemble du bassin méditerranéen.

Les densités les plus élevées observées dans l'Adriatique et le long des côtes d'Afrique du Nord-ouest, sont liées à certaines des densités les plus hautes de population côtière dans l'ensemble du bassin méditerranéen (PAM/PNUE (2012). Les pays d'Afrique du Nord en particulier, présentent aussi les plus hauts taux de croissance de densité de population, y compris en densité touristique. La population côtière de l'Algérie par exemple, s'est accrue de 112% au cours des 30 dernières années et cela représente actuellement l'un des littoraux les plus densément peuplés de l'ensemble du bassin (PNUE, 2009). En outre, il convient de noter que dans certains pays, des installations de recyclage appropriées n'ont pas encore été pleinement mises en œuvre, et le coût de l'élimination adéquate des déchets solides est encore souvent au-delà de leur capacité financière (PNUE, 2009).

Une fois que les déchets flottants sont dans le milieu marin, les caractéristiques hydrographiques du bassin peuvent jouer un rôle important dans leur transport, leur accumulation et leur distribution. Les eaux de surface de l'Atlantique entrent en Méditerranée par le détroit de Gibraltar et circulent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans l'ensemble du bassin algéro-provençal, formant ce qu'on appelle le courant algérien, qui circule jusqu'au canal de la Sardaigne et conduit à la production d'une série de tourbillons anticycloniques de 50-100 km de diamètre qui tournent au milieu du bassin. Bien qu'elles ne soient pas permanentes, ces caractéristiques à méso-échelle pourraient agir comme des zones de rétention pour les déchets flottants et aideraient à expliquer les fortes densités de déchets observés dans le bassin algérien central à environ 80 miles nautiques de la côte la plus proche. Pour la mer Adriatique sud, il convient tout d'abord de noter qu'environ un tiers de la décharge totale moyenne annuelle des rivières dans tout le bassin méditerranéen se jette dans ce bassin, les plus importantes étant la rivière Po dans le bassin nord et les rivières albanaises (PAM/PNUE, 2012).

En outre, les rives de la mer Adriatique sont peuplées par plus de 3,5 millions de personnes, la pêche et le tourisme agissant comme des sources importantes de déchets, avec 19 ports traitant plus d'un million de tonnes de fret par an et un volume considérable de passagers au cours de la saison touristique. Enfin, des gyres cycloniques significatives existant également dans la mer Adriatique centrale et méridionale (Suaria et aliani, 2014) favorisent la rétention des déchets flottants

dans le milieu du bassin. Ceci est également le cas dans la partie orientale du Nord de la mer Egée, où les densités de déchets flottants sont plus élevées en raison des eaux circulantes et des échanges d'eau entre la mer Méditerranée et la mer Noire. Quant aux déchets anthropiques s'accumulant dans les gyres océaniques et les zones de convergence, des observations récentes (Mansui *et al.*, 2015) tendraient à conforter l'hypothèse de l'existence de zones d'accumulation de déchets marins flottants. Cependant, l'existence d'une ou plusieurs zones d'accumulation («continents de plastique») en Méditerranée doit être étudiée plus en détail, car il n'existe pas de structures hydrodynamiques permanentes en Méditerranée où les contraintes locales pourraient plus largement affecter la répartition des déchets (CIESM, 2014).

2.2.3. Fonds marins:

La majorité des déchets comprennent des matériaux à haute densité et par conséquent coulent. Même les polymères synthétiques de faible densité, tels que le polyéthylène et le polypropylène, peuvent sombrer sous le poids de l'encrassement (fouling) ou des additifs. Des stratégies générales pour chercher la présence de déchets sur les fonds marins sont semblables à celles utilisées pour évaluer l'abondance et le type d'espèces benthiques. Plus de 50 études ont été menées dans le monde entre 2000 et 2015, mais, jusqu'à récemment, très peu avaient couvert de vastes zones géographiques ou des profondeurs considérables. La mer Méditerranée est un cas particulier, en raison de son plateau continental réduit et d'un environnement profond qui peuvent être influencés par la présence de canyons côtiers. La répartition géographique des déchets de plastique est fortement impactée par l'hydrodynamique, la géomorphologie et les facteurs humains. Le plateau continental est une zone d'accumulation prouvée, mais les déchets se rassemblent en concentrations plus faibles que dans les canyons: les déchets sont emmenés au large par les courants associés à des vents de terre et des panaches fluviaux.

Seules quelques études ont porté sur les déchets posés à des profondeurs de plus de 500 m en Méditerranée (Galil, 1995; Galgani *et al.*, 1996, 2000, 2004; Pham *et al.*, 2014; Ramirez-Llodra *et al.*, 2013) (tableau 2.2.6). Galgani *et al.* (2000) ont observé des tendances décroissantes de pollution marine profonde au fil du temps au large des côtes européennes, avec une distribution extrêmement variable et l'agrégation de déchets dans les canyons sous-marins. Grâce aux véhicules sous-marins télé opérés (Remote Operated Vehicle, ROV), les enquêtes vidéo ont conclu que les canyons sous-marins peuvent agir comme un conduit pour le transport des débris

marins en profondeur. Des densités élevées sur le fond sont également observées dans des zones particulières, comme autour des rochers et des épaves, et dans les dépressions et canaux. Dans certaines régions, les mouvements d'eau locaux emportent les déchets loin de la côte pour s'accumuler dans des zones de forte sédimentation. Les deltas de rivières distaux peuvent également se déployer dans des eaux plus profondes, créant ainsi des zones d'accumulation importantes.

Une grande variété d'activités humaines, telles que la pêche, le développement urbain et le tourisme, contribue à ces schémas de répartition des déchets sur les fonds marins. Les déchets de pêche, y compris les filets fantômes, prévalent dans les zones de pêche commerciale et peuvent constituer une proportion élevée de la quantité totale de déchets. Plus généralement, les tendances d'accumulation en mer profonde sont particulièrement préoccupantes, car la longévité des plastiques augmente dans les eaux profondes et la plupart des polymères se dégradent lentement dans les zones dépourvues de lumière et de faible teneur en oxygène.

L'abondance de déchets de plastique est très dépendante de l'emplacement, avec des valeurs moyennes allant de 0 à plus de 7.700 articles par km² (tableau 2.2.6). Les sites méditerranéens tendent à présenter les densités les plus élevées, en raison de la combinaison d'une côte peuplée, de la navigation

côtière, de courants de marée limités et de la fermeture du bassin, avec des échanges limités à Gibraltar. En général, les déchets de fond ont tendance à se coincer dans les zones à faible circulation, où les sédiments s'accumulent.

Les dénombrements effectués lors de 7 enquêtes sur 295 échantillons collectés en Méditerranée et en mer Noire (2.500.000 km², www.worldatlas.com) relèvent une densité moyenne de 179 déchets en plastique/km² pour tous les compartiments, y compris les plateaux, les pentes, les canyons et plaines marines profondes, en ligne avec les données de chalutage sur 3 sites décrits par Pham *et al.*, 2014. Sur la base de ces données, nous pouvons supposer que # 0,5 milliard (billion) de déchets sont actuellement posés sur le fond de la Méditerranée. La cartographie des déchets sur les fonds marins en précise les zones d'accumulation (figures 2.2.3 a-c).

Dans une étude menée sur 67 sites en mer Adriatique à l'aide d'un chalut commercial, l'analyse des déchets marins, triés et classés dans les grandes catégories confirme que le plastique est dominant en termes de poids, suivi par le métal. La plus forte concentration de déchets a été trouvée près de la côte, probablement en conséquence de l'urbanisation côtière élevée, l'afflux fluvial, et de la navigation extensive.

Récemment, les déchets marins benthiques, ont été étudiés dans 4 zones de Méditerranée orientale (golfs

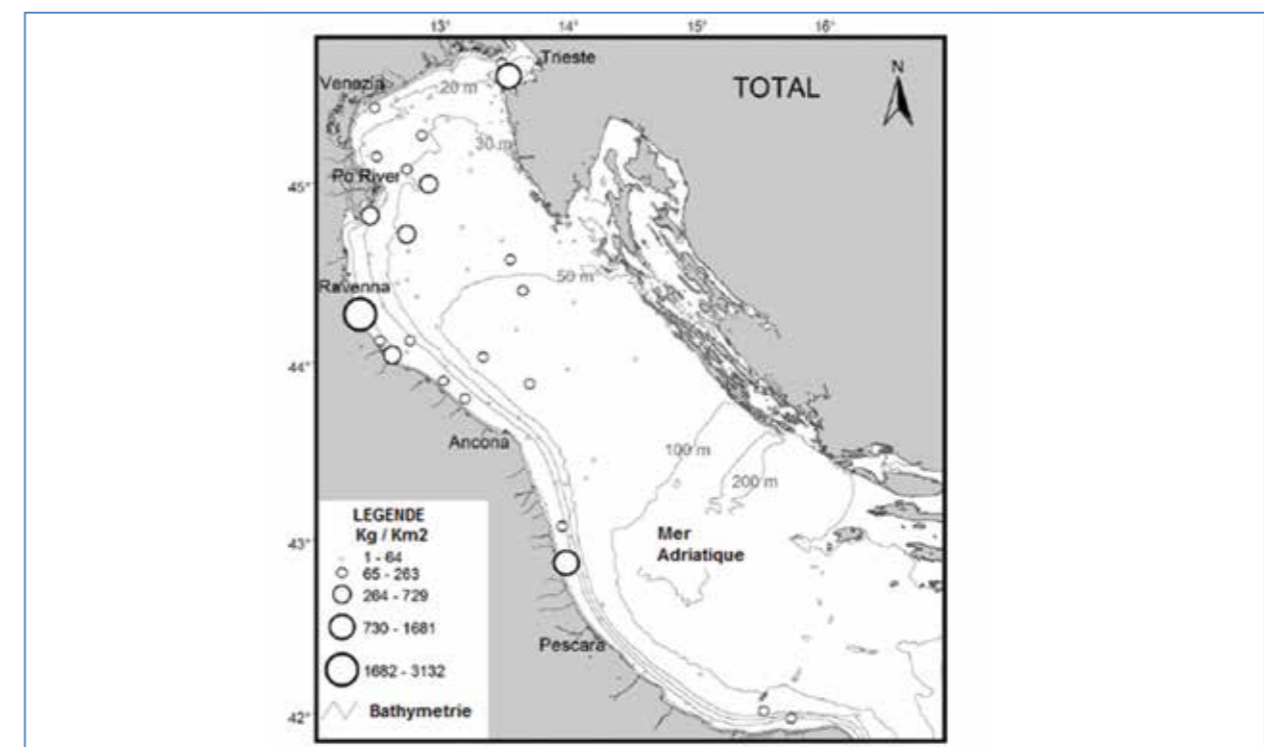


Figure 2.2.3a: Déchets marins collectés sur les fonds du Nord de la mer Adriatique (Missions Solomon, 2011-2012, Strafella *et al.*, 2015).

de Saronikos, Patras et Echinades; Golfe de Limassol). Les densités variaient de 24 à 1211 éléments/km², le golfe de Saronique étant la zone la plus touchée. Les plastiques étaient prépondérants dans toutes les zones d'études allant de 45,2% à 95%. Les métaux et le verre/la céramique atteignaient des valeurs respectives maximales de 21,9% et de 22,4%.

Dans un autre exemple, la distribution et l'abondance des gros déchets marins ont été étudiées sur la pente continentale et la plaine bathyale de la mer Méditerranée nord-ouest au cours de campagnes annuelles menées entre 1994 et 2009 (Galvani *et al.*, 2011). Différents types de déchets ont été dénombrés, en particulier des morceaux de plastique, des bouteilles en plastique et en verre, des objets métalliques, du verre et divers matériaux, y compris des engins de pêche. Les résultats ont montré une variation géographique considérable, avec des concentrations allant de 0 à 176 déchets/ha. Dans la plupart des stations échantillonnées, les sacs en plastique représentaient un pourcentage très élevé (plus de 70%) de la quantité totale de déchets. Dans le golfe du Lion, seules de petites quantités de déchets ont été recueillies sur le

plateau continental. La majorité des déchets a été trouvée dans les canyons descendant de la pente continentale et dans la plaine bathyale, avec de quantités élevées à une profondeur de plus de 500 m (figure 2.2.3c).

2.2.4 Engins de pêche abandonnés

Des engins de pêche (filets maillants, trémails, filets d'épaves, casiers et pièges) endommagés ou usés, peuvent être jetés ou abandonnés par les pêcheurs en mer. Des filets maillants dérivants, ou autres engins de pêche peuvent également être cassés ou dispersés par les tempêtes. Certains d'entre eux peuvent alors continuer à capturer et tuer des organismes marins (poissons et crustacés, oiseaux, mammifères et tortues marines), commerciaux ou non, pendant des décennies, jusqu'à ce qu'ils soient dégradés (Bearzi, 2002; Brown et Macfayden, 2007). Les travaux ont cependant été dominés par l'analyse biologique et technique et très peu d'attention a été portée aux aspects socio-économiques des impacts de la pêche fantôme ou des mesures de gestion à apporter en réponse. La question

de la «pêche fantôme» a été reconnue pour la première fois lors de la 16e session du Comité des pêches de la FAO en Avril 1985. C'est une question importante car de très fortes proportions de déchets sont des fragments de filet. Certains des fragments peuvent être couverts d'organismes et peuvent parfois attirer d'autres organismes à la recherche de nourriture.

Malgré la convention de l'Organisation maritime internationale (OMI) pour la prévention de la pollution par les navires (communément appelée MARPOL 73/78), qui interdit spécifiquement l'abandon/le rejet des engins de pêche (annexe V, règlement 3), il a été estimé que 640 000 tonnes de ces filets fantômes sont dispersés partout dans les océans du monde, représentant le chiffre incroyable de 10 pour cent de tous les déchets marins (PNUE/FAO, 2009). Les causes de perte varient entre et au sein des pêcheries et des métiers de pêche avec toutefois certaines caractéristiques communes, en particulier les circonstances dans lesquelles elle se produit. Les facteurs de perte, étudiés dans le cadre du projet FANTARED 2 (2003) sont, par ordre d'importance relative, (i) les conflits avec d'autres secteurs, (ii) le travail en eau profonde, (iii) de mauvaises conditions météorologiques et/ou un fond très dur, (iv) le travail avec de très longs engins, et (v) un travail avec plus d'engins qu'on ne peut en relever régulièrement. En raison de l'amélioration des communications entre les pêcheurs, les pertes ont été réduites au cours des dernières années. En outre, récupérer les engins de pêche perdus est une motivation économique importante, dans un temps court ou long, en fonction des circonstances de la perte (profondeur et conditions de terrain ardues rendant la récupération plus difficile).

Dans une enquête régionale récente organisée par le PNUE/PAM/MEDPOL avec le support du MIO-ECSDE (2015) par le biais d'un questionnaire sur les engins de pêche abandonnés adressée à divers pays méditerranéens (Albanie, Algérie, Croatie, Égypte, Israël, Liban, Maroc, Tunisie, Turquie, Syrie, Palestine et la Libye, PAM/PNUE, sous presse), les résultats indiquent que les engins de pêche et les filets fantômes abandonnés sont considérés comme un problème grave par 42%, et modéré par 29% des participants au sondage. Il met en évidence une forte prise de conscience du problème des déchets marins par les pêcheurs et les autres groupes cibles liés aux pêcheries, 91% des participants considérant les déchets marins comme un problème grave ou modéré. La plupart des pêcheurs, des skippers et marins sont bien conscients des dommages environnementaux et des impacts des déchets marins, et dans une moindre mesure des engins de pêche abandonnés et perdus, et sont extrêmement positifs au sujet de leur coopération dans le but de minimiser ces

problèmes. L'analyse des résultats a aussi clairement démontré que (i) les installations portuaires et autres dispositifs adaptés à la gestion efficace des engins de pêche abandonnés, la collecte des déchets marins à bord, etc. ne sont pas suffisants, (ii) la législation pertinente existe mais n'a pas été mise en œuvre ou appliquée, (iii) les pêcheurs croient que le problème avec les engins de pêche abandonnés et les déchets marins est grave et que la situation se détériore, en particulier pour la biodiversité, et enfin (iv) la grande majorité des pêcheurs méditerranéens prétendent être prêts à participer à une «pêche aux déchets» si elle est mise en place. Pour le moment toutefois, les navires qui ne disposent pas de poubelles ou de sacs à bord pour stocker les déchets qui sont «pêchés» ou les filets et autres équipements de pêche qui ne sont plus utiles les rejettent à la mer. Une des principales recommandations de toutes les enquêtes par pays est la nécessité d'accroître la sensibilisation et les activités d'éducation appelant à une meilleure gestion des déchets et à l'élimination par le secteur lui-même, qui doivent aller de pair avec la collecte des engins de pêche abandonnés ou des programmes de recyclage.

Les zones de pêche ouvertes représentent généralement la plus grande quantité d'engins de pêche perdus. Les taux de perte nette permanente dans les eaux européennes semblent faibles et généralement en dessous de 1% des filets déployés. Comme leur présence n'est pas contrôlée, les données disponibles pour la Méditerranée ne permettent pas d'évaluer précisément l'importance relative de cette menace, par rapport aux captures accessoires par des engins de pêche d'exploitation. La pêche au filet maillant de fond est très commune dans tout le bassin méditerranéen, avec plus de 20.000 bateaux impliqués (<http://firms.fao.org/firms/fishery/761/en>). Les espèces cibles sont largement représentées par les espèces de poissons et crustacés démersales et benthopélagiques. Bien que quelques prises dans les filets maillants de fond aient été documentés, il y a peu d'information, peut être en raison de sous-déclarations à la suite de la réticence des pêcheurs à signaler ces incidents (Pawson, 2003).

En Méditerranée, les engins fixes sont responsables d'une partie importante de la pêche fantôme. La perte des engins est alors souvent une combinaison de fond rugueux (roches, épaves) et de forts courants ce qui complique la récupération des engins et donne des résultats très variables (morceaux de filet et/ou de cordes, paquets de filets, etc.). Grâce à une récupération favorisée par le positionnement GPS et aux efforts considérables déployés pour éviter les pertes très coûteuses, leur taux reste faible si l'on considère le nombre total de filets qui sont calés. Les pertes dues aux tempêtes sont moins fréquentes car généralement les

Tableau 2.2.3a: Répartition des déchets en fonction de la profondeur dans le Golfe du Lion. (Galvani *et al.*, 1996).

Profondeur (m)	Traits	Surface totale (km ²)	Total déchets	Plastiques	Déchets (km ⁻²)
<200	57	3.03	337	229 (68%)	111.2
200-1000	21	0.816	568	483 (85%)	696
>1000	10	0.17	631	537 (85%)	3712

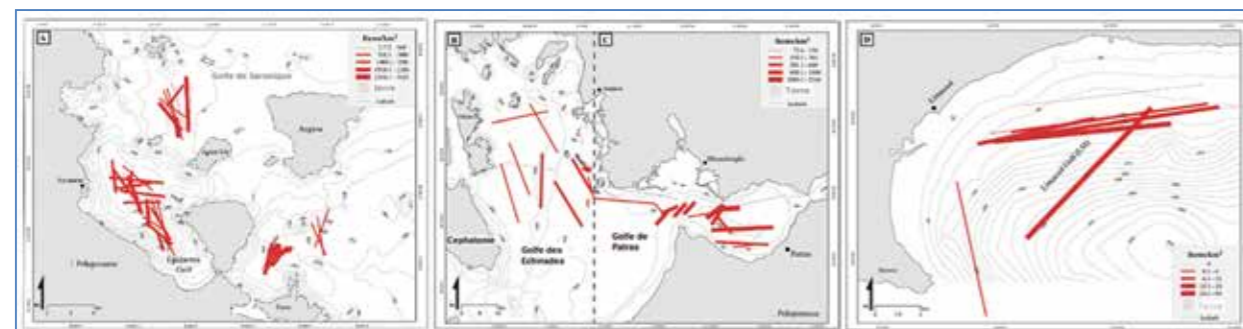


Figure 2.2.3b: Densité de déchets marins (articles/km²) dans le golfe de Saronique (Grèce, Mer Egée, A), le Golfe des Echinades (B) et le golfe de Patras (Grèce, mer Ionienne, C), le Golfe de Limassol (Chypre/bassin levantin, D). La position de la ligne correspond au transect de chalutage, l'épaisseur du trait à la densité de déchets marins (d'après Ioakeimidis *et al.*, 2014).

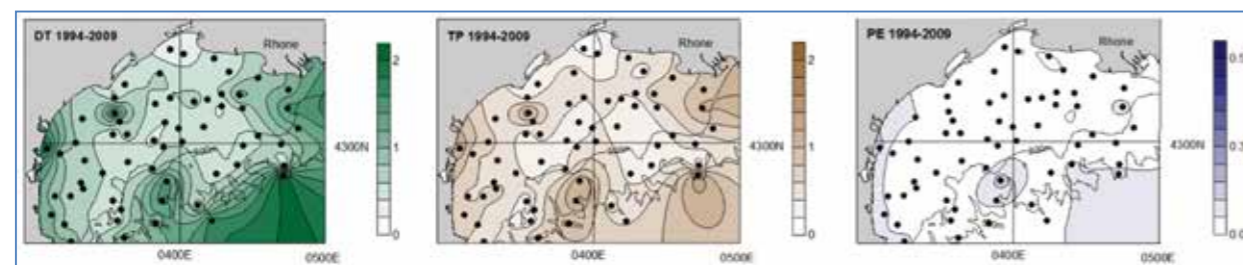


Figure 2.2.3c: Densités moyennes annuelles de déchets sur les fonds marins du golfe du Lion pour une période de 15 années d'échantillonnage (1994-2009). Les résultats sont des densités extrapolées exprimées en items par hectare pour les catégories suivantes: déchets totaux (DT), plastiques totaux (TP) et engins de pêche (PE). Les données proviennent des campagnes MEDITS (Source: Galvani *et al.*, 2011).

pêcheurs sont conscients des mauvaises conditions météorologiques, quoiqu'il en soit elles donnent lieu aux plus faibles taux de récupération du fait que les tempêtes emmènent en général les filets loin de l'endroit où ils ont été calés.

Le taux de pêche fantôme au fil du temps décroît de manière exponentielle. Sur une base quotidienne la pêche fantôme est supposée diminuer rapidement, le taux de capture représentant 5% de l'équivalent de captures actives en 90 jours (Browne *et al.*, 2007). Après 90 jours, la baisse des taux de capture ralentit considérablement, avec des prises continues à des niveaux faibles seulement. FANTARED (FANTARED 2, 2003) a montré toutefois que dans des conditions dynamiques peu profondes les engins ont tendance à arrêter de pêcher plus tôt, parfois après seulement quelques mois, alors que les engins perdus/jetés en eau profonde à faible activité de marée/courant peut continuer à pêcher pendant des années plutôt que des mois. Ayaz *et al.* (2006) ont étudié et comparé la pêche fantôme par des filets maillants à monofilament et multifilaments dans la baie d'Izmir (Est de la mer Egée). Les filets maillants ont été surveillés chaque jour par des plongeurs. Après 106 jours pour les filets maillants à monofilament, et 112 jours pour les filets maillants à multifilaments, 29 espèces (22 poissons, 5 crustacés, 1 céphalopode, et 1 gastéropode) ont été capturés par les filets maillants fantômes et 17 spécimens de l'espèce en voie de disparition *Pinna nobilis* ont été tués au cours de l'étude. Les taux de capture hebdomadaires de poissons des deux types de filets maillants ont diminué de façon exponentielle, atteignant des diminutions respectives de 55 (monofilament) et 63% (multifilaments). Un an après leur déploiement, tous les filets s'étaient complètement effondrés et avaient été excessivement colonisés par le biote. Sur les fonds rocheux, en fonction du niveau d'exposition aux éléments, les taux de capture au filet maillant peuvent être proches de zéro sur une période de 8-11 mois. La pêche peut toutefois se poursuivre à un taux inférieur à 15% du taux normal de capture d'un filet maillant. Bien que des études aient montré que des filets perdus en eau très profonde peuvent pêcher pendant de nombreuses années, la durée de vie effective de pêche des filets étudiés en Europe n'excédait pas dans la plupart des cas 6-12 mois (Brown et Macfayden, 2007), et dans presque toutes les conditions de fond, les captures fantômes qui capturaient initialement un pourcentage élevé de poissons capturent ensuite progressivement majoritairement des crustacés.

Les captures fantômes sont généralement considérées comme représentant bien moins de 1% des débarquements. En Méditerranée française, une perte annuelle de merlu a été estimée à 0,27% et 0,54% du

total des débarquements commerciaux (2072-4144 individus) mais sans évaluation de l'impact biologique de cette pêche fantôme (Browne *et al.*, 2012).

Dans les études réalisées dans les pêcheries européennes, la mortalité due aux casiers et aux pièges perdus est considérée comme faible, du fait que certains organismes piégés s'échappent, que le taux de perte est faible, et que les taux de récupération et de réparation sont élevés. Le taux de mortalité dû aux palangres de fond, aux sennes et engins de pêche au moulinet perdus est aussi généralement bas parce que ces engins arrêtent de pêcher immédiatement ou peu de temps après leur perte. On pense également que les niveaux de mortalité dus aux chaluts perdus sont faibles parce que l'efficacité de capture de ces engins dépend de leur mouvement à travers l'eau. Bingel (1989, Golik, 1997) a proposé une estimation de la quantité d'engins de pêche perdus qui se situe entre 2637 et 3342 tonnes en Méditerranée, cette évaluation étant fondée sur une extrapolation des données provenant des pertes de l'industrie turque. Selon l'espèce ciblée, FANTARED 2 (2003) a estimé les pertes de filet en Méditerranée française à une longueur de 6,25 km par bateau et par an. Pour les bateaux qui pêchent différentes espèces, les pertes ont été estimées entre 0,7 (rougets) et 1,2 km (daurade, merlu) de filet par bateau et par an, avec des pourcentages du total des filets perdus par bateau situés entre 0,20 (merlu) et 3.2 (dorade)%.

Les engins modernes sont principalement faits de fibres synthétiques non biodégradables et peuvent persister en mer pendant de longues périodes. Ils peuvent donc théoriquement continuer à capturer des poissons pendant de longues périodes. Poissons, dauphins, tortues marines, oiseaux de mer, crabes et autres animaux nageant dans la colonne d'eau ou se déplaçant sur le fond marin, risquent de mourir une fois capturés par les filets. Les autres risques attribuables aux engins fantômes sont l'altération de l'environnement marin et de ses fonctions d'habitat, l'obstacle à la navigation et les dommages possibles pour les bateaux, les risques pour les plongeurs récréatifs et/ou professionnels.

Bien que les impacts environnementaux des engins dormants perdus puissent être considérables, ces impacts doivent également être considérés dans le contexte plus large des impacts environnementaux d'autres méthodes de pêche. Les engins mobiles comme les chaluts ont généralement des impacts beaucoup plus importants que les engins fixes en termes de capture d'espèces cibles, de capture d'espèces non cibles, et de rejets, ainsi que de dommages sur l'habitat et la biodiversité. La mortalité attribuée aux engins de pêche perdus dépend des espèces présentes, de l'abondance des espèces, de la vulnérabilité des

espèces et de l'état des engins fantômes (Browne et Macfayden, 2007). Cependant, comme les taux de mortalité associés à la pêche fantôme décroissent rapidement dans la plupart des pêcheries une fois que les filets/nasses ont été perdus et du fait des lacunes dans nos connaissances, l'ampleur de la pêche fantôme peut être moins conséquente que prévue. Les engins perdus ont un impact esthétique négatif comme source de déchets en mer et sur les plages, et peuvent potentiellement s'emmêler dans des engins de pêche actifs, et les systèmes de propulsion des navires. L'importance de l'impact esthétique des engins de pêche perdus comme une source de déchets varie par région. Il peut être particulièrement important surtout dans les zones où le tourisme est significatif.

Les causes de perte d'engins sont importantes non seulement en termes d'impacts, mais pour l'élaboration de mesures de gestion appropriées. La Communauté européenne a interdit de caler les filets à plus de 200m de profondeur à partir du 1er Février 2006 comme une mesure préalable, avant que les conditions de gestion à long terme puissent être développées. Les mesures curatives en Europe prennent souvent la forme de programmes de récupération des engins. Ils sont toutefois limités en Méditerranée.

'GHOST' et 'DEFISHGEAR'

La région de l'Adriatique est confrontée à un manque important d'analyse de données sur les déchets marins qui résulte en un manque de mesures appropriées visant à réduire la pollution par les filets fantômes, marquée dans tous les pays de la région. Grâce à la mise en œuvre de divers projets, les déchets marins dans les

eaux côtières de l'Adriatique seront réduits si l'on implique les pêcheurs comme l'un des facteurs clés en termes de cause et de solution. Des activités pilotes sont en cours, la mise en place d'un système de collecte et de recyclage des engins de pêche abandonnés, y compris ce qu'on appelle les «filets fantômes». Le projet européen GHOST (<http://www.life-ghost.eu/index.php/en/>) a été lancé pour évaluer l'impact des filets fantômes sur les poissons et les communautés benthiques caractéristiques des affleurements rocheux situés au large des côtes de la Vénétie, communément appelés *Tegnùe*. La cartographie des 20 affleurements rocheux situés au large des côtes Vénétie, précédemment supposés être potentiellement affectés par les filets fantômes, a été achevée. Une zone de 20 kilomètres carrés a été cartographiée par acoustique (Sonar Numérique Haute Résolution), fournissant des images de chaque conformation de l'affleurement avec de possibles filets fantômes intriqués. Les photographies ont montré que la plupart des affleurements sont altérés par des engins de pêche abandonnés ou perdus. Le projet a commencé à récupérer ces engins, qui seront ensuite analysés par type afin d'en identifier les composants recyclables potentiels. Le projet aidera ensuite à tester l'efficacité des méthodes de cartographie et d'élimination des engins, afin de démontrer son applicabilité dans des habitats côtiers similaires et d'élaborer des protocoles opératoires pour la gestion des engins abandonnés ou perdus dans les zones côtières.

