

MACRO-DECHETS en Méditerranée française : Etat des connaissances, analyses des données de la surveillance et recommandations



D'après Art-reproduction.com

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. PROBLEMATIQUE DE LA CONTAMINATION PAR LES MACRODECHETS EN MEDITERRANEE	5
3. ANALYSE DES DONNEES DES CAMPAGNES MEDITS	20
3.1 Méthodologie	20
3.2 Abondance Moyenne et typologie.....	22
3.3 Répartition spatiale.....	29
3.4 Evolution de la distribution.....	32
3.5 Synthèse	36
4. RECOMMANDATIONS POUR LE SUIVI DES DECHETS	36
5. CONCLUSIONS	39
6. BIBLIOGRAPHIE	40
7. ANNEXES	44

Numéro d'identification du rapport : RST.ODE/LER-PAC/11-03		date de publication : Mai 2011	
Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		nombre de pages : 47	
Validé par : Bruno Andral Adresse électronique : bandral@ifremer.fr		bibliographie : oui	
		illustration(s) : oui	
		langue du rapport : française	
Titre de l'article : MACRO-DECHETS en Méditerranée française : Etat des connaissances, analyses des données de la surveillance et recommandations			
Contrat n°		Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/>	Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>
Auteur principal : F. Galgani		Organisme / Direction / Service, laboratoire LER/PAC	
En collaboration avec : M. Henry, V. Orsoni, N. Carn, M.Bouchoucha, C tomasino			
Cadre de la recherche : convention IFREMER/AERMC			
Destinataires :			
<p>Résumé: Cette étude traite de la problématique des macrodéchets en Méditerranée française, en précisant la nature, la distribution et les effets des déchets et en identifiant les méthodes, les acteurs et le cadre juridique. En mer, les données recueillies par l'IFREMER au cours des campagnes de pêche (campagnes MEDITS) ont été analysées. Les résultats permettent de tirer un ensemble de conclusions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les plastiques sont clairement les déchets les plus représentés en Méditerranée française. Ils représentent parfois plus de 80% des objets récoltés dans les chaluts et sont parfois plus importants en nombre et en poids que certaines espèces commerciales de poissons. - le plateau et la pente continentale de la Corse sont plus affectés que le golfe du Lion, - le comportement des déchets en mer est lié à l'intensité des courants (courant ligure, Rhône, courants de vent). L'ensemble des données évoque des sources diffuses à l'exception des zones de pêche et de la ville de Marseille, - les déchets sont principalement retrouvés en profondeur, suggérant l'existence de zones d'accumulation. <p>Un certain nombre de recommandations sont proposées dans le contexte de la directive cadre stratégie milieu marin (DCSMM) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réaliser un bilan des quantités et de la distribution des déchets sur les plages, - rationaliser la surveillance (définir des échelles de temps cohérentes et des sites prioritaires, harmoniser avec les autres pays européens, notamment en Méditerranée), - engager des travaux de recherche sur les microplastiques, sur la modélisation du transport des déchets et sur leur ingestion par les organismes (oiseaux, poissons planctoniques etc.). 			
Mots-clés : Déchets, Macro-déchets , Méditerranée, MEDITS, DCSMM			

1. INTRODUCTION

Les déchets en milieux aquatiques continentaux et maritimes peuvent se définir comme tout matériau ou objet fabriqué directement ou indirectement, volontairement ou involontairement jeté ou abandonné dans les milieux aquatiques. Il est considéré que les déchets flottants, échoués ou immergés sont des déchets solides et visibles à l'œil nu (www.ramoge.org). L'UNEP (Cheshire *et al.*, 2009) et les experts du groupe «déchets marins» de la directive européenne stratégie marine (Galgani *et al.* 2010) donnent une définition équivalente en précisant que sont exclus les éléments d'origine naturelle (végétation, algues, débris organiques divers, etc.) non transformés. Par ailleurs, cette définition n'inclut pas les semi-solides comme les huiles minérales et végétales, les paraffines et des produits chimiques parfois échoués ou flottants.

L'impact des déchets marins peut être divisé en trois catégories : l'impact social (réduction de la valeur esthétique, salubrité publique), l'impact économique (coûts pour le tourisme, dommages aux navires, engins de pêche et les installations, pertes d'opérations de pêche, coûts de nettoyage) et l'impact écologique (mortalité ou des effets sub-létaux sur les plantes et les animaux par étranglements ou étouffements, captures dans les filets abandonnés, dommages physiques et l'ingestion, libération de produits chimiques associés, supports aux espèces invasives et altération de certaines communautés benthiques).

Ces impacts affectent tous les compartiments du milieu naturel (fonds marins, surface, colonne d'eau, littoral) et les organismes marins. Le tourisme est fortement affecté par la présence de détritrus.

En raison de la persistance des déchets dans le milieu marin, les évaluations des seules sources ne suffisent pas pour mesurer les tendances et le devenir des déchets. Une surveillance à long terme apparaît donc nécessaire.

La Directive Cadre "Stratégie pour le Milieu Marin" intègre pour la première fois les déchets comme descripteur du bon état écologique dans le cadre de la surveillance des côtes européennes. Il s'agit d'une décision importante dans la mesure où les travaux réalisés jusqu'à ce jour restaient le plus souvent du domaine expérimental ou lié à des politiques locales. Quatre indicateurs spécifiques relatifs aux déchets marins ont été retenus par un groupe de spécialistes européens (Groupe MSFD GES Task Group 10) :

1) Quantités, source et composition des déchets échoués et / ou déposés sur les côtes. L'attribut permettra de mesurer les apports et les impacts esthétiques, sur la santé et économiques,

2) Quantités et composition des déchets dans la colonne d'eau - y compris les déchets flottants - et accumulation sur les fonds marins. L'attribut permettra de

mesurer la dynamique des déchets et les interactions potentielles avec la vie marine. Les aires d'accumulation seront précisées,

3) Quantités et composition des déchets ingérés par les organismes marins. L'attribut mesure les tendances temporelles et la variation spatiale des apports de déchets et leur impact sur la vie marine,

4) Distribution et composition des microparticules (principalement microplastiques). L'attribut permettra de mesurer les quantités, les types, les processus de dégradation et les sources potentielles de contaminants.

La mise en place d'une telle surveillance au niveau européen a été discutée (Galgani, 2010, WKMAL, 2010) et a fait ressortir les besoins en matière de protocoles, d'harmonisation et de régionalisation. En Méditerranée française, des travaux ont été engagés depuis de nombreuses années mais manquent de structuration à l'échelle européenne. La transposition de protocoles scientifiques ou d'institutions régionales (OSPAR, HELCOM, MEDPOL, BSC) d'une région à l'autre nécessite l'adaptation des procédures. Par ailleurs, l'ampleur des zones à surveiller impose de prioriser les tâches.

Une première évaluation de la situation est prévue en 2011 pour l'ensemble des pays européens afin de définir des objectifs pour 2020, définir le bon état écologique, donner une base scientifique et technique pour le suivi et identifier les questions prioritaires pour la recherche.

Dans ce contexte, ce travail, réalisé dans le cadre de la convention Ifremer/AERMC, a pour but de dresser un état des lieux sur le problème des déchets en Méditerranée française, d'analyser les données de surveillance existantes et de donner des recommandations en matière de surveillance des déchets en milieu marin.

2. PROBLEMATIQUE DE LA CONTAMINATION PAR LES MACRODECHETS EN MEDITERRANEE

2.1. Nature et distribution des déchets

Les déchets retrouvés en mer sont principalement composés de plastique, de verre, de métal, de papier, de carton, de tissus et de bois. Sur la façade méditerranéenne, les plastiques représentent environ 70 à 80% environ des déchets observés sur le littoral, sur les fonds et à la surface de la mer (Galgani et al., 2000). Une quantité significative de matériel de pêche est également présente.

Environ 70% à 80% des déchets retrouvés dans les mers et sur le littoral sont d'origine tellurique (fleuves, lessivage, zones urbanisées). 30% proviennent des activités maritimes (Galgani et al., 2010).

Les décharges sauvages, situées à proximité des cours d'eau et sur le littoral représentent encore une importante source d'apports de déchets, même si la plupart de ces décharges ne sont plus alimentées aujourd'hui du fait de la mise en place de déchetteries.

Malgré la réglementation nationale et les conventions internationales qui interdisent les rejets à partir des navires, le trafic maritime (bateaux de croisière et navires de commerce) reste une source importante de macro-déchets. Les travaux réalisés en 1995 dans le canal de Corse (Galgani *et al*, 1995) ont montré la présence de déchets en verre dans les zones de navigation des ferries. Cette situation n'est plus d'actualité du fait de la généralisation des plastiques et la disparition progressive du verre.

L'activité portuaire génère des quantités importantes de déchets qui proviennent principalement de pertes lors de la manutention des cargaisons, des activités de pêche, de l'entretien des bateaux et de l'abandon d'ordures ménagères. En cas d'absence de nettoyage, des nappes de déchets peuvent apparaître et sortir des ports. La pêche et la conchyliculture sont également génératrices de déchets qui finissent souvent par échouer sur les plages (cordages, casiers, bouées, filets, polystyrène, bidons) ou sur les fonds. Certains plaisanciers jettent par ailleurs leurs déchets à la mer. Certains ports et collectivités proposent des équipements de récupération des déchets adaptés.

