EFH-DZ-4
Caractérisation des déchets marins et côtiers sur 14 wilaya côtière
Bilan des méthodologies de surveillance des déchets marins
(EFH-DZ-4, Tâche 2)

Version	Titre du document	Auteur	Révision et approbation
1	Bilan des méthodologies de surveillance des déchets marins (EFH-DZ-4, Tâche 2)	Thomais Vlachogianni	Anis Ismail Michael Scoullos

LE PROJET DE MÉCANISME DE SOUTIEN SWIM ET H2020 (2016-2019)

Le Projet Mécanisme de soutien SWIM-H2020 financé par le Commission européenne, Direction générale (DG) NEAR, (voisinage et négociations de l'élargissement), est un programme de soutien technique régional qui comprend les pays bénéficiaires suivants : Algérie, Egypte, Israël, Jordanie, Liban, Libye, Maroc, Palestine, [Syrie] et la Tunisie. Toutefois, afin d'assurer la cohérence et l'efficacité du financement de l'Union Européenne ou de favoriser la coopération régionale, l'éligibilité des actions spécifiques sera étendue aux pays des Balkans occidentaux (Albanie, Bosnie-Herzégovine et Monténégro), en Turquie et en Mauritanie. Le programme est financé par l'instrument européen de voisinage (IEV) Sud / Environnement. Il assure la poursuite du soutien régional de l'UE aux pays à travers la Politique Européenne de Voisinage (PEV) du Sud dans les domaines de la gestion de l'eau, de la prévention de la pollution marine et ajoute de la valeur à d'autres programmes régionaux importants financés par l'UE dans des domaines connexes, en particulier le programme SWITCH-Med et le programme Clima Sud, ainsi qu'aux projets dans le cadre de la programmation bilatérale de l'UE, où l'environnement et l'eau sont identifiés comme secteurs prioritaires pour la coopération de l'UE. Il complète et fournit des partenariats opérationnels et des liens avec les projets labellisés par l'Union pour la Méditerranée, les préparations de projets en particulier la phase II de MESHIP et avec la prochaine phase du projet IEVP-SEIS sur les systèmes d'information environnementale, alors que son plan de travail sera cohérent avec, et appuiera, la Convention de Barcelone et de son Plan d'action pour la Méditerranée.

L'objectif général du programme est de contribuer à la réduction de la pollution marine et à une utilisation plus durable des ressources en eau limitées. Les services d'assistance technique sont regroupés en 6 paquets de d'activités : WP1. Facilités d'experts, WP2. Le partage et le dialogue d'expériences entre paires, WP3. Activités de formation, WP4. Communication et visibilité, WP5. Capitalisation des leçons apprises, les bonnes pratiques et les succès et WP6. Les activités de soutien.

Clause de non-responsabilité :

Ce document a été produit avec le soutien financier de l'Union européenne.
Le contenu est la seule responsabilité du Consortium responsable de la mise en œuvre du projet et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant les points de vue de l'Union européenne.

TABLE DE MATIERES

1 INFORMATIONS GÉNÉRALES 7

2 OBJECTIF ET CONTEXTE DE CE LIVERABLE 8

3 DEFINITIONS AND CONTEXTE POLITIQUE 8

4 SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS SUR LES PLAGES 10

5 SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS SUR LA SURFACE DE LA MER 13

6 SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS AU FOND DE LA MER 16

7 SURVEILLANCE DES DECHETS DANS LE BIOTE MARIN 20

8 REFERENCES/SOURCES 22

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1. Largeur d'observation à partir de différents niveaux d'observation au-dessus de la mer pour une vitesse de bateau de 2 nœuds : 13
Tableau 2. Longueurs et largeurs de transect suggérées pour les enquêtes visuelles sous-marines, en tenant compte des conditions environnementales et de la densité de la litière. 17

LISTE DE FIGURES

Figure 1. L'objectif écologique en matière de déchets marins et les indicateurs correspondants dans le cadre de l'approche écosystémique de la Convention de Barcelone et du programme intégré de surveillance et d'évaluation. 9
Figure 2. Le descripteur de déchets marins, les critères et les indicateurs correspondants dans le cadre de la MSFD de l'Union Européenne. 9
Figure 3. L'unité d'échantillonnage pour surveiller les déchets sur les plages. 11
Figure 4. Inspection visuelle des micro-plastiques sous un microscope. 12
Figure 5. La position idéale de l'inspecteur pour effectuer une étude de litière flottante. 15
Figure 6. Micro-plastiques flottants échantillonnés par un net Manta. 16
Figure 7. Litières recueillies lors d'une enquête visuelle sous-marine avec plongée. 18
Figure 8. Recherche des déchets ingérés par des espèces de poissons commercial à l'aide d'un microscope stéréoscopique. 21

ABBREVIATIONS

ATR	Attenuated Total Reflectance
COP	Conference of the Parties
D10	Descriptor 10
EC	European Commission
EO	Ecological Objective
EU	European Union
FTIR	Fourier-Transform Infrared Spectroscopy
GES	Good Environmental Status
GPS	Global Positioning System
H2020	Horizon 2020
ICZM	Integrated Coastal Zone Management
IMAP	Integrated Monitoring and Assessment Programme
LBS	Land-Based Sources
MSFD	Marine Strategy Framework Directive
NaCl	Sodium chloride
NAP	National Action Plan
NGO	Non-Governmental Organization
NKE	Non-Key Expert
ROVs	Remotely Operated Vehicles
SCUBA	Self-contained underwater breathing apparatus
TG	Technical Group
UNEP/MAP	United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan

1 INFORMATIONS GÉNÉRALES

Les déchets marins – toute matière solide persistante, manufacturée ou transformée, jetée, évacuée ou abandonnée dans le milieu marin et côtier - sont reconnus comme un défi sociétal majeur de notre temps en raison de ses implications environnementales, économiques, sociales, politiques et culturelles. Les déchets marins ont un impact négatif sur les écosystèmes côtiers et marins et sur les services qu'ils fournissent, affectant en fin de compte les moyens de subsistance et le bien-être des gens.

Les informations sur les déchets marins en Méditerranée restent limitées, incohérentes et fragmentées, mais il est largement admis que c'est l'une des mers les plus affectées par les déchets marins dans le monde entier. Des mesures efficaces pour s'attaquer aux déchets marins dans la région sont sérieusement entravées par le manque de données scientifiques fiables. Dans ce contexte, la nécessité de disposer de données scientifiques précises, cohérentes et comparables sur les déchets marins dans les pays méditerranéens est évidente afin de fixer des priorités d'action et de traiter efficacement les déchets marins, assurant ainsi la gestion et l'utilisation durable de l'environnement marin et côtier de la région.