DeFishGear (<http://www.defishgear.net/project/main-lines-of-activities>) se penche sur le contexte plus large de la question de déchets marins en mer Adriatique. Une partie du projet porte sur la mise en œuvre et la gestion des actions de prévention et d'atténuation telles

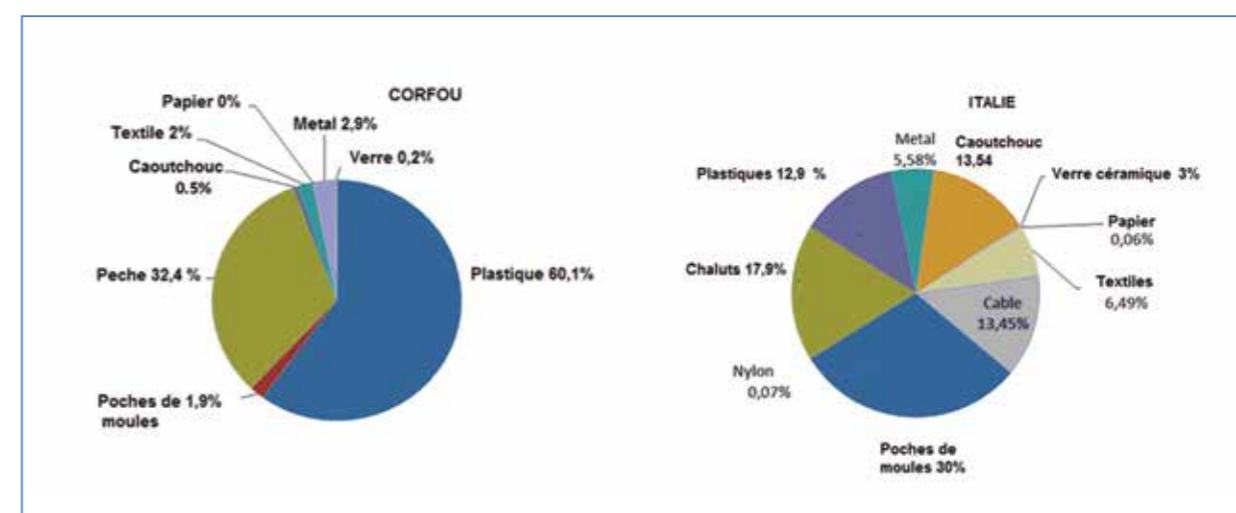


Figure 2.2.4a: Typologie des engins de pêche abandonnés dans l'Adriatique. L'analyse préliminaire de 13 tonnes de déchets recueillis lors d'une expérience commencée en Octobre 2014 Corfou et en Février 2015 en Italie (Ronchi *et al.*, ISPRA) et sur l'île de Corfou (Kaberli *et al.*, HCMR). (Source: projet Defishgear in document PNUE/PAM, sous presse).

que (i) le projet « Fishing for litter »/« pêche des déchets », entrepris par les pêcheurs lors de l'exécution de leurs activités quotidiennes de pêche, et qui conduit à l'élimination des déchets marins et la sensibilisation du secteur de la pêche, (ii) la récupération ciblée des « filets fantômes » à travers une participation directe des pêcheurs et des plongeurs, et (iii) la mise en place de systèmes de gestion des engins de pêche, pour recueillir et recycler les engins de pêche perdus ou abandonnés et autres engins dans la région Adriatique.

Plus généralement, les projets européens FANTARED (1 & 2) ont classé les options de gestion pour considérer les engins perdus en deux groupes relatifs aux méthodes utilisées pour réduire respectivement les engins de pêche perdus et abandonnés, qui doivent être différenciés. Pour les engins perdus, la quantité de temps et les efforts consacrés à récupérer sont liés à leur valeur, la probabilité de récupération et le coût opportuniste de cette activité durant les opérations de pêche. En ce qui concerne les engins de pêche abandonnés, d'autre part, les engins n'ont pas de valeur financière et les laisser en mer est un moyen commode de les jeter pour un pêcheur négligent et irresponsable.

Sur le plan logistique, les options de gestion pour aborder les engins perdus peuvent être cependant différentes selon des considérations sur la prévention, l'information et les bonnes pratiques (Macfayden *et al.*, 2009). Beaucoup de réponses actuelles de gestion pour faire face à la pêche fantôme consistent en des programmes de recherche d'engins. Cependant, un certain nombre de problèmes a été identifié, notamment: (i) le besoin d'informations précises pour localiser les engins, (ii) la surface réduite qui peut être couverte durant les campagnes, (iii) l'efficacité limitée de la récupération, (iv) le temps durant laquelle les engins restent en mer, et (v) le coût. Dans certains cas, notamment lorsque la densité des engins perdus est faible, se pose la question de savoir s'il ne vaudrait pas mieux laisser les engins perdus en mer. Par exemple, les filets fantômes colmatés pourraient plutôt agir comme des récifs que capturer activement des poissons.

Les stratégies doivent ensuite être basées sur une quantification des coûts et des avantages. Les données et les coûts, se fondent cependant sur les zones où le nombre de navires et les tendances de l'activité auront un impact fort sur le pourcentage du total des filets perdus qui sont récupérés, et par conséquent sur les avantages d'un programme de récupération. En outre, dans les eaux profondes, les coûts des programmes de récupération pourraient être considérablement plus élevés.

Macfayden *et al.* (2009) ont résumé certains des possibles coûts et bénéfices à réduire la pêche fantôme, en matière de prévention ou de mesures curatives. Il a

noté que (a) des programmes de récupération des engins ne peuvent être rentables dans les pêcheries où les coûts réels de la pêche fantôme sont élevés; et (b) que des mesures préventives sont susceptibles d'être préférables aux curatives. Les principaux déterminants de la viabilité économique des programmes de récupération d'engins sont : le nombre de navires de la pêcherie; le coût d'un programme de récupération; le nombre de filets perdus; la valeur des engins perdus; et le pourcentage de perte de filets qui peuvent être récupérés avec succès. Les avantages comprennent : (i) un taux réduit de mortalité de poissons d'espèces commerciales/cibles, de mammifères marins, oiseaux, reptiles, etc., (ii) une altération réduite de l'intégrité des fonds marins, (iii) la réduction des déchets sur les plages, (iv) une augmentation des captures et des emplois associés, et (v) l'amélioration des bénéfices pour les loisirs, le tourisme et la plongée.

Une approche stratégique de gestion plus large implique d'établir de bonnes pratiques et un changement de comportement. Dans FANTARED, les spécialistes se sont accordés sur les recommandations à proposer au secteur de la pêche. Celles-ci comprennent (i) un nombre approprié d'engins de longueur restreinte (ii) un marquage correct des engins (transpondeurs), (iii) une attention à porter à la météo et aux risques de conflit, et (iv) mieux communiquer et déclarer les pertes, transporter des systèmes de récupération des engins perdus.

A titre d'exemple, la Commission européenne a adopté un règlement (Règlement 356/2005 de la Commission) imposant le marquage des engins passifs (palangres, filets maillants fixes, trémails et filets maillants dérivants) avec les numéros d'immatriculation des navires. Dans le projet DEEPNET (Hareide *et al.*, 2005), il a été démontré que les instruments de géophysique et acoustiques étaient les méthodes les plus appropriées pour la détection sous-marine alors que les méthodes optiques avaient un succès limité. Le projet a finalement recommandé l'utilisation d'un sonar - transpondeur miniature passif (puce électronique) pour identifier les filets. Toutefois, une conséquence malheureuse de ces exigences est qu'elles peuvent inciter les skippers à rejeter à nouveau en mer tout engin abandonné qu'ils auront collecté. Certaines mesures techniques ont été également recommandées pour réduire les possibilités de capture par les filets perdus, tels que l'utilisation d'un fil biodégradable pour fixer le filet à la partie flottante de sorte qu'il sera libéré en cas de longue immersion, ou l'utilisation de lignes plombées qui cassent plus facilement, des ratios de tension plus élevés (plus de 50%) pour limiter le relâchement du maillage et la formation de poches, une cause majeure de l'emmêlement (Sacchi, 2012).

Atténuer le problème de la pêche fantôme implique aussi, et surtout, le respect des règlements de pêche élémentaires (par exemple, le respect de la réglementation sur les systèmes de marquage des engins). L'intérêt de développer de nouveaux concepts de gestion fondés sur les aires marines protégées a émergé au cours des dix dernières années, avec le sentiment qu'il est possible de poursuivre les activités de pêche commerciale, tout en préservant les espèces menacées. Dans un tel exemple cependant, les avantages d'une pêche durable peuvent conduire à une pêche plus impactante par les engins fantômes.

2.2.5 Microplastiques

En plus des macro-déchets, les micro particules mesurant moins de 5 mm sont une préoccupation croissante, et des particules mesurant aussi peu que 1 pm ont déjà été identifiées (Carpenter *et al.*, 1972; Colton *et al.*, 1974; Thompson *et al.*, 2004). La plupart, mais pas toutes les particules, sont constituées de microplastique. Les microplastiques constituent un groupe très hétérogène, variant en taille, forme, couleur, composition chimique, densité et autres caractéristiques. On distingue selon l'utilisation et les sources (i) les microplastiques « primaires », produits soit pour l'utilisation indirecte en tant que précurseurs (granulés ou pastilles de polymères vierges) pour la production de produits polymères de consommation,

ou pour une utilisation directe, comme dans les cosmétiques, gommants et abrasifs et (ii) les microplastiques « secondaires », résultant de la décomposition de matières plastiques de grande taille en fragments de plus en plus petits. Ceci est le résultat d'une combinaison de mécanismes, qui comprend la photodégradation, la dégradation biologique, la dégradation mécanique et chimique.

À ce jour, seul un nombre limité d'enquêtes mondiales a été réalisé dans le but de quantifier la distribution des microplastiques. La majorité des enquêtes est localisée et concentrée sur des zones spécifiques à travers le monde, tels que les mers régionales, les gyres ou les pôles. La plupart de ces études se focalisent sur l'échantillonnage de la surface de la mer et/ou de la colonne d'eau et des sédiments intertidaux (Hidalgo-Ruz *et al.* 2012). Les concentrations moyennes de plastique en surface vont jusqu'à 115.000 -1.050.000 de particules/km² dans la mer Méditerranée NW (maximum 4,86 millions de particules par km²) (Collignon *et al.*, 2012, De ? Lucia *et al.*, 2014, Faure *et al.*, 2015; Suaria *et al.*, 2015), ce qui représente un poids estimé à plus de 1000 tonnes pour l'ensemble du bassin. Récemment (Cozar *et al.*, 2015), une évaluation basée sur les échantillons prélevés avec une maille de 200 µm a fourni une estimation de 423 g km⁻² (243 853 particules km⁻²), ce qui représente de 756 à 2 969 tonnes de particules pour l'ensemble du bassin. A cette échelle, la distribution spatiale des concentrations en plastique est

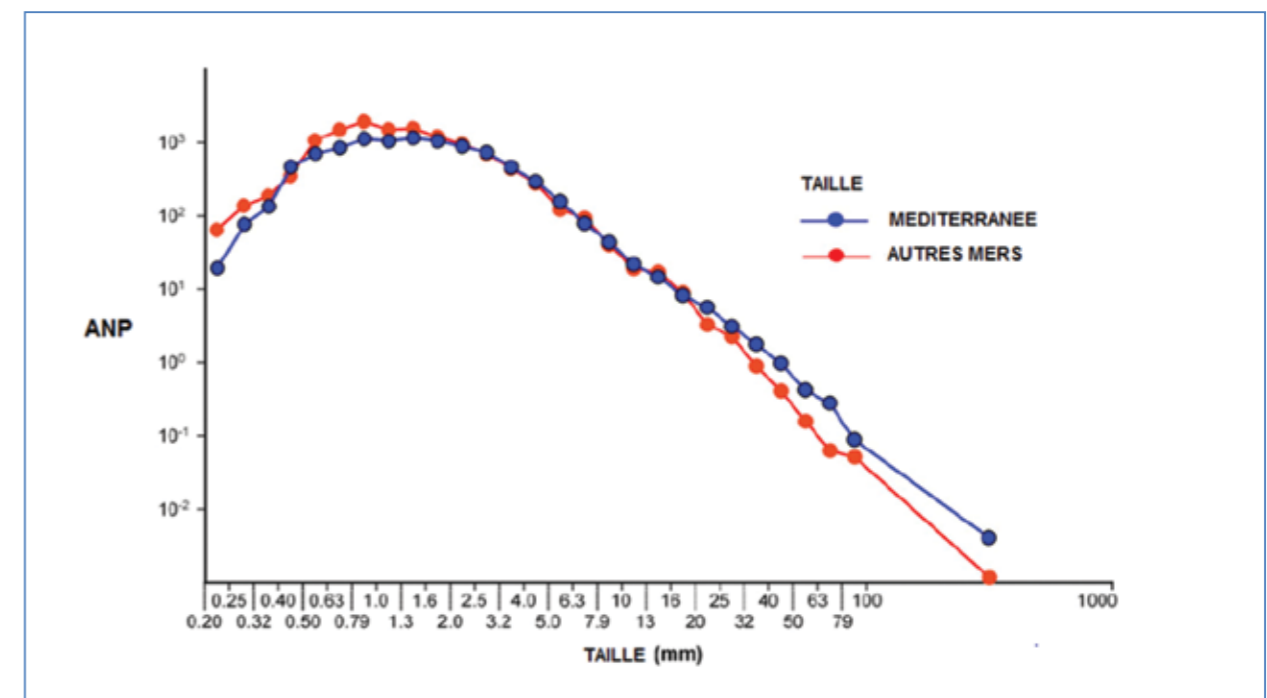


Figure 2.2.5: Distribution des tailles des déchets flottants en plastique collectés en mer Méditerranée (n = 3 901 items en plastique) par rapport à celles mesurés pour les régions d'accumulation de plastique dans les océans (n = 4 184 articles en plastique). Notez l'échelle logarithmique de l'ordonnée (d'après Cozar *et al.*, 2015) et les unités exprimées en Abondance normalisée de plastique (ANP, nombre par classe de taille).

irrégulière, avec une disposition inégale qui peut être liée à la variabilité de la circulation de surface de la Méditerranée qui ne permet pas la formation de zones d'accumulation permanentes. Les plus fortes concentrations de microplastique dans les sédiments (Claessens *et al.*, 2011) ont été trouvés dans les sédiments de plage et de port, pas en Méditerranée mais en Belgique, avec des concentrations allant jusqu'à 391 micro plastiques/kg de sédiment sec. De même, une enquête sur les plages de l'île méditerranéenne de Malte a révélé une abondance de granulés sur toutes les plages étudiées (Turner et Holmes, in Cole *et al.*, 2011), les concentrations les plus élevées pouvant atteindre jusqu'à 1000 granulés/m² le long de la laisse de haute mer. En Slovénie (Bajt *et al.*, 2015), les concentrations ont été trouvées entre 3 et 87 particules par 100g, les zones de haute mer étant généralement moins contaminées. Enfin, sur l'île de Kea dans la mer Egée du Sud, l'abondance de microplastiques a atteint 977 items/m² avec une abondance très variable de granulés vierges (7-560/m²) (Kaberi *et al.*, 2013). La pollution par les microplastiques est également répandue dans les mers et les océans de la planète, dans les sédiments et même profondément en mer Méditerranée (Van Cauwenbergh *et al.*, 2013).

D'après une étude à grande échelle menée en Méditerranée, cinq types d'éléments en plastique différents ont été identifiés (granules/granulés, films, fils de pêche, mousse, fragments), la majorité des articles étant des fragments de plus grands objets rigides (87,7% ; par exemple de bouteilles, de capsules) et des films minces (5,9%; par exemple de morceaux de sacs ou emballages) (Cozar *et al.*, 2015).

Les tendances temporelles relatives à la composition et l'abondance des microplastiques sont rares pour les océans, et absentes en Méditerranée. Cependant, les données disponibles sur les tendances à long terme suggèrent divers schémas de concentrations de microplastiques. Il y a dix ans, Thompson (2004) a révélé une augmentation significative de l'abondance des particules de plastique au cours du temps en Atlantique. Des données plus récentes indiquent que les concentrations de microplastiques dans la gyre subtropicale du Pacifique Nord ont augmenté au cours des quatre dernières décennies (Goldstein *et al.* 2012), alors qu'aucun changement n'a été observé à la surface de la gyre de l'Atlantique Nord sur une période de 20 ans (Lavender *et al.*, 2010).

2.2.6 Tableau résumé des données de déchets en Méditerranée

Table 2.2.6: Comparaison des densités moyennes de déchets calculées à partir de données récentes (depuis 2000) en Méditerranée. Les intervalles de valeurs figurent entre parenthèses. NA= non disponible; nd= indéterminé.

Lieu	Compartment environnemental	Date	Échantillonnage	Profondeur	Densité de déchets (min-max)	% plastiques	Références
Slovénie	Plages, macrodéchets	2007	3 plages, 150 m-2 par transect	0	12 158/km	64	Palatinus, 2009
Slovénie	Plages, macrodéchets	2007-2013	6 plages, tous items de déchets >2cm collectés sur 3x150m par site	0	1,9 items/m	74	Rapport national DCSSM Articles 8, 9 et 10 Peterlin <i>et al.</i> , 2013
Slovénie	Plages, macrodéchets	2014-2015	2 échantillons, 3 plages; tous items de déchets >2cm collectés	0	3,95 items/m	70	DeFishGear/ Institute for Water of the Republic of Slovenia/in press
Baléares	Plages, macrodéchets	2005	32 plages	NA	36000/km (haute saison)	75 (46% mégots de cigarette)	Martinez <i>et al.</i> , 2009
France/Marseille	Plages, macrodéchets	2011-2012	10 plages (30 en hiver)	NA	0,076 m-3/jour/100m (taux d'échouage)	80-94	MerTerre 2013 - (www.mer-terre.org)
Turquie	Plages, macrodéchets	2008-2009	10 plages	NA	0.085 to 5.058 items m ²	91	Topçu <i>et al.</i> , 2013
Espagne	Plages, macrodéchets	2013-2014	12 plages, 100m de transects, 4 suivis/an	NA	11-2263 items/100 m (2013) 27-1955 items/100 m (2014)	66 (2013) 62 (2014)	(http://www.magrama.gob.es/costas/temas/proteccion-medio-arino/actividades-humanitas/basuras-marinas/)

Lieu	Compartment environnemental	Date	Échantillonnage	Profondeur	Densité de déchets (min-max)	% plastiques	Références
Espagne-Méditerranée	Plages, macrodéchets	2013-2014	27 plages	NA	11-2137 items/100 m	48.6	Projet MARNABA (http://vertidoscero.com/Marnoba_AVC/result.htm)
Croatie (île Mjet)	Plages, macrodéchets	2007	NA	NA	NA	80	Cukrov & Kwokal, 2010
Grèce, mer Ionienne	Plages, macrodéchets	2014-2015	6 plages	NA	Mean: 0.715 items/m ² (intervalle: 0.03 – 6.38)	84.6	DeFishGear/ MIO-ECSDE/in press
Italie, côte Adriatique nord-ouest	Plages, macrodéchets	2015	2 plages	NA	Mean: 1.139 items/m ² (intervalle: 0.771 – 1.507)	95	DeFishGear/ISPR / in press
Méditerranée (15 pays)	Plages, macrodéchets	2002-2006	plages	0	NA	>60	ICC, in UNEP, 2011
Grèce	Plages, macrodéchets	2006-2007	80 plages	0	NA	43 (2006) 51 (2007)	Kordella <i>et al.</i> , 2013
Espagne (Murcie)	Plage, microplastiques	2012	1 plage	0	2245 microplastiques/ m ²	100	http://surf-and-clean.com/microplasticos/
France	Plages, microplastiques	2011	15 plages	0	2920 microplastiques/ m ² (0-8000; couche 0-10cm)	100	Klosterman <i>et al.</i> , 2012
Grèce	Plages, microplastiques	2012	12 plages	0	10-977 items/ m ² (2-4 mm) 20-1218 items/ m ² (1-2 mm)	100	Kaberi <i>et al.</i> , 2013
Slovénie	Plage, microplastiques	2014-2015	2 échantillons,	3-5 cm	grands: 516±224 items/ kg petits: 616 ± 325 items/ kg	> 90	DeFishGear/ Institute for Water of the Republic of Slovenia/in press
Slovénie	Sédiments, microplastiques	2014	27 stations	50 m Maximum	3-80/100g	nd	Bajt <i>et al.</i> , 2015
Canal de Kerch / Mer noire	Surface de la mer, macrodéchets	Avant 2008	Visuel (aérien)	Surface	66 / km ²	nd	BSC, 2007
Côte Ligurienne	Surface de la mer, macrodéchets	1997-2000	Visuel	Surface	1,5-25/ km ²	nd	Aliani & Molcart, 2011
France	Surface de la mer, macrodéchets	2013	Waveglider	0-4,5m	40,5/ km ²	100	Galgani <i>et al.</i> , 2013 (CIESM)
Slovénie	Macro-déchets/ surface de la mer	2011	Visuel	Surface	1,98 / km ²	90	Vlachogianni & Kalampokis, 2014
Slovénie	Surface de la mer, macrodéchets	2014-2015	2 échantillons, 5 transects, observation visuelle de déchets flottants >2.5cm	Surface	0,0013 items / m ²	100	DeFishGear/ Institute for Water of the Republic of Slovenia/in press
Adriatique	Surface de la mer (haute mer), macrodéchets (>20cm)	hiver 2015	Transect linéaire fixe, répété, échantillons (n=7) 1.600 km au total	A	3,79± 0,71 items/km ²	87,6	DeFishGear/ MIO-ECSDE & Accademia Leviatano/in press

Lieu	Compartiment environnemental	Date	Échantillonnage	Profondeur	Densité de déchets (min-max)	% plastiques	Références
Mer ionienne	Surface de la mer (haute mer), macrodéchets (>20cm)	hiver 2015	Transect linéaire fixe, répété, échantillons (n=7) 1.200 km au total	N/A	2,53± 1,01 items/km ²	89,2	DeFishGear/ MIO-ECSDE & Accademia Leviatano/in press
Adriatique/Eaux grecques	Surface de la mer, macrodéchets	Since 2008	Visuel	Surface	5,66/km ²		Vlachogianni & Kalampokis, 2014
Egée/Bassin Levantin	Surface de la mer, macrodéchets	Since 2008	Visuel (172.8 km2)	Surface	2,1/km ²	83	PNUE, 2011
France	Surface de la mer, macrodéchets flottants	2006-2008	Visuel	Surface	3,13/km ²	85	Gérigny et al., 2012 and données non publiées (Ecoocean.org)
Grèce	Surface de la mer, macrodéchets	Non disponible	Visuel	Surface	2.1 items/km ²	83	HELMPEA (Grèce) in PNUE, 2011
Nord ouest Méditerranée	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2011-2012	41 échantillons/Manta/maillage 330µm	Surface	130 000/km ²		Faure et al., 2015
Nord ouest Méditerranée	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2010	40 échantillons/Manta/maillage 330µm	Surface	115 000/km ²	> 90	Collignon et al., 2012
Ouest Sardaigne	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2012	30 échantillons/Manta/maillage 330µm	Surface	150 000 items/km ²		De Lucia et al., 2014
Mediterranee	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2015	39 échantillons/Manta/maillage 330µm		243 853 items/km ² (423 g km-2)		Cozar et al., 2015
Slovénie	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2012-2014	17 échantillons/Manta/maillage 330µm	Surface	471 900 items/km ² (13 900-3 098 000)	80% polyéthylène	Palatinus et al., 2015
Slovénie	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2014-2015	2 échantillons d'embouchure de rivière/Manta/308µm mesh	Surface	embouchure de rivière: moyenne= 228 046 ± 30 060 items/km ² en surface: moyenne= 287 924 ± 52 979,5 items/km ²	> 90	DeFishGear/ Institute for Water of the Republic of Slovenia/in press
Italie/Nord Adriatique	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2014	11	Surface	63 175 items/km ² (27,3 g/km ² , max 128 800)		Mazziotti et al., 2015
Italie/Nord Adriatique	Surface de la mer, micro plastiques flottants	2013	29	Surface	1 050 000 items/km ² (100 000-4 860 000), 442g/km ²	41% polyéthylène	Suaria et al., 2015
Malte	Plateau	2005	44 traits (chalut, maille 20 mm)	50-700	102	47	Misfud et al., 2013
canal Sicile/ Tunisie	Plateau	1995	chalut (pêcheurs)	0-200 m	401/km ²	75	Cannizarro et al., 1995
Adriatique	Plateau	1997	12 traits (chalut, maille 20 mm)	0-200 m	378 +/- 251/km ²	69,5	Galgani et al., 2000
Adriatique nord et centre	Plateau	2005-2010	chalut	0-200m	5-34 kg/ km ²	NA	From Vlachogianni & Kalampokis, 2014

Lieu	Compartiment environnemental	Date	Échantillonnage	Profondeur	Densité de déchets (min-max)	% plastiques	Références
Montenegro	Plateau/ pentes	2009	chalut	48 - 746 m	6-59% des prises totales	NA	Petrovic & Marcovic, 2013
Slovénie	Eaux peu profondes	2013	plongée	0-25m	Na	55	From Vlachogianni & Kalampokis, 2014
France	Fond, pentes	2009	17 canyons, 101 sites(ROV)	80-700m	3,01/km échantillonné (0-12)	12 (0-100)	Fabri et al., 2013
Mer Thyrrénienne	Fond (zones de pêche)	2009	6 x 1.5 ha échantillons, (chalut, maille 10mm)	40-80m	5 960 ± 3 023/km ²	76	Sanchez et al., 2013
Espagne-Méditerranée	Fond (zones de pêche)	2009	chalut (pêcheur)	40-80m	4 424 ± 3 743/km ²	NA	Sanchez et al., 2013
Méditerranée	Fond, bathyal/ abyssal	2007-2010	292 traits (chalut à perche, maille 12 mm)	900-3000m	0,02- 3 264,6 kg/ km ² (dont scories)	nd	Eva-Ramirez, 2013
Slovénie	Fond, macrodéchets	2014-2015	2 échantillons, 5 sites, sur chacun : transects de 100mx8m	2-17m	0 – 7500 items/km ²	67	DeFishGear/ Institute for Water of the Republic of Slovenia/in press
Turquie/bassin Levantin,	Fond, bathyal	2012	32 traits (chalut, maille 24 mm)	200-800m	1 150- 2 762/km ² (max à 2,186 kg)	81.1	Güven et al., 2013
Turquie Nord Est Egée,	Plateau	2010-2012	132 traits (2.5 nds)	20-180	72(1-585 kg)/heure	73	Eryasar et al., 2014
Méditerranée, sud de la France	Plateau & canyons	1994-2009 (16 years study)	90 sites (chalut, 0.045 km2/tow)	0-800 m	76-146/ km ² (0-2540)	29.5 -74	Galgani et al., 2000 & données non publiées
Grèce	Plateau	Before 2004	59 sites	30-200	4900/km ²	55.5	Katsanekakis & Katsarou, 2004
Grèce	Plateau	2000-2003	54 traits (chalut, maille 1,5 mm)	30-200	72-437/km ²	55,9	Koutsodendris et al., 2008
Grèce	Fond (zones de pêche)	2013	69 traits (maille 50mm)	50-350	1 211 ± 594 items/km ² (Golfe de Saronique)	95,0±11,9 (Golfe Saronique)	loakeimidis et al., 2013
bassin Levantin (Chypre)	Fond (zones de pêche)	2013	9 traits (maille 50mm)	60-420	24 ± 28 items/ km ²	67,4±7,7	loakeimidis et al., 2013
Mer noire (Baie de Constanta)	Fond (zones de pêche)	2013	16 traits (maille 20mm)	30-60	291 ± 237 items/ km ²	45,2±4,8	loakeimidis et al., 2013
Italie (Nord Thyrrénienne)	Plateau	2010-2011	69 plongées (26 sites, 6.03 km2)	30-300	90 items/ km ² (0- 160)	92 (89% de la pêche)	Angiolillo et al., 2015
Italie (Thyrrénienne)	Bancs rocheux (zones de pêche)	2010-2011	Observations par ROV	70-280 m	0,0029/km2	-	Bo et al. (2014)
Italie, Adriatique nord-ouest	Fond	2014	16 x 5,7 ha échantillons (chalut, maille 24 mm)	20-30 m	moyenne= 721 items/km2 (intervalle: 99 – 3 036)	92	DeFishGear/ISPRA/ in press

3 IMPACT DES DECHETS MARINS EN MEDITERRANEE



Les déchets affectent la vie marine à différents niveaux organisationnels et leur impact varie selon les espèces cibles ou les populations, les conditions environnementales, et la région ou le pays considérés.

La notion de préjudice elle-même n'est pas évidente, car aucune des unités de mesure acceptables n'a été définie. Même les parties les plus reculées de la Méditerranée sont affectées par les déchets marins avec des impacts différents sur l'environnement et les communautés côtières. Les déchets sont une source majeure de pollution esthétique, et peuvent avoir une incidence sur les écosystèmes marins écologiquement mais aussi chimiquement et une incidence sur les activités socio-économiques, le tourisme et la pêche. Les déchets marins peuvent aussi mettre en danger la santé et la sécurité humaines.