Les macro-déchets sont véhiculés grâce à trois facteurs principaux : les cours d'eau, le vent et les courants marins. Les deux premiers constituent des sources à la mer, les trois agissent sur leur devenir en mer. Les cours d'eau (Rhône, Var, Hérault, Escaut, Argens, Vidourle, Tech, etc.) constituent le vecteur principal de circulation des déchets de l'intérieur des terres vers le littoral. Ils drainent aussi bien des déchets d'origine naturelle que des déchets provenant des agglomérations en amont ou des décharges sauvages situées à proximité des berges. L'accumulation aux embouchures dépend de l'intensité du courant avec un transport très au large dans le cas des fleuves à fort débit (Rhône, Var) pour lesquels les courants hyperpycniaux (forte densité) ou de turbidité peuvent être responsables de phénomènes de cascading et de transports en profondeur. La pluviosité est également un paramètre à considérer en raison des crues qui entraînent avec elles des débris et provoquent parfois des débordements de certains réseaux d'assainissement (Marseille).

La cartographie des déchets flottants ou déposés en mer permet de préciser l'influence des facteurs hydrodynamiques. Dans le cas de la Méditerranée, il n'existe pas de gyres permanentes. La distribution, mesurée dès 1995 dans le golfe du Lion a montré une répartition homogène à l'exception de zones frontales ou près de grandes villes. Les déchets restent peu nombreux dans les zones de vents forts (Mistral, Tramontane) provoquant des upwellings côtiers et un transport vers le large. Les transports transfrontaliers ont un caractère particulier le long des côtes de Méditerranée française avec la circulation générale du courant liguro-provençal qui provoque un transport des côtes

italiennes vers les côtes françaises notamment à la frontière continentale mais également sur la côte Nord Est de la Corse. Dans ce cas, les observations de déchets italiens sur les plages sont nombreuses et liées au courant ligure butant sur le socle de l'île d'Elbe, déviant les courants vers la Corse. A l'inverse, un transport de déchets existe des côtes continentales françaises vers le Nord Ouest de la Sardaigne, notamment lors de périodes hivernales de fort mistral. La circulation générale des eaux des côtes françaises du golfe du Lion vers la côte espagnole, amplifiée par les vents de Nord et le panache du Rhône constitue un autre vecteur important de transport transfrontalier.

La difficulté de constituer un état des lieux sur l'espace maritime français est liée à deux facteurs. L'essentiel des observations porte sur le littoral pour des raisons de facilité logistique, et parce qu'il s'agit de la pollution la plus visible. Il n'existe pas, à l'échelon national ou international, de protocole commun harmonisé de quantification et de qualification permettant de faire un lien entre les différentes données existantes et d'évaluer globalement l'origine, le volume et l'impact de cette pollution.

Il est donc souhaitable de définir une méthode standardisée applicable à la surveillance et de mettre en place un outil de suivi en matière de surveillance.

Lorsque les quantités de déchets sont très importantes sur les plages, il existe un risque mineur de perturbation de l'écosystème médio-littoral mais également un impact indirect non négligeable lié au nettoyage mécanisé, important sur les communes méditerranéennes littorales en raison du tourisme.

Des zones d'accumulation de déchets se créent parfois en profondeur jusqu'à la plaine abyssale (Galgani et al., 1996). Dans ce cas, l'absence de lumière et les faibles concentrations d'oxygène, facteurs favorisant la dégradation allongent la durée de vie des déchets.

2.2. Les effets sur la faune et la flore

Les estimations de mortalités d'organismes marins ne sont pas correctes et sont à prendre avec précaution car l'évaluation des mortalités directes causées par les déchets est difficile à étudier. En effet, ces études concernent surtout les animaux morts échoués à la côte et repérés avant leur décomposition. Elles ne tiennent pas compte des animaux morts en mer. Pour certaines espèces comme les mammifères marins, les tortues, certains invertébrés (poulpes, méduses) et les oiseaux, l'enchevêtrement peut représenter un facteur de mortalité important par étranglement ou immobilisation. Les filets perdus ou abandonnés ("filets fantômes") constituent également une cause d'étranglement (Galgani et al., 2010).

Les animaux peuvent s'enchevêtrer dans des engins de pêche (60%) mais également dans des anneaux de plastique de packs de boissons (40%). Certaines espèces marines sont souvent incapables de faire la différence entre les déchets et leurs proies habituelles et sont touchées par des problèmes d'étouffement ou d'occlusion intestinale suite à l'ingestion de macro-déchets. L'exemple le plus connu est celui des tortues qui peuvent confondre les sacs

plastiques avec les méduses. Plus de 100 espèces d'oiseaux marins victimes d'ingestion de plastique ont été recensées, dont certaines vivant en Méditerranée (Laist, 1997). La dégradation en micro particules, principalement les micro-plastiques, a été démontrée sous l'action mécanique et sous les effets de la température et des UV. Ces micro-plastiques peuvent atteindre des densités très élevées en Méditerranée. Une étude réalisée en 2010 par une association (<http://www.expeditionmed.eu/fr/>), en partenariat avec l'Ifremer, révèle des densités moyennes de 115 000 microdébris par km² sur 40 échantillons de la partie Nord du bassin occidental, soit plus que dans les gyres du Pacifique Nord (Law et al., 2010). Par ailleurs, des études scientifiques en cours à l'Université de Gênes (<http://www.expeditionmed.eu/fr/>) révèlent une ingestion des micro-déchets par les poissons. Les invertébrés comme les moules ingèrent également les micro-déchets et le plancton est susceptible d'être affecté. Bien que ne concernant pas les côtes françaises, quelques travaux réalisés par ailleurs en Sardaigne et à Malte confirment la présence de micro-déchets sur les plages. D'après une étude réalisée par David Barnes (Barnes 2002), de nombreux types d'organismes marins sont susceptibles d'utiliser ces déchets pour se déplacer sur les océans. Des espèces animales et végétales accrochées à des plastiques ont été retrouvées dans des zones très lointaines de leur zone d'origine. Le phénomène de fixation d'organismes a été également décrit en Méditerranée.

Le plastique peut également relâcher des composés chimiques de sa composition (phtalates, biphényles et PPDE). Ces petites particules de plastique ayant la capacité d'adsorber et de transporter des produits chimiques hydrophobes (DDT, PCB) à des concentrations très supérieures à celles de l'eau ambiante, leur impact éventuel sur la santé humaine est à prendre en considération. Il paraît peu probable de démontrer des conséquences importantes de ce phénomène sur le plan environnemental mais dans certains cas, il semble que l'ingestion massive de déchets et le relargage dans l'estomac peut avoir des conséquences au niveau des individus. Une étude a démontré, dans ce sens, la corrélation entre la quantité de plastique ingérée et les concentrations en PCB dans les tissus graisseux des puffins (Ryan, 2009).

Les déchets présents sur les plages ou le littoral représentent parfois un danger physique (tessons de bouteilles, seringues, morceaux de métal) ou chimiques (médicaments, produits chimiques) et entraînent des risques pour la santé. L'impact sur la santé humaine peut aussi être indirect ; ainsi l'absorption par les organismes planctonophages (organismes se nourrissant de plancton) de constituants toxiques (phtalates, biphényles, nonylphénols et PPDE) contenus dans des petites particules de plastique et leur propagation dans la chaîne alimentaire jusqu'aux produits consommés par l'homme peut constituer, bien que réduite, une source de contamination (Thompson, 2009).

Les macro-déchets les plus encombrants présents dans la mer comme des conteneurs perdus ou d'autres objets volumineux flottants peuvent entraîner des risques pour la navigation en cas de collision. Dans le cas de l'Angleterre, plus de 2 millions d'euros sont dépensés chaque année pour le sauvetage d'embarcations (286 en 2008) affectées par les déchets (prises d'eau

bouchées, hélices encombrées etc.). En France, les incidents et accidents de bateaux liés aux déchets se chiffrent également en centaines (plus de 200 en 2000) et à l'échelle européenne, 70% des marines font état d'incidents liés au déchets (Mouat et al. 2010). Les coûts indirects engendrés pour les pêcheurs par le nettoyage des filets, les réparations et le tri des poissons doivent être également considérés comme une part non négligeable de l'impact des macro-déchets.

Les communes littorales ont l'obligation d'effectuer un nettoyage des plages et ramassage des déchets dans la zone des 300 mètres. Certaines plages sont nettoyées toute l'année sans interruption, la fréquence des actions (nettoyage manuel, tamisage) étant renforcée durant la période estivale. A titre d'exemple, les communes du pays basque dépensent plus de 2 millions d'euros par an pour le nettoyage des plages. En Espagne, plus de 60 k€ par an sont dépensés en moyenne dans chaque port pour l'enlèvement des déchets. Dans le cas de la ville de Nice, 40 personnes, 5 bateaux et 1 avion sont affectés entre mai et septembre, au repérage et à la collecte des déchets des plages et des plans d'eau de l'agglomération.