Dans le cadre du SWIM-H2020 SM, l'Algérie a demandé deux activités de Facilité Experts liées à cette thématique (EFH-DZ-4 et EFH-DZ-5) afin de :

- Caractériser les déchets marins dans les quatorze (14) wilayas côtières ;
- Élaborer un plan national pour la gestion des déchets marins.

Ces activités viendront en appui à la mise en œuvre du Plan d'Action National pour la lutte contre les pollutions marines provoquées par des activités menées à terre réalisé mise à jour récemment dans le cadre du Protocole Tellurique pour la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) de la Convention de Barcelone sur la Protection de la Méditerranée. Ce Plan d'Action National a pour objectifs d'évaluer à mi-parcours, la mise en œuvre du PAN 1, d'analyser les écarts et de déterminer des cibles opérationnelles nationales pour répondre aux engagements du Plan régional qui vise à atteindre les cibles du Bon Etat Ecologique (BEE) et des trois objectifs écologiques relatifs à la pollution due à l'eutrophisation, aux contaminants et aux détritus marins. L'un des projets prévus dans le PAN c'est l'élaboration d'un Plan d'Action National de Gestion des déchets marins dont l'étape primordiale de sa réalisation c'est la caractérisation des déchets marins. L'évaluation des détritus marins sur le littoral méditerranéen Algérien et les options de gestion proposées fondées sur les résultats entraîneront des changements positifs dans la conception et la mise en œuvre des cadres institutionnels, politiques et réglementaires nationaux pertinents qui intègrent des mesures de prévention et de réduction des déchets marins. En outre, elle renforcera la cohérence régionale et la coopération dans les approches de la prévention et du contrôle de la pollution marine et la gestion durable des déchets. Les domaines abordés / couverts par l'activité proposée comprennent une étude / évaluation, une assistance technique et un renforcement des capacités.

L'activité globale EFH-DZ-4 implique les tâches suivantes :

- Tâche 1 : Constitution d'un comité d'experts ;
- Tâche 2 : Effectuer des enquêtes pilotes sur les déchets marins (y compris une formation) ;
- Tâche 3 : Caractérisation des déchets marins : Évaluation des déchets marins (quantités, types et composition), Identification des sources de pollution liées aux déchets marins (y compris l'origine des déchets marins et les activités induites par l'homme qui produisent ces déchets).

L'activité globale EFH-DZ-5 implique les tâches suivantes :

- Tâche 1 : Implication des autres secteurs dans la lutte contre la pollution par les déchets marins ;
- Tâche 2 : Elaboration d'un plan d'action ;
- Tâche 3 : Elaboration des textes législatifs correspondant aux déchets marins.

2 OBJECTIF ET CONTEXTE DE CE LIVERABLE

L'objectif principal de ce document est de présenter une synthèse des méthodes de pointe utilisées pour surveiller les déchets marins (macro-déchets et micro-déchets) dans tous les compartiments marins (plages, surfaces des eaux, fonds marins, biotes). Ce document examine les documents clés sur la surveillance des déchets marins qui ont été élaborés pour soutenir l'implémentation du Programme Intégré de Surveillance et d'Evaluation de la Convention de Barcelone sur la mer Méditerranée (IMAP) (UNEP/MAP-MEDPOL, 2017) et la directive-cadre sur la stratégie marine (MSFD) de l'Union Européenne (UE) en ce qui concerne les déchets marins (Galgani et al., 2013). Le bilan récapitulatif compilé vise à établir, au sein du partenariat du projet, une compréhension commune des avancées récentes en matière de surveillance des déchets marins, afin de définir des schémas et des stratégies adéquats de surveillance des déchets marins.

3 DEFINITIONS AND CONTEXTE POLITIQUE

Dans ce document, les déchets marins sont définis comme tout matériau solide persistant, fabriqué ou transformé, rejeté, éliminé ou abandonné dans l'environnement marin et côtier. Les déchets marins peuvent être classés en fonction de leurs tailles comme suit : macro-déchets faisant référence aux éléments supérieurs à 25 mm pour la dimension la plus grande ; méso-déchets de 5 mm à 25 mm ; et micro-déchets de 1µm à 5mm. Parfois, la dernière classe de taille est encore divisée en micro-plastiques de 1 mm à 5 mm et en micro-plastiques de 1 µm à 1 mm.

Les principaux cadres législatifs liés à la surveillance des déchets marins en Méditerranée sont l'approche écosystémique de la Convention de Barcelone (COP19 IMAP Décision IG.22/7) et la directive-cadre sur la stratégie marine de l'Union Européenne (2008/56/EC, 2010/477/EC, 2017/848/EC).

Figure 1. L'objectif écologique en matière de déchets marins et les indicateurs correspondants dans le cadre de l'approche écosystémique de la Convention de Barcelone et du programme intégré de surveillance et d'évaluation.

Les déchets marins et l'Approche Ecosystémique de la Convention de Barcelone

Objectif écologique 10 (EO10) : Les déchets marins et côtiers ne nuisent pas à l'environnement côtier et marin.

Indicateur Commun 22 de IMAP :

Tendances de la quantité de déchets rejetés à terre et / ou déposés sur les côtes (comprenant une analyse de sa composition, de sa distribution spatiale et, si possible, de sa source).

Indicateur Commun 23 de IMAP :

Tendances de la quantité de déchets dans la colonne d'eau, y compris les micro-plastiques et sur le fond marin.

Indicateur Commun 24 de IMAP :

Tendances de la quantité de litière ingérée ou enchevêtrée par des organismes marins ciblant certains mammifères, oiseaux marins et tortues marines.

Figure 2. Le descripteur de déchets marins, les critères et les indicateurs correspondants dans le cadre de la MSFD de l'Union Européenne.

Déchets Marins dans la cadre de la MSFD de l'UE

Les propriétés et les quantités de déchets marins ne causent pas de dommages à l'environnement côtier et marin (descripteur 10)

Critère D10C1 - Primaire :

La composition, la quantité et la distribution spatiale des déchets marins sur le littoral, sur la surface de la colonne d'eau et au fond de la mer, sont à des niveaux qui ne nuisent pas à l'environnement côtier et marin.