Le problème est aggravé par le fait qu'un pourcentage très élevé de déchets marins, non seulement ne se dégrade pas rapidement dans l'environnement (métal, plastique) et mais peut contribuer à la pollution de l'environnement marin par pollution secondaire (libération de substances chimiques).

3.1. IMPACT SUR LA FAUNE SAUVAGE

Comme les déchets marins affectent différents compartiments écologiques, l'étude de leur impact sur le biote marin à tous les niveaux trophiques sur la même échelle temporelle et spatiale est d'une importance croissante. En ce qui concerne la biodiversité, il est essentiel de concentrer les recherches sur les espèces sensibles telles que les tortues et les mammifères

marins, les oiseaux de mer, et les filtreurs, invertébrés ou poissons qui peuvent ingérer des micro plastiques. Des protocoles doivent également être mis au point pour évaluer les signes d'alerte précoces sur les espèces et les habitats clés (Deudero & Alomar, dans la CIESM, 2014). En outre, l'identification des interactions entre les déchets et la faune dépend fortement des méthodes de collecte de données. Par exemple, la plupart des données sur les poissons, les tortues et les cétacés sont fournies par l'analyse des contenus digestifs des individus échoués ou capturés accidentellement et reflètent seulement une faible part des interactions réelles qui peuvent survenir. L'effet des déchets marins sur les populations marines est difficile à quantifier car un nombre inconnu des animaux marins qui meurent en mer peut couler rapidement ou être consommé par les prédateurs, ce qui les soustrait à leur détection potentielle. Il existe un besoin urgent de nouvelles méthodes pour évaluer de façon non biaisée les taux de mortalité et les effets sur la dynamique des populations des nombreuses espèces touchées.

Jusqu'à présent, 79 études ont étudié les interactions des organismes marins avec les déchets marins (principalement de plastique) dans le bassin méditerranéen (Deudero & Alomar, in CIESM, 2014). Ces études couvrent un large éventail de profondeurs (0 à 850 m) et une grande échelle temporelle (1986-2014), et identifient une vaste gamme d'espèces affectées par les déchets allant des invertébrés (polychètes, ascidies, bryozoaires, éponges, etc.), aux poissons, reptiles et cétacés. Les effets identifiés dans ces études ont été classés en: emmèlement, ingestion, et colonisation et transport.

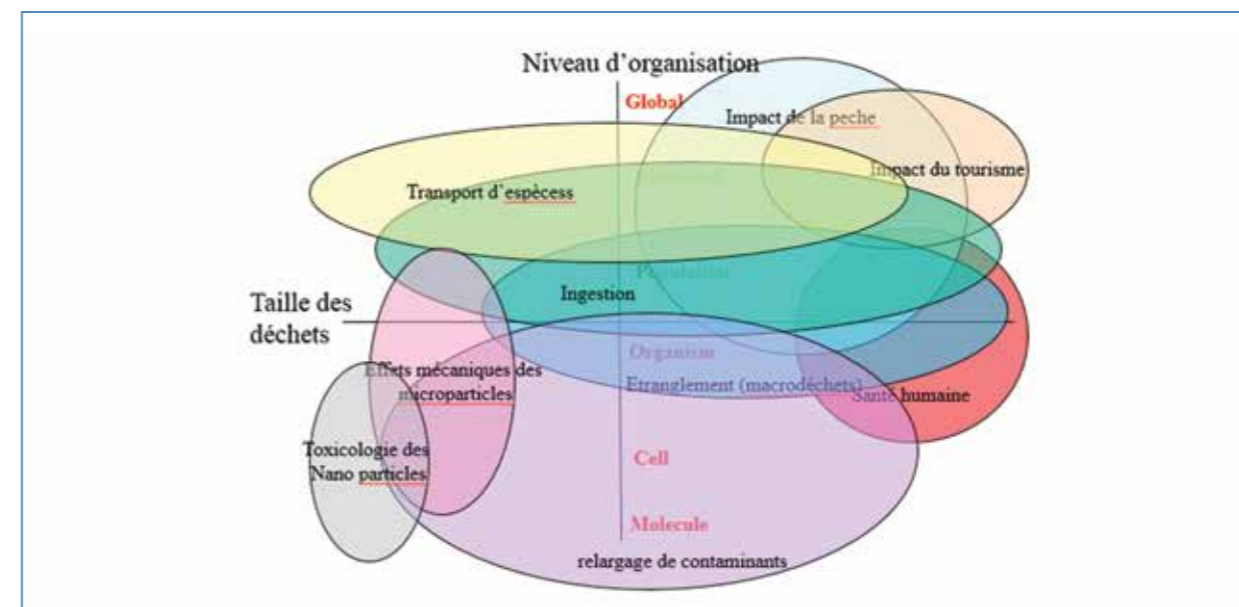


Figure 3: Représentation schématique des différents types d'impacts en relation avec la taille des déchets marins et le niveau d'organisation biologique.

3.1.1 Emmêlement/Impact des engins de pêche abandonnés

En 2015, 340 publications originales ont signalé des interactions entre les organismes et les déchets marins et 693 espèces, la conséquence la plus importante étant l’emmêlement (Gall et Thompson, 2015). Les oiseaux représentaient près de 35% de la faune emmêlée suivis par les poissons (27%), les invertébrés (20%), les mammifères (presque 13%) et les reptiles (près de 5%). Les lignes de pêche à monofilament abandonnées sont peut-être le déchet le plus dangereux, car il représente 65% des emmêlements observés lors de la campagne ICC en 2007. En fait, les engins de pêche abandonnés, qui comprennent les lignes de pêche, filets, orins, leurres, bâtons lumineux, et les pièges et nasses à crabe/homard/poisson, représentaient 72% de toutes les observations d’emmêlement. Les engins de pêche perdus peuvent avoir un impact sur l’environnement de nombreuses et différentes façons, y compris (i) la poursuite de la capture des espèces cibles, (ii) la capture de poissons et crustacés non ciblés, (iii) l’emmêlement de tortues, mammifères, oiseaux et poissons de mer dans des filets perdus et des déchets, (iv) l’ingestion de déchets liés aux engins de pêche par la faune marine (v) l’impact physique des engins sur l’environnement benthique, et (vi) l’introduction des produits de dégradation dans la chaîne alimentaire. Les facteurs qui compliquent l’analyse des données d’emmêlement ont été décrits dans le projet FANTARED (tableau 3.1.1a).

Il existe un manque général de données disponibles sur la faune marine en Méditerranée. Pour les cétacés, les facteurs qui peuvent contribuer à l’emprisonnement des organismes dans les engins de pêche fantômes (Bearzi, 2002) incluent (1) la présence d’organismes dans les filets ou à proximité (2) la turbidité de l’eau rendant

l’engin de pêche moins visible; (3) le bruit ambiant dans l’environnement marin, peut masquer ou brouiller les échos produits par les engins de pêche, et (4) la capacité de détecter les filaments des filets par écholocation. En outre, le manque d’expérience des individus juvéniles ou immatures peut les rendre plus vulnérables à une capture dans les filets maillants. Les types d’impacts sont différents, y compris l’ingestion des morceaux de filet perdus (Alon et al., 2009).

En Méditerranée, le phoque moine interagit avec les engins de pêche statiques (Cedrian, 2008). En mer Ionienne Nord, les pêcheurs de Zante déplorent un préjudice global de 4,96% sur 1632 filets calés. L’emmêlement dans les filets fantômes est par conséquent un impact probable, même s’il n’est pas décrit précisément pour l’instant, en particulier dans les eaux très côtières. Les engins fantômes peuvent également endommager les habitats benthiques et peuvent potentiellement présenter des risques de sécurité pour les pêcheurs, si ces engins s’emmêlent avec des engins de pêche actifs.

Plus généralement, un préjudice prouvé peut ne pas être utile à des fins de suivi car les organismes peuvent continuer à voyager sur des distances considérables après s’être emmêlés dans des cordages, filets et lignes, transformant ainsi les engins de pêche actifs en déchets marins. En conséquence, la surveillance des impacts sur la faune marine porte principalement sur les déchets ingérés, en raison des difficultés à distinguer l’enchevêtrement dans les déchets et dans des engins de pêche actifs. Les difficultés actuelles d’interprétation des données, ainsi que les faibles nombres d’animaux échoués signalés et les problèmes associés à l’évaluation des risques à grande échelle en raison de la rareté des échouages, signifie cette approche ne peut être

utilement appliquée à des domaines spécifiques et sur la base de prises de décisions (Galgani et al., 2013 et 2014). La recherche peut contribuer à l’élaboration de nouveaux indicateurs de l’emmêlement, plus spécifiques. (Votier et al., 2011). A titre d’exemple, des lignes directrices sont en cours d’élaboration pour les déchets présents dans les nids d’oiseaux de mer, comme source d’emmêlement car ces déchets ne peuvent provenir d’engins de pêche actifs. Même si quelques travaux de recherche sont nécessaires pour définir les comportements, les saisons de reproduction et les types de déchets apportés dans les nids par les oiseaux marins, des espèces comme les Cormorans huppés (*Phalacrocorax aristotelis*) sont prometteuses en ce qui concerne la surveillance de la Méditerranée. L’espèce est très commune dans tout le bassin et elle niche dans les zones côtières de la plupart des pays européens et nord-africains, ainsi que sur la côte de la mer Noire.

3.1.2. Ingestion

On estime que plus de 62 millions de déchets flottent en Méditerranée (Suaria et aliani, 2014) et ceux-ci peuvent affecter les organismes marins par des effets indirects sur leur santé, tels que ceux qui surviennent après l’ingestion. En outre, certaines espèces qui se nourrissent sur le fond peuvent également ingérer des déchets directement à partir des fonds marins. Au-delà de l’impact direct sur la survie, l’ingestion des déchets provoque des effets sub-létaux liés, par exemple, à la diminution de la nourriture naturelle à l’intérieur de l’estomac et donc la quantité de nutriments absorbés, ou à l’ingestion de substances toxiques adsorbées sur ou libérées directement par la matière plastique (Gregory, 2009). Ces substances peuvent agir comme des perturbateurs endocriniens et

peuvent donc compromettre l’état des individus (Teuten et al., 2009; Rochman et al., 2013 et 2014).

On a répertorié que plus de 180 espèces marines absorbaient des déchets de plastique, parmi lesquelles différentes espèces d’oiseaux de mer (Van Franeker et al., 2011), de poissons (Boerger et al., 2010), de mammifères marins (de Stefanis et al., 2013), y compris des espèces du plancton (Cole et al., 2014). On a également observé que toutes les espèces de tortues marines de Méditerranée, listées comme vulnérables ou menacées à l’échelle mondiale (IUCN 2013), ingèrent des débris. Sauf dans le cas d’occlusions (tortues marines, mammifères etc.) ou de stockage par certaines espèces (Procellariiformes), les particules non digestibles sont en général excrétées dans les matières fécales chez toutes sortes d’organismes. Néanmoins, un certain nombre d’effets nocifs des déchets ingérés ont été rapportés; les effets les plus graves sont l’occlusion du tube digestif et les lésions internes par des objets tranchants, qui peuvent entraîner la mort (Katsanevakis, 2008).

Les effets sub-létaux causés par l’ingestion des déchets marins peuvent grandement affecter les populations à long terme. L’un de ces effets sub-létaux potentiels est une diminution de l’appétit, et la dilution des éléments nutritifs, l’apport de nutriments étant plus faible lorsque des déchets occupent une partie de contenu digestif. Cela peut avoir des conséquences graves sur le plan de la population, comme la réduction des taux de croissance, de plus longues périodes de développement à des tailles plus vulnérables à la prédation, une réduction de la reproduction, et une diminution des taux de survie (McCaughey et Bjorndal, 1999). Ces effets sub-létaux des déchets marins et leurs impacts au niveau de la population doivent être approfondis.

Tableau 3.1.1a: Facteurs compliquant l’analyse des tendances d’emmêlement en mer.

Détection	Echantillonnage et biais de détection
L’emmêlement se produit sous forme d’évènements isolés dispersés sur une large aire de répartition.	Pratiquement aucun échantillonnage direct, systématique en mer n’a été réalisé et il y a peu d’études menées sur un long terme
Les déchets responsables de l’emmêlement ne sont pas facilement visibles sur les animaux vivants en mer parce que les animaux peuvent n’être que partiellement visibles à de grandes distances	Les méthodologies d’échantillonnage sont inadéquates
Les animaux morts sont difficiles à repérer car ils flottent juste en dessous de la surface et peuvent être dissimulés dans des amas de déchets	Les échouages représentent une part inconnue du nombre total d’évènements d’emmêlement
Les animaux morts par emmêlement peuvent disparaître rapidement en coulant ou du fait de la prédation	Les dénombrements sur le rivage d’animaux vivants emmêlés sont biaisés car ils ne prennent pas les survivants en mer affectés par de petits débris
	Les animaux emmêlés passent moins de temps près du rivage et davantage de temps à se nourrir en mer
	Certains enchevêtrements reflètent les interactions avec des engins de pêche actifs plutôt qu’abandonnés
	Beaucoup de résultats non publiés ou anecdotiques
	Existence de données récentes seulement

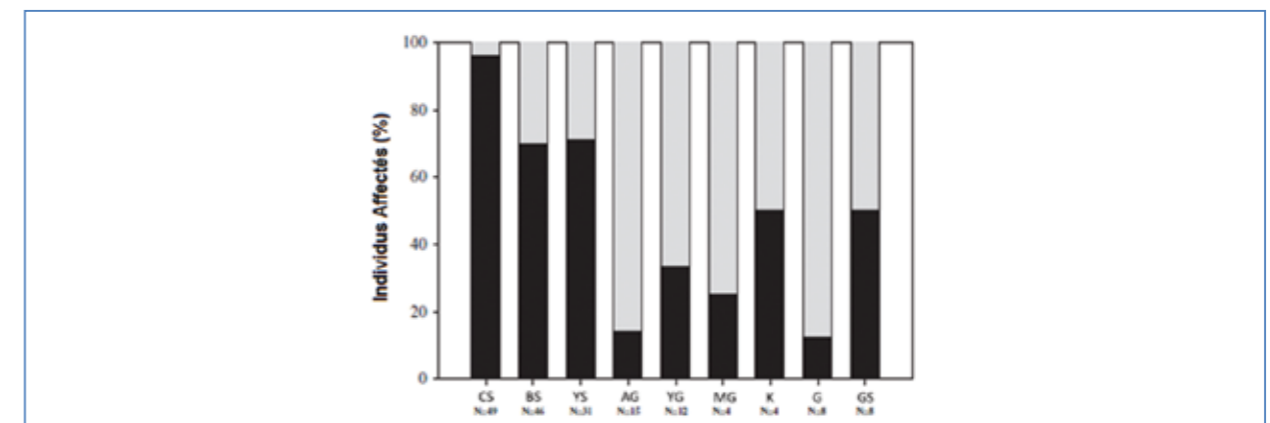


Figure 3.1.2a: Evaluation de l’ingestion de plastique chez plusieurs espèces d’oiseaux de mer de Méditerranée (d’après Codina et al., 2013). Dans cette première évaluation, les quantités de plastiques ont été mesurées dans l’estomac de 171 individus de 9 espèces accidentellement capturées par les palangres dans l’ouest de la Méditerranée, entre 2003 et 2010. Sans qu’on ait mis en évidence de différences dans les caractéristiques des plastiques ingérés, ni entre les sexes, ce sont les puffins cendrés *Calonectris diomedea* (CS) qui ont présenté l’occurrence la plus élevée (94%) et le plus grand nombre de petites particules de plastique par oiseau touché, suivie par les puffins yelkouan (YS) (*Puffinus yelkouan*, 70%), et les puffins des Baléares (BS) (*Puffinus mauretanicus*, 70%). L’occurrence chez d’autres espèces était inférieure à 33% (AG= goéland d’Audouin, *Ichthyophaga melanocephala*; YG = goéland leucophaea, *Larus michahellis*; MG = mouette mélanocéphale, *Ichthyophaga melanocephalus*; K = mouette tridactyle, *Rissa tridactyla*; G = fou de bassan, *Morus bassanus*; GS = grand labbe, *Catharacta skua*).

On a observé que les impacts sur les poissons variaient considérablement en fonction de leurs compartiments écologiques. *Boops boops*, les Myctophidés, *Coryphaena hippurus*, *Seriola dumerilii*, *Schedophilus ovali* et *Naucrates ductor* sont parmi les espèces les plus fortement touchées (Deudero & Alomar, 2014). Récemment Teresa *et al.* (2015; sous presse), ont identifié que les thons et espadons de Méditerranée étaient des espèces cibles avec la présence de micro, méso et de plus grands plastiques dans plus de 18% des échantillons. Enfin, les bioindicateurs locaux des microplastiques au fond de la mer Méditerranée (*Mullus barbatus*, *Solea* sp.) et près des rivages côtiers (*Mytilus galloprovincialis*, *Arenicola marina*, Holothuries) présentent un certain intérêt pour une meilleure compréhension des préjudices subis par les espèces, en raison de leurs modes d'alimentation, détritivores ou filtreurs. Typiquement, les taux élevés de filtration des moules expliquent les taux d'ingestion élevés de microplastiques (Van Cauwenberghe *et al.*, 2014). L'ingestion de déchets par un large éventail de baleines et de dauphins est également connue, mais les taux d'incidence connus sont généralement faibles, de l'ordre de un pour cent, sauf dans certains cas d'ingestion accidentelle d'animaux se nourrissant sur les fonds marins. Les grands organismes marins filtrants résidant en Méditerranée, tels que les baleines à fanons et les requins, peuvent ingérer des microplastiques en se nourrissant par filtration; en raison des grandes quantités d'eau filtrées à chaque bouchée (environ 70 000 litres d'eau pour *Balaenoptera physalis*), ces organismes pourraient être exposés aux risques causés par l'ingestion et la dégradation de microplastiques comme le suggère la présence d'additifs de plastique (par exemple les phtalates) dans les tissus des animaux échoués et les échantillons de peau prélevés par biopsie sur les animaux en mer (Fossi *et al.*, 2012).

La tortue caouanne (*Caretta caretta*) est le Chélonien marin le plus abondant en Méditerranée (Camedda *et al.*, 2014; Casale et Margaritoulis, 2010) et peut ingérer des sacs en plastique qu'elle confondrait avec des méduses (Mrosovsky *et al.*, 2009) quand elle se nourrit dans des habitats néritiques et offshore. Cette espèce est très sensible aux déchets marins et l'une des plus étudiées. Bien que la caouanne soit capable d'ingérer toutes sortes de déchets, les objets en plastique semblent être plus fréquemment ingérés que les autres types de déchets marins. Différentes études menées en Méditerranée (Lazar & Gracan, 2011; Campani *et al.*, 2013; Camedda *et al.*, 2014) ont démontré, comme pour d'autres mers et océans, que le plastique est le plus fréquent des débris anthropiques ingérés. On n'observe pas de différence entre les déchets trouvés dans les tortues de mer échouées lors des autopsies, et ceux excrétés par les animaux hospitalisés (Camedda *et al.*,

2014), l'analyse montrant une homogénéité en ce qui concerne l'abondance totale, le poids et la composition des déchets entre les individus vivants et morts.

Les fragments de plastique et d'autres matériaux anthropiques peuvent être directement responsables de l'obstruction du tube digestif, (Bugoni *et al.*, 2001 ; Di Bello *et al.*, 2006) et de la mort des tortues marines (Bjorndal *et al.*, 1994). En outre, la longue durée de rétention des débris de plastique dans l'intestin peut provoquer la libération de substances chimiques toxiques (par exemple les phtalates, PCB) qui peuvent agir comme des perturbateurs endocriniens et peut donc compromettre la condition physique des individus (Teuten *et al.*, 2009).

Les espèces de tortues de mer ont des modes de vie selon les différents stades de leur vie; elles peuvent ainsi fréquenter des domaines différents où elles se nourrissent de proies épipelagiques ou benthiques, dans les zones océaniques et néritiques. Au stade précoce de la vie les tortues marines sont probablement essentiellement inactives, et peu à peu commencent à nager et à être capables de plonger dans des eaux peu profondes. Ensuite, les adultes utilisent le fond de la mer et la colonne d'eau pour s'alimenter (Casale *et al.*, 2008 ; Lazar *et al.*, 2010). On a observé que certaines caouannes adultes étaient fidèles à leurs aires d'alimentation néritiques qui peuvent être les mêmes que celles où elles ont été recrutées au stade juvénile (Casale *et al.*, 2012); elles sont ainsi susceptibles d'ingérer des déchets dans différents types d'habitats au cours de leur vie.

Le passage de la phase pélagique à la phase néritique se produit à différentes tailles selon les populations, en Méditerranée lorsque la longueur courbe de la carapace est d'environ 40 cm (Casale *et al.*, 2007). Si certaines études ont rapporté que les petites tortues océaniques sont plus susceptibles d'ingérer des débris que les grandes tortues, la plupart des résultats obtenus en Méditerranée ont montré que les spécimens adultes de Caouanne présentaient des valeurs plus élevées de déchets marins par rapport aux juvéniles (Campani *et al.*, 2013). Les individus adultes sont capables de distinguer les couleurs pour trouver de la nourriture, mais les adultes comme les jeunes ingèrent des matières plastiques «prélevées» sur la surface de la mer comme dans la colonne d'eau.

La tortue caouanne, *Caretta caretta*, présente une grande tolérance à l'ingestion des déchets anthropique et l'espèce est généralement capable d'excréter ces objets (Casale *et al.*, 2008; Frick *et al.*, 2009). Camedda *et al.* (2014) a observé que les tortues marines excrétaient des matériaux anthropiques dans les fécès après plus d'un mois d'hospitalisation, la plupart des déchets étant expulsés dans les 2 premières semaines. Les études sur

la durée de transit des substances dans le tractus gastro-intestinal des tortues caouannes ont démontré que les matériaux (comme des sphères de polyéthylène) sont expulsés en environ 10 jours (Valente *et al.*, 2008). Par conséquent, ces auteurs concluent que compte tenu de la distance moyenne couverte en 10 jours par *C. caretta*, les déchets excrétés dans les bassins pendant l'hospitalisation sont susceptibles d'avoir été ingérés à une distance de moins de 120 km (Camedda *et al.*, 2014).

3.1.3 Transport d'espèces/Nouveaux habitats.

On constate que les organismes dans la plupart des cas utilisent les éléments de déchets dans les océans pour s'y abriter, y adhérer, s'y installer sur et se déplacer vers de nouveaux territoires (Barnes, 2002; Gregory, 2009). Ce type de dispersion n'est pas vraiment nouveau puisque les bois morts, les cendres, noix de coco ou autres fruits flottants sont des moyens qui ont favorisé la colonisation par voie de mer pendant des millions d'années. Cela est toutefois devenu un véritable problème en raison de la récente prolifération des particules flottantes, principalement en plastique. Ainsi, 250 milliards de microplastiques flottants en Méditerranée (Collignon *et al.*, 2012) sont tous des transporteurs potentiels pour des espèces exotiques nuisibles et des espèces dites «envahissantes» (Maso *et al.*, 2003).

Comme décrit par Katsanevakis *et al.* (in CIESM, 2014) les premiers animaux à coloniser les surfaces en plastique à la mer après les biofilms de microorganismes sont des

filtreurs (Polychètes, Bryozoaires, Hydraires et Balanes). Les organismes unicellulaires sont également présents sur les déchets flottants. Foraminifères, Diatomées, Dinoflagellés, y compris d'espèces nuisibles (Maso *et al.*, 2003), Coccolithophoridés, Radiolaires et Ciliés sont fréquemment observés ainsi que des algues dont de nombreuses espèces sont largement décrites (Carson *et al.*, 2013, Collignon *et al.*, 2014) avec une distribution «en plaques» affectée par des facteurs tels que l'emplacement, la température, la salinité, l'abondance de plancton, la concentration en plastique (Carson *et al.*, 2013). L'abondance de certaines espèces peut être augmentée avec la rugosité et la taille des fragments, en particulier sur les polystyrènes, et elles peuvent bénéficier de conditions locales telles que la lumière ou la présence de nourriture. Des charognards et des prédateurs mobiles, tels que des crustacés Péracaridés et des crabes colonisent les déchets flottants progressivement et finalement, il peut y avoir une grande variété d'autres animaux sur ces supports. Le plastique peut être entièrement recouvert en quelques mois. La plupart sinon tous les colonisateurs croissent jusqu'au stade adulte et, dans des conditions appropriées, peuvent se reproduire - de sorte que le radeau devient une source de larves (qui peuvent par exemple coloniser d'autres plastiques à proximité). Cela peut changer radicalement le sens, la propagation des espèces exotiques et leurs chances à se propager et à s'établir avec succès. A titre d'exemple, parmi les nombreuses espèces de faune trouvées sur les plastiques flottants échantillonnés dans le Nord-Ouest

Tableau 3.1.2a: taux d'ingestion de déchets par les tortues marines en Méditerranée. La taille des tortues est donnée en longueur courbe de carapace (LCC). nc = non connue.

Zone	Date	Taille (LCC)	Nombre d'individus morts	Avec déchets ingérés (%)	Nombre d'individus vivants	Avec déchets ingérés (%)	Nombre d'individus total	Avec déchets (%)	Références
Sardaigne (E&W)	2008-2012	21-73	30	20	91	12	121	14,04	Camedda <i>et al.</i> , 2013
Toscane	2010-2011	29-73	31	71			31	71	Campani <i>et al.</i> , 2013
Adriatique	2011-2004	25-79	54	35,2			54	35,2	Lazar & Gracan, 2011
Espagne	nd	34-69	54	79,6			54	79,6	Tomas <i>et al.</i> , 2012
Lampedusa	2001-2005	25-80	47	51,5	33	44,7	79	48,1	Casale <i>et al.</i> , 2008
Malte	1988	20-69			99	20,2	99	20,2	Grammentz, 1988
France	2011-2012	nc	2	0	54	24	56	19,6	Dell'Amico & Gambaiani, 2012
France	2003-2008	nc	20	36			20	36	Claro & Hubert, 2011
Baléares	2002-2004	36-57	19	37,5			19	37,5	Revelles <i>et al.</i> , 2007
Linosa	2006-2007	26,7-69					32	93,5	Botteon <i>et al.</i> , 2012
Italie/Espagne (Murcie)	2001-2011	nc			155	50	155	50	Casini <i>et al.</i> , 2012

de la Méditerranée, un nombre substantiel de spécimens d'une seule espèce de foraminifères benthiques, *Rosalina globularis*, a été trouvé (Jorissen *et al.*, Dans la CIESM, 2014), car c'est l'un des rares foraminifères planctoniques avec un stade planctonique (*Tretomphalus*), ce qui permet la colonisation de plastiques flottants lors de la reproduction sexuée et la dispersion des gamètes à la surface possible uniquement une partie du temps, lorsque la température est supérieure à 18 °C.

Bien qu'il existe de nombreuses études sur la colonisation de panneaux de plastique fixes, le processus de colonisation des déchets marins flottants et la succession écologique qui s'y rapporte nécessite des recherches, car ces processus sont fondamentalement différents par rapport aux structures fixes en plastique submergées (interaction avec l'atmosphère, les effets des conditions météo, lumière directe du soleil, etc.).

La grande disponibilité de déchets flottants peut aider le transport des espèces au-delà de leurs limites naturelles et leur introduction dans des environnements où elles étaient auparavant absentes (CIESM, 2014). Barnes (2002) a estimé que les déchets humains fait plus que doubler les possibilités de transport pour les organismes vivants, aidant ainsi la dispersion des espèces exotiques. Ce rôle est mal compris, en particulier en mer Méditerranée, au point que les déchets marins n'ont pas été inclus en tant que vecteur potentiel d'introduction d'espèces exotiques dans les dernières évaluations sur les voies primaires d'introduction (Zenetos *et al.*, 2012; Katsanevakis *et al.*, 2013; Galil *et al.* 2014; Nunes *et al.*, 2014) où la navigation, les couloirs (Canal de Suez et de corridors terrestres), l'aquaculture et le commerce de l'aquariologie ont été identifiés comme les principales voies d'introduction de ces espèces. Toutefois, comme indiqué par la CIESM (2014), treize espèces exotiques à la Méditerranée sont connues pour coloniser des déchets flottants ailleurs dans le monde. En outre, plus de 80% des espèces exotiques connues en Méditerranée auraient été introduites en colonisant des déchets marins ou pourraient potentiellement utiliser les déchets pour étendre leur distribution géographique (invasion secondaire). Dans de nombreux cas, le plastique peut être colonisé plus facilement que les coques de navire (métal), et des déchets peuvent arriver en Méditerranée par le canal de Suez avec le potentiel non négligeable de servir de radeau aux organismes de la mer Rouge (Galil *et al.*, 1995).

En coulant, les déchets peuvent également avoir un impact sur le milieu marin profond. Ces zones peuvent être affectées par des déchets immergés et des courants profonds parfois soumis à une intensité élevée. Les

déchets, en fournissant des substrats solides et de nouveaux habitats, peut influencer sur la répartition des espèces benthiques, même dans les régions éloignées (Katsanevakis *et al.*, 2007; Mardochée *et al.*, 2011; Bergmann et Klages, 2012 ; Pham *et al.*, 2014).

L'abondance totale et le nombre d'espèces ont tous deux présenté une tendance à la hausse dans les zones touchées, car les déchets offrent un refuge ou des sites de reproduction. Le changement important et progressif de structure des communautés des surfaces touchées en comparaison de témoins, et un processus de succession clair de changement dans la composition de ces communautés des surfaces impactées ont été démontrés (Katsanevakis *et al.*, 2007).