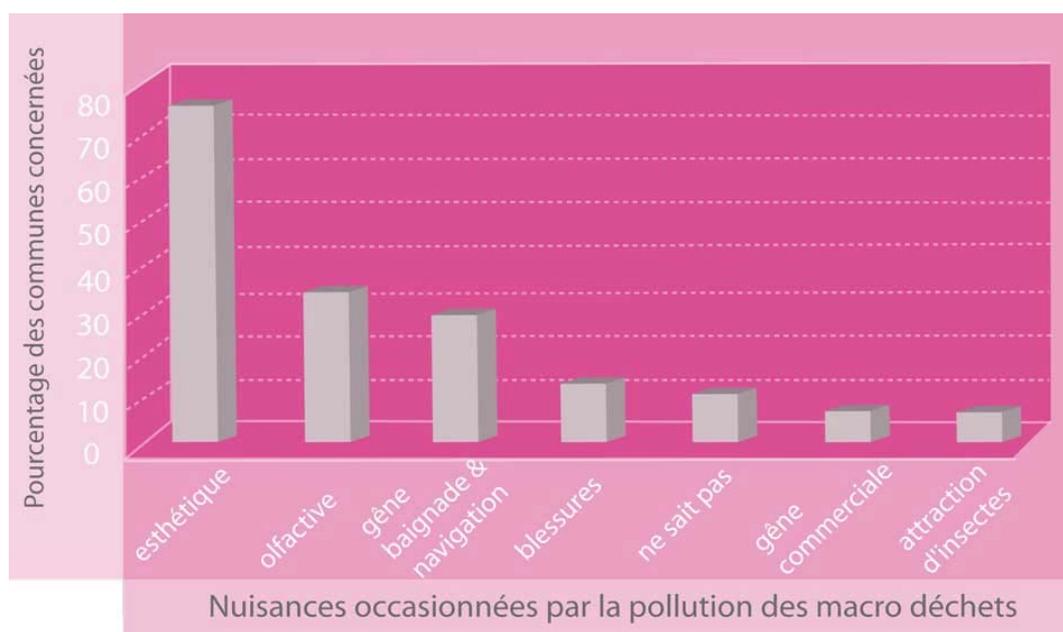


Figure 1: Résultats d'une enquête auprès des collectivités et municipalités sur l'impact des macrodéchets (Source : CEDRE 2000.)

Des plans de gestion intégrés des macro-déchets seront bientôt mis en place dans les agglomérations littorales prenant en compte de façon globale les apports issus des bassins versants et des zones urbanisées afin de réduire à la source les apports de déchets au littoral (www.mer-terre.org)¹.

Même s'il est difficile de rendre compte de façon précise de l'ampleur des impacts négatifs des macro-déchets car on sait encore mal estimer la valeur économique d'une plage et les coûts de sa dégradation environnementale, il existe une nuisance principalement esthétique d'où un déficit réel de potentiel d'image et donc un impact sur la fréquentation touristique (Figure1) .

2.3. Les acteurs de la problématique "déchets"

Dans la perspective d'un état des lieux sur les macro-déchets dans l'espace maritime français, le recensement des études réalisées met en évidence l'implication de manière plus ou moins régulière de plusieurs organismes sur cette problématique.

- Les institutions

Outre ses missions dans les domaines de l'air, du bruit, des sols pollués, de l'énergie, l'ADEME vise à améliorer l'élimination des déchets ménagers et industriels en favorisant le recyclage et la valorisation, la réduction à la source et la pérennité des filières de traitement et de valorisation.

L'[Ifremer](#) conduit depuis plus de vingt ans des campagnes de recherche visant à quantifier les déchets sur le littoral et en mer, notamment sur les fonds, participant ainsi à la connaissance du phénomène.

Depuis 2009, l'ensemble des activités sur les macro-déchets est regroupé au sein d'un projet spécifique, piloté par le Laboratoire Environnement Ressources Provence-Côte d'Azur-Corse (LER-PAC) et particulièrement par son antenne basée à Bastia. L'équipe est actuellement très impliquée dans différents groupes de travail qui ont pour but de mettre en place une stratégie d'évaluation et de surveillance des macro-déchets dans le milieu marin et littoral. Au niveau européen, via la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin et au niveau national, via le Grenelle de la Mer, la surveillance opérationnelle démarre afin de mesurer les quantités de déchets sur les plages et en mer ainsi que leurs effets et leur dégradation.

Le [CEDRE](#) (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux) s'investit par définition sur des faits de pollutions accidentelles incluant les macro-déchets. Le CEDRE a réalisé en 1996 une enquête sur les préoccupations et les réponses des communes du littoral français métropolitain et de Corse pour le compte des Agences de l'Eau (CEDRE 1997). Il est impliqué dans les comités opérationnels mis en place suite aux travaux du Grenelle de la Mer, ayant participé au groupe de travail du Grenelle de l'Environnement sur les déchets en milieu aquatique. Il participe à l'évaluation initiale de la DCSMM.

Le BRGM a réalisé en octobre 2006, à la demande de la DIREN Corse, une étude de recensement et d'identification des macro-déchets en Corse, sur les secteurs de Saint Florent, Calvi et Galeria. (Caballero 2006).

Le Conservatoire du littoral collecte les macro-déchets dans le cadre de ses missions et du suivi des zones dont il assure la gestion. Les données disponibles issues des collectes pourraient, après structuration, constituer une base utilisable dans le cadre d'une surveillance.

- Les collectivités

L'utilisation d'engins dépollueurs (panier basculant, tapis à tasseaux immergés, aspiration, scooters des mers transformés) permet d'éliminer les déchets flottants et les polluants liquides, réduisant ainsi les arrivages sur le littoral. En 1997, 7% des communes du littoral métropolitain (essentiellement en Méditerranée) avaient recours à ce type de collecte. Une étude effectuée au mois de mai 1999 par le Conseil Général de Corse du sud auprès des 88 communes littorales corse (Haute-Corse et Corse du sud) a permis de mieux appréhender leur réponse au problème des macro-déchets.

Les municipalités gèrent généralement le problème du nettoyage sur leurs moyens propres, en faisant appel aux emplois jeunes, à des entreprises privées ou agissent dans le cadre de syndicats intercommunaux. Environ 25% des communes délèguent entièrement l'action à des intervenants externes. La charge financière s'élève en moyenne à 8 K€ par an, avec des disparités importantes selon la taille et à la nature des plages, les moyens mis en œuvre et les enjeux touristiques.

Sur la Côte d'Azur, une surveillance aérienne a été mise en place par 4 syndicats intercommunaux pour repérer les déchets en mer pendant la période estivale. Les déchets sont aspirés, stockés en conteneurs et déposés en déchetterie. Chaque année, 150 000 € sont investis dans cette mission.

"Ports Propres" est une opération qui prend en compte de façon globale et à l'échelle d'une région la problématique de la gestion des déchets et des effluents issus de l'ensemble des ports. Elle s'inscrit dans le cadre des objectifs de la loi sur l'eau, notamment du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, et de la loi sur les déchets. Cette démarche réunit de nombreux partenaires (Régions, Agences de l'Eau, ADEME, Etat) dans un objectif commun de gestion concertée des milieux marins et de lutte contre les pollutions. Une attention particulière est portée sur le volet macro-déchets (informations, poubelles marines etc.).

- Les associations

Elles ont un rôle très important en Méditerranée pour la collecte des déchets, pour l'information du public et, ponctuellement, pour l'acquisition de données. Il est peu réaliste de penser que l'on pourra un jour nettoyer la mer de tous les déchets accumulés sur les fonds marins. Cependant, les campagnes réalisées ces dernières années prouvent que l'intervention de plongeurs ou des opérations de chalutage peuvent être efficaces pour collecter les détritiques et sont justifiées dans le cas de zones précises particulièrement touchées et entraînant une gêne particulière. Ces opérations sont le plus souvent sur l'initiative de clubs et associations de plongeurs et ne doivent pas être ignorées. Parmi les principales associations, L'association Longitude 181 Nature, en collaboration avec la Fédération française d'études et de Sports Sous Marins a mis en place une Charte internationale du plongeur responsable comportant un volet "Agir

ensemble contre les déchets en mer" afin de mettre en évidence le double rôle que peuvent tenir les acteurs de la plongée sous marine pour lutter contre les déchets en mer (Agir et Informer).

L'Association Vacances Propres, associée depuis 1975 à la campagne du même nom, est issue d'une initiative de Groupes du secteur de la grande consommation et de l'emballage, de l'association des Maires de France et de l'ADEME. Elle met à disposition du public sur 1900 sites (plages, sites de randonnées etc...), des équipements de collecte des déchets.

L'association « expédition MED » créée en 2010 a pour objectif de sensibiliser l'opinion et les pouvoirs publics sur le problème des déchets flottants en mer. La première expédition en voilier réalisée dans le nord du bassin occidental a permis, en partenariat avec l'Ifremer pour les analyses, de quantifier les micro-déchets flottants et d'évaluer l'ampleur du problème dans les eaux méditerranéennes.

L'association MerTerre, centre d'expertise sur les macro-déchets, contribue à la réduction de la pollution des côtes par les macro-déchets en améliorant la compréhension pour les gestionnaires des caractéristiques spécifiques de la pollution par les macro-déchets, en élaborant des programmes d'actions curatives et préventives et en accompagnant les gestionnaires dans la mise en œuvre des plans de gestion.

Créée en 1990, [Surfrider Foundation Europe](#) est une association dont l'objectif est la défense, la sauvegarde de l'environnement marin. Elle organise des opérations de nettoyage et de communication à l'échelle mondiale. Elle est représentée et active en Méditerranée française.

La Fondation pour l'Education à l'Environnement en Europe (F.E.E.E) a pour but de favoriser une meilleure prise en compte de l'environnement dans l'élaboration des politiques locales et des programmes scolaires. Elle a lancé en 1985 le programme "[Pavillon Bleu d'Europe](#)", label délivré aux communes du littoral et aux ports de plaisance qui ont mené une politique active pour la propreté des plages. Le Pavillon Bleu est actuellement présent dans 39 pays du monde.

A côté de ces associations, bon nombre d'autres structures sont concernées directement ou indirectement par les macro-déchets (Nostru Mare, Cybelle-Méditerranée, Antinéa, participe-futur etc.). Ces structures contribuent largement à l'amélioration des connaissances dans ce domaine et à l'éducation du public.

2.4 Les méthodes d'évaluation.

Il n'existe à l'heure actuelle aucun protocole commun harmonisé de quantification qui puisse nous permettre de faire un lien entre les différentes données et ainsi d'évaluer globalement le volume et l'impact de la pollution par les macro-déchets par secteur d'observation.

Il est cependant utile de dresser un inventaire des méthodes utilisées et des connaissances acquises dans les différents compartiments du milieu marin.