- ✓ Quantité de déchets rejetés à terre et / ou déposés sur les côtes (comprenant une analyse de sa composition, de sa distribution spatiale et, si possible, de sa source) (10.1.1)
- ✓ Quantité de litière dans la colonne d'eau (y compris flottante à la surface) et déposée sur le fond de la mer, comprenant une analyse de sa composition, de sa distribution spatiale et, si possible, de sa source (10.1.2)

Critère D10C2 – Primaire :

La composition, la quantité et la distribution spatiale des micro-déchets sur le littoral, sur la surface de la colonne d'eau et dans les sédiments des fonds marins sont à des niveaux qui ne nuisent pas à l'environnement marin et côtier.

- ✓ Quantité, distribution et, si possible, composition du micro-particules (en particulier micro-plastiques) (10.1.3)

Critère D10C3 – Secondaire :

La quantité de litière et de micro-litière ingérée par les animaux marins est à un niveau qui ne nuit pas à la santé de l'espèce.

- ✓ Quantité et composition de litière ingérée par les animaux marins (10.2.1)

Critère D10C4 – Secondaire :

Le nombre d'individus de chaque espèce qui sont affectés négativement par des déchets, tels que l'enchevêtrement, d'autres types de blessure ou de mortalité ou des effets sur la santé.

4 SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS SUR LES PLAGES

Macro-déchets

La surveillance pour l'évaluation des macro-déchets sur les plages (articles > 2.5 cm) est la méthode la plus commune pour la surveillance des déchets marins en Méditerranée.

Les enquêtes sur les déchets de plage se concentrent sur la collecte, l'identification visuelle et la classification des déchets trouvés sur un site de rivage. Les protocoles appliqués peuvent varier en termes d'unités d'échantillonnage (taille et positionnement), fréquence et choix du temps des enquêtes, limites de taille et classes d' articles de litière à enquêter, liste de classification et unités de quantification.

Les documents de référence élaborés dans la cadre de la IMAP et de la MSFD proposent les approches méthodologiques suivantes :

Sélection du site. Les sites des enquêtes sont choisis en prenant en compte les critères suivants : ayant une longueur maximale de 100 m, ayant une pente faible à modérée (~1.5-4.5 º) ; ayant un accès dégagé à la mer (non bloqué par les digues et les jetées) ; être accessibles aux équipes d'enquête tout au long de l'année ; ne sont pas soumis aux activités de nettoyage. De plus, les plages choisies sont situées à proximité des ports, embouchures de rivières, zones urbaines côtières, destinations touristiques ; et dans des zones relativement éloignées.

Fréquence et choix du temps des enquêtes. Les enquêtes sont effectuées tous les trois mois en automne (mi-septembre à mi-octobre), hiver (mi-décembre à mi-janvier), printemps (avril) et été (mi-juin à mi-juillet).

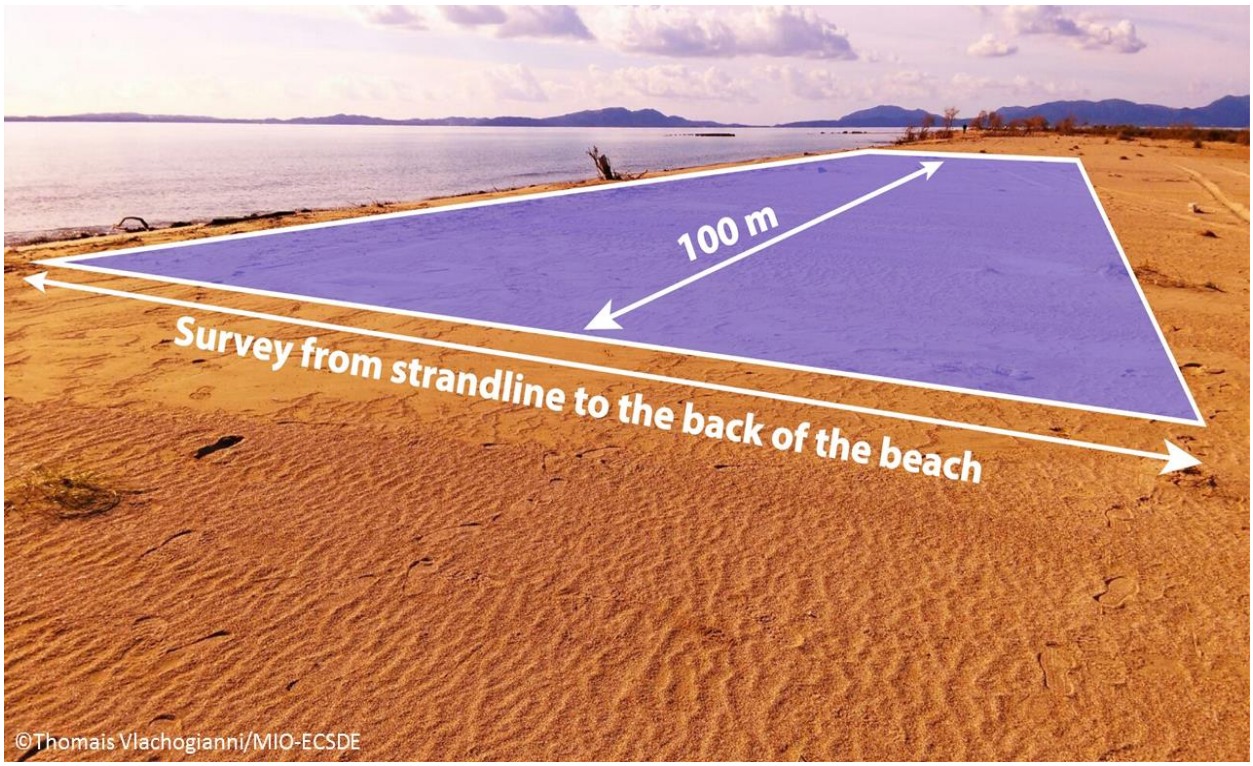
L'unité d'échantillonnage. Dans chaque enquête, l'unité d'échantillonnage utilisée est une zone de 100 mètres allant du toron à l'arrière de la plage. L'arrière de la plage est identifié à l'aide de caractéristiques côtières telles que la présence de végétation, de dunes, de base de falaise, de route, de clôture ou d'autres structures anthropiques telles que des digues (soit des rochers empilés soit des structures en béton). Deux sections d'une étendue de 100 mètres sur la même plage sont surveillées, séparées d'au moins 50 m.