Plus de 40% des matières plastiques sur les sites de chalutage de Méditerranée ont été colonisées par des biofilms de micro-organismes, et dans certaines régions, jusqu'à 12% des matières plastiques ont été couvertes en totalité par de plus grands organismes, ce qui suggère des effets indirects sur les communautés benthiques (Sanchez *et al.*, 2013).

À ce jour, incrustation de nano- et micro-organismes benthiques ou planctoniques sur les déchets marins n'a pas été décrite dans la profondeur, mais des éponges, anémones de mer, hydrides et coraux Scléactiniaires, polychètes, bryozoaires, mollusques, échinodermes, tuniciers et poissons de roche ont été trouvés fixés sur les déchets des zones ultraprofondes (Ramirez Lodra, 2011, 2012 & 2013; Fabri *et al.*, 2013 ; Sanchez *et al.*, 2013), la plupart d'entre eux étant filtreurs. En conséquence, la présence de déchets marins peut modifier la diversité d'espèces car elle augmente l'hétérogénéité de l'habitat.

Des expériences de terrain menées sur des substrats mous peu profonds (Katsanevakis *et al.*, 2007) ont montré un changement progressif marqué dans la structure de la communauté du fait d'un schéma de succession clair de changement dans la composition de la communauté de la mégafaune, de la mise en place d'une nouvelle compétition intraspécifique et interspécifique pour les substrats durs et les abris, ainsi que de nouvelles interactions prédateur-proie.

Dans l'ensemble, la mer Méditerranée est un réceptacle plutôt qu'une source d'espèces (Katsanevakis, in CIESM, 2014). Les déchets en plastique offrent davantage de possibilités de colonisation, du fait de leur nombre et de la surface totale offerte, de leurs caractéristiques de surface, de la vitesse plus lente de leur déplacement qui favorise l'installation, et ils offrent des possibilités de dispersion plus grandes que les navires voyageant port à port. Les déchets favorisent ainsi la dispersion secondaire après l'entrée primaire des espèces,

principalement par le détroit de Gibraltar et le canal de Suez. En conséquence, cette dispersion en plusieurs endroits diminue les options pour contenir ou éliminer les espèces exotiques, ce qui augmente significativement les risques d'impacts significatifs sur la pêche, l'aquaculture, le tourisme, le traitement de l'eau, etc.

3.2 LES DÉCHETS MARINS ET LA SANTÉ HUMAINE

Les déchets marins, échoués ou flottants, sont considérés comme un problème de santé publique (Sheavily & Register, 2007). Typiquement, les déchets de grosse taille peuvent affecter la humaine du niveau moléculaire (toxicité) et au niveau de l'individu. Des morceaux de verre, des seringues et des déchets médicaux peuvent nuire aux usagers des plages. Sur certaines plages du Royaume-Uni, jusqu'à 4% de blessures par aiguilles sont observés sur les plages (Anonyme, 2012). L'évaluation des dommages est cependant difficile car la plupart des incidents ne sont pas enregistrés et des mesures telles que le nettoyage, la réglementation et l'information du public peuvent éviter les risques associés à ce type de déchets. L'emmêlement peut également constituer une menace pour les nageurs et les plongeurs qui peuvent se prendre dans des déchets submergés ou flottants tels que des filets de pêche et des cordes. Même rare, ce cas est régulièrement signalé avec des filets à monofilament (Mouat *et al.*, 2010). En raison de la toxicité de leurs composants pour la santé humaine, en particulier les plastifiants et additifs (Flint *et al.*, 2012; Oellman *et al.*, 2009) et en raison du relarguage potentiel de produits chimiques toxiques (Thompson *et al.*, 2009 ; Andrady, 2011), les matières plastiques peuvent être considérées comme des substances à risque biologique potentiel. À ce jour, les concentrations en mer de ces substances chimiques et composants restent très faibles (Flint *et al.*, 2012), et peuvent ne pas être pertinentes en termes de toxicité chronique. Le risque pour l'homme est cependant important lorsque l'on considère les entrées accidentelles de déchets, de contenants par exemple, associées à une présence massive de composés toxiques ou de déchets nocifs.

La question des dommages pour la santé humaine liés aux microplastiques fait encore l'objet de discussions. Que l'on se place au niveau individuel ou au niveau de la population, la magnification des déchets ingérés ou microdéchets dans la chaîne alimentaire au travers de la consommation de produits de la mer n'a pas été démontrée. Si des études récentes ont démontré sur les moules (*Mytilus edulis*) des dommages sur les cellules glandulaires digestives après l'ingestion de déchets (Von Moos *et al.*, 2012), l'excrétion de fécès contenant des

granulés de polystyrène est bien documentée chez différentes espèces d'invertébrés planctoniques (Cole *et al.*, 2013) et l'on peut s'attendre à ce que le transit intestinal diminue les risques potentiels de bio magnification des déchets dans la chaîne alimentaire.

En contrepartie, l'introduction de grandes quantités de déchets en plastique, à la fois micro et macro, dans l'environnement océanique au cours du dernier demi-siècle a massivement augmenté la quantité de matériau flottant et par conséquent accru les possibilités de dispersion de nombreux et divers organismes marins. Il est maintenant un substrat abondant pour une colonisation microbienne, physiquement et chimiquement distinct des substrats naturels, et pourrait être le support de communautés microbiennes distinctes. Il a été démontré que différents types de substrats, y compris les lignes de pêche, les hameçons, les bouteilles en plastique et les canettes métalliques adsorbent des agents pathogènes pour les poissons, in vitro (Pham *et al.*, 2012). Les déchets jouant un rôle important dans la formation de biofilms primaires et le transport de bactéries (Zettler *et al.*, 2013; Carson *et al.*, 2013), il se forme un écosystème particulier nommé «plastisphère» dont les conséquences ne sont pas connues (Zettler *et al.*, 2013), de sorte que la question du transport d'agents pathogènes est devenue cruciale en termes d'impact des déchets sur la santé humaine.

3.3. POLLUTION SECONDAIRE PAR LES DÉCHETS MARINS

Ces dernières années, la pollution secondaire par le relarguage des polluants provenant des déchets a été étudiée de façon extensive, y compris en Méditerranée, afin d'estimer la contribution des déchets marins à la pollution de la mer par les contaminants chimiques métalliques ou organiques (Chalkiadaki, 2005, Rochman *et al.*, 2013), et pour comprendre si les déchets, en plus de leurs effets défavorables en tant que débris, agissent comme sources secondaires de pollution, en particulier sur les longues périodes de temps qu'ils prennent à se décomposer. Les résultats des études ont montré que les déchets agissent effectivement comme sources secondaires de pollution. Les additifs des plastiques (PAs) qui peuvent être lessivés hors de la matrice au fil du temps, et exercer des effets toxiques et de perturbation endocrinienne sur les organismes marins lorsque les plastiques sont ingérés (Oehlmann *et al.*, 2009), ainsi que transférer ou augmenter la bioaccumulation des polluants organiques rémanents (persistents) (POPs) peuvent aussi être présents comme une conséquence de la haute capacité de sorption de nombreux plastiques pour des composés lipophiles (Rochman *et al.*, 2013).

Les phtalates ne persistent en général pas dans l'environnement, mais peuvent être relargués des déchets plastiques sur une base régulière. Le di-(2-éthylhexyl) phthalate (DEHP) est le phthalate le plus abondant dans l'environnement mais il est métabolisé en métabolite primaire, le MEHP (mono-(2-éthylhexyl) phthalate), qui peut être utilisé comme marqueur de l'exposition au DEHP (Barron *et al.*, 1989). Les concentrations élevées de ces contaminants associés aux plastiques et nonylphénols, ont été mesurées chez de petits poissons planctoniques et de récentes expériences en laboratoire (Rochman *et al.*, 2014) indiquent qu'ils peuvent élargir la fonction endocrinienne des poissons. Chez les grands organismes filtreurs de Méditerranée (requin pèlerin et roqual commun), Fossi *et al.* (2014) ont montré que la présence de contaminants chimiques nocifs peut être liée à la prise de dérivés de plastiques en filtrant l'eau et en ingérant du plancton. Il existe également un problème croissant en ce qui concerne les contaminants chimiques rémanents, bioaccumulatifs (PBT) et toxiques, tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH) et les pesticides adsorbés sur les plastiques, qui deviennent ensuite des vecteurs de bioaccumulation de ces polluants hautement toxiques dans les tissus

grasseux (Mato *et al.*, 2002; Ogata *et al.*, 2009; Rios *et al.*, 2007; Rochman *et al.*, 2013), ce qui pose un risque à long terme sur l'environnement. Les polymères synthétiques les plus communs dans les échantillons prélevés sur les plages sont le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS) et le polyuréthane (PU).

Les plages situées en aval des usines et/ou des installations portuaires présentent des quantités plus élevées de déchets plastiques, et de microplastiques ainsi que des concentrations plus élevées de POPs (PAH, PCB et DDT). Les PCBs et le DDE s'adsorbent sur les déchets avec un coefficient de partition (Kd) d'environ 100 000-1 000 000 au dessus de l'eau de mer. De même, le phénanthrène (PAH), se concentre sur les déchets plastiques 13 000-fois plus que dans l'eau de mer (Engler, 2012). La plupart de ces produits chimiques peuvent potentiellement affecter les organismes (Teuten *et al.*, 2007) ayant un potentiel de perturbateur endocrinien et affecter la viabilité des populations. Les données des plages des côtes grecques (Karapanagioti *et al.*, 2011) indiquent que les granulés à proximité des installations portuaires peuvent atteindre des concentrations de PAH aussi élevées que le $\mu\text{g g}^{-1}$ montrant des profils de congénères d'origine

Tableau 3.3a: métaux lourds dans les différents déchets collectés sur les plages de l'agglomération d'Athènes (2007-2008). Les données sont exprimées en mg/kg (d'après PNUE, 2011).

	Zn mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg
Emballages en plastique	191± 99	11.6± 7.9	32.4± 22	3.67± 0.85	33.7± 49.0	1.52±3.79
Autres plastiques	637± 816	32.4± 78	237± 757	3.35±1.95	193± 332	7.51±15.4
Textiles	150±88.1	39.8±92.7	35.4±29.1	2.73±2.44	68.3±106	0.22±0.19
Emballages en papier	102±37.9	13.87±14	25.2±8.38	6.43±9.73	13.4±0.44	1.43±4.39
Papier imprimé	68.0±28.4	12.7±6.22	35.7±26.6	3.61±1.34		0.08±0.12
Autres catégories de papier	97.9±49.5	11.6±5.75	10.9±5.95	4.33±2.58		0.08±0.06
Composite	34.9±21.2	6.18±1.41	13.3±7.01	1.96±1.88	1.05±0.74	0.06±0.01
Organique	412± 562	52.5± 39.3	625±1428	12.4±9.61	15.5±22.6	0.92±1.53

Tableau 3.3b: concentrations de métaux (mg/km) mesurées sur les sacs en plastique et mégots de cigarette (3 mois d'extraction en eau de mer) collectés sur une plage grecque (PNUE, 2011). Les échantillons consistent en 1 170 sacs plastiques et 14 083 mégots de cigarette collectés sur les 16 200 m de plages nettoyées par HELMEPA en 2002.

	Cd	Cu	Pb	Zn
Sacs en plastique	0.027-0.54	0.068-220	0.300-1.390	6.70-9.70
Mégots de cigarette	2.50-10.3	156-234	49-87	451-838

pétrogenique La contamination par les PCB est plus élevée dans les granulés anciens que dans n'importe lequel des autres types et les congénères plus chlorés sont à des concentrations plus élevées à proximité des zones urbaines. Les niveaux totaux de DDT les plus élevés sont relevés à côté des usines et des installations portuaires. Bien des taux de toxicité n'aient pas été définis pour les polluants organiques persistants adsorbés sur les particules de plastique, il est probable que des effets existent, certains polluants étant connus pour désorber dans certaines conditions (Endo *et al.*, 2013). Quoiqu'il en soit, les études de modélisation de Koelmans *et al.* (2013) ont montré que l'ingestion de plastiques contaminés ne conduit pas nécessairement à une augmentation de la bioaccumulation chez les organismes. Une des raisons en est le temps de rétention limité de ces éléments, ce qui évite la complète désorption des contaminants co-transportés pendant le transit digestif. Finalement, les relations entre les effets nocifs (*in fine*) et la taille des particules est encore à déterminer, en particulier pour les nanoparticules de taille inférieure à 30 – 100 nm du fait d'une possible absorption cellulaire (Von Moos, in CIESM, 2014).

Dans un échantillon de déchets collecté aux alentours d'Athènes (Chalkiadaki, 2005, Tableau 3.3a), on constate que les différentes catégories de déchets contribuent à la contaminer les différentes plages par des métaux à différents pourcentages, le zinc étant le métal le plus important que l'on ait trouvé dans les déchets.

Dans une autre expérience, le relarguage des sacs en plastique et des mégots de cigarette a été évalué en mesurant la désorption des métaux extraits en utilisant de l'eau de mer pendant 3 mois. Les données indiquent un relarguage possible de 0.8 kg de zinc par km de plage (Tableau 3.3b).

3.4. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

La collecte, le traitement et l'élimination des déchets solides entraînent des coûts économiques et environnementaux considérables. Générer moins de déchets serait donc préférable à la fois pour l'économie et pour l'environnement de la région.

Les déchets dans le milieu marin donnent lieu à un large éventail d'impacts socio-économiques et environnementaux négatifs qui sont le plus souvent reliés et interdépendants (Ten Brink *et al.*, 2009). La pêche fantôme par exemple, peut entraîner des dommages à l'environnement, des pertes économiques pour la pêche et une diminution des possibilités de pêche récréative (Macfayden *et al.*, 2009). La compréhension de ces impacts reste limitée en particulier pour ce qui concerne les effets socio-économiques. Pour la Commission européenne, le coût total des déchets marins est estimé à 263 millions d'euros (Arcadis, 2014) avec une valeur probablement plus importante pour la Méditerranée fermée, en raison de la population dans la région, du trafic maritime et du tourisme. Les impacts sociaux des déchets marins ont leur origine dans la manière dont les déchets marins affectent la qualité de vie des gens, et notamment la réduction des possibilités de loisirs, la perte de valeur esthétique et la dévalorisation des sites (Cheshire *et al.*, 2009).

En Méditerranée, il y a peu ou pas de données fiables sur le montant exact de ces coûts. En outre, les pertes de revenus de l'activité liées au tourisme dues aux déchets marins à la fois sur les plages et en mer, bien que reconnues et prises en considération, n'ont pas été quantifiées en détail. Les impacts économiques les plus souvent décrits comprennent la perte de valeur esthétique et d'agrément visuel, les usagers étant rebutés par les zones polluées (Ballance *et al.*, 2000), la

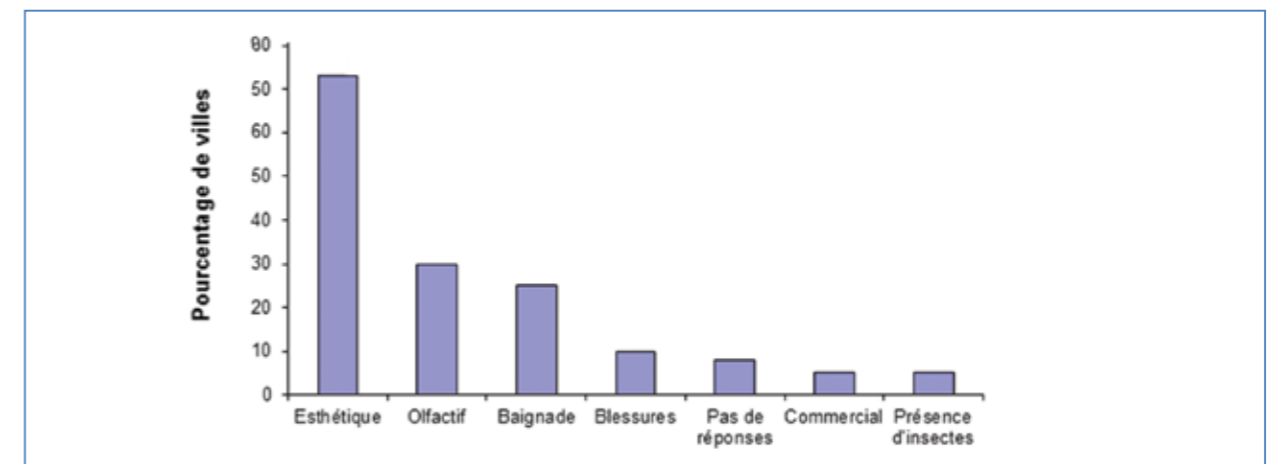


Figure 3.4a: Impacts des déchets marins tels que perçus par 40 gestionnaires de différents villages/villes le long des côtes de France (37), de Monaco (1) et d'Italie (2). Les données ont été recueillies au moyen d'un questionnaire et les résultats sont exprimés en % de villes/villages citant un type d'impact comme significatif (données d'après Cedre, 2000 ; Galgani *et al.*, 2011).

Tableau 3.4a: Résumé de l'impact des déchets marins sur le secteur économique avec estimation de leur importance respective en mer Méditerranée (modifié d'après Mouat et al., 2010).

+ = faible; ++ = modéré; +++ = élevé; ? = inconnu

SECTEUR	IMPACT	IMPORTANCE EN MEDITERRANEE
MUNICIPALITES	Risques pour la santé	++
	Action en justice	+
	Coûts cachés	?
	Elimination des déchets	++
	Nettoyage de plage	+++
	Publicité négative	++
TOURISME	Coûts pour les plages	+
	Publicité négative	++
	Promotion de la Région	++
	Baisse de revenus	+++
	Possibilités de loisirs réduites	++
	Perte d'agrément esthétique	++
INDUSTRIE	Dommages aux équipements	+
	Augmentation de la maintenance	+
	Temps perdu par installation et personnel	+
	Elimination des déchets	+
AQUACULTURE	Elimination manuelle des déchets	+
	Dommages aux navires et temps perdu par le personnel	+
	Nettoyage des filets	+
NAVIGATION	Dommages aux navires	+
	Coût des opérations de secours	+
	Obligation légale	+
	Publicité négative	+
	Nettoyage et dragage des ports	+
	Labelisation pour les ports	+
ONGs	Coûts opérationnels	++
	Aides financières	++
	Temps de bénévolat	+++
PECHE	Réparation des dommages aux engins de pêche	++
	Remplacement d'engins perdus	++
	Réduction/contamination des prises	++
	Temps de pêche réduit	+
	Nettoyage des engins	+
SERVICES ECOSYSTEMIQUES	Coûts de la dégradation	+

dévalorisation des sites (Mouat et al., 2010), les impacts sur la santé et sur la sécurité publiques (étendue et fréquence des incidents), les dangers pour la navigation (encrassement et enchevêtrement dans les engins de pêche abandonnés, pompes à eau cassées, dommages liés aux collisions avec les déchets marins de grande taille etc.) qui sont souvent non déclarés, et les impacts sur la pêche, les bateaux de pêche et de les engins de pêche (nettoyage) ainsi que les coûts qui pèsent sur les autorités locales et d'autres organismes de surveillance et de dépollution.

Dans la pratique, la grande diversité des impacts rend la mesure du coût économique total résultant de déchets marins extrêmement complexe (Mouat et al., 2010). Les impacts économiques directs tels que l'augmentation des coûts de nettoyage des déchets sont clairement plus facile à évaluer que les implications économiques de la dégradation de l'écosystème ou de la réduction de qualité de vie, en raison de la grande variété d'approches pour évaluer les impacts sur l'environnement et les effets anthropiques néfastes.

Les impacts économiques des déchets marins sont le plus souvent évalués à petite échelle, reposent sur des preuves anecdotiques et se concentrent sur des aspects particuliers du problème tels que la pêche fantôme par exemple. La compréhension de l'importance économique des déchets marins reste donc relativement limitée (Ten Brink et al., 2009).

Les principaux coûts sont:

- (i) les frais de nettoyage des déchets (et autres frais de gestion, etc.): Enlever les déchets marins est une tâche nécessaire. A titre d'exemple, la ville de Nice (France) a recours à 40 personnes par an, 5 bateaux et 1 avion pour localiser et collecter les déchets des plages et des eaux adjacentes, les coûts associés s'élevant à plus de 2 millions d'euros chaque année (Galgani et al., 2011) pour s'assurer que les plages restent esthétiquement attrayantes. En Espagne, plus de 60 k € sont dépensés chaque année pour enlever les déchets des ports.
- (ii) les pertes pour le tourisme : les déchets marins peuvent réduire les recettes générés par le tourisme et par conséquent affaiblir l'économie côtière. On ignore à partir de quelle densité la présence de déchets commence à dissuader les touristes, mais il a été démontré en dehors de la Méditerranée qu'une baisse des normes de propreté des plages pouvait réduire les revenus jusqu'à plus de 50% (Ballance et al., 2000). Il a été constaté que 85% des utilisateurs de la plage ne seraient pas prêts à fréquenter une plage avec 2 ou davantage de grands déchets par mètre. Dans les cas extrêmes tels que les plages urbaines, la

présence de déchets marins peut aussi conduire à la fermeture de plages.

- (iii) les pertes pour la pêche : les déchets marins ont un double impact sur la pêche, par l'augmentation des coûts pour les navires de pêche et la réduction des captures potentielles et des revenus du fait de la pêche fantôme (voir paragraphe 2.2.4). Les coûts directs correspondent à la réparation des dommages au navire et à l'équipement, au démantèlement des hélices encrassées, au remplacement des engins de pêche perdus, à la perte du bénéfice due au temps perdu pour pêcher, aux prises restreintes et/ou contaminées et au nettoyage des filets. Des études menées en Europe du Nord ont mis en évidence par expérimentation des pertes atteignant 25-40 000 € par navire/an (Mouat et al., 2010).
- (iv) les pertes pour l'aquaculture: les hélices bloquées et les tuyaux d'admission bouchés par les déchets représentent les problèmes les plus courants pour les opérateurs de l'aquaculture et peuvent entraîner des réparations coûteuses et une perte de temps (PNUE, 2009). En outre, le temps nécessaire pour enlever les déchets flottants dans ou autour des cages de stockage, et pour nettoyer les filets peut représenter un coût important pour les entreprises d'aquaculture, de l'ordre d'1 heure par mois pour le nettoyage et jusqu'à 1 500 € par incident (Hall 2000).
- (v) les coûts pour la navigation, qui résultent des dommages causés aux navires et des temps d'arrêt (Ten Brink et al., 2009), de l'enlèvement (manuel ou non) et de la gestion des déchets dans les ports et les marinas (PNUE 2009), et des opérations de sauvetage d'urgence aux vaisseaux (navires de plaisance ou commerciaux) affectés par les déchets marins (Macfayden et al., 2009). Cependant, la grande majorité des incidents ne sont pas signalés.
- (vi) les coûts aux centrales de production d'énergie: les effets des déchets marins sur les centrales peuvent inclure le blocage des circuits de refroidissement, filtres de l'eau pompée, l'augmentation des besoins de nettoyage des filtres et des coûts de maintenance supplémentaires (Mouat et al., 2010).
- (vii) la dégradation de l'écosystème: le potentiel des déchets marins à contribuer à la dégradation des écosystèmes est une préoccupation essentielle. Cependant, les dommages sont extrêmement complexes à évaluer et cette question n'a pas été abordée par la recherche. Établir quels sont les effets à long terme des déchets marins sur l'environnement est tout aussi complexe et difficile que de les traduire en coûts.

4

PROGRAMMES DE SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE

4.1 SURVEILLANCE

La surveillance est un élément important de toute stratégie de gestion, aucune stratégie ne pouvant être évaluée sans données de suivi. Le succès relatif des différentes tactiques ne peut également être déterminé sans ces données et la surveillance est de surcroît nécessaire pour fixer des objectifs.

Sans un certain degré d'information sur les tendances et les quantités de déchets présents dans tous les compartiments de la mer, une approche fondée sur les risques pour la surveillance des déchets et les mesures de gestion est impossible. En Méditerranée, les pays doivent élaborer leurs programmes de surveillance d'une manière cohérente en veillant à ce que les méthodes de surveillance soient cohérentes dans toute la région. Cela facilitera la comparaison des résultats et prendra en compte les impacts transfrontaliers.

Le suivi des déchets marins consiste généralement en diverses approches telles que des recensements sur les plages, des recensements en mer, l'estimation des quantités entrant dans la mer et des impacts. Les recensements de plage sont largement considérés comme l'approche la plus simple et la plus rentable, mais ils ne peuvent pas traduire la véritable pollution marine et, parce qu'ils peuvent être affectés par les conditions météorologiques, les déchets échoués ne constituent pas nécessairement un bon indicateur de l'évolution de leur abondance globale.

Les déchets enfouis ne sont généralement pas échantillonnés, alors qu'ils peuvent représenter une proportion considérable de déchets sur les plages. Certaines plages indiqueront mieux les sources spécifiques de déchets que d'autres en raison de leur emplacement (les plages isolées ou les plages urbaines témoignant respectivement de la pollution par les navires ou par les villes).

Malgré la nécessité d'un échantillonnage plus intensif pour évaluer l'échelle spatiale, les suivis en mer reflètent sans doute l'abondance des déchets globale (CMS, 2014). Cependant, ces recensements ne peuvent qu'évaluer les stocks et non l'accumulation. Les méthodes de recensement les mieux reconnues sont les observations depuis une plate-forme, les campagnes de chalutage et les relevés aériens, selon la taille des déchets mais le développement récent des drones flottants (Galgani *et al.*, 2013) aidera dans le futur à la surveillance automatisée à grande échelle. Les études du fond marin sont menées avec des plongeurs, des submersibles et des véhicules télécommandés. Il est possible d'obtenir à la fois des données d'accumulation et de stocks dans ce compartiment marin.

Il n'existe actuellement aucun suivi régulier des micro-particules en Méditerranée. Une autre approche de la surveillance est de surveiller les impacts directs. Les effectifs de populations étant rarement connus ou estimés; de ce fait, ces chiffres sur l'emmèlement peuvent être à tort assimilés à une prévalence au sein des espèces. En outre, la distinction entre les engins actifs et les déchets lorsque l'on échantillonne les organismes échoués est trop difficile pour permettre un suivi régulier et cohérent. Les données d'ingestion fournissent des données cohérentes, mais qui sont limitées à certains individus morts et échoués et non à un échantillon représentatif de la population globale de l'espèce concernée. En outre, les espèces pouvant être considérées aux fins d'une surveillance doivent respecter un certain nombre de conditions de base, comme (i) la disponibilité de l'échantillon (nombre adéquat d'animaux échoués, espèces victimes de prises accessoires ou d'une exploitation), (ii) la consommation de plastique régulière (fréquence et quantités élevées de plastique au fil du temps dans le tractus digestif), et (iii) le régime alimentaire (le contenu digestif ne devrait refléter que ce qui est présent dans le milieu marin).

La dernière approche pour le suivi des déchets marins est le suivi des entrées à leur source. Cela peut concerner les entrées depuis les navires (enregistrements à partir des installations de réception portuaires de déchets et des livres de bord répertoriant les ordures) ou les sources terrestres (entrées par les rivières), ces deux sources étant considérées comme les plus indicatrices des changements liés aux mesures de réduction.

En Méditerranée, il y a très peu de couverture des autres compartiments marin que la plage et ses déchets échoués, qui constitue l'indicateur le plus mature et celui pour lequel la plupart des données sont disponibles.

Comme les grandes décisions futures au sein de la Méditerranée seront basées sur des mesures, des efforts de surveillance devraient être épaulés par le contrôle de qualité/l'assurance de qualité (formation, inter-calibrations, utilisation de matériel de référence pour les microplastiques, etc.) pour aider les équipes de suivi. Des protocoles existent (PNUE, 2009 ; Galgani *et al.*, 2013 ; PNUE/PAM, 2014) qui établissent une liste standard des catégories de déchets afin de permettre la comparaison des résultats. Les items peuvent être attribués à une source donnée : pêche, navigation, etc., ou à une forme donnée d'interaction (ingestion), ce qui facilite ainsi l'identification des principales sources de pollution par les déchets marins et le préjudice potentiel qu'ils causent. Cela permettra également une mise en œuvre de mesures ciblées.

Des suivis complets et réguliers de déchets marins sur les plages ont été accomplis dans de nombreuses zones, souvent sur un certain nombre d'années, par diverses ONG dans la région méditerranéenne. De précieuses informations sur la quantité et la composition des déchets marins trouvés sur les plages sont ainsi disponibles dans la plupart des pays et les analyses statistiques donnent un aperçu des déchets trouvés. Il y a cependant un manque de statistiques officielles dans beaucoup de pays méditerranéens. Le défi pour traiter ce problème n'est cependant pas lié à un manque de prise de conscience qu'à l'absence de données provenant de diverses régions, mais au manque de standardisation et de compatibilité entre les méthodes utilisées et les résultats obtenus dans ces projets, et il est difficile de comparer les données provenant de différentes régions et de faire une évaluation globale de la situation de la pollution par les déchets marins pour l'ensemble de la région méditerranéenne. Ce problème sera résolu dans les années à venir avec la mise en œuvre du Plan d'action régional sur les déchets marins chargé de coordonner et harmoniser la surveillance. Néanmoins, les programmes existants sont des indicateurs d'approches qui pourraient être utilisés pour résoudre le problème des déchets marins en Méditerranée.