Deux revues critiques des méthodes recommandées ont été récemment publiées par l'UNEP/IOC (Cheshire *et al.*, 2009) et par le Groupe ad hoc (n°10) pour la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne « Stratégie pour le Milieu Marin » (Galgani *et al.*, 2010).

Les données concernant les macro-déchets sur les plages, et les petits fonds sont de loin les plus nombreuses et les plus anciennes. Ces observations résultent d'études menées par des équipes scientifiques et aussi de très nombreuses associations et d'ONG lors d'actions de sensibilisation. L'importance des données collectées sur les plages par rapport aux autres compartiments reflète également l'évolution récente de cette thématique, considérée pendant longtemps comme une nuisance visuelle et esthétique et qui est désormais regardée comme une véritable pollution globale de l'environnement marin avec des impacts multiples.

Les évaluations sont principalement basées sur des comptages sur 100 à 1000 mètres de linéaire de plage avec tri par catégories. Les résultats sont le plus souvent exprimées en quantités ou poids par unité de surface (100 m²). Plusieurs initiatives pour centraliser les données des observations ont été répertoriées même si aucune base de données au sens propre n'est actuellement opérationnelle. Il existe des recommandations des différentes institutions régionales (OSPAR, HELCOM etc.) et notamment de MEDPOL pour la Méditerranée.

Les informations sur les catégories de déchets et les quantités recueillies lors des opérations de nettoyage et de collecte sur les plages des déchets marins par les nombreuses associations pourraient être utilisées pour compléter les informations scientifiques. Une harmonisation est donc nécessaire, chaque organisation utilisant sa propre méthode mise en œuvre par des volontaires et des bénévoles.

Les méthodes d'observation et de comptage des macro-déchets sur les fonds sont généralement mises en œuvre par des équipes scientifiques disposant de moyens océanographiques ou en association avec les pêcheurs professionnels, ce qui garantit la rigueur de la démarche et la fiabilité des résultats (Galgani *et al.*, 2000 ; Stefatos *et al.*, 1999). Elles touchent le plateau continental, les fonds de canyons et plaine abyssale.

En Méditerranée française, un bon exemple est fourni par le programme MEDITS, programme européen dédié à l'évaluation des stocks halieutiques et utilisable pour une surveillance annuelle des déchets. Dans le cas de grands fonds et sur les pentes continentales, les observations par submersibles (programme MEDSEACAN/CORSICAN de l'Agence des Aires Marines Protégées, Programme européen HERMIONE, etc.) sont plus adaptées mais plus coûteuses. Les résultats sont exprimés en quantité par unité de distance parcourue (km).

Concernant les déchets flottants, il n'existe que très peu d'évaluations compte tenu de l'immensité des surfaces à couvrir pour obtenir des estimations fiables. Les transects à partir de navires océanographiques généralement associés à d'autres programmes d'observation (plancton, mammifères marins) et dans certains cas lors de campagnes dédiées sont les méthodes les plus classiques.

Quelques initiatives de campagne d'observation par des navigateurs lors de traversées océaniques existent ainsi que des transects par survol aérien basse altitude (Galgani et al., 2010). L'utilisation des filets à plancton (de type Bongo ou Manta) permettent en particulier de compter les micro-déchets. Les données recueillies sont plus fiables que les observations visuelles, mais la surface échantillonnée est généralement limitée. Les résultats sont le plus souvent exprimés en nombre d'objets au km².

L'observation des étranglements et des ingestions de déchets par les oiseaux peut être utilisée pour l'estimation du niveau de pollution par les déchets. Dans la zone OSPAR, un indicateur a été développé à partir des quantités de plastiques trouvés dans les estomacs des pétrels arctiques pour estimer des tendances temporelles et des différences régionales en Mer du Nord (Van Franeker et Meijboom, 2002). Cette méthode détermine également un seuil considéré comme un Objectif de Qualité Ecologique. Cet indicateur retenu pour déterminer le Bon Etat Ecologique au sens de la DCSMM (Directive Cadre Stratégie Marine en Mer) devra être évalué en Méditerranée. Cependant un certain nombre de travaux de recherche (espèce cible, zone d'échantillonnage adaptée etc.) est nécessaire avant une utilisation dans le cadre de la mise en place d'un programme de surveillance adapté.

2.5 Le Cadre juridique et institutionnel

En France et dans la plupart des pays européens, il n'existe pas de réglementation spécifique concernant les macro-déchets en mer, sur le littoral et dans le milieu naturel en général (MFSFD GES, 2009). En effet, la réglementation concerne les déchets, leur production, leur collecte et leur traitement. Or les déchets qui se retrouvent dans le milieu sont justement ceux qui ont échappé volontairement ou accidentellement au circuit normal de collecte et de traitement.

Le flux de déchets qui atteint le milieu marin ne représente qu'un faible pourcentage des quantités de déchets produites annuellement (RAMOGE, 2006). Mais c'est bien l'augmentation continue de la production de déchets et leur persistance liée à leur dégradation très lente qui entraîne une accumulation grandissante dans le milieu marin au point de constituer une réelle préoccupation au niveau mondial (UNCLOS 2005). La responsabilité des déchets est donc à la fois individuelle et collective et la réglementation correspondante fait partie de la politique sectorielle des déchets. D'autres politiques sectorielles comportent des éléments de réglementation applicables au problème des macro-déchets : la politique de l'eau et la politique de préservation de la nature.

- *Le droit français*

La loi du 15 juillet 1975, complétée en 1992, est intégrée au code de l'environnement par les articles L 541 et suivants, et concerne essentiellement les déchets provenant d'activités menées à terre. Cette loi interdit à toute personne privée de jeter ou d'abandonner des déchets sur des terrains publics ou privés. Les déchets produits doivent être obligatoirement déposés dans les

dispositifs prévus à cet effet par la collectivité. Cela concerne les déchets ménagers et industriels.

Le non-respect de cette disposition est passible d'une contravention prévue par l'article R 632 du Nouveau Code Pénal. Dans les ports (code des ports maritimes), l'article R 353-4 prévoit que le non-respect des emplacements prévus pour l'évacuation des déchets est également puni d'une amende (1.500 € maximum).

Les communes ont l'obligation d'organiser et de mettre en œuvre la collecte et le traitement des déchets (article L 2224 – 13 du code des Collectivités Territoriales). Le non-exercice de cette obligation est susceptible d'engager la responsabilité de la Collectivité. En cas de carence, il appartient au préfet de s'y substituer. Les communes ont, par ailleurs, l'obligation de nettoyer les plages et les zones littorales fréquentées par le public (arrêté du 7 mai 1974). Le maire dispose également d'un pouvoir de police spécial sur la bande des 300 m à partir du rivage.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992, intégrée dans le code de l'environnement comporte des dispositions particulières concernant les déchets issus d'activités menées à terre ou en mer.

L'article L 216-6 alinéa 3 réprime le fait de « jeter ou abandonner des déchets en quantité importante dans les eaux superficielles ou souterraines ou dans les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, sur les plages ou sur les rivages de la mer ». Ces dispositions ne s'appliquent pas aux rejets en mer effectués à partir des navires et les peines encourues sont de deux ans d'emprisonnement et 75 000 € d'amende. L'application de cette disposition reste difficile par l'appréciation de la notion trop vague de « quantité importante ».

Le préfet maritime, à travers l'action de l'Etat en Mer, a autorité sur la zone des 12 milles pour constater les infractions. La responsabilité collective pour le nettoyage des plans d'eau n'est clairement définie que dans le cas de pollution accidentelle issue d'un accident de navire (Plan Polmar).

En France la réglementation sur la protection de la nature est en grande partie issue de la Directive Européenne de 1992 (Directive Habitats), qui prévoit entre autres la mise en place d'aires marines protégées (réseau Natura 2000). Par ailleurs, une liste limitative d'espèces strictement protégées est intégrée dans le Nouveau Code Rural (1989). Par exemple, en Méditerranée, cette liste comprend l'herbier de posidonie, les tortues marines et les mammifères marins. Toute atteinte délibérée ou accidentelle à ces espaces ou à ces espèces protégées peut faire l'objet de sanctions. (Article L. 218-73 du code de l'environnement). Cette réglementation concerne donc les conséquences éventuelles sur les écosystèmes marins de l'accumulation des déchets en mer. Cependant ces dispositions sont générales à toute forme de pollution et ne s'appliquent pas spécifiquement aux déchets solides. Elle s'applique jusqu'à la limite des eaux territoriales (12 milles).

- Les conventions internationales

Les conventions internationales dans les eaux territoriales et au-delà concernent essentiellement les rejets issus des navires (plaisance, pêche, commerce). La France a ratifié les deux principales conventions relatives aux déchets en mer qui concernent la Méditerranée : la Convention MARPOL et son annexe V et la convention de Barcelone.

La convention Marpol interdit dans son annexe V (pour les navires de plus de 200 tonneaux ou transportant plus de 10 passagers) le rejet en mer des plastiques et limite le rejet des autres types de déchets à partir des navires. Elle désigne également des « zones spéciales », notamment la Méditerranée, dans lesquelles seul le rejet de déchets alimentaires est autorisé et uniquement à plus de 12 milles des côtes. L'application par la France de la Convention MARPOL est particulièrement stricte puisque la loi du 9 mars 2004 (dite loi PERBEN II) et la loi du 1er août 2008 prévoient qu'est puni d'un an d'emprisonnement et de 200.000€ d'amende le fait, pour tout capitaine ou responsable à bord d'un navire, de se rendre coupable d'infractions aux dispositions des règles 3, 4 et 5 de l'annexe V, relatives aux interdictions de rejets d'ordures, de la convention MARPOL."