Limites de taille des déchets et classes à enquêter. Au cours des enquêtes, tous les articles macroscopiques d'une taille supérieure à 2,5 cm pour la dimension la plus grande sont collectés et comptés, ce qui garantit l'inclusion des bouchons, des couvercles et des mégots de cigarettes.

Identification et classification des litières. Tous les articles trouvés dans l'unité d'échantillonnage sont collectés et classés conformément au 'MEDPOL Beach Litter Survey Form' ou au 'MSFD TG10 Master List of Categories of Litter Items'.

Quantification des litières. Les résultats sont exprimés en nombre de morceaux de déchets par mètre carré (m^2) ou en nombre morceaux de déchets par plage de 100 mètres.

Figure 3. *L'unité d'échantillonnage pour surveiller les déchets sur les plages.*



Micro-déchets

Les microparticules, principalement les micro-plastiques, comprennent un assemblage de pièces très hétérogène en taille, forme, couleur, densité spécifique, type de polymère et autres caractéristiques. Dans le cadre de la directive-cadre sur la stratégie marine, le groupe technique sur les déchets marins (MSFD TG10) a élaboré des lignes directrices sur la surveillance des micro-plastiques dans les sédiments de plage (Galgani et al., 2013).

Echantillonnage. Les micro-plastiques doivent être surveillés à l'avant de la ligne de rivage et, si possible, sur des rivages sablonneux (diamètre de 0,1 à 0,0125 mm). Des échantillons séparés doivent être collectés pour évaluer deux classes de taille de micro-plastiques : les grands micro-plastiques avec des tailles comprises entre 1 et 5 mm et les micro-plastiques de petite taille, de taille comprise entre 20 µm et 1 mm. Les échantillons doivent être prélevés dans la couche supérieure du sédiment du plage d'épaisseur de 5 cm. Un minimum de cinq échantillons répétés doit être collecté à partir de la ligne de rivage. Chaque réplication doit être séparée d'au moins 5 m. De plus, les réplications devraient être répartis de manière aléatoire afin de représenter toute la plage ou une section spécifique de la plage. Les micro-plastiques de grande taille (1 à 5 mm) doivent être échantillonnés en empilant un tamis de 5 mm avec un tamis de 1 mm pour obtenir une réduction du volume de l'échantillon. Les micro-plastiques de petite taille (20 µm - 1 mm) doivent être prélevés dans la couche supérieure du sable d'épaisseur de 5 cm, à l'aide d'une cuillère en métal. La collecte d'environ 250 ml de sédiment est recommandée. Les sédiments doivent être stockés dans des conteneurs en métal ou en verre.

Traitement des échantillons. La séparation de la densité est recommandée pour l'extraction des micro-plastiques avec l'utilisation d'une solution saline concentrée de NaCl (1,2 g / ml).

Analyse des échantillons. Les micro-plastiques sont couramment identifiés par l'utilisation du Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) avec réflectance totale atténuée (ATR) ou par spectroscopie Raman. Ce dernier est une technique semi-automatisée relativement plus facile et plus rapide. La plupart des instruments Raman sont capables d'assortir les échantillons à une bibliothèque spectrale afin d'identifier le polymère spécifique. La spectroscopie Raman ne fonctionne pas bien avec des micro-plastiques de petites tailles ou de couleurs foncées et il peut être nécessaire d'utiliser la spectroscopie FTIR. L'identification des micro-plastiques peut également être effectuée avec une inspection visuelle au microscope, mais cette méthode est sujette à de graves erreurs.

Classification et quantification. Les microparticules sont caractérisées par leur taille, leur type (fragments, pellets, filaments, films, mousse, granulés, polystyrène), leur forme et leur couleur. Les résultats sont exprimés en nombre de micro-plastiques ou de microparticules par cm^3 de la ligne de rivage.

Figure 4. *Inspection visuelle des micro-plastiques sous un microscope.*

5 SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS SUR LA SURFACE DE LA MER

Macro-déchets

Pour les macro-déchets à la surface de la mer, l'observation visuelle est la méthodologie la plus couramment utilisée et basée sur des observateurs compétents et dévoués. Les enquêtes sur les macro-déchets flottants peuvent être effectuées à partir de différents types de navires, allant des petits et moyens bateaux aux grands navires, comprenant les plates-formes d'opportunité telles que les ferries et les cargos. Dans de nombreux cas, ces enquêtes sont effectuées simultanément à d'autres enquêtes de recherche telles que les observations de cétacés.

Les documents de référence élaborés dans la cadre de la IMAP et de la MSFD proposent les approches méthodologiques suivantes :

Sélection du site. Les zones sélectionnées doivent inclure : des zones à faible densité (par exemple, mer ouverte) ; zones à haute densité (par exemple, proches des ports) ; autres zones sélectionnées (par exemple, dans les estuaires), à proximité de villes, zones de trafic touristique ou commercial. Les courants entrants des zones voisines ou les courants sortants doivent être pris en compte.

Fréquence et choix du temps des enquêtes. Au moins deux enquêtes, une en automne (mi-septembre à mi-octobre) et une au printemps (en avril) devraient être effectuées. Idéalement, les observations visuelles devraient être effectuées après une durée minimale de mer calme, de manière à éviter tout biais dû aux objets de litière qui ont été mélangés à la colonne d'eau par les tempêtes récentes ou par une mer agitée. De plus, la vitesse du vent devrait être inférieure à 2 Beaufort.

Zone d'étude. La zone d'étude est définie par la largeur et la longueur du transect. La longueur du transect sera déterminée à partir de la latitude et de la longitude des points de début et de fin du transect obtenus par GPS. Une largeur de transect de 10 m est généralement attendue. Toutefois, en fonction du niveau d'observation de l'enquêteur pour une vitesse de navire prédéfinie de 2 nœuds (3,7 km / h), les largeurs de transect suivantes peuvent être utilisées :

Tableau 1. *Largeur d'observation à partir de différents niveaux d'observation au-dessus de la mer pour une vitesse de bateau de 2 nœuds :*

Niveau d'observation de l'enquêteur au-dessus de la mer	Largeur d'observation (vitesse de navire= 2 nœuds)
1 m	6 m
3 m	8 m
6 m	10 m
10 m	15 m

Considérations pour l'observation visuelle. L'observation à partir des bateaux devrait permettre de détecter les déchets de 2,5 à 50 cm. Par conséquent, la vitesse du bateau ne devrait pas dépasser 3 nœuds. L'observation, la quantification et l'identification des articles de litière flottante doivent être effectuées par un observateur dédié qui n'a pas d'autres tâches en même temps. La longueur du transect doit correspondre à environ 1 heure d'observation pour chaque enquête. L'endroit idéal pour l'observation est souvent la zone de proue du bateau. La direction d'observation doit être perpendiculaire à la trajectoire du bateau (voir Figure 5). L'inspecteur doit mener l'enquête du côté sans éblouissement du navire et doit éviter les heures du jour où le soleil est bas sur l'horizon (lever et coucher du soleil), car la visibilité n'est pas suffisante en raison de l'éblouissement et / ou du reflet.