La plupart des programmes existants qui existent ou ont existé dans la plupart des pays méditerranéens impliquent/ont impliqué des ONG ayant divers objectifs

tels que le nettoyage, ou l'éducation des autorités locales/régionales/nationales, des industriels et du grand public. HELMEPA, MIO-ECSDE, MEDASSET en Grèce, Legambiente et Academia leviatano en Italie, EcoOcean institut, en France, Vertidoscero en Espagne, Clean Coast en Israël, Ocean Conservancy (International Coastal Cleanup) sont quelques exemples indicatifs de programmes réussis d'impliquant dans la surveillance des déchets marins en Méditerranée. Certains d'entre eux coopèrent ensemble et sont interdépendantes.

Le programme «Coast Clean» (Alkalay *et al.*, 2007, au PNUE, 2011) montre que le problème des déchets ne peut être résolu que par l'introduction d'un mécanisme holistique, soutenu par une mesure- index, et appliqué sur le long terme. Certains affirment qu'un pays ne devrait pas se lancer à résoudre le problème des déchets marins avant que les sources de déchets n'aient été analysées et identifiées. Toutefois, le programme montre que la mise en œuvre par les pays de «l'action d'abord» peut être la clé. Une stratégie poursuivie sur une durée suffisamment longue créera un mécanisme pérenne qui générera une réussite, non seulement pour les résidents d'un pays, mais aussi pour les pays voisins. Une action internationale combinée de ce genre peut être le début d'un cycle permanent dans la réduction des déchets marins et côtiers. Un suivi coordonné fondé sur la science n'est pas organisé à l'échelle du bassin, mais sa mise en œuvre est en cours au sein du Plan d'action régional PNUE/MEDPOL est en cours.

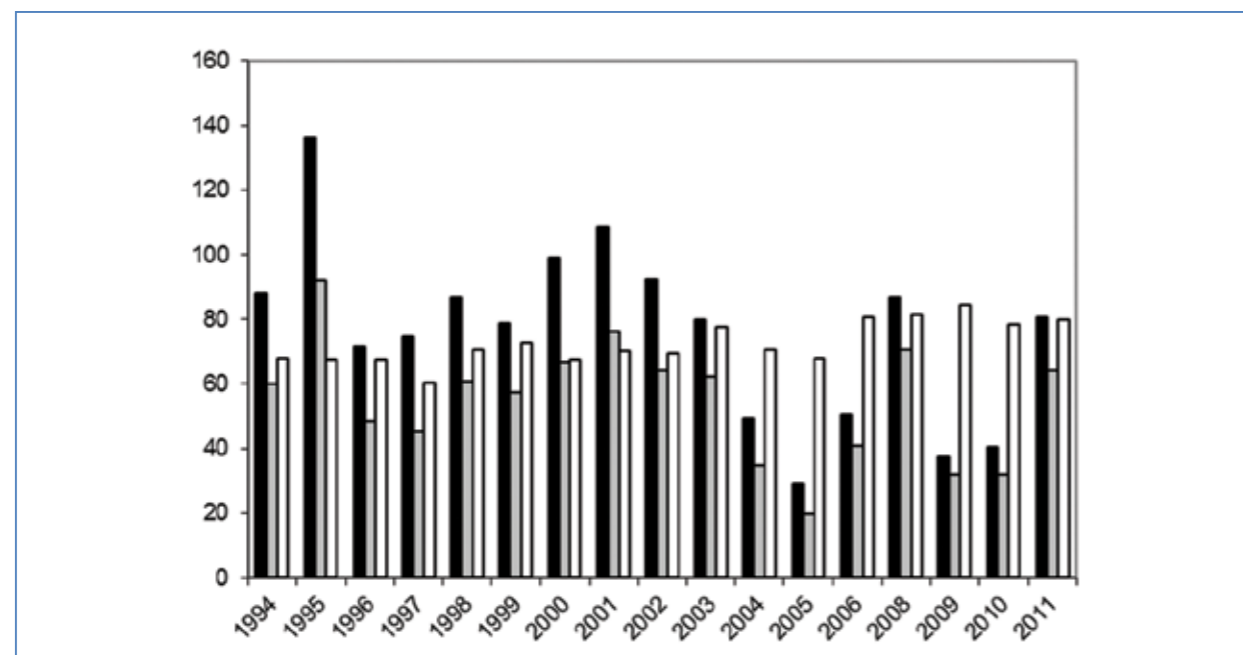


Figure 4.1a: Evolution des densités de déchets sur les fonds marins dans le golfe du Lion (France) entre 1994 et 2011. Les données ont été recueillies lors des campagnes MEDITS et sont exprimées en nombre total d'items/km² (noir), nombre d'items en plastique/km² (gris) et en pourcentage de plastique (blanc). (<http://www.sibm.it/SITO%20MEDITS/principaleprogramme.htm>).

Le programme de suivi MEDITS (Suivi international au chalut de fond en Méditerranée), <http://www.sibm.it/SITO%20MEDITS/principaleprogramme.htm> a pour objectif de produire des informations de base sur les espèces benthiques et démersales en termes de répartition des populations ainsi que de structure démographique sur les plateaux continentaux et le long des pentes supérieures (80-800m) à l'échelle globale en Méditerranée, par des recensements systématiques au chalut de fond et en utilisant une méthode d'échantillonnage et des protocoles communs normalisés. La dernière version (7) du protocole intègre un protocole commun pour la collecte volontaire de données sur les déchets marins, en accord avec les exigences de la DCSMM. Cela permettra d'organiser la collecte de données sur une base régulière et de fournir des évaluations à l'échelle du bassin. À ce jour 1 280 stations d'échantillonnage sont suivies, sur une base irrégulière pour certaines, et couvrent principalement mais pas seulement les côtes européennes avec un fort potentiel d'extension à l'ensemble du bassin. A titre d'exemple, la figure 4.1a donne des résultats pour le Golfe du Lion où une surveillance a été lancée en 1994, ce qui permet une évaluation cohérente des tendances. L'analyse des résultats a démontré l'absence d'évolution des quantités de plastiques au cours de la période.

Il n'y a pas de surveillance de l'impact des déchets en Méditerranée, mais de bonnes bases scientifique et technique pour la démarrer. La tortue Caouanne (*Caretta caretta*), classée comme «en danger d'extinction» sur la liste rouge mondiale des espèces menacées de l'UICN (UICN, 2013), est reconnue dans le monde entier en tant que bio-indicateur des conditions environnementales comme la contamination par la pollution. L'utilisation des tortues marines pour la surveillance des déchets ingérés en Méditerranée a été proposée la première fois en 2010 par le groupe de travail dédié dans le cadre de la DCSMM (Galgani *et al.*, 2010), après de nombreuses années de recherche. Des protocoles ont été élaborés (Matiddi *et al.*, 2011; Galgani *et al.*, 2013) pour fournir un appui à la surveillance. La distribution spatiale étendue de la tortue Caouanne en Méditerranée (Casale et Margaritoulis, 2010; Oliver, 2014; Darmon *et al.*, 2014), et la présence régulière de déchets d'origine anthropique dans les contenus digestifs (Tomas *et al.*, 2002; Lazar et Gracan, 2011; De Lucia *et al.*, 2012; Bentivegna *et al.*, 2013; Travaglini *et al.*, 2013; Camedda *et al.*, 2013 et 2014) sont des critères intéressants pour l'utilisation de cette espèce comme outil d'évaluation et de surveillance des déchets marins dans les organismes marins. Le suivi reste à mettre en œuvre et nécessitera un renforcement de la coordination, des capacités, une assurance qualité et une harmonisation.

Il existe un potentiel pour utiliser les déchets ingérés par d'autres espèces comme indicateur de préjudice. En mer du Nord, un indicateur utilisant le fulmar (*Fulmarus glacialis*) pour évaluer les tendances temporelles de l'ingestion des déchets est disponible (EcoQO OSPAR, Van Franeker *et al.*, 2011). Cependant des espèces alternatives pour la Méditerranée, telles que les puffins (*Puffinus xx*) ont une distribution géographique limitée et ne présentent qu'un intérêt local seulement. D'autres espèces, comme certains poissons sur lesquels on observe une incidence plus élevée de l'ingestion de déchets (*Boops sp.* par exemple, Deudero *et al.*, 2014), des crustacés (*Nephrops nephrops*, Murray et Cowie, 2011), des échinodermes et des mollusques, peuvent également être considérées comme des espèces cibles pour les microplastiques mais davantage de recherches sont nécessaires à ce stade pour justifier une norme pour suivi, car l'information est fragmentée et l'incidence est généralement faible.

L'incidence connue des plastiques ingérés est trop faible chez les mammifères marins, de l'ordre de un pour cent, pour utiliser ce groupe pour la surveillance de l'ingestion, ou cela concerne des espèces trop peu fréquentes en Méditerranée ou difficiles à échantillonner (Baleines à bec de Cuvier, MacLeod, 2009; Cachalots, Jacobsen *et al.*, 2010) pour être utilisées dans un système de surveillance. Les études de déchets dans les contenus stomacaux de mammifères marins sont bien entendu recommandées, également pour mieux en connaître l'impact, mais ces espèces ne sont recommandées comme un outil de surveillance.

4.2 SEUILS DE RÉFÉRENCE ET CIBLES DANS LE CADRE DU SUIVI DES DÉCHETS MARINS EN MÉDITERRANÉE

Il n'existe pas actuellement de seuils méditerranéens ou sous-régionaux sur lesquels s'appuyer pour mesurer les progrès. En raison des faibles différences entre les sous-régions de la Méditerranée en termes de densité de déchets, de l'étendue inégale de jeux de données disponibles, et parce que certains pays appartiennent à deux ou plusieurs sous-régions (Italie, Grèce), il a été recommandé récemment (PNUE/PAM/CORMON, 2015) que les seuils de référence communs pour les différents indicateurs de déchets (plages, surface de la mer, fonds marins, microplastiques, déchets ingérés) soient considérés au niveau de l'ensemble du bassin (Méditerranée) plutôt qu'au niveau sous-régional (Tableau 4.2a).

La quantité d'information existante restant limitée, il paraît important de pouvoir ajuster de telles valeurs en fonction des premiers résultats de mesures. Il est

également très important d'harmoniser autant que possible les programmes de surveillance avec d'autres conventions sur les mers régionales (par exemple OSPAR). Chaque région doit alors adopter une liste commune, comprenant les éléments les plus fréquents afin de produire des listes plus courtes harmonisées, qui seront également plus utiles et pratiques pour le travail de terrain.

Les objectifs environnementaux sont des engagements quantitatifs ou qualitatifs sur l'état souhaité des différentes composantes des eaux marines méditerranéennes. Ils sont importants pour la gestion car ils permettront aux régions de (i) relier les perspectives d'atteinte des objectifs tels que Bon Etat Ecologique (BEE) aux mesures et aux efforts nécessaires, (ii) mesurer les progrès en vue d'atteindre un objectif au moyen d'indicateurs associés, et (iii) d'évaluer le succès ou l'échec des mesures adoptées pour limiter les apports de déchets marins en mer et pour appuyer la gestion et l'information des parties prenantes (Interwies *et al.*, 2013).

Des objectifs larges (maintenir le niveau de déchets marins, réduire la quantité de déchets en mer, etc.) et des cibles basées sur les tendances (par exemple réduire la quantité de déchets transporté par les rivières ou diminuer le nombre de visible articles litière sur les plages) constituent des options possibles. En règle générale, les cibles larges présentent de nombreux avantages comme des préoccupations communes et

harmonisées qui permettent des actions, un engagement politique, des actions coordonnées, et la coopération des acteurs. Une autre approche serait de fournir une certaine souplesse dans l'ampleur des réductions vers un objectif commun. Notre manque actuel de connaissances en ce qui concerne les mesures à prendre est tel que des cibles précises sont difficiles à mettre en place.

La conception de la plupart des protocoles permet des adaptations régionales et de discriminer les types de déchets ; ces protocoles sont donc susceptibles de permettre la détection des changements dans les types de déchets et une évaluation correcte des effets des différentes mesures mises en œuvre. Interwies *et al.* (2013) a donné un aperçu des éléments potentiels à connaître pour fixer des objectifs sur les déchets marins. Ces éléments peuvent être (i) Lieu (plages, flottants, estuaires, vie marine, etc.), (ii) la composition ou les types (sacs en plastique, les punaises de cigarettes, microparticules, déchets sanitaires, etc.), (iii) les sources et les voies (rivières, déchets provenant de navires, les décharges, etc.), (iv) les secteurs (pêche, loisirs, industrie, etc.), et (v) les mesures (réduire la production de déchets urbains, améliorer la collecte des déchets provenant de sources/secteurs terrestres, améliorer la collecte des déchets provenant des navires dans les installations de réception portuaires, améliorer le traitement des eaux usées, réduire les déchets de consommation, réaliser des inspections en mer, etc.).

Ces types de lacunes dans les connaissances génèrent des problèmes lorsque l'on veut déterminer l'importance relative des différentes sources et des voies de navigation mondiales et régionales, importantes à considérer pour l'élaboration de stratégies et de tactiques de gestion. Il est par voie de conséquence difficile de fixer des objectifs quantitatifs sur les déchets marins à tous les niveaux, global, régional ou par secteur.

Il peut être possible de contourner certaines de ces questions en utilisant cibles d'évolution et des mesures «opérationnelles». En Décembre 2013, les Parties contractantes de la Convention de Barcelone ont adopté le PRDM sur la gestion des déchets marins dans la Méditerranée qui définit seulement des objectifs généraux, des objectifs de réduction et un calendrier pour leur mise en œuvre, qui sont (i) La prévention d'une réduction à la pollution de déchets marins minimum dans la Méditerranée et son impact sur les services écosystémiques, les habitats, les espèces en particulier les espèces menacées d'extinction, la santé et la sécurité publiques, (ii) L'élimination la mesure du possible de déchets marins déjà existante en utilisant des méthodes respectueuses de l'environnement, (iii) Une meilleure connaissance sur les déchets marins, et (iv) A la direction conformément aux normes internationales et des approches reconnues et en harmonie avec les programmes et mesures appliquées dans d'autres mers.

Le PRDM pour la Méditerranée décrit également des objectifs opérationnels et stratégiques et énumère une série de mesures de prévention et de réparation qui doivent être considérés et mis en œuvre par les acteurs concernés. L'établissement d'objectifs complémentaires pour l'« état » et les «pressions» peut alors mieux refléter et aider l'atteinte d'objectifs opérationnels spécifiques.

Il existe clairement plus de données concernant les déchets sur les plages que pour la colonne d'eau, même s'il n'y a pas tellement d'informations disponibles dans les eaux marines de la Méditerranée pour fixer des seuils quantitatifs liés à la réduction des déchets marins échoués sur les plages.

Des objectifs quantitatifs de réduction des déchets flottants, sur les plages, sur les fonds marins et des microplastiques, devraient néanmoins être considérés. À cet égard, le succès des objectifs plus élevés sera plus facile à évaluer que pour des objectifs faibles car il peut techniquement ne pas être possible, ou à un coût plus élevé, de mesurer un léger changement (quelques %) par rapport au « bruit de fond ». En outre, l'échec apparent pour atteindre un objectif modeste peut être cité par certains comme la preuve que des objectifs plus ambitieux ne sont pas réalisables, et ne devraient pas être poursuivis (CMS 2014).

Une grande diversité d'objectifs peut être définie par les pays méditerranéens, en termes de nature, d'ambition et de mesurabilité, même entre pays voisins et à l'encontre d'une harmonisation. La plupart des pays impliqués dans des plans de réduction ont défini des objectifs tels que la réduction de la quantité globale de déchets présents dans le milieu marin, dans un de ses compartiments (côte, fond marin, colonne d'eau) ou dans les espèces marines. Dans le cadre de divers programmes de gestion, examinés par Arcadis (2014), certaines Parties contractantes ont proposé des objectifs tels que (i) la réduction sur les plages, évaluée à partir d'une moyenne glissante sur cinq ans, (ii) une tendance annuelle négative des déchets sur les plages, (iii) la réduction des déchets à la surface de la mer, dans la colonne d'eau et sur les fonds marins, (iv) l'élimination totale sur le long terme des déchets nuisibles, (v) une réduction des emmêlements et étranglements à un niveau minimal, (vi) moins de X% des tortues de mer ayant plus que Xg de plastique dans leur tractus digestif, (vii) divers objectifs d'amélioration de la collecte des déchets dans les régions côtières, (viii) la réduction des apports de déchets en provenance des rivières et des égouts, et (ix) des objectifs d'éducation afin de favoriser le changement de comportement (rejet sauvage de détrit, etc.).

Si les Parties contractantes sont réticentes à fixer des objectifs quantitatifs d'état, des objectifs relatifs a des pressions ou opérationnels peuvent compléter leurs efforts, car ils renvoient à des processus et des activités qui sont plus faciles à surveiller et à contrôler. La formulation d'un sous-ensemble d'objectifs pour les sources spécifiques de déchets marins (par exemple les déchets produits par la pêche) ou même des types particuliers d'objets (par exemple réduire l'occurrence moyenne des éléments identifiables les plus fréquents trouvés sur les plages de référence) devrait permettre de simplifier cette question complexe, en la ramenant à des éléments quantifiables et complémentaires. La plupart des acteurs peuvent utiliser les déchets sur les plages comme indicateur permettant d'évaluer la réduction des déchets marins, ou directement pour relier les déchets sur les plages à une cible formulée. Ceci est très positif, car cela reflète l'intention de mettre en œuvre des programmes de surveillance des déchets sur les plages de façon large en Méditerranée. Si ces programmes sont réalisés avec un protocole commun, ils constitueront une méthode peu onéreuse et une étape cruciale vers une approche de surveillance harmonisée et comparative dans la région. Des spécifications et une harmonisation supplémentaires sont maintenant nécessaires, notamment pour préciser comment mesurer les tendances et les réductions (échelle de temps par exemple) et avoir des périodes de référence comparables. Cela peut rendre les comparaisons possibles, et pour cette raison, d'autres pays devraient

Tableau 4.2a: seuils de référence proposés pour la surveillance des déchets marins en Méditerranée (PNUE/PAM/CORMON, 2015)

Indicateur	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne	Seuils proposés
16. plages (items/100 m)	11	3600	920	450-1400
17. déchets flottants (items/km ²)	0	195	3.9	3-5
17. fonds marins (items/km ²)	0	7700	179	130-230
17. microplastiques (items/km ²)	0	4860000	340 000	200000-500000
18 (tortues marines)				
tortues affectées (%)	14%	92.5%	45.9%	40-60%
déchets ingérés (g)	0	14	1.37	1-3

être encouragés à envisager les déchets sur les plages comme un indicateur commun à adopter.

La fixation d'objectifs sur les déchets marins encouragera la mise en œuvre de programmes de surveillance et différents types d'objectifs pourront aider à combler les différents types de lacunes de l'information (par exemple, des objectifs en mer pour améliorer l'information sur l'abondance, des objectifs opérationnels tels que la surveillance des estuaires pour améliorer l'information sur les voies de circulation, les sources et les différences régionales). Cependant, du fait du nombre élevé de facteurs qui influent sur la quantité

et la répartition des déchets marins dans une zone donnée, il peut être très difficile de détecter des tendances claires de réduction des déchets en mer pouvant être associées à la mise en œuvre des mesures dans une zone particulière.

Un objectif principal de réduction pour les déchets marins sur les plages a été proposé par Arcadis (2014), basé sur (i) les objectifs déjà en usage au niveau européen, des Parties contractantes ou des mers régionales du PNUE, (ii) les attentes du grand public et des parties prenantes en termes de politique efficace sur les déchets marins, (iii) l'analyse de la présence des

principaux types de déchets marins, de leurs cycles, et de leurs voies de circulation à partir des 343 études récentes menées sur les plages dans les quatre mers régionales européennes, (iv) une modélisation de l'impact des différentes options politiques sur les déchets marins, et (v) une évaluation de l'impact que des mesures politiques prises pour des déchets spécifiques pourrait avoir sur les déchets marins.

En Septembre 2014, l'objectif ambitieux de réduire les déchets marins de 30% en 2020 par rapport à 2015 a été proposé pour les dix types les plus courants de déchets observés sur les plages, ainsi que pour les engins de pêche trouvés en mer, ainsi qu'une liste adaptée à chacune des quatre régions de l'UE (de communication de l'UE 2014/398). Comme indiqué par Arcadis (2014) pour les mers régionales européennes, des mesures ciblant les mégots de cigarettes ont entraîné une réduction du nombre total de ces déchets sur les plages allant jusqu'à 18%, une réduction des sacs en plastique allant jusqu'à 13%, des capsules de bouteilles jusqu'à 7%, des cotons-tiges jusqu'à 2% et les systèmes de consigne ont permis une réduction d'emballages de boissons jusqu'à 12%, en fonction des spécificités de la mer régionale concernée. Le niveau d'ambition de l'objectif proposé reste élevé selon les politiques de gestion des déchets des Parties contractantes, et peut

ne pas convenir à l'indicateur EI 17. Les déchets flottants peuvent être transportés d'un pays/sous-bassin à l'autre, et les déchets s'accumulent sur les fonds marins sur de longues périodes, avec des faibles taux de dégradation. En outre, les sources de microplastiques ne peuvent être distinguées par usages, etc., et il sera difficile de relier les objectifs aux mesures. En ce qui concerne la stratégie de surveillance coordonnée en Méditerranée et les considérations techniques ou scientifiques, des objectifs accessibles ont été proposés (PNUE/PAM, 2015 et tableau 4.2b) les seuils de référence pouvant être optimisés après les premiers résultats de la surveillance en 2015. Les cibles peuvent se concentrer sur la quantité totale de déchets marins d'abord, avec certains objectifs spécifiques sur des éléments individuels lorsque les effets des mesures de réduction peuvent être évalués. Pour les déchets flottants et sur les fonds marins, une diminution significative permettra de surmonter les contraintes relatives aux sources diffuses et non contrôlées (mouvements transfrontaliers, influence des courants) et les processus d'accumulation permanents sur les fonds marins. Les seuils concernant les déchets ingérés par les tortues de mer se focaliseront par ailleurs sur le nombre d'animaux touchés et la quantité de débris ingérés en nombre ou en poids.

Tableau 4.2b: objectifs opérationnels pour la Méditerranée, tels que proposés dans le Plan d'action régional sur les déchets marins du PNUE/PAM.

INDICATEURS ECAP	TYPE D'OBJECTIF	MINIMUM	MAXIMUM	RECOMMANDATION	REMARQUES
BEACHES (EI16)	% réduction	significatif	30	20% by 2024 (2030)	Pas 100% de pollution marine
DECHETS FLOTTANTS (EI 17)	% réduction	-	-	Statistiquement significatif	Sources difficile à contrôler (mouvements transfrontaliers)
DECHETS FONDS MARINS (EI 17)	% réduction	stable	10% in 5 years	Statistiquement significatif	15% en 15 ans est possible
MICROPLASTIQUES (EI 17)	% réduction	-	-	Statistiquement significatif	Sources difficile à contrôler (mouvements transfrontaliers)
DECHETS INGERES (EI 18)					Mouvements des déchets et des animaux à considérer
NOMBRE DE TORTUES AVEC DÉCHETS INGERÉS (%)	% réduction	-	-	Statistiquement significatif	
QUANTITÉ DE DÉCHETS INGERÉS (G)	% réduction des quantités ingérées	-	-	Statistiquement significatif	

5

GESTION ET MESURES DE REDUCTION



La prévention des déchets marins nécessite la prise en compte d'une grande quantité d'activités, de secteurs et de sources qui ne peut pas être réglée par une seule mesure. Dans leurs rapports, le PRDM pour la méditerranée et la Conférence de Berlin sur les déchets marins en 2013 (<http://www.marine-litter-conference-berlin.info/>), ont formulé les principes directeurs suivants et fourni un cadre pour guider chacune des mesures suivantes concernant les déchets marins:

- Le principe de la prévention établit que toute mesure contre la pollution marine devrait principalement viser à intervenir préventivement à la source car l'élimination des déchets déjà introduits est très coûteuse en moyens financiers et humains, en particulier en comparaison du coût des mesures de prévention,
- Le principe du pollueur-payeur a une fonction préventive du fait que les conséquences des activités polluantes doivent être supportées par le pollueur en cause. L'application de ce principe est toutefois limitée par la difficulté à déterminer l'identité du pollueur et aussi l'ampleur des dégâts (sur l'environnement),
- Le principe de précaution est basé sur le fait que les mesures ne doivent pas être reportées sous prétexte d'incertitudes scientifiques. Ce principe joue un rôle important dans l'établissement d'objectifs et lorsqu'on aborde la question des micro-particules, en dépit d'une connaissance scientifique incomplète sur les sources et conséquences spécifiques des déchets marins,
- L'approche écosystémique comme une approche qui veille à ce que les pressions collectives des activités humaines soient prises en compte,
- Le principe de la participation du public, un aspect important pour sensibiliser au problème des déchets marins,
- Le principe de l'intégration, qui signifie que les considérations environnementales devraient être incluses dans le développement économique. Ce principe constitue un élément clé du Protocole sur la gestion intégrée des zones côtières en Méditerranée.

La mise en œuvre des mesures visant à réduire les déchets marins est un véritable défi car la plupart des sources sont diffuses, ce qui empêche tout contrôle et toute gestion. Ensuite, les mesures et actions prises doivent prendre en compte les principales sources et voies d'entrée, mais aussi la faisabilité et les spécificités de cette pollution en Méditerranée. Les principaux groupes de déchets trouvés sur les plages de Méditerranée sont des articles d'hygiène (surtout les

cotons tiges), des mégots de cigarettes et de cigares, ainsi que des emballages et des bouteilles, tous liés au tourisme côtier et aux loisirs. Cela indique que l'élimination, intentionnelle ou par négligence, sur les plages ou dans les terres (berges des rivières, décharges, etc.) est la principale voie d'entrée.

Les industries de la pêche et du transport maritime sont également considérées comme des sources importantes de déchets marins. En Méditerranée, les mesures suivantes ont été identifiées pour être plus efficaces pour lutter contre ce problème (Tableau 5.3a).

En comparaison, une réunion des parties prenantes tenue en Méditerranée au sein du projet européen Marisco (Poitou & Poulain, 2015) a conclu que les mesures les plus prometteuses en termes de réduction des déchets marins étaient (i) Un mobilisation nationale avec un plan d'action, (ii) le système de consigne pour les bouteilles, (iii) la sensibilisation du public au niveau national, (iv) la collecte et le traitement des déchets marins en mer par les pêcheurs, (v) le développement de la collecte des déchets dans les égoûts, (vi) optimiser le système de collecte des déchets, (vii) la réduction des déchets à la source, et (viii) une taxe pour les producteurs de plastique.

L'accent devrait également être mis sur les stratégies de gestion qui traitent des déchets connus pour avoir un fort impact sur les espèces marines - tels que les engins de pêche, les fragments de plastique souple et de microplastiques. Les chiffres que nous possédons sur l'abondance des déchets suggèrent également que la prévention doit être effectuée avant que l'élimination puisse être effective.

Le programme « Fishing for Litter » est aussi l'une des mesures les plus importantes qui conduiraient à la réduction et l'élimination de la mer des déchets marins. Il s'agit de l'un des concepts les plus réussis en ceci qu'il implique l'un des principaux intervenants, l'industrie de la pêche. Cette initiative ne consiste pas seulement à éliminer les déchets de la mer, mais fait également prendre conscience du problème au sein de l'industrie dans son ensemble. Tous les types de déchets marins sont ciblés en fonction du type d'engin utilisé. Les plus grandes quantités sont les déchets des fonds qui sont ramassés avec les engins qui sont en contact avec le fond. Les sacs remplis sont déposés sur les quais des ports participants à la surveillance des déchets avant d'être déplacés vers une benne dédiée à l'élimination. Cela réduit le volume de débris à éliminer de nos plages et réduit également la quantité de pêcheurs à démêler leurs filets. Les objectifs et les buts de ce dispositif peuvent obtenir le soutien de l'industrie de la pêche, des autorités portuaires et des autorités locales. En outre, il peut contribuer à changer les pratiques et les habitudes

dans le secteur de la pêche, fournit un moyen d'éliminer les déchets marins de la mer et des fonds marins, et de sensibiliser l'industrie de la pêche, d'autres secteurs et le grand public. Les pêcheurs ne sont généralement pas financièrement indemnisés pour leur engagement, mais la logistique d'élimination est gratuite.

Seules les meilleures pratiques et techniques environnementales devraient être utilisées car de telles interventions peuvent avoir un impact très négatif sur l'environnement marin et les écosystèmes. Mouat *et al.* (2010) a suggéré que les aspects sanitaires et de sécurité liés à l'application de ces types d'initiatives devraient être les mêmes que les activités normales de pêche (opérations) et par conséquent, qu'il n'y aurait probablement pas d'implications supplémentaires à l'égard de substances dangereuses et autres substances qui pourraient être prises dans les chaluts et recueillis à

bord des navires. En outre, l'expérience du projet « Fishing for litter » en cours en mer du Nord depuis 2000 indique qu'il n'y a pas eu de cas d'accidents ou de blessures directement liées à la collecte, au stockage ou au transfert à terre des déchets marins recueillis dans le cadre de ces projets.