L'Assemblée Générale des Nations Unies a adopté en 2005 une résolution (GA/RES/60/30) concernant la Loi sur la Mer (UNCLOS) qui incite fortement les Etats Membres à poursuivre les recherches et les observations sur les déchets en mer, à intégrer ce problème dans les stratégies nationales sur l'environnement et à coopérer avec l'industrie et la société civile pour la réduction des déchets. Cette résolution montre la préoccupation actuelle concernant cette pollution au niveau mondial.

La convention de Barcelone, signée en 1976 par les pays riverains, dont la France, et complétée en 1995 par différents protocoles concerne les protocoles sur la pollution tellurique et sur les rejets des navires, notamment les macro-déchets littoraux et marins. La mise en œuvre de la Convention de Barcelone est confiée au Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM) basé à Athènes qui coordonne le programme de surveillance régional de la pollution marine : MEDPOL. Le PAM a publié un document sur les « Lignes directrices sur la gestion des débris côtiers pour la région méditerranéenne » (PNUE/PAM, 2004) et un état des lieux de la pollution par les macro-déchets en Méditerranée (PNUE/PAM/MEDPOL, 2009).

La convention de Bâle, moins conséquente, concernant notamment le contrôle des mouvements transfrontière des déchets dangereux, afin de limiter les risques de pollution accidentelle ou intentionnelle. Les déchets ménagers et leurs résidus d'incinération font partie des produits concernés par la convention. Les sanctions relèvent de la compétence de chaque état.

Le tableau 1 synthétise l'ensemble des textes nationaux et internationaux traitant de la problématique des déchets.

Tableau 1: Synthèse des réglementations nationales et internationales relatives aux déchets marins

Politique nationale	lois	Responsabilité	Réglementation	Articles	Origine des déchets	Infraction	Responsabilité	Sanction	Constat	Territoires de compétence	Règles de compétence
Réglementation Nationale	Politique des déchets	Responsabilité des personnes privées (physiques et morales)	Code de l'environnement	Art. 541 et suivants	Déchets provenant d'activités menées à terre	Interdiction de jeter ou d'abandonner des déchets	Privée	Nouveau Code Pénal Art R 632 35€personne privée 175€personne morale	A terre, sur le littoral, toute autorité de police.	Littoral	Tribunal Correctionnel du lieu de l'infraction ou du lieu où réside l'auteur de l'infraction (article L218-56 Code de l'environnement).
			Code des Ports Maritimes		Déchets provenant d'activités menées à terre	Non respect des emplacements prévus pour l'évacuation des déchets	Privée	Art. R 353-4 1500€maximum	A terre, sur le littoral, toute autorité de police.	Littoral	Tribunal administratif
			Code des collectivités territoriales	Art. L 2224-13	Déchets provenant d'activités menées à terre	Obligation d'organiser et mettre en œuvre la collecte et le traitement des déchets	Publique	Engage la responsabilité de la collectivité. En cas de carence, substitution du Préfet	A terre, sur le littoral, toute autorité de police.	Littoral	Tribunal administratif
			Code des collectivités territoriales	Arrêté du 7 mai 1974	Déchets issus d'activités menées à terre ou en mer, à l'exception des rejets en mer à partir de navires	Obligation de nettoyer les plages et les zones littorales	Publique	Engage la responsabilité de la collectivité. En cas de carence, substitution du Préfet	A terre, sur le littoral, toute autorité de police. En mer, police de l'eau + Préfet Maritime (Action de l'Etat en mer)	Jusqu'aux 300 m	Tribunal administratif
			Code de l'environnement	Art. L 216 – 6 Alinéa 3	Déchets issus d'activités menées à terre ou en mer, à l'exception des rejets en mer à partir de navires	Interdiction de jeter ou abandonner des déchets en quantité importante dans les eaux superficielles ou souterraines ou dans les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, sur les plages ou sur les rivages de la mer	Privée	2 ans d'emprisonnement 75000€d'amende	A terre, sur le littoral, toute autorité de police. En mer, police de l'eau + Préfet Maritime (Action de l'Etat en mer)	Jusqu'aux 12 milles	Tribunal Correctionnel du lieu de l'infraction ou du lieu où réside l'auteur de l'infraction (article L218-56 Code de l'environnement).
			Code de l'environnement	Art. L 218 - 73	Déchets issus d'activités menées à terre ou en mer, à l'exception des rejets en mer à partir de navires	Toute atteinte délibérée ou accidentelle aux espaces ou espèces protégées : le fait de jeter, déverser ou laisser écouler, directement ou indirectement en mer ou dans la partie des cours d'eau, canaux ou plans d'eau où les eaux sont salées, des substances ou organismes nuisibles pour la conservation ou la reproduction des mammifères marins, poissons, crustacés, coquillages, mollusques ou végétaux, ou de nature à les rendre impropres à la consommation.	Privée	22500€	A terre, sur le littoral, toute autorité de police. En mer, police de l'eau + Préfet Maritime (Action de l'Etat en mer)	Jusqu'aux 12 milles	Tribunal Correctionnel du lieu de l'infraction ou du lieu où réside l'auteur de l'infraction (article L218-56 Code de l'environnement).
Politique de protection de la Nature	Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992	Responsabilité des personnes publiques									
	Loi 15 juillet 1975, complétée en 1992										
	Réglementation nationale issue de la Directive Européenne de 1992 (Directive Habitats). Mise en place d'aires marines protégées. Liste limitative d'espèces strictement protégées intégré.										

	Conventions	Réglementation		Origine des déchets	Infraction	Responsabilité	Sanction	Constat	Territoires de compétence	Règles de compétence
Réglementation Internationale	Convention MARPOL	Code de l'environnement	Articles L218-10 à L218-24 du Code de l'environnement (tels que modifiés par la loi du 9 mars 2004 et la loi du 1 août 2008).	Rejets en mer à partir de navires. Déchets produits par les navires dans leur fonctionnement normal.	Interdit dans son annexe V (pour les navires de plus de 200 tonneaux ou transportant plus de 10 passagers) le rejet en mer des plastiques et limite le rejet des autres types de déchets à partir des navires. Désigne également des « zones spéciales » (Méditerranée et Atlantique Nord Est) dans lesquelles seul le rejet de déchets alimentaires est autorisé et uniquement à plus de 12 milles des côtes.	Privée	Un an d'emprisonnement et 200 000€ d'amende. Ces sanctions ont vocation à s'appliquer pour les rejets en eaux intérieures, mer territoriale, ZEE, et Haute-Mer. Cependant, lorsque les infractions ont été commises au-delà de la mer territoriale, seules les peines d'amendes peuvent être prononcées, et non les peines d'emprisonnement (article L218-22 Code de l'environnement).	Les personnes pouvant constater les infractions aux obligations MARPOL sont énumérées en Annexe 5	Eaux intérieures Mer territoriale (jusqu'aux 12 milles) ZEE (200 milles) Haute Mer	Tribunal Maritime spécialisé (3 en France) TGI du Havre pour Manche-Mer du Nord TGI de Brest pour zone Atlantique TGI de Marseille pour Méditerranée TGI de Paris en cas de grande complexité TGI de Paris TGI de Paris
	Convention de Londres	Code de l'environnement	L218-42 à L218-57	Déchets issus d'activités menées à terre, chargés sur les navires et destinés à être rejetés en mer. Déchets classés en trois catégories selon leur nocivité : - immersion totalement interdite : par exemple, le mercure, les plastiques persistants, les déchets « fortement radioactifs » - immersion subordonnée à un « permis spécifique » délivré cas par cas : par exemple, l'arsenic, les cyanures, les pesticides, les conteneurs, les déchets volumineux - immersion subordonnée à un « permis général » délivré une fois pour toutes : parmi eux, les déchets « faiblement radioactifs ».	Immersion, à savoir tout déversement délibéré de substances ou matériaux dans la mer. Il faut remarquer la nécessité que le déversement en mer ait été intentionnel. Il faut que celle-ci ait été effectuée « au moyen ou à partir d'un navire, d'un aéronef, d'une plate-forme ou d'un autre ouvrage placé en mer ».	Privée	2 ans d'emprisonnement et 18.000 € d'amende. Si l'une des infractions a été commise sur ordre du propriétaire ou de l'exploitant du navire, aéronef, plate-forme ou autre ouvrage, ce propriétaire ou cet exploitant est puni du double des peines prévues audit article. Lorsque l'infraction a lieu dans la ZEE française, seules les amendes pourront être prononcées, à l'exclusion des peines d'emprisonnement.	Les personnes pouvant constater les infractions aux obligations de la Convention de Londres sont énumérées en Annexe 6	Eaux intérieures Mer territoriale (jusqu'aux 12 milles) ZEE (jusqu'aux 200 milles) Les auteurs de la convention souhaitent également une coopération des Etats Parties afin d'une mise en œuvre effective de la convention, y compris en haute-mer (Art. VII. 3).	Le manquement aux obligations de la Convention de Londres est constitutif d'un délit. En conséquence, le Ministère Public sera à l'origine des poursuites, et les sanctions seront prononcées par le Tribunal Correctionnel du lieu de l'infraction ou du lieu où réside l'auteur de l'infraction (article L218-56 Code de l'environnement).
	Convention de Bâle		Cette convention a été publiée en France par un décret du 27 août 1992, et a été transposée en droit communautaire par le Règlement CE n°259/93 du 1er février 1993 (publié au JOUE L30 le 6 février 1993).	Contrôle des mouvements transfrontière des déchets dangereux et de leur élimination, afin de limiter les risques de pollution accidentelle ou intentionnelle.	Chaque Etat contractant (d'importation ou d'exportation) « interdit à toute personne relevant de sa compétence nationale » d'effectuer un mouvement transfrontière sans notification préalable aux Etats concernés ou malgré l'interdiction opposée par l'un de ses Etats, considère que le trafic illicite de déchets constitue une infraction pénale » et « adopte les lois nationales voulues pour interdire et réprimer sévèrement le trafic illicite ».	Privée	Emprisonnement de 2 ans au plus, une amende maxima de 100 000 euros et diverses peines complémentaires.	Etats concernés	Les notions d'eaux intérieures, mer territoriale ou ZEE ne Figurent pas dans la convention de Bâle, dans la mesure où cette convention a pour objet le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination. Afin de respecter leurs obligations, les Etats doivent considérer le trafic illicite de déchets dangereux ou d'autres déchets comme une infraction pénale.	