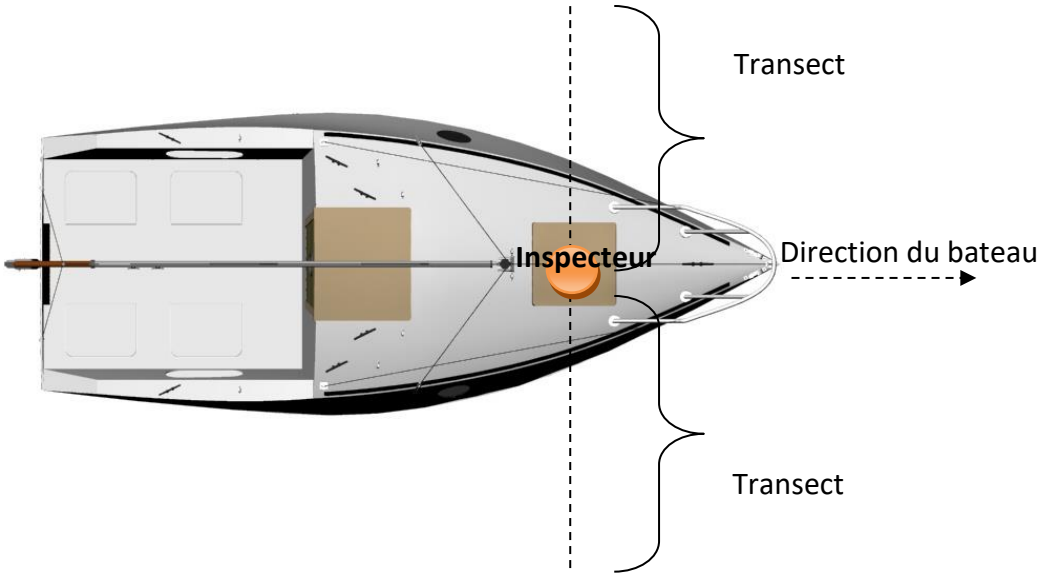
Limites de taille des déchets et classes à enquêter. Les objets de tailles allant de 2,5 cm (pour la dimension la plus grande) à 50 cm doivent être surveillés et déclarés. Cependant, afin de comprendre la pertinence des articles de plus de 50 cm dans l'évaluation statistique des données, ceux-ci doivent également être enregistrés. Etant donné que l'observation visuelle ne permet pas de mesurer correctement la taille des objets, les palettes de classes de tailles suivantes doivent être consignées pour chaque article de litière enregistré :

A. 2.5cm-5cm
B. 5cm-10cm
C. 10cm-20cm
D. 20cm-30cm
E. 30cm-50cm
F. >50cm

Identification et classification des litières. Tous les articles observés sur la zone d'étude doivent être classés et enregistrés conformément à la « MSFD TG10 Master List of Categories of Litter Items ». L'occurrence de groupes d'articles de litière flottante doit être enregistrée, ainsi que leur emplacement, qui pourraient fournir des informations utiles concernant les zones d'accumulation.

Quantification des litières. Les déchets doivent être enregistrés à la surface de la mer par le nombre d'articles et doit être exprimée en nombre d'articles de déchets par kilomètre carré (articles / km^2). Afin de calculer la zone étudiée exacte, les coordonnées du GPS doivent être enregistrées régulièrement (toutes les minutes) pour obtenir une mesure précise du transect parcouru.

Figure 5. La position idéale de l'inspecteur pour effectuer une étude de litière flottante.



Micro-déchets

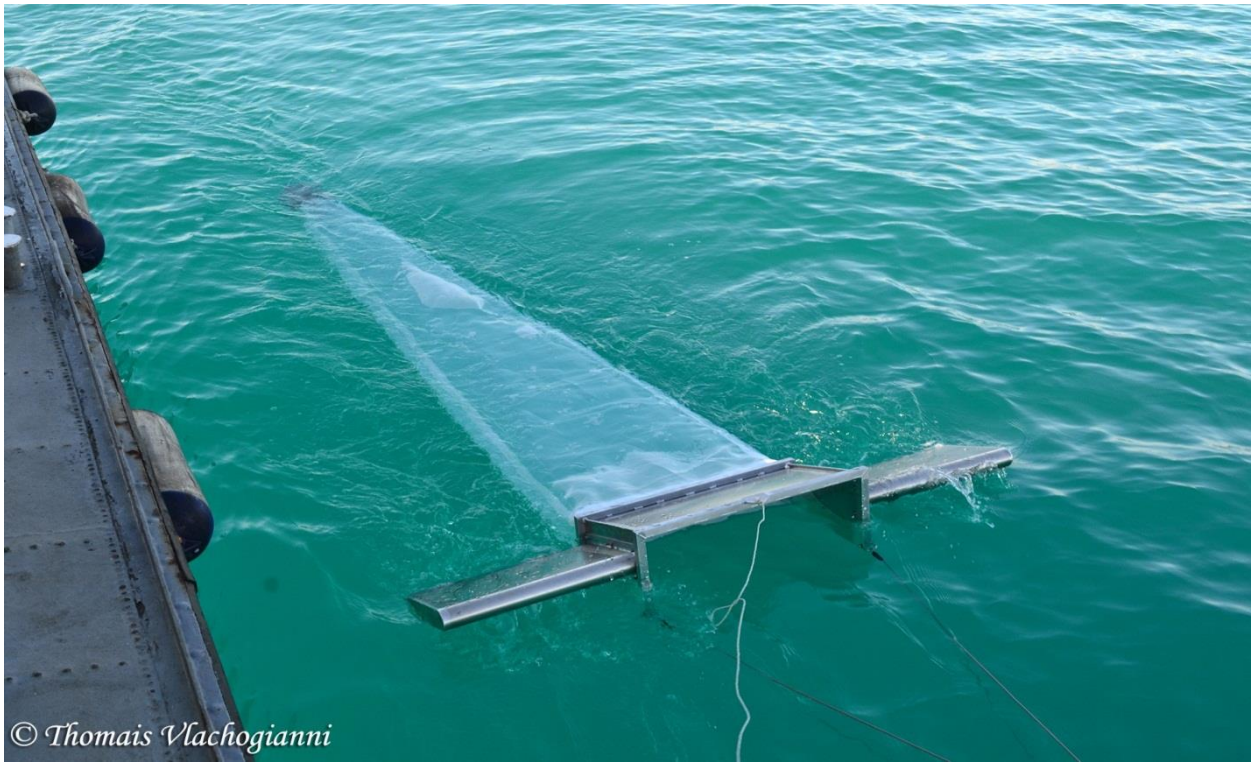
L'approche la plus couramment utilisée pour surveiller les micro-déchets flottants consiste à utiliser des filets Neuston et des nets Manta échantillonnant les micro-déchets.