Les programmes «Fishing for litter » sont récents en Méditerranée, où quatre projets principaux sont en cours d'élaboration ou ont existé (Zorzo Gallego, 2015), (i) les « Contrats Bleus », qui ont commencé en 2008 (3 ports méditerranéens français, avec compensation financière et meilleures pratiques), (ii) des sacs écologiques à bord (38 navires de la côte Est espagnole collectant les déchets qui flottent et sur les fonds marins), « Ecoportos » (côte andalouse, Espagne, 5 chalutiers collectant les déchets marins sur les fonds) et « DeFishGear » avec sept pays participants en Adriatique

pendant un an et ciblant les déchets sur les fonds marins et les engins de pêche (<http://www.defishgear.net>). Malgré la participation volontaire des pêcheurs dans les projets, les coûts tels que la gestion des déchets, principalement la collecte des déchets au port et l'élimination des déchets, et ceux de la coordination et des travaux d'enregistrement des données qui ne doivent pas être couverts par les pêcheurs. La poursuite de ces projets est considérée actuellement dans le Plan d'action régional de la Méditerranée, qui développe des bonnes pratiques adaptées au contexte du bassin (Zorzo Gallego, 2015).

Des travaux additionnels ont débuté récemment, impliquant diverses ONG telles que « Healthy seas » (<http://healthyseas.org>), Medasset (<http://www.medasset.org/en/>), ECNC (<http://www.ecncgroup.eu>) et des entreprises privées telles que Nofir (<http://www.nofir.no>) ou Aquafil (<http://www.aquafil.com/en/>). Ceux-ci mènent des nettoyages sous-marins, collecte aussi des filets de pêche et de l'industrie aquacole, pour régénérer et recycler des matériaux de haute qualité et des produits textiles. Les opérations ont été menées dans trois régions de la Méditerranée (Turquie, Espagne et nord de l'Adriatique) et fournissent des connaissances fondamentales et des compétences pour la valorisation durable des matériaux collectés.

Étant donnée la complexité des problèmes environnementaux et l'impact des politiques environnementales sur les activités sociales et économiques, les problèmes environnementaux spécifiques sont généralement traités par plusieurs politiques constituées de divers instruments de commande et de contrôle, d'instruments économiques et de persuasion. En utilisant des instruments économiques seule habituellement ne sont pas la solution idéale et seulement. La réglementation ou les accords volontaires peuvent aussi être appropriés lorsque le nombre de pollueurs est limité, par conséquent, les coûts de mise en place d'un schéma basé sur un instrument économique peuvent l'emporter sur les avantages (<http://www.UNEP.org/regionalseas/marinelitter/other/economics/default.asp>).

Oosterhuis *et al.* (2014) ont analysé les instruments économiques utilisés pour réduire les déchets marins. La mauvaise gestion des déchets, une sensibilisation limitée du public et des interventions inadéquates de l'industrie et des décideurs politiques sont les principales causes de la présence de déchets en mer. Les informations sur les liens entre la quantité globale de polluants (par exemple des sacs de plastique) et dans quelle mesure ces derniers proviennent des déchets marins (par exemple des plastique dans la mer) sont éparses. Quelques études ont cependant tenté

d'attribuer les déchets marins à des secteurs particuliers et à des activités économiques. En Méditerranée, une grande partie de tous les déchets trouvés sur les plages proviennent des activités récréatives et touristiques, une autre de l'industrie du transport maritime et une part mineure des eaux usées (voir paragraphe 2.1.1). Le coût du nettoyage des déchets marins peut être importante avec les municipalités de dépenser des millions d'euros chaque année suppression déchets sur les plages. Les déchets marins ont également un impact négatif sur l'industrie de la pêche en provoquant une diminution du chiffre d'affaires total de l'ordre de quelques pour cent. En raison de la complexité liée à l'origine variée des déchets marins, un large éventail d'instruments a été proposé pour traiter cette question dans de multiples secteurs. Certains d'entre eux sont des instruments réglementaires qui mettent l'accent sur l'adoption d'une législation pertinente aidant à minimiser les déchets marins, telle que la directive européenne 2000/59/CE sur les installations de réception portuaires pour les déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison. D'autres instruments de nature économique tentent d'influencer la quantité de déchets marins par l'intermédiaire de taxes, redevances ou subventions.

Il n'y a pas de valeurs de référence pour déterminer le niveau désiré des déchets marins, et tout coût de transaction les rendraient chers et prohibitifs en raison de procédures fastidieuses résultant de grand nombre d'individus et d'entreprises concernés. Les instruments politiques utilisés pour limiter les déchets marins comprennent les mesures réglementaires s'appliquant directement aux activités qui contribuent à créer les déchets marins (augmentation des normes pour les installations portuaires, interdiction des sacs plastiques, etc.) et les instruments économiques qui fournissent des (dés-) incitations qui permettent aux entreprises et aux particuliers une plus grande flexibilité dans leur approche de la gestion de la pollution.

Si l'on peut, en cas d'urgence, préférer ces mesures de contrôle, les économistes font valoir que les instruments économiques sont des moyens de réduction des déchets marins plus rentables. En outre, les instruments économiques peuvent stimuler des changements graduels dans le comportement des utilisateurs, les coûts environnementaux ou bénéfiques étant intégrés dans les prix des produits ou des activités qui réduisent les déchets (Lanoie *et al.*, 2011, cité par Oosterhuis *et al.*, 2014).

L'efficacité est un facteur déterminant pour les instruments économiques. Le coût de mise en œuvre est un autre facteur important qui influe sur le choix de l'instrument qui doit se focaliser sur la façon d'allouer des ressources rares (par exemple, les fonds publics)

Tableau 5.3a: Principales mesures de réduction des déchets en Méditerranée (Source : Réunion des experts méditerranéens pour la réduction des déchets, conférence de Berlin, 2013, <http://www.marine-litter-conference-berlin.info/>)

TYPES	MESURES
Déchets d'origine maritime	Infrastructures portuaires; Collecte gratuite (y compris for marinas); Pêche des déchets; Collecte des engins de pêche abandonnés.
Déchets d'origine continentale	L'inclusion des déchets dans les plans de gestion municipaux; Une gestion améliorée (Recyclage), incluant l'interdiction des rejets, notamment dans les zones touristiques; L'amélioration, la redéfinition et une meilleure maintenance du traitement, notamment la régulation des flux d'eaux usées; L'établissement de guides méthodologiques pour la gestion des déchets ; Le transfert des connaissances vers les pays Méditerranéens de la rive Sud et Levantine et l'information sur les impacts; Primes ou taxes sur l'abandon des déchets; Interdiction de fumer sur les plages et l'introduction de taxes dissuasives (sacs plastiques ou taxe sur le tourisme)
Nettoyage	Nettoyage systématique des voies de transfert (fleuves, zones proches des décharges, etc.), des plages (par les communautés locales ou les compagnies privées (secteur du tourisme); Incitations pour le nettoyage des plages (e.g. récompenses comme le "pavillon bleu").
Production	Production éthique (Interdiction de sacs à usage unique, guides d'emballage, élimination de certains produits (microbilles), coton-tiges en papier/carton, responsabilité accrue des producteurs et agréments volontaires avec l'industrie du plastique pour l'intégration du recyclage et de la restauration dans les systèmes de gestion)
Connaissance	Programme(s) standard(s) de surveillance qui décrivent de manière consistante les déchets, leurs sources et les quantités Partage de l'information en Méditerranée

pour répondre à un certain objectif environnemental. C'est le cas du coût des engins fantômes.

Il existe un large éventail d'instruments économiques qui peuvent utiliser à la fois des incitations financières positives ou négatives afin de traiter le problème des déchets marins: des sanctions financières (amendes, taxes et redevances) sont appliquées pour décourager les comportements qui peuvent contribuer au problème

des déchets marins. Frais et taxes peuvent être considérés comme une contribution des activités économiques, et peuvent être prélevées sur l'activité de consommation ou de production qui contribue à générer des déchets marins. Ces sanctions financières ne reconnaissent pas un «pollueur payeur». Le défi pour les décideurs est alors de mettre en place des impôts et pénalités au niveau approprié pour atteindre certaines cibles de réduction des déchets marins.

Tableau 5.3b: efficacité des instruments économiques pour réduire les déchets marins, évaluée à partir d'expériences réelles/de situations à travers le monde (d'après Oosterhuis et al., 2014).

INSTRUMENTS ECONOMIQUES	TYPE DE DECHET	EFFICACITE	COÛT	REMARQUES
Pénalités	Tous	Limitée si faible soutien politique, conditionnée par à la capacité d'identifier le pollueur	élevé	
Taxes pour les touristes	Tous	Elevée dans les zones où le tourisme est une activité importante, mais peut être limitée par l'opposition du secteur du tourisme et l'insuffisance des infrastructures	élevé	Perte de compétitivité moins, d'arrivées de touristes
Taxes	Sacs en plastique	Elevée (réduction de 90% de l'utilisation des sacs en plastique en Irlande depuis 2002), efficace pour limiter la demande mais moins pour le recyclage	bas	Pertes d'emploi possibles dans l'industrie du plastique
Système de consigne	Tous	Plus efficace que les taxes environnementales mais peut être limitée par la corruption dans certains pays	élevé	
Système de consigne	Bouteilles	Limitée par les préférences des consommateurs	élevé sauf en utilisant containers	Demande plus forte pour les contenants non remplissables, zones publiques plus propres, création d'emploi
Système de consigne	Bouteilles en plastique	Limitée par la demande des consommateurs		
Subventions	Tous	Conditionnée par le soutien politique	élevé	
Remboursement direct	Tous	Conditionnée par le soutien politique, limitée par la corruption dans certains pays	élevé	
Prime directe	Sacs en plastique	Faible		
Prime directe	engins de pêche, bouteilles (pêcheurs)	Elevée avec taux de participation plus élevé	Bas en comparaison de l'élimination des déchets	Revenu supplémentaire pour les pêcheurs
Tarifcation	Sacs en plastique	Faible		

Les incitations financières (systèmes de consigne, subventions, paiements directs, réductions et traitements préférentiels) sont appliquées pour stimuler les comportements sous la forme d'un encouragement à recycler et de réutiliser les matériaux et éliminer correctement les déchets. Les subventions et les incitations fiscales sont des rémunérations (Engel *et al.*, 2008). Le traitement préférentiel est souvent un régime soutenu par le gouvernement qui établit une discrimination positive en faveur des entreprises plus respectueuses de l'environnement. Les instruments économiques identifiés dans la littérature comme moyens de réduire les déchets marins sont plus ou moins efficaces (Tableau 5.3b).

Malheureusement, et pour la mer Méditerranée, il n'existe pas instrument économique universel, et les interventions appropriées doivent être choisies spécifiquement, au cas par cas, en grande partie en fonction de la source et la nature de la pollution, des caractéristiques

institutionnelles et des infrastructures du pays, des préférences des consommateurs, des perceptions et comportements habituels, et enfin de la composition sectorielle globale de l'économie dans le pays.

D'après les expériences non-méditerranéennes, il semble que (i) les taxes et les frais puissent réussir à réduire les déchets à un coût relativement faible, (ii) la collecte de taxes de séjour, malgré le risque élevé qu'elles soient utilisées à d'autres fins, peut soutenir encore davantage la collecte et le traitement des déchets dans les zones côtières, (iii) les systèmes de consigne peuvent atteindre des taux de rendement élevés dans certains pays, en particulier pour les bouteilles et les canettes, en fonction du coût de leur mise en œuvre, et (iv) les récompenses pour les navires de pêche qui ramènent les déchets à la côte se sont montrées efficaces à la fois pour réduire les déchets marins et pour générer un revenu complémentaire pour les pêcheurs.

6

LACUNES DE RECHERCHE, BESOINS DE CONNAISSANCES ET PROPOSITIONS DE BASE POUR ETABLIR DES PRIORITÉS

La mise en œuvre des plans de gestion et l'amélioration des connaissances sur les déchets marins sont toutes deux des processus à long terme. La recherche et la surveillance sont devenues essentielles pour la mer Méditerranée, où peu d'informations sont disponibles. Le PNUE/PAM/MEDPOL, la DCSMM (Galgani *et al.*, 2011), le projet européen STAGES (<http://www.stagesproject.eu>) et la CIESM (CIESM, 2014) ont récemment passé en revue les lacunes et les besoins de recherche pour soutenir la connaissance, la surveillance et la gestion des déchets marins. Cela exige une coopération scientifique entre les parties concernées, en raison de la complexité des problèmes à résoudre au préalable aux mesures de réduction.

Les taux d'accumulation des déchets varient considérablement en Méditerranée et sont soumis à des facteurs tels que les activités périurbaines, les usages littoraux et côtiers, les vents, les courants, les zones d'accumulation. Des informations de base supplémentaires sont encore nécessaires avant qu'une évaluation des déchets globale correcte puisse être fournie. Pour ce faire, il serait nécessaire d'harmoniser les approches, afin d'obtenir des données de plus grande valeur et comparables entre elles. Que ce soit pour la répartition et les quantités, l'identification des déchets (taille, type, l'impact possible), l'évaluation des aires d'accumulation (fermé baies, tourbillons, canyons, et les zones spécifiques de haute mer) et des sources de déchets, y compris les rivières et les apports diffus, cette harmonisation est une étape nécessaire qui permettra le développement de systèmes de SIG et de cartographie pour localiser les « hotspots ».

Un aspect important des recherches à mener sur les déchets est l'évaluation des liens entre les facteurs hydrodynamiques. Cela vous donnera une meilleure compréhension de la dynamique de transport et des zones d'accumulation. Le développement et l'amélioration des outils de modélisation doivent être pris en considération pour l'évaluation et l'identification à la fois des sources et du devenir des déchets dans le milieu marin. Des modèles complets devraient identifier les régions sources intéressantes ainsi que les zones d'accumulation et des simulations rétroactives devraient être initiées dans les zones où les données de surveillance sont recueillies.

Le projet STAGES (<http://www.stagesproject.eu>) a apporté une meilleure compréhension sur les taux de dégradation des différents types de déchets (plastiques, matériaux dégradables, bioplastiques, etc.) et de capacité connexe de relargage de contaminants. À l'heure actuelle, la limite inférieure de détection de particules de matière plastique est d'environ 1 µm. Il semble probable que de plus petites particules encore de déchets (nanoparticules) peuvent exister, mais nous

avons besoin de développer une méthodologie appropriée pour les quantifier. Nous avons également besoin d'une meilleure compréhension des modalités potentielles de disparition/des types et habitats potentiels où ces éléments sont les plus susceptibles de s'accumuler, nos connaissances sur l'accumulation et les conséquences sur l'environnement de ces particules microplastiques/nanoplastiques étant relativement limitées.

Les indicateurs biologiques fournissent des indications sur le préjudice. Une surveillance pilote est une étape importante en perspective du suivi des impacts en termes de détermination des seuils de référence et/ou d'adaptation des stratégies au contexte local. Une meilleure compréhension des effets de l'emmèlement (létaux ou sub-létaux) dans différentes conditions environnementales et des modalités d'ingestion des déchets par les organismes marins sont des questions clés. Dans le cas de l'ingestion des déchets par les tortues marines, les besoins de recherche prioritaires sont la définition précise d'une cible (BEE) et l'identification des paramètres/contraintes biologiques et des sources de biais possibles à prendre en considération lors de la définition du Bon état écologique. Les travaux sur d'autres espèces « sentinelles » (poissons et invertébrés) sont également importants car ils peuvent fournir des protocoles additionnels pour appuyer la mesure des impacts, en particulier pour les microplastiques. Enfin, l'utilisation de nouvelles approches et le développement de nouveaux indicateurs pour évaluer l'emmèlement dans les déchets marins, ou leur ingestion peuvent ouvrir de nouvelles perspectives dans le contexte de la surveillance.

En ce qui concerne le transport des espèces, de nombreuses questions restent ouvertes et doivent être étudiées (Katsavenakis, CIESM, 2014). Les questions clés à considérer pour une meilleure compréhension des préjudices causés par les déchets sont (i) la probabilité croissante de transfert d'espèces à cause des déchets flottants, (ii) l'identification des espèces (y compris des agents pathogènes pour les organismes marins et l'homme) qui se fixent sur les déchets marins en Méditerranée, (iii) la nature des contraintes pour la colonisation des plastiques flottants et espèces concernées, et (iv) l'identification des espèces de la Mer Rouge qui entrent en Méditerranée via les déchets flottants.

Pour la surveillance, nous manquons souvent d'information pour déterminer la stratégie optimale d'échantillonnage et le nombre requis de répliqués dans le temps et l'espace. Ceci est un problème encore plus marqué pour les microplastiques, pour lesquels il existe de surcroît une incertitude sur ce qu'est le plan d'échantillonnage optimal. Comme l'étude des microplastiques en Méditerranée est encore à un stade

précoce de développement, une harmonisation des protocoles d'échantillonnage à la surface de l'eau est fortement recommandée. De plus, la comparabilité des données disponibles reste très limitée, en particulier en ce qui concerne les différentes catégories de classes de taille, les procédures d'échantillonnage, les méthodes d'analyse et les valeurs de référence. Une modification de la classification/catégorisation actuelle a sans doute besoin d'être envisagée pour inclure une nouvelle subdivision correspondant à la plus petite classe de taille de ces éléments, les nanoplastiques, au sein de la classe des microplastiques (Van Moos, CIESM 2014).

Au plans économique et de la gestion (PNUE, 2011), le problème des déchets marins n'a pas été abordé avec succès en Méditerranée en raison de (i) du manque d'instruments juridiques internationaux (sauf pour l'OMI/Annexe V de MARPOL) ou de programmes globaux, (ii) du manque de coordination, (iii) de la faiblesse du cadre réglementaire pour organiser la gestion des déchets côtiers (mauvaises pratiques, mauvaise classification des déchets, absence de suivi de la production, le manque de sanctions et d'application des lois) et (iv) des problèmes rencontrés dans l'application des instruments économiques (informations contradictoires ou incohérentes), manque d'outils, manque d'information sur les conséquences sociales et économiques, besoin de transparence, campagnes de sensibilisation et d'éducation isolées).

L'évaluation des coûts directs et de la perte de revenus pour le tourisme et la pêche (pertes de revenus et de stocks, y compris les espèces protégées/menacées), l'évaluation des coûts dus à l'obstruction des rivières, des systèmes de refroidissement des centrales électriques côtières et/ou des systèmes d'épuration des eaux usées, l'efficacité économique des instruments basés sur le marché et liés aux déchets marins, et enfin le développement de méthodologies communes pour évaluer les coûts d'enlèvement (collecte et élimination des déchets marins) sont des questions clés.

Outre la mise en œuvre du PRDM de méditerranée, dont il est nécessaire d'intégrer les dispositions dans le développement de stratégies nationales et locales, il devient critique de soutenir le développement d'une meilleure gestion en (i) développant des méthodologies communes pour recueillir des données socio-économiques, (ii) évaluant les niveaux socialement acceptables de déchets marins pour le public et l'industrie, (iii) développant des indicateurs socio-économiques d'impact (impact esthétique, effets sur l'industrie de la pêche/le secteur maritime et la santé humaine), et enfin (iv) éduquant le public (touristes, pêcheurs, grand public). Une condition préalable à cela est d'examiner les lois et d'harmoniser les dispositifs nationaux méditerranéens

(mesures juridictionnelles et structures institutionnelles) avec les conventions pour soutenir des programmes de gestion dédiés aux déchets marins.

En termes de mesures, les principales priorités de gestion des eaux marines qui doivent compléter les mesures de gestion visant à réduire les entrées sont, le développement d'outils permettant d'évaluer l'efficacité de la surveillance, des mesures destinées à réduire la quantité de déchets marins et/ou des programmes pédagogiques et de sensibilisation efficaces sur la propreté, le développement des installations de réception portuaires qui tiennent compte du trafic maritime en Méditerranée, la prise en compte/l'élimination des déchets marins transfrontaliers, y compris une intervention en cas de situation critique (exemple de Concordia).

Nos connaissances sur l'ampleur de la pêche fantôme sont encore très limitées en raison des coûts et des difficultés pratiques à mener des inventaires sous-marins et de notre connaissance partielle des quantités d'engins abandonnés/perdus. En fait, il n'existe actuellement pas d'estimations globales de l'ampleur du problème pour la Méditerranée dans son ensemble. Les recherches devront donc en premier lieu évaluer la présence d'engins abandonnés/perdus dans les zones et fonds de pêche, y compris en eau profonde, en particulier dans les zones où il n'y a pas d'informations (Méditerranée orientale et méridionale). Il est également important, avant même d'aborder le «nettoyage», d'évaluer l'intérêt d'intervenir dans chaque zone de pêche/sous-région. Enfin, il existe aussi des lacunes de recherche scientifique sur les impacts environnementaux des engins de pêche fantôme, y compris les impacts des mesures de gestion, notamment des programmes de récupération d'engins. Les recherches sur l'économie et les coûts de la perte d'engins et la pêche fantôme, ou sur les coûts et avantages des différentes mesures de gestion instaurées en réponse, seront également une étape nécessaire avant la mise en place de mesures de réduction effectives.

Macfayden (PNUE, 2009) a identifié des lacunes plus spécifiques. Elles comprennent les taux de perte d'engin, la mortalité par pêche fantôme, des mesures de fréquence la pêche fantôme et d'impact sur les espèces au niveau de la population, l'incidence et l'impact esthétique des filets de pêche fantôme en tant que source de déchets marins, le sort ultime et l'impact des engins de pêche perdus, les particules, l'impact, la faisabilité et les coûts/bénéfices de différentes mesures de gestion, en particulier de celles adaptées à certaines pêcheries, l'évaluation économique des pertes de filets de pêche et des impacts de la pêche fantôme, les impacts environnementaux des réponses de gestion, la spécification des codes de bonnes pratiques pour

minimiser la perte des engins dans certaines pêcheries particulières; et certains problèmes techniques liés à différentes mesures de gestion (marquage des engins, nouveaux matériaux).

Sorties de projets européens ont également fourni des messages clés et des questions telles que la mesure dans laquelle perdu filets continuent à attraper des poissons, l'importance des études dans ces pêcheries pour lesquelles il n'y a pratiquement aucune information, l'estimation des captures totales de la pêche fantôme dans le bassin, la évaluation des différents types d'impacts environnementaux de la pêche fantôme et réponses de la direction et de la collecte de données sur les réponses de pêche et de gestion fantôme.

Réactions de gestion adaptées sont susceptibles d'être variable pour différents types de pêche, ainsi que les lacunes de la recherche, mais la prévention basées sur les codes de pratiques et d'améliorer la communication entre les utilisateurs d'engins actifs et passifs est presque certainement mieux que les programmes de récupération.

En conclusion, les déchets marins en Méditerranée sont devenus une question cruciale. Les mesures de gestion et de réduction sont encore à développer, implémenter et à coordonner. Un certain nombre de points doivent encore être abordés afin de mieux connaître le problème. Un certain nombre de questions essentielles devront être prises en compte afin de donner les bases de techniques et scientifiques nécessaires à la surveillance en vue de la mise en place de mesures de réduction. Les actions suivantes paraissent les plus pertinentes dans un avenir proche pour soutenir les mesures de surveillance et de gestion:

1. Développer un modèle à l'échelle du bassin en tenant compte des sources (rivières, villes, routes maritimes, tourisme, pêche, etc.) afin de suivre le transport des déchets marins.
2. Cartographier les « hotspots » (zones d'accumulation, zones à risque) des déchets marins (plages, flottants, fonds marins, impacts) à l'échelle du bassin.
3. Déterminer les voies de disparition pour les déchets marins (budgets, flux, etc.) et mieux comprendre la dégradation.
4. Concevoir une plateforme SIG pour permettre l'intégration et l'analyse de toutes les données de surveillance.
5. Développer un objectif de qualité écologique (ECOQ) pour les déchets ingérés pour les espèces indicatrices appropriées pour une surveillance (tortues marines) et la mise en œuvre de l'appui du suivi de cet indicateur (renforcement des capacités, transfert de technologie).

6. Lister (inventorier) les espèces (biofilms également) qui se fixent sur les déchets en Méditerranée, en veillant à la mise au point de protocoles normalisés et à l'évaluation des espèces à risque (agents pathogènes, espèces toxiques, etc.)
7. Développer une base de données sur les espèces qui se fixent sur les déchets pour mieux expliquer le risque de dispersion et la colonisation possible de nouvelles zones. Favoriser une meilleure compréhension de l'écologie des micro-organismes vivant sur/avec les déchets, de leur rôle dans la dégradation des microplastiques, identifier les espèces concernées et les populations/associations d'espèces (assemblages) dans les eaux côtières, et enfin élaborer des stratégies, méthodes et normes.
8. Évaluer la distribution et les mouvements des microplastiques, des plages aux fonds marins/ plancher océanique profond. Quantifier les microplastiques ingérés chez les espèces clés, des espèces épipelagiques côtières aux espèces démersales.
9. Soutenir la rationalisation de la surveillance (approches communes et comparables de surveillance, i.e. normes/valeurs de référence; intercalibration, système de gestion des données et analyse/assurance qualité). Cela doit inclure la définition de niveaux de référence et de cibles spécifiques pour des catégories importantes de déchets qui peuvent individuellement être ciblés par les plans ou mesures de réduction prises par les pays méditerranéens (mégots, sacs de plastique, cotons-tiges, etc.)
10. Identifier de nouvelles espèces indicatrices de l'impact (emmèlement, ingestion, microplastiques, et espèces transportées grâce à des travaux en laboratoire et sur le terrain, et définir des seuils pour les préjudices subis.
11. Évaluer la quantité et la localisation des engins de pêche perdus.
12. Évaluer les pertes potentielles de stocks de poissons dues aux types principaux d'engins de pêche perdus/abandonnés.
13. Favoriser l'intégration et la coopération entre les différentes branches sectorielles de l'administration (pêche, tourisme, environnement, industrie, activités portuaires, etc.).
14. Harmoniser les nettoyages pour favoriser un protocole scientifique commun et permettre de recueillir des informations scientifiques pertinentes.
15. Assurer la participation et la coopération des parties prenantes administratives à différents niveaux administratifs et échelles régionales/nationales.