- *Le Grenelle de l'environnement*

Bien que des études sur le sujet aient été menées depuis près de 30 ans, le nouveau contexte social et législatif place les macro-déchets en thématique émergente. Ce problème, qui n'était considéré qu'en termes d'impact esthétique, de gêne visuelle, est maintenant pris en compte comme une réelle question de pollution massive, globale et persistante.

Lancé le 6 juillet 2007, le Grenelle de l'Environnement renforce certaines dispositions de la Directive Cadre Eau et appuie la Stratégie Marine. Il fixe notamment comme objectif ambitieux pour 2015, la mise en place d'un programme de mesure pour atteindre le bon état écologique pour les 2/3 des masses d'eau de surface. L'article 30 du projet de loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (juillet 2007), stipule que toutes les mesures seront mises en œuvre pour renforcer la lutte contre les pratiques illégales, réduire à la source et prévenir les pollutions maritimes, y compris les macro-déchets et déchets flottants. 65 recommandations élaborées par le comité opérationnel n° 22 « Déchets » concernaient les macro-déchets.

Le Grenelle de la Mer, annoncé le 27 février 2009, complète les engagements du Grenelle Environnement concernant la mer et le littoral et couvre un champ plus large sur la thématique de la mer et sur la contribution au développement d'activités durables en mer. Le Grenelle de la Mer devrait aboutir in fine à une loi d'orientation sur la mer. Elle intégrera la nouvelle réforme des services de l'Etat en mer qui vise à une organisation cohérente et coordonnée par façade maritime.

- *La directive "stratégie marine"*

La DCSMM (Directive Cadre Stratégie du Milieu Marin) a été mise en place en juin 2008. Elle définit, pour la première fois, une politique globale de protection de l'environnement marin, axée sur les écosystèmes (intégration notamment des activités anthropiques et de leurs impacts) et les habitats (dont des zones marines protégées). Elle introduit également la notion fondamentale de bon état écologique pour le milieu marin (BEE).

Plusieurs points forts de cette directive méritent d'être soulignés :

- Son approche par objectif, avec l'engagement des Etats Membres d'atteindre ou de maintenir le BEE d'ici 2020. Cette notion est définie à partir d'un jeu très complet de descripteurs et en référence aux pressions et impacts sur le milieu.
- Son extension géographique, puisque la Directive s'applique aux trois millions de km² de la zone marine sous juridiction des états européens (à l'exception des DOM pour la France).
- Son approche par « écorégion » fera interférer les Etats Membres riverains d'une même entité géographique dans le cadre d'une gestion intégrée partagée prenant en compte les usages, les ressources et le patrimoine naturel.

La directive associe les dispositifs de collecte de données, l'expertise scientifique et les parties prenantes, y compris les organisations non gouvernementales, à toutes les étapes du processus.

Les objectifs de la Directive concernent la protection et la conservation, sans détérioration, des écosystèmes marins, la prévention et l'élimination progressive de la pollution, la réalisation du bon état écologique et l'utilisation durable du milieu pour les générations futures (Politique Commune des Pêches par exemple). Elle promeut donc une approche écosystémique englobant aussi bien l'aspect écologique (milieu physique, chimique et biologique) qu'économique (pêche, pression de l'homme sur le milieu). Elle contribue par ailleurs à la gestion intégrée des zones marines.

Parmi les 11 critères ou descripteurs qualitatifs du Bon Etat Ecologique, le descripteur n° 10 concerne les macro-déchets (« Les propriétés et les quantités de déchets marins ne provoquent pas de dommages au milieu côtier et marin ») thème présenté comme une des 11 priorités. La transposition de la Directive dans le droit interne des Etats Membres, la caractérisation des 11 descripteurs du Bon Etat Ecologique et la définition des normes et critères méthodologiques constitue la première étape (2010) qui sera suivie en 2012 par l'achèvement de l'Evaluation initiale, la définition du Bon état écologique et la définition des objectifs environnementaux et des indicateurs associés au niveau des régions et sous – régions. L'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de surveillance seront effectuées en 2014 pour un démarrage opérationnel du programme de mesures en 2016 et l'atteinte du «Bon Etat Ecologique» en 2020 (1er rapport d'évaluation présenté par la Commission).

Le MSFD GES Task Group 10 a concerné en 2010 spécifiquement les macro-déchets.

Quatre indicateurs ont été proposés : les déchets sur les plages ; les déchets à la mer (flottants et sur les fonds) ; les mesures de l'impact (ingestion par les oiseaux) ; les micro-particules et les produits de leur dégradation.

Concernant les voies de recherche futures, le Groupe a retenu les thèmes suivants :

- les impacts sur la faune et la flore marine (estimation quantitative),
- les processus de dégradation et de vieillissement en mer,
- l'étude des microparticules issues des déchets,
- l'étude des contaminants chimiques associés aux déchets (polluants constitutifs libérés par la dégradation),
- les facteurs influençant la distribution et la densité de déchets en mer (anthropiques, hydrodynamiques, géomorphologiques, etc.), la normalisation des méthodes et la détermination des seuils pour l'atteinte du BEE,
- L'évaluation de l'impact socio-économique.

3. ANALYSE DES DONNEES DES CAMPAGNES DE CHALUTAGE MEDITS

3.1. Méthodologie

Depuis 1994, l'Ifremer effectue en Méditerranée française des collectes de macro-déchets sur les zones chalutables dans le cadre des travaux sur l'évaluation des stocks halieutiques qui sont effectuées dans le cadre des campagnes du programme MEDITS, lancé à l'instigation de la Commission Européenne (DG XIV) en 1993. Depuis 2008, ce programme touche toutes les côtes Nord de la Méditerranée occidentale et une partie de celles de la Méditerranée orientale (Espagne, Italie, Grèce, Chypre, Croatie) avec un protocole commun d'échantillonnage. La couverture représente environ 1200 traits de chalut par an (en 2008) soit un total de près de 15 000 traits depuis 1994 jusqu'en 2009. En France, les campagnes MEDITS couvrent le golfe du Lion et la Corse orientale avec respectivement 65 et 23 stations de chalutages (Figure 2).

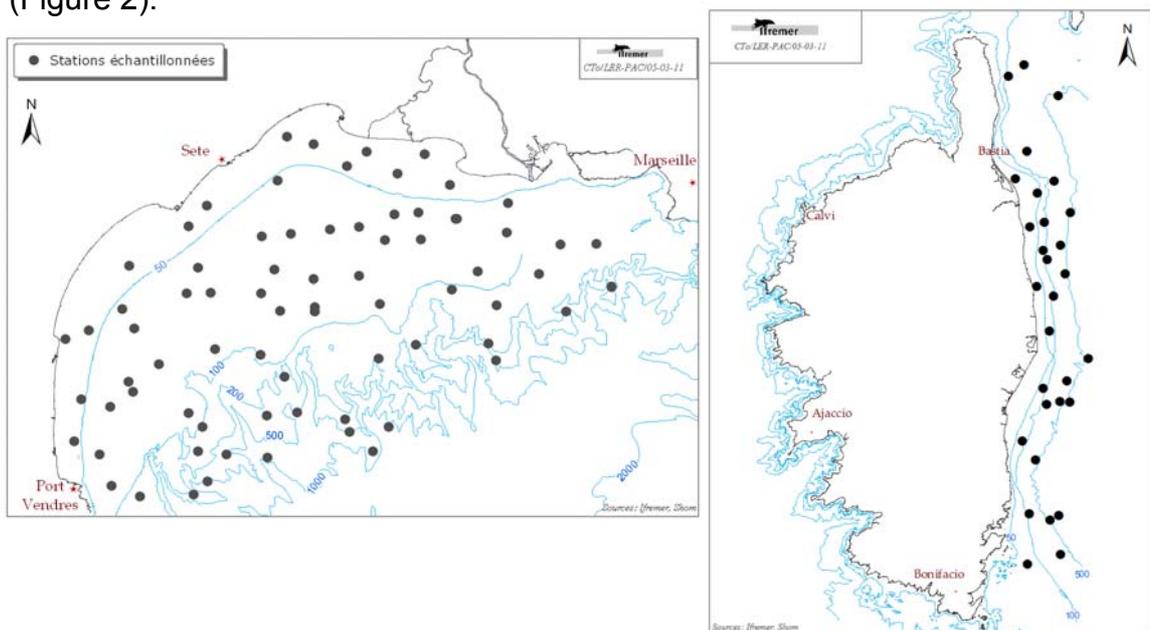


Figure 2 : Stations de chalutage, programme MEDITS, 1994 - 2009. Golfe du Lion et Corse