Echantillonnage. Le groupe technique MSFD sur les déchets marins recommande l'utilisation d'un filet Manta avec un maillage de 333 µm et une longueur de 6 m afin de garantir la comparabilité des résultats obtenus. Une durée d'échantillonnage de 30 minutes est suggérée, à une vitesse du navire maintenue inférieure à 3 nœuds. Les points de début et de fin doivent être enregistrés à partir du GPS du navire. Tous les échantillonnages doivent être conduits du côté du navire et au-delà de son sillage. Une fois le remorquage est terminé, le filet doit être lavé à fond avec de l'eau de mer afin de collecter toutes les particules présentes dans la morue du Manta. L'échantillon prélevé doit être rincé avec de l'eau de mer sur un tamis métallique de 300 µm et transféré dans des bocaux en verre dans une solution à 70% d'éthanol afin d'être analysé.

Analyse des échantillons. Les micro-plastiques sont couramment identifiés par l'utilisation du Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) avec réflectance totale atténuée (ATR) ou par spectroscopie Raman. Ce dernier est une technique semi-automatisée relativement plus facile et plus rapide. La plupart des instruments Raman sont capables d'assortir les échantillons à une bibliothèque spectrale afin d'identifier le polymère spécifique. La spectroscopie Raman ne fonctionne pas bien avec des micro-plastiques de plus petites tailles ou de couleurs foncées et il peut être nécessaire d'utiliser la spectroscopie FTIR. L'identification des micro-plastiques peut également être effectuée avec une inspection visuelle au microscope, mais cette méthode est sujette à de graves erreurs.

Classification and quantification. Les microparticules sont caractérisées par leur taille, leur type (fragments, pellets, filaments, films, mousse, granulés, polystyrène), leur forme et leur couleur. Les résultats sont exprimés en nombre de micro-plastiques ou de microparticules par kilomètre carré (articles / km^2).

Figure 6. Micro-plastiques flottants échantillonnés par un filet Manta.



6 SURVEILLANCE DES DECHETS MARINS AU FOND DE LA MER

Macro-déchets

Les approches les plus communes pour surveiller les déchets déposés sur le fond de la mer incluent les enquêtes visuelles sous-marines avec plongée / plongée en apnée, les enquêtes au chalut de fond et les enquêtes d'acquisition d'images avec l'utilisation de véhicules submersibles ou de véhicules télécommandés (Remotely Operated Vehicles, ROVs). Cette dernière approche méthodologique nécessite du matériel coûteux et, par conséquent, les enquêtes visuelles sous-marines avec plongée sous-marine / plongée en apnée et au chalut de fond sont celles recommandées par les documents de référence élaborés dans le cadre de l'IMAP et de la MSFD.

Enquêtes visuelles sous-marins avec plongée / plongée en apnée sur des fonds marins peu profonds (0-20 m)

Sélection du site. Les sites doivent être choisis de manière à garantir qu'ils : prennent en compte les zones susceptibles d'accumuler des déchets ; éviter les zones à risque (présence de munitions et autres déchets dangereux), les zones sensibles ou protégées ; ne pas avoir d'impact sur les espèces en voie de disparition ou protégées ; éviter les zones à forts courants ou vagues ; éviter les routes de navigation des navires susceptibles de mettre les plongeurs en danger. Les sites doivent être choisis selon une double approche : (i) sélectionner les sites qui répondent à certains critères (par exemple, proches des ports, des embouchures de rivières, des villes, etc.) ; (ii) choisir au hasard parmi un grand nombre de sites.

Zone et unité d'échantillonnage. La zone d'étude est définie par la largeur et la longueur du transect. Les enquêtes sont menées à travers deux (2) transects en ligne pour chaque zone d'échantillonnage. Les transects en ligne sont définis avec une ligne en nylon, marquée tous les 5 mètres avec des peintures résistantes, déployée à l'aide d'un moulinet pour la plongée durant la plongée sous-marine. Les distances doivent être déterminées soit en posant un ruban à mesurer de 100 m, soit en posant une corde pondérée de 100 m de long sur le fond. Les points de départ et d'arrivée de chaque transect doivent être identifiés à l'aide de bouées-repères et enregistrés à l'aide d'un GPS. La longueur des transects linéaires peut varier entre 50 et 200 m et la largeur de 4 à 8 m, en fonction de la profondeur, du gradient de profondeur, de la turbidité, de la complexité de l'habitat et de la densité de la litière (voir tableau ci-dessous).

Tableau 2. *Longueurs et largeurs de transect suggérées pour les enquêtes visuelles sous-marines, en tenant compte des conditions environnementales et de la densité de la litière.*

Densité de la Litière	Conditions Environnementales	Unité d'échantillonnage (Longueur X Largeur)
0.1 – 1 articles / m^2	Basse turbidité et complexité de l'habitat élevée	20 m x 4 m
0.1 – 1 articles / m^2	Haute turbidité	20 m x 4 m
0.01 – 0.1 articles / m^2	Dans tous les cas	100 m x 8 m
< 0.01 articles / m^2	Dans tous les cas	200 m x 8 m

Fréquence et choix du temps des enquêtes. Au moins deux enquêtes en automne et au printemps devraient être effectuées. Les périodes d'enquête proposées sont : automne (septembre-octobre) et printemps (avril).