7

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES



DDT:	Dihloro-Diethyl-Trichoroethane
FAO:	Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organisation)
GPA:	Programme d' Action Global (Global programme of Actions)
BEE:	Bon Etat Ecologique
SIG:	Système d'Information Géographique
HELMEPA:	Association Grècque pour la Protection de l'Environnement Marin (Hellenic Marine Environment Protection Association)
ICC:	ONG internationale pour le nettoyage des cotes (International Coastal Cleanup)
OMI:	Organisation Maritime Internationale (IMO/ International Maritime Organization)
CIO:	Commission International Océanographique (UNESCO)
OIG:	Organisation Inter Gouvernementale
MEDITS:	Programme International Méditerranéen de Chalutage de Fond
CPEM:	Comité de Protection de l'Environnement Marin (Comité de l'OMI)
MIO-ECSDE:	Bureau d'information Méditerranéen pour l'Environnement, la Culture et le Développement Durable
PRDM:	Plan Régional sur les Déchets Marins
DCSMM:	Directive Stratégie pour le Milieu Marin
ONG:	Organisation Non Gouvernementale
PAH:	Hydrocarbures Poly Aromatiques (Poly Aromatic Hydrocarbons)
PCB:	Poly Chloro Biphenyles
POP:	Polluants Organiques Persistants
ROV:	Véhicule Télé Opéré (Remotely Operated Vehicle)
PNUE:	Programme des nations Unies pour l'Environnement
AGNU:	Assemblée Générale des Nations Unies

- Achite M., S.Ouillon (2007) Suspended sediment transport in a semiarid watershed, Wadi Abd, Algeria (1973–1995). *J. Hydrol.* 343, 187–202.
- Alampe I., Malotidi V., Vlachogianni T., M.Scollos (2014) Feel Act! To Stop Marine Litter: Lesson plans and activities for middle school learners. MIO-ECSDE, 2014 (<http://mio-ecsde.org/project/alampei-i-malotidi-v-vlachogianni-th-scollos-m-know-feel-act-to-stop-marine-litter-lesson-plans-and-activities-for-middle-school-learners-mio-ecsde-2014/>).
- Aliani S., Griffa A., A.Molcard (2003) Floating debris in the Ligurian Sea, north-western Mediterranean, *Marine Bulletin*, 46, 1142–1149.
- Alkalay R., Pasternak G., Zask A., A. Ran (2007) "Israel's 'Clean Coast' Programme successfully tailors solution to Marine Litter Problem", in the INECE Newsletter, issue 14, April 2007.
- Alon A., Brenner O., Scheinin A., Morick D., Ratner E., Goffman O., D. Kerem (2009) Laryngeal Snaring by Ingested Fishing Net in a Common Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) Off the Israeli Shoreline. *Journal of Wildlife Diseases*: July 2009, Vol. 45, No. 3, pp. 834–838. Doi: <http://dx.doi.org/10.7589/0090-3558-45.3.834>.
- Amaral-Zettler L., Zettler E., T.Mincer (2011) The Microbial Community on Marine Plastic Debris: Life in the "Plastisphere". American Geophysical Union, Fall Meeting 2011, abstract #B511-0536.
- Anastasopoulou G., Mytilineou C., C. Smith, K. Papadopoulou (2012) Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep Sea Research I*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2012.12.008>.
- Andrady A. (2011) Micro plastics in the Marine Environment. *Mar. Pollut. Bull.* 2011, 62 (8), 1596–1605.
- Angiolillo M., Lorenzo B., A. Farcomeni, Bo M., Bavestrello G., Santangelo G., Cau A., Mastascusa V., Sacco F., S. Canese (2015) Distribution and assessment of marine debris in the deep Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean Sea, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, in press.
- Anonymous (2012) Marine litter issues, impact and actions. Report from the Scottish ministry of environment. ISBN: 9781782560821, 14 pages. Available at <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2012/09/6461>.
- Arcadis (2014) Marine litter study to support the establishment of an initial headline reduction target- SFRA0025? European commission / DG ENV, project number BE0113.000668, 127 pages.
- Arthur C., Murphy P., Opfer S., C.Morishige (2011) Bringing together the marine debris community using "ships of opportunity" and a Federal marine debris information clearinghouse. In: Technical Proceedings of the Fifth International Marine Debris Conference. March 20–25, 2009. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-38. p 449-4532.
- Ayaz A., Acarli D., Altinagac U., Ozekinci U., Kara A., O.Ozen (2006) Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in Izmir Bay, Turkey. *Fisheries Research* 79 (2006) 267–271.
- Ayaz A., Ünal V., Acarli D., U. Altinagac (2010) Fishing gear losses in the Gökova Special Environmental Protection Area (SEPA), eastern Mediterranean, Turkey. *J. appl. Ichthyol.* 26: 416–419.
- Bajt O., Szwed K., Horvat P., Pengal P., M. Gregg (2015) Microplastics in sediments and fish of the gulf of Trieste. MICRO 2015. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015, p 53.
- Bakir A., Rowland S.J., R.C.Thompson (2014) Enhanced desorption of persistent organic pollutants from microplastics under simulated physiological conditions, *Environmental Pollution*, 185, 16–23.
- Ballance, A., P. G. Ryan, and J. K. Turpie. 2000. How much is a clean beach worth? The impact of litter on beach users in the Cape Peninsula, South Africa. *South African Journal of Science* 96:210–213.
- Barnes D. K. A., Milner P. (2005) Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Mar. Biol.* 146, 815–825 (doi:10.1007/s00227-004-1474-8).
- Barnes D.K., Galgani F., Thompson R.C., M.Barlaz (2009) Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 1985–1998. doi:10.1098/rstb.2008.0205.
- Barnes D., Walters A., L. Gonçalves (2010) Macroplastics at sea around Antarctica, *Marine Environmental Research* 70 (2010) 250–252.
- Barnes RL.(2011) Regulating the disposal cigarette butts as toxic hazardous waste. *Tobacco control* 20:i45-i48. 2011.
- Bartol S., J.Musick (2003) Sensory biology of sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*, vol. 2CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 79–102.
- Baulch S., C.Perry (2014) Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Mar Pollut Bull.*, 80 (1-2):210–21. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.12.050. Epub 2014 Feb 11.
- Bearzi G. (2002) Interactions between cetacean and fisheries in the Mediterranean Sea. In: G. Notarbartolo di Sciarra (Ed.), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. A report to the ACCOBAMS Secretariat*, Monaco, February 2002. Section 9, 20 p.
- Benhardouze, W., Tiwari, M., Aksissou, M., Godfrey (2012). Diet of loggerheads stranded along the Mediterranean coast of Morocco. In Bradai, M. N., Casale, P. (Eds) *Proceedings of the Third Mediterranean Conference on Marine Turtles, Barcelona Convention - Bern convention - Bonn Convention (CMS)*. Tunis, Tunisia, pp. 33.
- Bentivegna, F. (2002) Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry. *Mar. Biol.* 141, 795–800.
- Bentivegna F., Valentino F., Falco P., Zambianchi E., S.Hochscheid (2007) The relationship between loggerhead turtle (*Caretta caretta*) movement patterns and Mediterranean currents. *Mar. Biol.* 151, 1605–1614.
- Bentivegna, F., S.Hochscheid (2011) Satellite tracking of marine turtles in the Mediterranean. Current knowledge and conservation implications. UNEP (DEPI)/MED WG. 359/inf.8 Rev.1. UNEP/RAC/SPA-Tunis, pp. 19.
- Bentivegna F., Travaglini A., Matiddi M., Bainsi M., Camedda A., De Lucia A., Fossi M. C., Giannetti M., Mancusi C., Marchiori E., Poppi L., Serena F., L.Alcaro (2013) First data on ingestion of marine litter by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in Italian waters (Mediterranean sea). *Proceedings of the Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates and sea birds: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy Framework Directive*. 5-6 June, Siena.
- Bergmann M., M.Klages (2012) Increase of litter at the Arctic deep-sea observatory HAUSGARTEN. *Marine Pollution Bulletin* 64, 2734–2741. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.09.018>.
- Bjorndal K.A., Bolten A.B., C.Lagueux (1994) Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Mar. Pollut. Bull.* 28, 154–158.
- Bo M., Bava S., Canese S., Angiolillo M., Cattaneo-Vietti R., G.Bavestrello (2014) Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biological Conservation* 171 (2014) 167–176.
- Boerger C.M., Lattin G.L., Moore S.L., C.Moore (2010) Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 2275–2278.
- Boopdranath M. (2012) Waste minimisation in fishing operations. *Fishery Technology*, 49(2), p. 109–119.
- Botteon E., Armanasco A., Savini D., Nannarelli S. 2012. Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy- Framework Directive - Workshop abstracts – Accademia dei Fisiocritici, Siena, 31st January 2012.
- Bowman D., Manor-Samsonov N., A.Golik (1998) Dynamics of Litter Pollution on Israeli Mediterranean Beaches: A Budgetary, Litter Flux Approach. *Journal of Coastal Research*, Vol. 14, No. 2 (spring, 1998), pp. 418–432.
- Brander S., Fontana R., T.Mata (2011) The ecotoxicology of plastic marine debris. *American Biol Teacher* 73(8):474-478.

- Bugoni L., Krause L., M.Petry (2001) Marine debris and human impacts on sea turtles in Southern Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 42, 1330e1334.
- Brochier F. (2012) Analysis of existing marine assessments in Europe (North East Atlantic, Baltic Sea, Mediterranean and Black Sea). Preparatory document for the UN Regional Regular Process (UNRRP) meeting. IOC-UNESCO report, version 3, 26 pages.
- Browne M., Dissanayake A., Galloway T., Lowe D., Thompson R.C. (2008) Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel *Mytilus edulis*. *Environ Sci Technol.*, 42(13):5026-31.
- Brown J., Macfayden G., Huntington T., Magnus J., J. Tumilty (2005) Ghost Fishing by Lost Fishing Gear. Final Report to DG Fisheries and Maritime Affairs of the European Commission. Fish/2004/20. Institute for European Environmental Policy / Poseidon Aquatic Resource Management Ltd joint report, 96 pages.
- Brown J., G.Macfayden (2007) Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. *Marine Policy*, 488–504.
- Camedda A., Massaro G., Briguglio P., G. De Lucia (2012) Marine Litter in stomach contents and fecal pellet of Marine Turtles in Sardinian coast. Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy- Framework Directive - Workshop abstracts - Accademia dei Fisiocritici, Siena, 31st January 2012, pp. 40.
- Camedda A., Matiddi M., Massaro G., Coppa S., Perilli A., Ruiu A., Briguglio P., G.De Lucia (2013) Five years data on interaction between loggerhead sea turtles and marine litter in Sardinia. Proceedings of the Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates and sea birds: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy Framework Directive. 5-6 June, Siena.
- Camedda A., Marra S., Matiddi M., Massaro G., Coppa S., Perilli A., Ruiu A., Briguglio P., G.De Lucia (2014). Interaction between loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*, 100, 25-32.
- Campani T., Bainsi M., Giannetti M., Cancelli F., Mancusi C., Serena F., Marsili L., Casini S., M.C. Fossi (2013) Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine Mammals (Italy). *Mar. Pollut. Bull.* 74, 225-230.
- Cannizarro, L., Garofalo, G., Giusto, G., Rizzo, P. and Levi, D. (1995) Qualitative and quantitative estimate of solid waste in the Channel of Sicily. In Proceedings of the second International, ed. E. Ozhan, Conference on the Mediterranean. Coastal environment. MED-COAST 95, 24±27 Oct, Tarragona, Spain.
- Cardona L., Revelles M., Carreras C., San Felix M., Gazo M., A. Aguilar (2005) Western Mediterranean immature loggerhead turtles: habitat use in spring and summer assessed through satellite tracking and aerial surveys. *Marine Biology*, 147(3), 583-591.
- Carpenter, E.J., Smith, K.L., 1972. Plastics on the Sargasso sea surface. *Science*, 175, 1240–1241.
- Carreras C., Pont S., Maffucci F., Pascual M., Barcelo A., Bentivegna F., Cardona L., Alegre F., SanFelix M., Fernandez G., A.Aguilar (2006) Genetic structuring of immature loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea reflects water circulation patterns. *Marine Biology* 149, 1269–1279. doi:10.1007/s00227-006-0282-8.
- Carreras C., Pascual M., Cardona L., Marco A., Bellido J.J., Castillo J., Tomas J., Raga J., Sanfelix M., G.Fernandez (2011) Living together but remaining apart: Atlantic and Mediterranean loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in shared feeding grounds. *Journal of Heredity* 102: 666–677.
- Carson H., M.S. Nerheim, K.A. Carroll, M. Eriksen (2013) The plastic-associated microorganisms of the North Pacific Gyre *Marine Pollution Bulletin*, 75, 1–2, 126–132.
- Casale P., Freggi D., Basso R., R.Argano (2005) Interaction of the Static Net Fishery with Loggerhead Sea Turtles in the Mediterranean: Insights from Mark-recapture Data. *The Herpetological Journal* 15: 201–203.
- Casale P., Cattarino L., Freggi D., Rocco M., R.Argano (2007). Incidental catch of marine turtles by Italian trawlers and longliners in the central Mediterranean. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17, 686–701. doi:10.1002/aqc.841.
- Casale P., Abbate G., Freggi D., Conte N., Oliviero M., R.Argano (2008) Foraging ecology of loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Marine Ecology Progress Series* 372, 265-276.
- Casale P., Mazari A.D., Freggi D., Vallini C., R.Argano (2009) Growth rates and age at adult size of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea, estimated through capture-mark-recapture records. *Scientia Marina* 73, 589–595. doi:10.3989/scimar.2009.73n3589.
- Casale P., D.Margaritoulis (2010) Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities. IUCN: Gland, Switzerland. 304 pages.
- Casale P. (2011) Sea turtle by-catch in the Mediterranean. *Fish and Fisheries* 12: 299–316.
- Casale P., Affronte M., Scaravelli D., Lazar B., Vallini C., P.Luschi (2012) Foraging grounds, movement patterns and habitat connectivity of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*) tracked from the Adriatic Sea. *Marine Biology* 159, 1527–1535. doi:10.1007/s00227-012-1937-2.
- Casale P., P. Mariani (2014) The first 'lost year' of Mediterranean sea turtles: dispersal patterns indicate subregional management units for conservation. *Marine Ecology-Progress Series* 498: 263–274.
- Casale P., Freggi D., Furi G., Vallini C., Salvelini P., Velini G., Deflorio M., Totaro G., Raimond S., Fortuna C., B. Godley (2014) Annual survival probabilities of juvenile loggerhead sea turtles indicate high anthropogenic impact on Mediterranean populations. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/aqc.2467.
- Casini S., Caliani I., Giannetti M., Maltese S., Coppola D., Bianchi N., Campani T., Ancora S., Marsili L., M.Fossi (2012) Non invasive ecotoxicological investigations in *Caretta caretta* in the Mediterranean: implications for descriptor 8 and 10 of the Marine Strategy Framework Directive. In *Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment implication on European Marine Strategy- Framework Directive - Workshop abstracts - Accademia dei Fisiocritici, Siena, 31st January 2012, pp. 18.*
- CBD (2012) Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel—GEF. Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions, Montreal, Technical Series No. 67, 61p.
- Cedrian D. (2008) Seals-fisheries interactions in the Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*): related mortality, mitigating measures and comparison to dolphin-fisheries interactions. Transversal Working Group on by catch/incidental catches. O Headquarters, Rome (Italy), 15-16 September 2008, 21 pages.
- Cerim, H., Filiz, H., Gülsahin, A. and M.Erdem (2014). *Marine Litter: Composition in Eastern Aegean Coasts. Open Access Library Journal*, 1, e573. doi: http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1100573.
- Chalkiadaki M. (2005) The contribution of marine litter to marine environmental pollution with trace metals, Postgraduate thesis, Laboratory of Environmental Chemistry, University of Athens, Athens, 2005 (cited from UNEP,2011).
- CIESM (2014) Plastic Litter and the dispersion of alien species and contaminants in the Mediterranean sea. Ciesm Workshop N°46 (Coordination F Galgani), Tirana, 18-21 juin 2014, 172 pages.
- Claessens M., S. De Meester, L.Van Landuyt, K.De Clerck, C. Janssen (2011) Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*. 62: 2199-2204.
- Cheshire A. C. (2009) UNEP/IOC Guidelines on survey and monitoring of marine litter. 2009 UNEP Regional Seas Rpts & Studies, No. 186; IOC Tech. Ser. No. 83.
- Claro, F., P.Hubert (2011) Impact des macrodéchets sur les tortues marines en France métropolitaine et d'Outre-mer. Rapport SPN 2011/XX. MNHN-SPN, Paris, 51p.
- CleanUp Greece/HELMPEA/MIO-ECSDE, "Public Awareness and Education for the Management of Marine Litter in the Mediterranean", Athens, 2007 (cited from UNEP, 2011).
- CMS (2014) MIGRATORY SPECIES, MARINE DEBRIS AND ITS MANAGEMENT. Review under Resolution 10.4 on Marine Debris from the CONVENTION ON MIGRATORY SPECIES. 11th MEETING OF THE CONFERENCE OF THE PARTIES, Quito, Ecuador, 4-9 November 2014 UNEP report: UNEP/CMS/COP11/Inf.27. 175 pages.
- Codina-García M., Militão T., Moreno J., J.González-Solis (2013) Plastic debris in Mediterranean seabirds. *Marine Pollution Bulletin* 77 (2013) 220–226.
- Cole M., Lindeque P., Halsband C., T.S. Galloway (2011) Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin* 62 (2011) 2588–2597.
- Cole M., Lindeque P.K., Fileman E. S., Halsband C., Goodhead R., Moger J. (2013) Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47 (12), 6646–6655.
- Collignon A., Hecq J., Galgani F., Voisin P., A.Goffard (2012) Neustonic microplastics and zooplankton in the western Mediterranean sea. *Marine Pollution Bulletin* 64, 861–864
- Collignon A., Hecq J., Galgani F., Collard F., A.Goffard (2014). Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean–Corsica). *Marine Pollution Bulletin*, 79(1-2), 293-298. Publisher's official version: http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.023.
- Colton, J.B., Knapp, F.D., Burns, B.R., 1974. Plastic particles in surface waters of the northwestern Atlantic. *Science* 185, 491–497.
- Cukrov N. and Z. Kwokal. 2010. Floating marine litter without boundaries: a threat to the coves of Mljet Island (Croatia). Proceedings of the Symposium of Branimir Gusic Days – Mljet, pp. 349-362.
- Cózar A., Sanz-Martin M., Marti E., González-Gordillo J., Ubeda B., Gálvez J., Irigoien X., C. Duarte (2015) Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 10(4): e0121762. doi:10.1371/journal.pone.0121762.
- Darmon G., Miaud C., Claro F., Gambaiani D., Dell'Amico F., F.Galgani (2014) Pertinence des tortues caouannes comme indicateur de densité de déchets en Méditerranée Dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (indicateur 2.1 du descripteur n°10). CONTRACT report, CNRS/IFREMER, 13/3212068, 34 pages.
- Dell'Amico F., Gambaiani D. (2013) Bases scientifiques et techniques en vue de l'élaboration d'un objectif de qualité environnementale pour l'impact des déchets sur les tortues marines en Europe. Rapport d'étude/IFREMER/DCSMM, 53 p.+ annexes.
- Della Torre C., Bergami E., Salvati A., Faleri C., Cirino P., Dawson K., I. Corsi (2014) Accumulation and Embryotoxicity of Polystyrene Nanoparticles at Early Stage of Development of Sea Urchin Embryos *Paracentrotus Lividus*. dx.doi.org/10.1021/es502569w | *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48, 12302–12311.
- De Lucia A., Caliani G., Marra I., Camedda S., Coppa A., Alcaro L., M. Matiddi (2014) Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the Western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*. DOI: 10.1016/j.marenvres.2014.03.017.
- De Stephanis R., Giménez J., Carpinelli E., Gutierrez-Exposito C., A. Cañadas (2013) As main meal for sperm whales: plastics debris. *Mar. Pollut. Bull.* 69, 206e214.
- 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.
- De Lucia G.A., Matiddi M., Travaglini A., Camedda A., Bentivegna F., L. Alcaro (2012) Marine litter ingestion in loggerhead sea turtles as indicator of floating plastic debris along Italian coasts. Proceedings of the Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy Framework Directive. 31 January, Siena.
- De Lucia, G.A., Caliani, I., Marra, S., Camedda, A., Coppa, S., Alcaro, L., Campani, T., Giannetti, M., Coppola, D., Cicero, A.M., Panti, C., Bainsi, M., Guerranti, C., Marsili, L., Massaro, G., Fossi, M.C., M.Matiddi (2014) Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research* 100:10-16. doi:10.1016/j.marenvres.2014.03.017.
- Deudero S., C. Alomar (2014) Revising interactions of plastics with marine biota: evidence from the Mediterranean. CIESM workshop "Marine Litter in the Mediterranean and Black Seas" CIESM ed., Tirana, Albania, 18 - 21 June 2014, 79-86 (http://www.ciesm.org/online/monographs/).
- Di Bello A., Valastro C., Staffieri F., A.Crovace (2006) Contrast Radiography of the Gastrointestinal Tract in Sea Turtles. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 47, 351–354. doi:10.1111/j.1740-8261.2006.00152.x.
- Engel S., Pagiola S., S.Wunder (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. *Ecol. Econ.* 65,663-674.
- Engler, R. E. (2012). The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. *Environmental Science & Technology*, 46(22), 12302–12315.
- Endo, S., Yuyama, M., & Takada, H. (2013). Desorption kinetics of hydrophobic organic contaminants from marine plastic pellets. *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 125–131.
- European Commission (2012) Overview of EU Policies, Legislation and Initiatives Related to Marine Litter. Commission Staff Working Document, SWD (2012) 365 final, Brussels, 33 pages.
- Eryasar A., Özbilgin H., Gücü A., S. Sakınan (2014) Marine debris in bottom trawl catches and their effects on the selectivity grids in the north eastern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 81 (2014) 80–8.
- Eriksen M., Lebreton L., Carson H., Thiel M., Moore C., Borerro J., Cummins A., Wilson S., Galgani F., Ryan P.G., J.Reisser (2014). Marine Plastic Pollution in the World's Oceans. *PLOS One*, DOI: 10.1371/journal.pone.0111913.
- European Commission's /DG Environment (2011), Science for Environment Policy | In-depth Reports | Plastic Waste: Ecological and Human Health Impacts. The Science Communication Unit/ the University of the West of England (UWE) eds., 44 pages.
- Fabri M., Pedel L., Beuck L., Galgani F., Hebbeln D., A.Freiwald (2014). Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French mediterranean submarine canyons: Spatial distribution and anthropogenic impacts. *Deep-sea Research Part II-topical Studies In Oceanography*, 104, 184-207. Publisher's version: http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.06.016.
- FANTARED 2 (2003) EC contract FAIR-PL98-4338, A study to identify, quantify and ameliorate the impacts of static gear lost at sea. ISBN No. 0 903941 97 X, 2003.
- FAO (1995) Code of Conduct for Responsible Fisheries. 1995.41pp. ISBN: 9251038341, Articles 7.2 and 7.6.9.
- FAO (1991) Recommendations for the Marking of Fishing Gear. Supplement to the Report of the Expert Consultation on the Marking of Fishing Gear. Victoria, British Columbia, Canada, 14–19 July 1991. 48pp. ISBN 92-5-103330-7.
- Faure F., C.Saini, G.Potter, F.Galgani, L.Felippe de Alencastro, P.Hagman (2015) An evaluation of surface micro- and mesoplastic pollution in pelagic ecosystems of the Western Mediterranean Sea. *Environ Sci Pollut Res*, DOI 10.1007/s11356-015-4453-3.
- Flint S., Markle T., Thompson S., E. Wallace (2012) Bisphenol A exposure, effects, and policy: A wildlife perspective. *Journal of Environmental Management* 104 (2012) 19-34.
- Fossi M.C., Panti C., Guerranti C., Coppola D., Giannetti M., Marsili L., R.Minutoli (2012a) Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin* 64, 2374-2379. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.013.

- Fossi M., Guerranti C., Coppola D., Baiani M., Giannetti M., Campani T., Clo S., S.Desabata (2012b). Preliminary assessment of microplastics threat in Mediterranean basking sharks (*Cetorhinus maximus*): implication for the MSFD. In: Poster Presented at the International Conference on Prevention and Management of Marine Litter, 10-12/04/2013.
- Fossi M.C., Casini S., Caliani I., Panti C., Marsili L., Viarengo A., Giangreco R., Notarbartolo di Sciarra G., Serena F., Ouerghi A., M.Depledge (2012) The role of large marine vertebrates in the assessment of the quality of pelagic marine ecosystems. *Marine Environmental Research*, 77, 156-158.
- Fotopoulou K.N., H.Karapanagioti (2012). Surface properties of beached plastic pellets. *Mar. Environ. Res.*, 81, 70–77.
- Foti M., Giacopello C., Bottari T., Fischella V., Rinaldo D., C.Mamma (2009) Antibiotic resistance of Gram Negatives isolates from loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 1363-1366.
- Galgani F., Souplet A., Y. Cadiou (1996) Accumulation of debris on the deep sea floor off the French Mediterranean coast, *Marine Ecology Progress Series*, 142,225-234.
- Galgani F., Leaute J.P., Moguedet P., Souplet A., Verin Y., Carpentier A., Goraguer H., Latrouite D., Andral B., Cadiou Y., Mahe J.C., Poulard J.C., P.Nerisson (2000) Litter on the Sea Floor Along European Coasts. *Marine Pollution Bulletin* 40, 516–527. doi:10.1016/S0025-326X(99)00234-9.
- Galgani F., Henry M., Orsoni V., Nolwenn C., Bouchouca M., C. Tomasino (2011) MACRO-DECHETS en Méditerranée française: Etat des connaissances, analyses des données de la surveillance et recommandations. *Rapport IFREMER, RST.DOP/LER-PAC/*, 2011, 42 pp.
- Galgani F., Hanke G., Werner S., L.De Vrees (2013). *Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive*. *Ices Journal of Marine Science*, 70(6), 1055-1064. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fst122>.
- Galgani F., Claro F., Depledge M., C.Fossi (2014). Monitoring the impact of litter in large vertebrates in the Mediterranean Sea within the European Marine Strategy Framework Directive (MSFD): constraints, specificities and recommendations. *Marine Environmental Research*, 100, 3-9. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.02.003>.
- Galgani F., Piha H., Hanke G., Werner S., & GES MSFD group (2011) *Marine Litter: Technical Recommendations for the Implementation of MSFD Requirements*. EUR 25009 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2011. JRC67300 (<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/22826>).
- Galgani F., Fleet D., van Franeker J., Hanke G., De Vrees L., Katsanevakis S., Maes T., Mouat J., Oosterbaan L., Poitou L., R.C.Thompson (2011) Monitoring marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive (MSFD): Scientific and technical basis. *Fifth International Marine Debris Conference, Honolulu Hawaii 20-25 Mar 2011*. Oral Presentation Extended Abstracts 4.c.5., 164-168.
- Galgani F., Hanke G., Werner S., Oosterbaan L., Nilsson P., Fleet D., Kinsey S., Thompson R.C., van Franeker J., Vlachogianni T., Scoullas M., Mira Veiga J., Palatinus A., Matiddi M., Maes T., Korpinen S., Budziak A., Leslie H., Gago J., G.Liebezeit (2013) Monitoring Guidance for Marine Litter in European Seas, *JRC Scientific and Policy Reports, Report EUR 26113 EN*, 120 p. (<https://circabc.europa.eu/w/browse/85264644-ef32-401b-b9f1-f640a1c459c2>).
- Galil B., Golik A. and M. Turky. 1995. Litter at the bottom of the sea: a sea bed survey in the Eastern Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.*, 30(1): 22-24.
- Galil B.S. (2006) "Shipwrecked: shipping impacts on the biota of the Mediterranean Sea" in "The ecology of transportation: managing mobility for the environment" (ed. J.L. Davenport and J. Davenport), *Environmental pollution*, 10, pp. 39–69.
- Gall S., R. Thompson (2015) The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*. Vo 92, 1–2, 170–179.
- GESAMP (2010) *Proceedings of the GESAMP International Workshop on microplastic particles as a vector in transporting persistent bioaccumulating and toxic substances in the oceans*. GESAMP/IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Reports and Studies, 82, 68 p.
- Gerigny O., Henry M., Tomasino C., F.Galgani (2011). Déchets en mer et sur le fond. in *rapport de l'évaluation initiale, Plan d'action pour le milieu marin - Méditerranée Occidentale, rapport PI Déchets en mer V2 MO*, pp. 241-246 (http://www.affairesmaritimes.mediterranee.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Evaluation_initiale_des_eaux_marines_web-2.pdf).
- Gerin R., Poulain P.-M., Taupier-Letage I., Millot C., Ben Ismail S., C. Sammari (2009). Surface circulation in the Eastern Mediterranean using Lagrangian drifters (2005-2007). *Ocean Sci.* 5, 559-574.
- Goldstein M.C., Titmus A.J. and M. Ford. 2013. Scales of spatial heterogeneity of plastic marine debris in the Northeast Pacific Ocean. *Plos One*, 8 (11) doi 10.1371/journal.pone.0080020.
- Gregory M. (2009) Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* Jul 27, 2009; 364(1526): 2013–2025. doi: 10.1098/rstb.2008.0265.
- Güven O. Gülyavuz H., M. Deval (2013) Benthic Debris Accumulation in Bathyal Grounds in the Antalya Bay, Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 43-49 (2013) DOI: 10.4194/1303-2712-v13_1_06.
- Hanke G., H.Piha (2011) Large scale monitoring of surface floating marine litter by high resolution imagery. Presentation and extended abstract, 5th International Marine Debris Conference. 20-25. March 2011, Hawaii, Honolulu.
- Hareide, N-R., Garnes G., Rihan D., Mulligan M., Tyndall P, Clark M., Connolly P., Misund R., McMullen P., Furevik D. M., Humborstad O-B, Haydal K. and Blasdale T. 2005. A preliminary Investigation on Shelf Edge and Deep water Fixed Net Fisheries to the West and North of Great Britain, Ireland, around Rockall and Hatton Bank. www.fiskeridir.no/fiskeridir/content/download/4204/27785/file/Rapport.pdf.
- Harrison J., Sapp M., Schratzberger M., A.Osborn (2011) Interactions between Microorganisms and Marine Microplastics: A Call for Research. *Marine Technology Society Journal*, Volume 45, Number 2, pp. 12-20(9).
- HELMPEA. (Hellenic Marine environment Protection Association).(2011) *Annual Report 2010*, Athens, Greece, (<http://www.helmepa.gr/>).
- Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C., M.Thiel (2012) Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology* 46, 3060-3075.
- Hochscheid S., Bentivegna F., G.Hays (2005) First records of dive durations for a hibernating sea turtle. *Biol Lett* 1:82–86.
- Hoarau L., Ainley L., Jean C., S.Ciccione (2014) Ingestion and defecation of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from by-catches in the South-West Indian Ocean *Marine Pollution Bulletin*, 84, 90–96.
- Houar T., Boudouresque C., Barcelo A., Cottalorda J., Formentin J., Jullian E., Kerlidou B., E. Pironneau (2012) Occurrence of a lost fishing net within the marine area of the Port-Cros national Park (Provence, northwestern Mediterranean Sea). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 26, 109-118.
- IMO (2002) *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78) Annex V, Regulation 3. Article 1, Council Regulation (EC) 2371/2002 on the conservation and sustainable exploitation of fisheries resources under the Common Fisheries Policy OJ L 358/59, 31.12.2002*.
- Interwies E., Görlitz S., Stöfen A., Cools J., Van Breusegem W., Werner S., L. de Vrees (2013) Issue Paper to the "International Conference on Prevention and Management of Marine Litter in European Seas", Final Version, 16th May 2013 (<http://www.marine-litter-conference-berlin.info/downloads.php>), 111 pages.
- IUCN (2013) *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1*. www.iucnredlist.org/ (accessed November 2013.).
- Ioakeimidis C., Zeri C., Kaberi E, Galatchi M., Antoniadis K., Streftaris N., Galgani F. Papatheodorou E., G. Papatheodorou (2014) A comparative study of marine litter on the seafloor of coastal areas in the Eastern Mediterranean and Black Seas. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 296–30.
- Jacobsen J.K., Massey L., F.Gulland (2010) Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Mar. Pollut. Bull.*, 60, 765-767.
- Jambeck, J.R., Andrady, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K., (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science*, 347, p. 768-771.
- Karapanagioti H.K., Endo S., Ogata Y., H.Takada (2011) Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. *Mar. Pollut. Bull.*, 62 (2), 312–317.
- Katsanevakis S., Verriopoulos G., Nicolaidou A., M.Thessalou-Legaki (2007) Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: A manipulative field experiment. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 771–778.
- Katsanevakis S, Katsarou A, 2004. Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air and Soil Pollution* 159: 325-337.
- Katsanevakis S, Gatto F, Zenetos A, Cardoso AC, 2013. How many marine aliens in Europe? *Management of Biological Invasions* 4(1): 37–42.
- Kershaw P.J., H.Leslie (eds.) (2012) Sources, fate & effects of microplastics in the marine environment. A global assessment: GESAMP working group 40, UNESCO-IOC, Paris, 45pp.
- Klosterman F. (2012) occurrence of meso plastics in sediments from the Mediterranean Sea coast. Bachelor thesis, University of Osnabrueck, 50p.
- Koelmans A.A., Besseling E., Wegner A. and M. Foekema. 2013. Plastic as a carrier of POPs to aquatic organisms: a model analysis. *Environ. Sci. Technol.*, 47: 7812-7820.
- Kordella S., Geraga M., Papatheodorou G., Fakiris E., I.Mitropoulou (2013) Litter composition and source contribution for 80 beaches in Greece, Eastern Mediterranean: A nationwide voluntary clean-up campaign. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, Volume 16, Number 1, 111-118.
- Koutsodendris A., Papatheodorou G., Kougiourouki O., M.Georgiadis (2008) Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77, 501-512.
- Kukulka T., Proskurowski G., Morét-Ferguson S., Meyer D., K.Law (2012) The effect of wind mixing on the vertical distribution of buoyant plastic debris. *Geophys. Res. Letters*, Vol. 39, L07601, doi:10.1029/2012GL051116.
- Laglbauer B., Franco-Santos R., Andreu-Cazenave M., Brunelli L., Papadatou M., Palatinus A., Grego M., T.Deprez (2014) Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia, *Marine Pollution Bulletin*, 89, 356–366. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.036>.
- Laist D. (1987) Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 18: 319 - 326.
- Lanoie P., Laurent-Lucchetti J., Johnstone N., S.Ambec (2011) *Environmental policy, innovation and performance: new insights on the Porter hypothesis*. *J. Econ. Manag. Strat.* 20, 803-842.
- Lazar B., Gračan R., Zavodnik D., N.Trvtković (2008) Feeding ecology of "pelagic" loggerhead turtles, *Caretta caretta*, in the northern Adriatic Sea: proof of an early ontogenetic habitat shift. In: Kalb, H., Rohde, A.S., Gayheart, K., Shanker, K. (Eds.), *Proceedings of the Twentyfifth Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-582. p. 93.
- Lazar B., Gracan R., Katic J., Zavodnik D., Jaklin A., N.Trvtkov (2010) Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) as bioturbators in neritic habitats: an insight through the analysis of benthic molluscs in the diet. *Mar. Ecol.* 32, 65-74.
- Lazar B., R.Gracan (2011) Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* in the Adriatic Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 43-47.
- Law K. L., Morét-Ferguson S., Maximenko N. A., Proskurowski G., Peacock E. E., Hafner, J. (2010). Plastic accumulation in the North Atlantic subtropical gyre. *Science*, 329(5996), 1185–1188.
- Lebreton L., Greer S., J.Borrero (2012) Numerical modelling of floating debris in the world's oceans, *Marine Pollution Bulletin* 64, 653-661.
- Lechner A., Keckeis H., Lumesberger-Loisl F., Zens N., Krusch R., Tritthart M., Glas M., E.Schludermann (2014) The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution* 188, 177-181.
- Levy A., Brenner O., Scheinin A., Morick D., Ratner E., Goffman O., D. Kerem (2009) Laryngeal Snaring by Ingested Fishing Net in a Common Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) Off the Israeli Shoreline. *Journal of Wildlife Diseases: July 2009*, Vol. 45, No. 3, pp. 834-838. doi: <http://dx.doi.org/10.7589/0090-3558-45.3.834>.
- Licitra G., Serena F., Mancusi C., C. Grazzini (2012) GIONHA. Insieme per la tutela e la valorizzazione del nostro mare. I risultati, 88 pages (<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/gionha-insieme-per-la-tutela-e-la-valorizzazione-del-nostro-mare-i-risultati>).
- Limpus C., D.Limpus (2001) The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: breeding migrations and Wdelity to a warm temperate feeding area. *Chel Conserv Biol* 4(1):142–153.
- Lithner D., Larsson A., G. Dave (2011) Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment* 409 (2011) 3309–3324.
- Llorca M., Farré M., Karapanagioti H., D.Barceló (2014) Levels and fate of perfluoroalkyl substances in beached plastic pellets and sediments collected from Greece. *Marine Pollution Bulletin* 87 (2014) 286–291.
- Loizidou X., Loizides M., D. Orthodoxou (2014) A novel best practices approach: The MARLISCO case, *Mar. Poll. Bull.*, Volume 88, Issues 1–2, 15 November 2014, Pages 118-128, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.015>.
- Ludwig W., Dumont E., Meybeck M., S.Heussner (2009) River discharges of water and nutrients to the Mediterranean Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades? *Prog. Oceanogr.*, 80, 199–217.
- Macfayden G., Huntington T., R. Cappell (2009) Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. Food and Agriculture Organization of the United Nations publ., Rome: i-xix + 1-115.
- MacLeod, C. D., 2009 Understanding the impacts of human activities on beaked whales: from individuals to species, and from local to global. In: Sarah J. Dolman, Colin D. MacLeod and Peter G.H. Evans (eds) *proceedings of ECS the workshop on beaked whale research, San Sebastián, Spain, 26 th April 2007 ECS Special publication series n° 51*. 2009.
- Malta Environment and Planning Authority (2005) *State of the Environment Report Malta, 2005*, Malta Environment and Planning Authority(in UNEP, 2011).
- Mamaca E., Girin M., Le Floch S., R. Elzir (2009) Review of chemical spills at sea and lessons learnt. A technical appendix to Interspill 2009 conference white paper. Report of the Interspill 2009 conference, Marseille, 40 p. (www.itopf.com/uploads/interspill09_hnsappendix.pdf).
- Mansui, J., Molcard, A., Ourmieres, Y., 2015. Modelling the transport and accumulation of floating marine debris in the Mediterranean basin. *Mar. Pollut. Bull.* 91, 249–257.
- Marine Resources & Coastal Zone Management Program (2005), "Collection and Identification of Solid Waste Caught off the Coasts of El-Mina and Tripoli-Lebanon", Interim Report August-December, 2005, Institute of the Environment, University of Balamand, Lebanon, 2005.
- Margaritoulis D., Argano R., Baran I., Bentivegna F., Bradai M.N., Caminas J.A., Casale P., De Metrio G., Demetropoulos A., Gerosa G., Godley B.J., Haddoud D.A., Houghton J., Laurent L., B.Lazar (2003). Loggerhead turtles in Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives. In: Bolten, A.B., Witherington, B.E. (Eds.), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 175e198.