Les prélèvements sont effectués sur les fonds de 10 à 800 mètres, répartis en cinq strates de profondeur (10-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-500 m et 500-800 m). Ces strates sont, pour chaque région, divisées en fonction de la géographie : dans le golfe du Lion il y a 5 strates de profondeur à l'ouest du méridien 4°Est (12101 à 12105) et 5 à l'est de ce méridien (12106 à 12110) et pour la Corse 4 strates au nord du parallèle 42° nord (13101 à 13105) et 5 au sud de ce parallèle (13106 à 13110). Toutes ces strates sont regroupées, dans

chaque région, en deux "super-strates" : le plateau, de 10 à 200 m, et le talus, de 200 à 800 m. Les méthodes de travail sont identiques pour les différents pays participants au programme MEDITS : protocole de travail commun (Souplet, 2009) utilisant un chalut de fond 4 faces de type GOC73 (tableau2, Figure 4)

Tableau 2 : Programme MEDITS: Définition des strates

GOLFE DU LION			EST CORSE*		
STRATE	Zone	profondeur	STRATE	Zone	profondeur
12101	Ouest 4°	0-50m			
12102	Ouest 4°	50-100m	13102	> 42.00°	50-100m
12103	Ouest 4°	100-200m	13103	> 42.00°	100-200m
12104	Ouest 4°	200-500m	13104	> 42.00°	200-500m
12105	Ouest 4°	500-800m	13105	> 42.00°	500-800m
12106	Est 4°	0-50m	13106	< 42.00°	0-50m
12107	Est 4°	50-100m	13107	< 42.00°	50-100m
12108	Est 4°	100-200m	13108	< 42.00°	100-200m
12109	Est 4°	200-500m	13109	< 42.00°	200-500m
12110	Est 4°	500-800m	13110	< 42.00°	500-800m

* La zone 200-250m en Corse n'a jamais été échantillonnée.

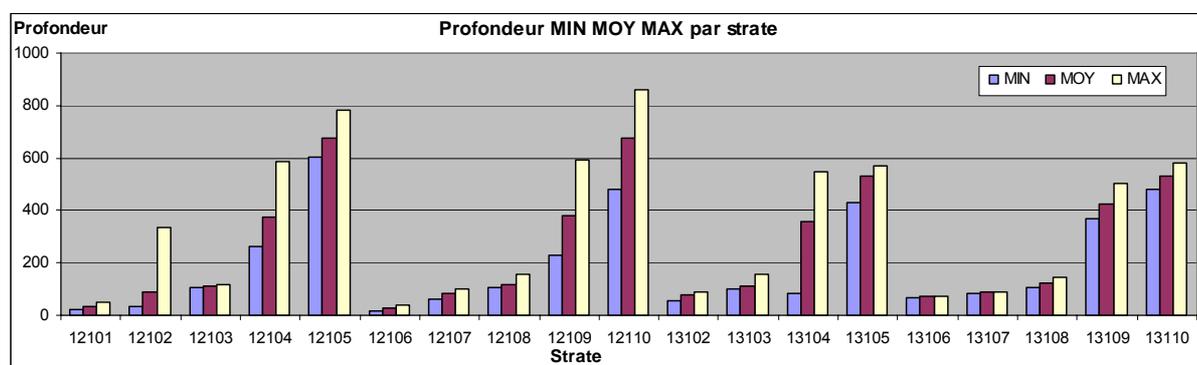


Figure 4: Profondeurs minimales, moyennes et maximales des strates étudiées

Les comptages de déchets sont réalisés par catégories (plastiques, bouteilles plastiques, objets de verre, objets de métal, objets de cuir ou tissus ou caoutchouc, objets liés à la pêche et objets divers) après un tri lors de chaque chalutage.

Afin de procéder au traitement des données «déchets» issues des campagnes MEDITS, l'ensemble des fiches terrain ont été saisies pour la totalité des stations échantillonnées de 1994 à 2009. Un travail de mise en forme et de collecte d'informations complémentaires annuelles nécessaires a été réalisé pour chaque station échantillonnée (durée, profondeur, ouverture de chalut, vitesse, problèmes éventuels). Au total, plus de 100 stations ont été échantillonnées (dont 30 en Corse). Depuis 1994, 1200 traits de chaluts ont été effectués,

repartis sur la côte est de la Corse (263) et sur le Golfe du Lion (944) couvrant une surface de 8000 ha. Les données ainsi mises en forme ont fait l'objet d'une première analyse concernant les données par façade et par tranche bathymétrique.

3.2. Abondances moyennes et typologie des déchets

3.2.1. Corse orientale

L'abondance moyenne des déchets sur le plateau et la pente continentale de corse orientale est de 1,46 +/- 0.05 ($P < 0.05$) déchet / ha. En Corse (Figure 5), les déchets plastiques sont les plus représentés (65%) ainsi que le verre (12%), le métal, les cuirs tissus et dans une moindre mesure les engins de pêche. Ceux ci ne représentent que 3 % des déchets sur le fond (Figure 5 et 6).

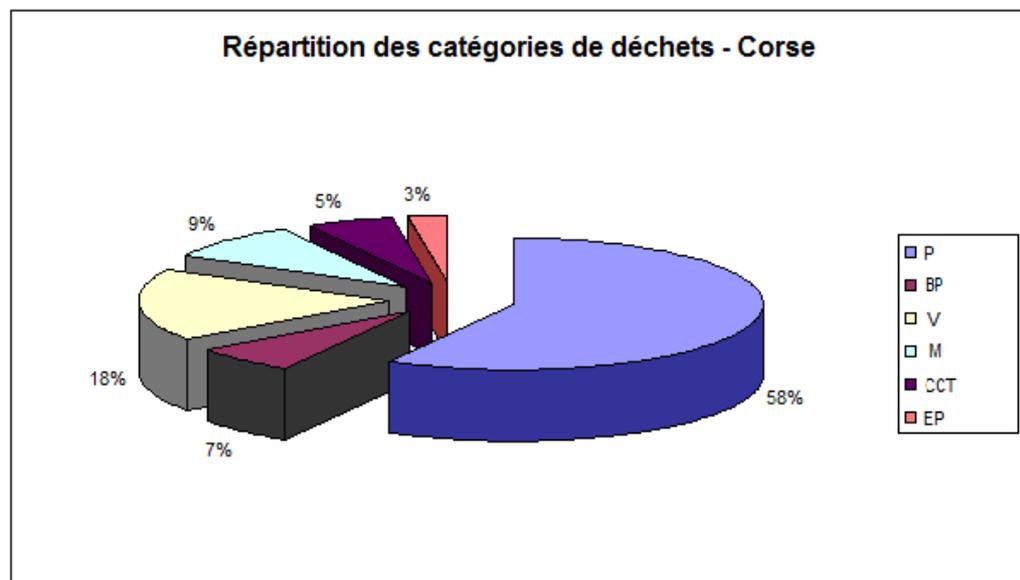


Figure 5: Typologie des déchets du plateau et de la pente continentale Est- Corse (P: Plastiques; BP: bouteilles plastiques; V: Verre; M: objets métalliques; CCT: cuirs, caoutchouc, tissus; EP: engins de pêche)

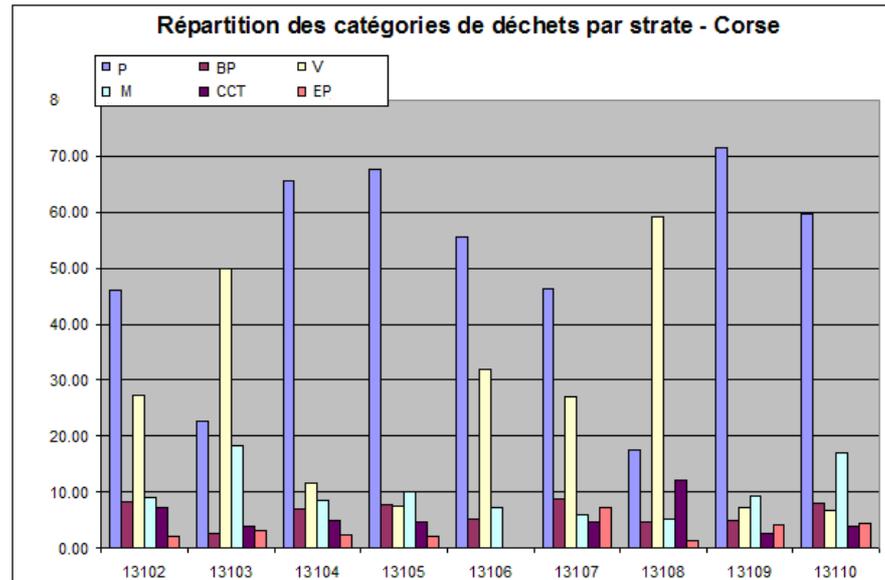


Figure 6: Typologie des déchets du plateau et de la pente continentale Est- Corse. Analyse par strate. Données en pourcentages (P: Plastiques; BP: bouteilles plastiques; V: Verre; M: objets métalliques; CCT: cuirs, caoutchouc, tissus; EP: engins de pêche)

Un test de Kruskal Wallis met en évidence un effet des strates sur le nombre de déchets par hectare ($F=6.9$, cf. Annexe 2). L'analyse démontre que les objets de plastique sont les plus importants (22-72%). Cependant, pour certaines strates, la proportion du verre dépasse très largement les plastiques (ex : 13103 et 13108) et les objets en métal sont en quantités significatives. Cette accumulation de déchets en verre peut avoir deux origines : l'accumulation d'objets plus lourds en raison de forts courants dans la zone déplaçant les objets plus légers et/ou une source locale d'objets en verre et en métal. Le trafic local important des ferries et les comportements des usagers pourraient localement expliquer ces quantités importantes. L'analyse des corrélations entre les différents types d'objets est donnée dans le tableau 3. Elle démontre le lien fort entre les quantités de déchets totaux et l'ensemble des objets de plastique. Ce lien est dû à la prédominance des plastiques dans les déchets totaux. Elle démontre également que les coefficients de corrélation entre les différents déchets sont pour la plupart significatifs mais faibles. Cela s'explique par le comportement différent des déchets en mer lié à leur densité.