Classes de tailles à enquêter. Les classes de tailles suivantes seront rapportées pour chaque article enregistré:

A. < 5cm*5cm = 25cm^2
B. < 10cm*10cm = 100cm^2
C. < 20cm*20cm = 400cm^2
D. < 50cm*50cm = 2500cm^2
E. < 100cm-100cm = 10000cm^2 = 1m^2
F. > 100cm-100cm = 10000cm^2 = 1m^2

Identification et classification des litières. Lors des enquêtes visuelles sous-marines avec des plongeurs, les objets les plus légers doivent être collectés (les objets plus grands doivent être simplement marqués), ramenés à terre et doivent être inscrits sur la feuille d'enregistrement. Tous les articles observés sur la zone d'étude doivent être classés et enregistrés conformément à la « MSFD TG10 Master List of Categories of Litter Items ».

Quantification des litières. Les déchets doivent être enregistrés par nombre d'articles et doit être exprimée en nombre d'articles de déchets par kilomètre carré (articles / km^2) ou d'articles par mètre carré (articles / m^2).

Figure 7. *Litières recueillies lors d'une enquête visuelle sous-marine avec plongée.*

Enquêtes au chalut de fond (200-800 m)

Sélection du site. Les sites doivent être choisis de manière à garantir qu'ils : comprennent des zones avec une surface uniforme (idéalement un fond de sable / limon) ; considérer les zones qui pourraient accumuler des déchets ; éviter les zones à risque (présence de munitions), les zones sensibles ou protégées ; ne pas avoir d'impact sur les espèces en voie de disparition. Les sites doivent être choisis selon une double approche : (i) sélectionner les sites qui répondent à certains critères (par exemple, proches des ports, des embouchures de rivières, des villes, etc.) ; (ii) choisir au hasard parmi un grand nombre de sites.

Zone d'enquête. En ce qui concerne la zone d'échantillonnage, il convient d'utiliser un système d'échantillonnage stratifié en profondeur avec une sélection aléatoire des sites de chalutage (mêmes positions chaque année) dans chaque couche. Les couches d'échantillonnage sont les zones de profondeur : 10-50, 50-100, 100-200, 200-500 et 500-800 m. Le nombre de stations dans chaque couche est proportionnel à la surface de ces couches. La taille de la zone d'échantillonnage doit être définie par chaque équipe d'enquête sur la base des ressources disponibles pour cette tâche.

Fréquence et choix du temps des enquêtes. Au moins deux enquêtes, une en automne et une au printemps, devraient être effectuées. Les périodes d'enquête proposées sont : automne (septembre-octobre) et printemps (avril). Les courses doivent être idéalement effectuées pendant le jour. La période de lumière du jour est définie comme le temps entre 30 minutes après le lever du soleil et 30 minutes avant le coucher du soleil.

Opération de Chalutage. Étant donné que les relevés peuvent être effectués avec des flottes de chalut à panneaux ou des navires de recherche utilisant des engins différents, il est évident que les opérations de manipulation et les paramètres (tels que le type de maillage, le maillage du fond de la morue, etc.) ne peuvent pas être normalisés au cours des relevés. Néanmoins, les recommandations suivantes doivent être suivies aussi étroitement que possible.

- **Position et orientation de la ligne de direction:** Les lignes de direction doivent être positionnées selon un plan d'échantillonnage stratifié comprenant au moins trois couches parmi les suivantes : 10-50, 50-100, 100-200, 200-500 et 500-800 m. Les lignes de direction doivent être effectuées à la même position dans chaque enquête par sondage. Les variations de profondeur pendant le chalutage ne doivent pas dépasser ± 5% par rapport à la profondeur initiale. Les écarts par rapport à cette cible doivent être enregistrés. Dans la mesure du possible, les lignes de direction doivent être rectilignes.
- **Vitesse et durée de la lignes de direction :** La vitesse du navire devrait être de 3 nœuds pendant le parcours de la lignes de direction. Toutefois, si le capitaine indique qu'une vitesse légèrement différente est appropriée pour un fonctionnement optimal de l'opération de l'équipement (dépend des caractéristiques du filet), la vitesse du bateau sera modifiée en conséquence. Dans tous les cas, la vitesse du navire, la profondeur de remorquage et la position géographique doivent être surveillées en permanence pendant le chalutage (par exemple toutes les 5 minutes). La durée du trait est fixée à 30 minutes à des profondeurs inférieures à 200 m et à 60 minutes à des profondeurs supérieures à 200 m.
- **Définition du début et de la fin de la ligne de direction :** Le début de la lignes de direction est défini comme le moment où la géométrie du chalut (verticale et horizontale) est stabilisée. En

l'absence d'équipement électronique (appareils acoustiques tels que SCANMAR, etc.), l'heure de début réelle sera indiquée par le capitaine. La fin de la ligne de direction est définie comme le moment où commence le hissage de chaîne.

- **Caractéristiques du équipement :** La taille du filet du morue et la longueur de la corde doivent être enregistrées.

Classes de taille à enquêter. Les classes de tailles suivantes seront rapportées pour chaque article enregistré :

A. < 5cm*5cm = 25cm^2
B. < 10cm*10cm = 100cm^2
C. < 20cm*20cm = 400cm^2
D. < 50cm*50cm = 2500cm^2
E. < 100cm-100cm = 10000cm^2 = 1m^2
F. > 100cm-100cm = 10000cm^2 = 1m^2

Identification et classification des litières.

Lors des enquêtes visuelles sous-marines avec des plongeurs, les objets les plus légers doivent être collectés (les objets plus grands doivent être simplement marqués), ramenés à terre et doivent être inscrits sur la feuille d'enregistrement. Tous les articles observés sur la zone d'étude doivent être classés et enregistrés conformément à la « MSFD TG10 Master List of Categories of Litter Items ».

Quantification des litières.

Les déchets doivent être enregistrés par nombre d'articles et doit être exprimée en nombre d'articles de déchets par kilomètre carré (articles / km^2).

Micro-déchets

La surveillance des micro-plastiques sur le fond marin est généralement effectuée en récupérant un échantillon de sédiment de surface relativement non perturbé à l'aide de l'un des instruments suivants : Van Veen grab sampler, multi-corer, box core, etc. Un petit échantillon de sédiment, idéalement de 250 ml est transféré dans un récipient en métal ou en verre pour séparation ultérieure par densité et spectroscopie FTIR (voir paragraphe sur les micro-plastiques au chapitre 6).