- Makhoukh M. (2012) Pollution par les déchets solides en Algérie. Stratégie de gestion Intégrée des zones côtières en Algérie? Bilan et diagnostic. /MATE-PAP RAC/ 2012, 42 pages.
- Martinez-Ribes L., Basterretxea G., Palmer M., J.Tintore (2007). Origin and abundance of beach debris in the Balearic Islands. *Sci. Mar.* 71: 305–314.
- Maso M., Garcés E., Pages F., J.Camp (2003). Drifting plastic debris as a potential vector for dispersing Harmful Algal Bloom (HAB) species. *Sci. Mar.* 67, 107–111.
- Matiddi M., van Franeker J.A., Sammarini V., Travaglini A., L.Alcaro (2011) Monitoring litter by sea turtles: an experimental protocol in the Mediterranean. In: Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Sea Turtles. 7-10 November, Naples, p. 129.
- Mazziotti C., Bertaccini E., Benzi M., Martini S., Lera S., Silvestri C., Ferrari (2015), Sea surface microplastics distribution on Emilia Romagna coast: Defishgear project preliminary results. *Micro* 2015. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015, p.41.
- Mehlhart G., M.Blepp (2012) Study on land sourced litter in the marine environment. Review of sources and literature. Report for the Öko-Institut e.V., n° 8976, Darmstadt / Freiburg 26.01.2012, 128p.
- Menna M., Poulain P. M., Zodiatis G., I.Gertman (2012) On the surface circulation of the Levantine sub-basin derived from Lagrangian drifters and satellite altimetry data. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 65, 46-58.
- Mifsud R., Dimech M., P.Schembr (2013) Marine litter from circalittoral and deeper bottoms off the Maltese islands (Central Mediterranean). *Mediterranean Marine Science* 14: 298-308.
- Minister for the Environment and Heritage (2004) Senator the Hon. Ian Campbell Media Release. 30 November 2004 /http://www.deh.gov.au/minister/env/2004/mr30nov04.html.
- MIO-ECSD (2015) Regional survey on abandoned lost or discarded fishing gear and ghost nets in the Mediterranean Sea. A contribution to the implementation of the UNEP/MAP Regional Plan on Marine Litter management in the Mediterranean, UNEP/MAP report, in press.
- Moore S.L., M.Allen (2000) Distribution of anthropogenic and natural debris on the mainland shelf of the Southern California Bight. *Marine Pollution Bulletin* 40, 83–88.
- Morritt D., Stefanoudis P., Pearce D., Crimmen O., P.Clark (2014) Plastic in the Thames: A river runs through it. *Marine Pollution Bulletin*, 78, 196–200.
- Mouat J., Lopez Lozano R., H. Bateson (2010) Economic Impacts of Marine Litter: Assessment and priorities for response. Report of the OSPAR Commission, ISBN 978-1-906840-26-6, 117 pages.
- Musick J., C.Limpus (1997) Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA (ed.) *The biology of sea turtles*. CRC, Boca Raton, FL, 137–163.
- Mrosovsky N. (1981) Plastic jellyfish. *Marine Turtle Newsletter* 17: 5–7.
- Mrosovsky N., Ryan G.D., A.James (2009) Leatherback turtles: the menace of plastic. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 287-289.
- Mouat J., Lozano R.L., H.Bateson (2010) Economic Impacts of Marine Litter. Report.KIMO, Lerwick, UK. (Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon), 117 p.
- MSFD GES TSG Marine Litter (Galgani F., Piha H., Hanke G., Werner S., Alcaro L., Matiddi M., Fleet D., Kamizoulis G., Maes T., Osterbaan L., Thompson R., Van Franeker J., Mouat J., Meacle M., Carroll C., Detloff K., Kinsey S., Nilsson P., Sheavly S., Svärd B., Veiga J., Morison S., Katsanevakis S., Lopez-Lopez L., Palatinus A., Scoullos M., De Vrees L., Abaza V., Belchior C., Brooks C., Budziak A., Hagebro C., Holdsworth N., Rendell J., Serrano López A., Sobral P., Velikova V., Vlachogianni T., Wenneker B. Marine Litter) (2011) Technical Recommendations for the Implementation of MSFD Requirements. EUR 25009 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2011. JRC 67300 <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11111111/22826>.
- MSFD TG Marine Litter (Galgani F., Hanke G., Werner S., Oosterbaan L., Nilsson P., Fleet D., Kinsey S., Thompson R., Palatinus A., Van Franeker J., Vlachogianni T., Scoullos M., Veiga J., Matiddi M., Alcaro L., Maes T., Korpinen S., Budziak A., Leslie H., Gago J., G.Liebezeit (2013) Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. EUR 26113. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2013. JRC83985 <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11111111/30681>.
- Murray, F., & Cowie, P. R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, 62(6), 1207–1217.
- Nunes A.L., Katsanevakis S., Zenetos A. and A.C. Cardoso. 2014. Gateways to alien invasions in the European Seas. *Aquat. Invasions*, 9(2): 133-144.
- O'Brine T., R.Thompson (2010) Degradation of plastic carrier bags in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 2279-2283. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.08.005.
- Ocean conservancy /International Coastal Cleanup (ICC, 2014), (<http://www.oceanconservancy.org/>).
- Oehlmann J., Schulte-Oehlmann U., Kloas W., Jagnytsh O., Lutz I., Kusk K., Wollenberger L., Santos E., Paull G., Van Look K., C. Tyler (2009) A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 364, 2047-2062. doi: 10.1098/rstb.2008.0242.
- Oko institut (G.Mehlhart & M. Blepp, 2012) Study on Land sourced Litter in the Marine Environment. Review of sources and literature Olko Institut report <http://www.kunststoffverpackungen.de/show.php?ID=5262>), 128 pages.
- Oliver G. (2014) Donnees historiques et nouvelles observations concernant les tortues marines (Reptilia, Chelonii) sur les cotes francaises de Mediterranee (1996-2010). *Bulletin de la Société herpétologique de France*, 25–57.
- Oosterhuis F., Papyrakis E., B. Boteler (2014) Economic instruments and marine litter control*, *Ocean & Coastal Management*, 102, 47-54.
- OSPAR (2009) Marine litter in the North-East Atlantic Region: Assessment and Priorities for Response. Report. OSPAR Commission, London, UK.
- OSPAR (2015) Study report on sources of microplastics relevant to marine protection. Report of the Meeting of the Environmental Impact of Human Activities Committee (EIHA) Santander (Spain): 13 - 17 April 2015, EIHA 15/5/Info.2-E (L), agenda item 5, 41 pages.
- Palatinus A., Gast J., Bisjak T., Cesnik U., Grivec T., Pipan U., Kovan Viserc M., Krzan A., M.Peterlin (2015). Sea surface microplastics and distribution in the Slovenian part of the Trieste bay. Preliminary results. *Micro* 2015. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015, p 39
- Pawson M.G. (2003) The catching capacity of lost static fishing gears: introduction. *Fish. Res.*, 64: 101-105.
- Petović S, Marković O. (2013) Degradation of benthic communities using demersal trawling. *Agriculture & Forestry*, 59 (2): 157-164.
- Pham P., J.Jung, J. Lumsden, Dixon D., N. Bols (2012) The potential of waste items in aquatic environments to act as fomites for viral haemorrhagic septicaemia virus. *Journal of Fish Diseases*, 35, 73–77. doi:10.1111/j.1365-2761.2011.01323.x.
- Pham C., Ramirez-Llodra E., Claudia H. S., Amaro T., Bergmann M., Canals M., Company J., Davies J., Duineveld G., Galgani F., Howell K., Huvenne Veerle A., Isidro E., Jones D., Lastras G., Morato T., Gomes-Pereira J., Purser A., Stewart H., Tojeira I., Tubau X., Van Rooij D., P.Tyler (2014). Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins. *Plos One*, 9(4), e95839. Publisher's official version. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0095839>.
- Plastic - Europe (2013) <http://www.plasticseurope.fr/Document/plastics---the-facts2013.aspx?Page=DOCUMENT&FoIld=2>.
- Plotkin P., A. Amos (1990) Effects of anthropogenic debris on sea turtles in the northwestern Gulf of Mexico. Pages 736–743 in R. Shomura, and H. Yoshida, editors. Proceedings of the 2nd international conference on marine debris. National Oceanic and Atmospheric Administration, Honolulu.
- Plotkin P., Wicksten M.K., A.Amos (1993) Feeding ecology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the North-Western Gulf of Mexico. *Mar. Biol.* 115, 1-15.
- Poeta G., C.Battisti, A. Acosta (2014) Marine litter in Mediterranean sandy littorals: Spatial distribution patterns along central Italy coastal dunes. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 168-173 <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.011>.
- Poitou I., C. Poulain (2015) Forum National France sur les déchets marins, rapport projet Européen Marlisco, Mer-terre, février 2015, 18 pages. (<http://www.mer-terre.org/pdf/crforum.pdf>).
- Poppi L., Zaccaroni A., Pasotto D., Dotto G., Marcer F., Scaravelli D., S.Mazzariol (2012) Post-mortem investigations on a leatherback turtle *Demochelys coriacea* stranded along the Northern Adriatic coastline. *Is. Aqua. Org. Vol.* 100: 71–76, 2012 doi: 10.3354/dao02479.
- Poullain P., Menna M., E. Mauri (2012) Surface Geostrophic Circulation of the Mediterranean Sea Derived from Drifter and Satellite Altimeter Data. *Journal of Physical Oceanography*, 42(6). 973-990, 2012. doi: 10.1175/JPO-D-11-0159.1.
- Price A., Jaoui K., Pearson M., A. Jeudy de Grissac (2014) An alert system for triggering different levels of coastal management urgency: Tunisia case study using rapid environmental assessment data. *Marine Pollution Bulletin*, 80, 88–9.
- Purroy A., Requena S., Gili J., Canepa A., R.Sardá (2014) spatial assessment of artisanal fisheries and their potential impact on the seabed: the Cap de Creus regional case study (northwestern Mediterranean Sea) *Scientia Marina*, 78(4), 449-459.
- Ramirez-Llodra E., Brandt A., Danovaro R., De Mol B., Escobar E., German C.R., Levin L.A., Martinez-Arbizu P., Menot L., Buhl-Mortensen P., Narayanaswamy B.E., Smith C.R., Tittensor D.P., Tyler P.A., Vanreusel A., M.Vecchione (2010) Deep, diverse and definitely different: Unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7, 2851–2899.
- Ramirez-Llodra E., Tyler P.A., Baker M.C., Bergstad O.A., Clark M.R., Escobar E., Levin L.A., Menot L., Rowden A.A., Smith C.R., C. Van Dover (2011) Man and the last great wilderness: Human impact on the deep sea. *PLoS ONE* 6(8): e22588.
- Ramirez-Llodra E., De Mol B., Company J.B., Coll M., F.Sardà (2013) Effects of natural and anthropogenic processes in the distribution of marine litter in the deep Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, Volume 118, 273-287. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2013.07.027>.
- Revelles, M., Cardona, L., Aguilar, A., Félix, M.S., Fernández, G. 2007. Habitat use by immature loggerhead sea turtles in the Algerian Basin (western Mediterranean): swimming behaviour, seasonality and dispersal pattern. *Marine Biology* 151 : 1501–1515. doi:10.1007/s00227-006-0602-z.
- Rinaldi E., Buongiorno Nardelli B., Zambianchi E., Santoleri R., P.Poulain (2010) Lagrangian and Eulerian observations of the surface circulation in the Tyrrhenian Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978–2012), 115(C4).
- SAC/GFCM (2013). Report of the thirteenth session of the Sub-Committee on Marine Environment and Ecosystems (SCMEE). FAO HQs, Rome, Italy, 18–20 February 2013. CGPM / GFCM, Ref. GFCM-SAC-SCMEE-2013, 55p.<http://archimer.ifremer.fr/doc/00166/27698/>.
- Rochman C., Hoh E., T. Kurobe (2013) Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Nature, Scientific Reports*, 3, 3263-66.
- Rochman CM., Tomofumi Kurobe T., I.Flores (2014) Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment *Science of the Total Environment*, 493 (2014) 656–661.
- Romeo T., Battaglia P., Peda C., Consoli T., Andaloro F., C.Fossi (2015) First evidence of presence of plastic debris in stomachs from large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine pollution Bulletin*, In press.
- Sacchi J. (2008) Impact des techniques de pêche sur l'environnement en Méditerranée. *Etudes et Revues (Commission générale des pêches pour la Méditerranée): i-ix + 1-62 + 1-8*.
- Sacchi J. (2012) Impact of fishing techniques on the continental slope and mitigation measures, primarily focusing on trawling for deep-sea crustaceans and ghost net fishing. In *Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance*. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN, pages 58-64.
- Sánchez P., Masó M., Sáez R., De Juan S., Muntadas A., M. Demestre (2013) Baseline study of the distribution of marine debris on soft-bottom habitats associated with trawling grounds in the northern Mediterranean. *Scientia Marina* 77(2), 247-255, Barcelona (Spain) ISSN: 0214-8358.
- Schofield G., Hobson V. J., Fossette S., Lilley M. K., Katselidis K. A., G.Hays (2010) Biodiversity Research: fidelity to foraging sites, consistency of migration routes and habitat modulation of home range by sea turtles. *Diversity and Distributions* 16: 840-853.
- Schuyler Q., Hardesty B.D., Wilcox C., K.Townsend (2012) To Eat or Not to Eat? Debris Selectivity by Marine Turtles. *PLoS ONE* 7:e40884. doi:10.1371/journal.pone.0040884.
- Schuyler Q., Hardesty B.D., Wilcox C., K.Townsend (2013) Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. *Conserv. Biol.* 28, 129–139.
- Sheavly S., K.Register (2007) Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions. *Journal of Polymers and the environment*, 15(4):301-305. DOI:10.1007/s10924-007-0074-3.
- Sigler M. (2014) The Effects of Plastic Pollution on Aquatic Wildlife: Current Situations and Future Solutions. *Water Air Soil Pollut* (2014) 225:2184, DOI 10.1007/s11270-014-2184-6.
- Simmonds M. (2011) Eating Plastic: A Preliminary Evaluation of the Impact on Cetaceans of Ingestion of Plastic Debris. Submission to the IWC Scientific Committee, pp. 1–14.
- Slavin C., Grage A., M. Campbell (2012) Linking social drivers of marine debris with actual marine debris on beaches. *Marine Pollution Bulletin* 64 1580–1588.
- Strafella P., G. Fabi, A. Spagnolo, F. Grati, P. Polidori, E. Punzo, T. Fortibuoni, B. Marceta, S. Raicevich, I. Cvitkovic, M. Despalatovic, G. Scarcella (2015) Spatial pattern and weight of seabed marine litter in the northern and central Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 01/2015; 91(1):120-127. DOI:10.1016/j.marpolbul.2014.12.018.
- Suaria G., S.Aliani (2014) Floating debris in the Mediterranean ea. *Marine Pollution Bulletin* Volume 86, Issues 1–2, 15, Pages 494–504.
- Suaria G., Avio C., Lattin G., regoli F., S. Aliani (2015) Neustonic microplastics in the Southern Adriatic Sea. Preliminary results. *Micro* 2015. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015, p 42.
- Swimmer Y., Arauz R., Higgins B., McNaughton L., McCracken M., Ballester J., R.Brill (2005) Food color and marine turtle feeding behavior: can blue bait reduce turtle bycatch in commercial fisheries? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 295, 273-278.
- Ten Brink P., Lutchnan I., Bassi S., Speck S., Sheavly S., Register K., C.Woolaway (2009) Guidelines on the Use of Market-based Instruments to Address the Problem of Marine Litter. Institute for European Environmental policy (IEEP), Brussels, Belgium.
- Teuten E., Saquing J., Knappe D., Barlaz M., Jonsson S., Björn A., Rowland A., Thompson R., Galloway T., Yamashita T., Ochi D., Watanuki T., Moore C., Viet P., Tana P., Prudente M., Boonyatumanond R., Zakaria M., Akkavong K., Ogata K., Hirai H., Iwasa S., Mizukawa I., Hagino U., Imamura A., Saha M., H. Takada (2009) Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 2027–2045.
- Tomás J., Guitart R., Mateo R., J.Raga (2002). Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.* 44, 211-216.
- Thompson R. C., Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G., McGonigle D., Russell A. E. (2004) Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304, 838. (doi:10.1126/science.1094559).
- Thompson R. C., Moore C., vom Saal F. S., S.Swan (2009) Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364. (doi:10.1098/rstb.2009.0053).

Topcu T., G.Ozturk (2013) Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. *Mar. Env. Res.*, 85, 21-28.

Travaglini A., Matiddi M., Ciampa M., Alcaro L., F. Bentivegna (2013) Marine litter in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Central and Southern Italian waters: analysis from dead and alive turtles. *Proceedings of the Biology and ecotoxicology of large marine vertebrates and sea birds: potential sentinels of Good Environmental Status of marine environment, implication on European Marine Strategy Framework Directive*. 5-6 June, Siena.

Triessing P., Roetzer A., M. Stachowitsch (2012) Beach Condition and Marine Debris: New Hurdles for Sea Turtle Hatchling Survival. *International Journal of Turtle and Tortoise Research. Chelonian Conservation and Biology*, 2012, 11(1): 68-77.

Turra A., Manzano A., Dias R., Mahiques M., Silva D., F Moreira (2014) Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. *Nature, Scientific Reports*, 4, 4435, doi:10.1038/srep04435.

Tweehuysen G. (2015) Sampling River litter: Preliminary results. *Micro-2015. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015*, p 29.

UNEP/IOC/FAO (1991) "Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension", MAP Technical Reports Series No. 56, 1991

UNEP/MAP/MED POL (2004) "Guidelines on management of coastal litter for the Mediterranean region", MAP Technical Reports Series No. 148, UNEP/MAP, Athens, 2004.

UNEP (2009), *Marine Litter A Global Challenge*, Nairobi: UNEP. 232 pp.

UNEP (2011) Assessment of the status of marine Litter in the Mediterranean Sea. *UNEP(DEPI)/MED WG.357/Inf.4 12 April 2011*, 55 pages.

UNEP (2012) Réunion du groupe de correspondance sur le bonEtat écologique et les cibles. Module thématique: Pollution et Détritrus, Sarajevo, 29-30 octobre 2012, *UNEP(DEPI)/MED WG.379.inf.4.4*, 24 pages.

UNEP (2013) Regional action plan on Marine litter, *UNEP (DEPI)/MED WG. 379/5*, 28 pages. Plan for the Marine Litter Management in the Mediterranean, Meeting of MED POL foal pointrs, Barcelona, 18-

UNEP/MAP (2014) Main elements of a draft Integrated Monitoring and Assessment Programme, *UNEP(DEPI)/MED WG.411/3*, 265 page

UNEP/ MAP/ CORMON (2015) 1st Report of the Informal Online Working Group on Marine Litter *UNEP (DEPI)/MED WG.411/Inf.10*, 59 pages.

United Nations, (2012) Report of the United Nations Conference on Sustainable Development, Rio de Janeiro, Brazil, 20-22 June 2012 *A/ CONF.216/16*.

Ugolini A., Ungherese G., Ciofini M., Lapucci A., M. Camaiti (2013) Microplastic debris in sandhoppers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 129, 1 September 2013, Pages 19-22.

Van cauwenberghe L., Vanreusel A., Maes J., C.Janssen (2013) Microplastic pollution in deep Sea sediments. *Environ Pollut.* 2013 Nov;182:495-9. Doi: 10.1016/j.envpol.2013.08.013. Epub 2013.

Van Franeker J.A. (2004) *Save the North Sea Fulmar-Litter-EcoQO Manual Part 1: Collection and dissection procedures*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 672.

Van Franeker J.A., Heubeck M., Fairclough K., Turner D., Grantham M., Stienen E., Guse N., Pedersen J., Olsen K., Andersson P., B. Olsen (2005) 'Save the North Sea' Fulmar Study 2002-2004: A regional pilot project for the Fulmar-Litter EcoQO in the OSPAR area. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1162. 70 blz.; 19 fig.; 8 tab.; 19 ref.

Van Franeker J.A. & the SNS Fulmar Study Group (2008). *Fulmar Litter EcoQO Monitoring in the North Sea. Results to 2006*. IMARES report nr C033/08. Wageningen IMARES, Texel.

Van Franeker J.A., Blaize C., Danielsen J., Fairclough K., Gollan J., Guse N., Hansen P.L., Heubeck M., Jensen J.K., Le Guillou G., Olsen B., Olsen K.O., Pedersen J., Stienen E., D.Turner (2011) Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environ. Pollut.* 159, 2609-2615.

Valavanidis A., T. Vlachogianni (2011) MARINE LITTER: Man-made Solid Waste Pollution in the Mediterranean Sea and Coastline. Abundance, Composition and Sources Identification. *SCIENCE ADVANCES ON ENVIRONMENTAL CHEMISTRY, TOXICOLOGY and ECOTOXICOLOGY*, www.chem-tox-ecotox.org, 15 pages.

Vianello A., Boldrin A., Guerriero P., Moschino V., Rella R., Sturaro A., L. Da Ros (2013) Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: first observations on occurrence, spatial patterns and identification, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, doi: 10.1016/j.ecss.2013.03.022.

Vianello A., Acri F., Aubry F., Boldrin A., Camati E., Da Ros L., Merceta T., V. Moschind (2015) Occurrence of floating microplastics in the North Adriatic Sea: preliminary results. *Micro 2015. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015*, p 43

Vlachogianni T. (MIO-ECSDE), V. Kalampokis (2014) *Marine Litter Monitoring in the Adriatic. A review of available data and applied methods*. Project report, Defishgear project (<http://defishgear.net/>), 20 pages.

Von Moos N., Burkhardt-Holm P., A. Köhler (2012) Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after an Experimental Exposure. *Env. Sc. Tech.*, 46(20):11327-35.

Votier S., Archibald K., Morgan G., L.Morgan (2011) The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 168-172.

White M., Haxhiu I., Kararaj E., Perkeqi D., Petri L., Sacdanaku E., Boura L., L.Venizelos (2013) Plastic debris at an important sea turtle foraging ground in Albania. In Blumenthal J., Panagopoulou A., Rees A. F. (Compilers) *Proceedings of the thirtieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-640, pp. 73-74.

Würtz M. (ed.) (2012). *Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance*. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. 216 pages.

Zambianchi E, Iermano I., S. Aliani (2014) Marine litter in the Mediterranean Sea, An Oceanographic perspective. In *Ciesm Workshop N°46 (Coordination F Galgani)*, Tirana, 18-21 juin 2014, 172 pages.

Zarfl C., Fleet D., Fries E., Galgani F., Gerdt G., Hanke G., M. Matthies (2011) Microplastics in oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1589-1591.

Zenetos A., Gofas S., Morri C., Rosso A., Violanti D., Garcia Raso J.E. and 23 co-authors. 2012. Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Mediterr. Mar. Sci.*, 13: 328-352.

Zettler E., Mincer T., L.Amaral-Zettler (2013) Life in the "Plastisphere": Microbial Communities on Plastic Marine Debris. *Environ. Sci. Technol.*, 2013, 47 (13), pp 7137-7146, DOI: 10.1021/es401288x.

Zorzo Gallego (2015) *Guide on best practices for fishing for litter in the Mediterranean*. UNEP/MAP document, 17p, in press.





United Nations Environment Programme
Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan
Barcelona Convention Secretariat

Vassileos Konstantinou 48, Athens 11635, Greece
Tel.: +30 210 7273100 - Fax: +30 210 7253196
www.unepmap.org