7 SURVEILLANCE DES DECHETS DANS LE BIOTE MARIN

La surveillance des déchets marins par rapport au biote concerne principalement la surveillance de l'ingestion de déchets par différentes espèces et l'enchevêtrement d'espèces différentes par les déchets marins. L'approche la plus commune pour la surveillance des déchets marins dans le biote est axée sur la détermination des éléments ingérés par les espèces marines.

Les documents de référence élaborés dans le cadre de l'IMAP et de la MSFD décrivent les protocoles suivants pour les déchets ingérés : protocole de surveillance des déchets ingérés par les tortues de mer (*Caretta caretta* lavée à terre) et protocole de surveillance des déchets ingérés par les poissons. Compte tenu des approches diversifiées en matière de traitement et d'analyse des échantillons de biote et des travaux en cours visant à harmoniser la surveillance des déchets marins dans le biote, ce document ne traitera pas en détail cette question, mais donnera un aperçu général de l'approche globale.

L'approche méthodologique utilisée pour les stratégies d'échantillonnage varie en fonction de l'espèce, de la taille des organismes et du niveau d'analyse souhaité. Généralement, l'organisme entier est analysé lorsque les petits invertébrés / espèces de poissons sont étudiés, tandis que pour les organismes plus gros, le tube digestif ou les pellets de matières fécales sont les principaux échantillons à analyser. Une fois les échantillons sont traités, les articles de déchets marins sont identifiés et classés conformément à la « MSFD TG10 Master List of Categories of Litter Items ».

Les résultats de l'analyse de l'ingestion de déchets marins sont exprimés comme suit :

- Présence / absence de litière dans l'ensemble de l'organisme / tube digestif / pellets fécaux ;
- Présence (%) d'individus ayant ingéré des déchets marins dans une sous-population / population / espèce ;
- L'abondance (N) et le poids (g) de déchets marins (macro et micro-déchets) ingérés par individu (N éléments / individu ; g / individu) en tant que total et par catégorie de déchets.

Figure 8. *Recherche des déchets ingérés par des espèces de poissons commercial à l'aide d'un microscope stéréoscopique.*

8 REFERENCES/SOURCES

Fortibuoni, T., Ronchi, F., Mačić, V., Mandić, M., Mazziotti, C., Peterlin, M., Prevenios, M., Prvan, M., Somarakis, S., Tutman, P., Bojanić Varezić, B., Kovac Virsek, M., Vlachogianni, T., Zeri C., 2019. A harmonized and coordinated assessment of the abundance and composition of seafloor litter in the Adriatic-Ionian macroregion (Mediterranean Sea). Marine Pollution Bulletin, 139, 412-426.

Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., Kinsey, S., Thompson, R.C., Van Franeker, J., Vlachogianni, T., Scoullos, M., Mira Veiga, J., Palatinus, A., Matiddi, M., Maes, T., Korpinen, S., Budziak, A., Leslie, H., Gago, J., Liebezeit, G., 2013. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Scientific and Technical Research series, Report EUR 26113 EN.

IPA-Adriatic DeFishGear project, 2014. Methodology for Monitoring Marine Litter on Beaches (Macro-Debris >2.5 cm).

IPA-Adriatic DeFishGear project, 2014. Methodology for Monitoring Marine Litter on the Sea Surface-Visual observation (> 2.5 cm).

IPA-Adriatic DeFishGear project, 2014. Methodology for Monitoring Marine Litter on the Seafloor (continental shelf) – bottom trawl surveys.

IPA-Adriatic DeFishGear project, 2014. Methodology for Monitoring Marine Litter on the Seafloor (Shallow coastal waters 0 – 20 m) - Visual surveys with SCUBA/snorkelling.

Lippiatt S, Opfer S, Arthur C., 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46.

UNEP/MAP IG.21/9. Regional Plan on Marine Litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land Based Sources Protocol. UNEP(DEPI)/MED IG.21/9, ANNEX II – Thematic Decisions, pp.143-173.

UNEP/MAP, 2015. Marine Litter Assessment in the Mediterranean. ISBN No: 978-92-807-3564-2.

UNEP/MAP-MEDPOL, 2017. Beach Litter Survey Form (UNEP(DEPI)/MED WG.439/20/L.1)

UNEP/MAP-MEDPOL, 2017. UNEP(DEPI)/MED WG. WG.439/12. IMAP Common Indicator Guidance Facts Sheets (Pollution and Marine Litter).

Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, Th., Werner, S., Galgani, F., Thompson, R.C., Dagevos, J., Gago, J., Sobral, P., Cronin, R., 2016. Identifying sources of marine litter. MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). Thematic Report, JRC Technical Report.

Vlachogianni, Th., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, Ch., Mazziotti, C., Tutman, P., Varezić, D.B., Palatinus, A., Trdan, S., Peterlin, M., Mandić, M., Markovic, O., Prvan, M., Kaberi, H., Prevenios, M., Kolitari, J., Kroqi, G., Fusco, M., Kalampokis, E., Scoullos, M., 2018. Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources. Marine Pollution Bulletin, 131(A), 745–756.

Vlachogianni, Th., Fossi M.C., Anastasopoulou, A., Alomar, C., Aparicio, A., Baini, M., Caliani, I., Campani, T., Casini, S., Consoli, P., Deudero, S., Galgani, F., Kaberi H., Panti, C., E. Romeo, T., Tsangaris, C., Zeri, C., 2018. State-of-the-art methods to monitor marine litter and its impacts on biodiversity. Interreg Med Plastic Busters MPAs project.

Vlachogianni, Th., Zeri, Ch., Ronchi, F., Fortibuoni, T., Anastasopoulou, A., 2017. Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian Seas. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA. pp. 180 (ISBN: 978-960-6793-25-7).

Werner, S., Franeker, J.V., Galgani, F., Maes, T., Matiddi, M., Nilson, P., Oosterbaan, L., Priestland, E., Thompson, R., Veiga, J.M., Vlachogianni, Th., 2016. Harm caused by marine litter. MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). Thematic Report, JRC Technical Report.

Zeri, C., Adamopoulou, A., Bojanic Varezic, D., Fortibuoni, T., Kovac Virsek, M., Krzan, A., Mandic, M., Mazziotti, C., Palatinus, A., Peterlin, M., Prvan, M., Ronchi, F., Siljic, J., Tutman, P., Vlachogianni, Th., 2018. Floating plastics in Adriatic waters (Mediterranean Sea): From the macro- to the micro-scale. Marine Pollution Bulletin, 136, 341-350.