Tableau 3: données MEDITS , Corse orientale. Tables de corrélations (Spearman). CCT: cuirs tissus caoutchoucs; EP: engins de pêche; PT plastiques totaux; DT Déchets totaux.

Variables	Plastiques	B.plastiques	O.verre	O.metal	CCT	EP	PT	DT
Plastiques	1	0.312	0.127	0.354	0.213	0.561	0.994	0.935
B.plastiques	0.312	1	0.040	0.233	0.227	0.235	0.413	0.418
O.verre	0.127	0.040	1	0.279	0.214	0.090	0.127	0.392
O.metal	0.354	0.233	0.279	1	0.203	0.217	0.366	0.542
CCT	0.213	0.227	0.214	0.203	1	0.194	0.230	0.368
EP	0.561	0.235	0.090	0.217	0.194	1	0.564	0.573
PT	0.994	0.413	0.127	0.366	0.230	0.564	1	0.944
DT	0.935	0.418	0.392	0.542	0.368	0.573	0.944	1

Une analyse en composante principale des variables concernant les types de déchets ainsi que les variables complémentaires (déchets plastiques et déchets totaux) a été réalisée. Pour les types de déchets (Pearson, Figure 7) l'analyse donne une explication de la variance de 36.99% et 18.1% pour les axes 1 et 2 et confirme le lien entre les plastiques et l'ensemble des déchets.

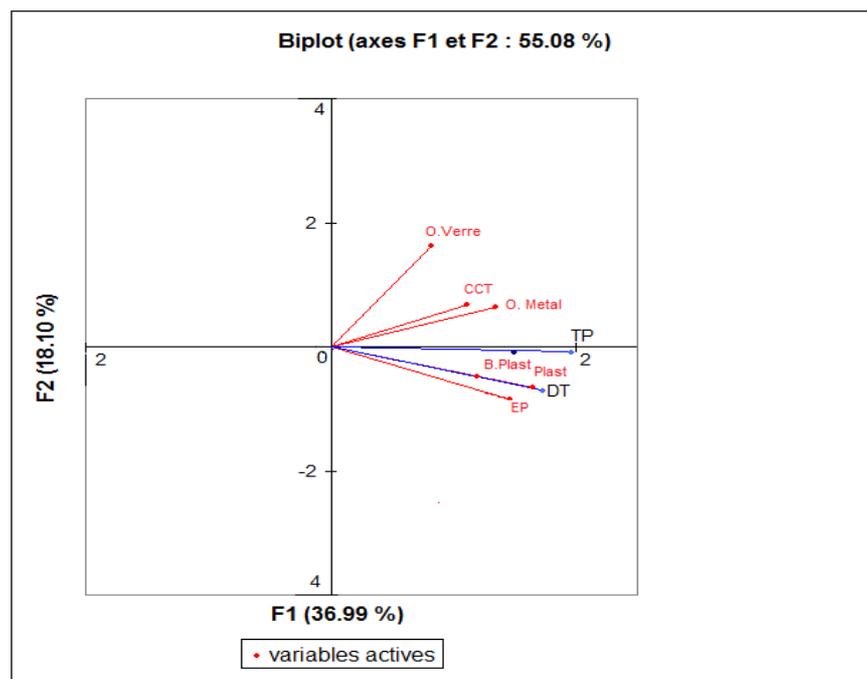


Figure 7: campagnes MEDITS. Analyse en composante principale (Pearson) des données de déchets de corse. CCT: cuirs tissus caoutchoucs; EP: engins de pêche; PT plastiques totaux; DT Déchets totaux.

L'ACP pour les données concernant les stations/années (Spearman, Figure 8) ne démontre pas d'effets particuliers dans le temps (années) et dans l'espace (stations).

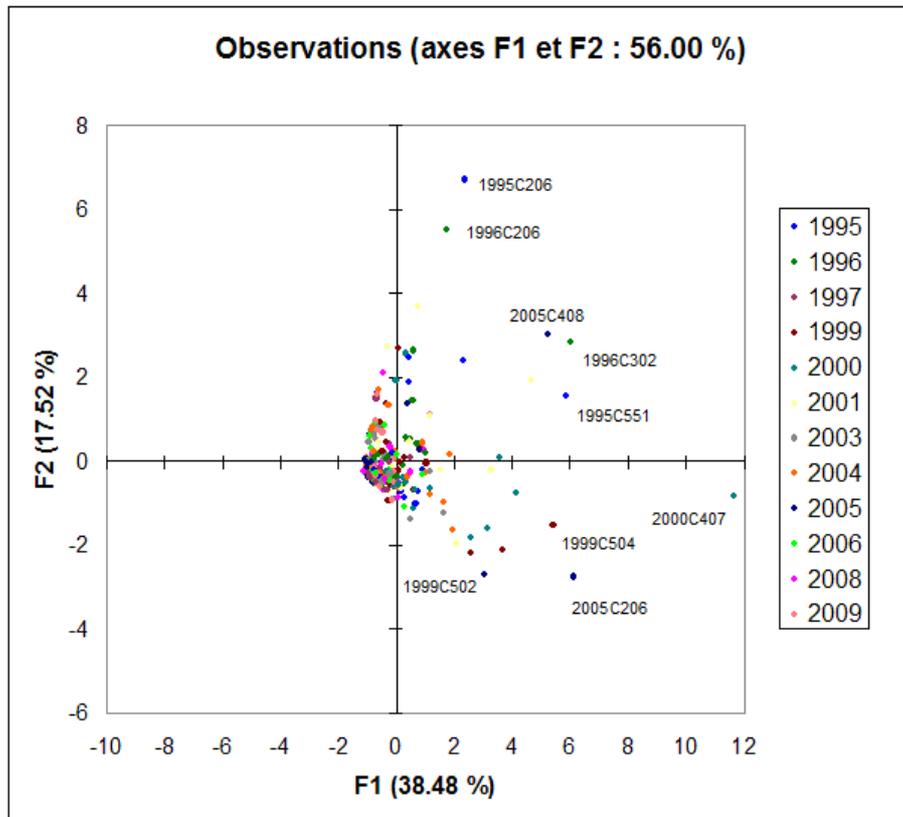


Figure 8: campagnes MEDITS. Analyse en composante principale (Pearson) des données stations/années. CCT: cuirs tissus caoutchoucs; EP: engins de pêche; PT plastiques totaux; DT Déchets totaux.

3.2.2. Golfe du Lion

L'abondance moyenne des déchets dans le golfe du Lion est de 0.76 ± 0.01 (P<0.05) déchet/ha. Ce nombre peut être comparé aux valeurs d'abondance pour certaines espèces démersales (Souplet et al., 2009). On constate alors que les quantités de déchets dépassent les quantités de certaines espèces. Cependant, les valeurs de densité sont plus faibles qu'en Corse orientale (1.68 déchet à l'hectare). Cette différence entre les abondances de déchets totaux entre Corse et Golfe du Lion est significative (p=0.05).

Le pourcentage des plastiques est de 74% (Figure 9), légèrement plus fort qu'en Corse. Le verre représente 10% des déchets. Le pourcentage des déchets liés à la pêche reste faible et identique à la Corse (3%).

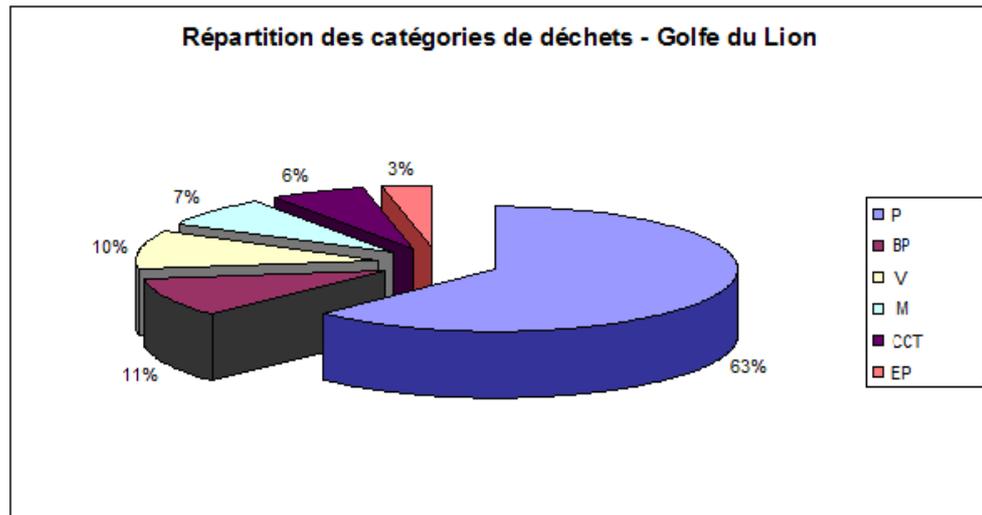


Figure 9: Typologie des déchets du plateau et de la pente continentale du Golfe du Lion. (P: Plastiques; BP: bouteilles plastiques; V: Verre; M: objets métalliques; CCT: cuirs, caoutchouc, tissus; EP: engins de pêche)

L'analyse typologique par strate (Figure 10) démontre des profils avec une importance marquée des plastiques. Pour les strates 12109 et 12110, le verre est important. Ces strates sont des zones d'accumulations profondes soumises aux apports de la métropole de Marseille. L'importance du verre reste cependant moins marquée qu'en Corse. Un test de Kruskal Wallis démontre clairement des différences significatives entre les strates (cf. Annexe 2).

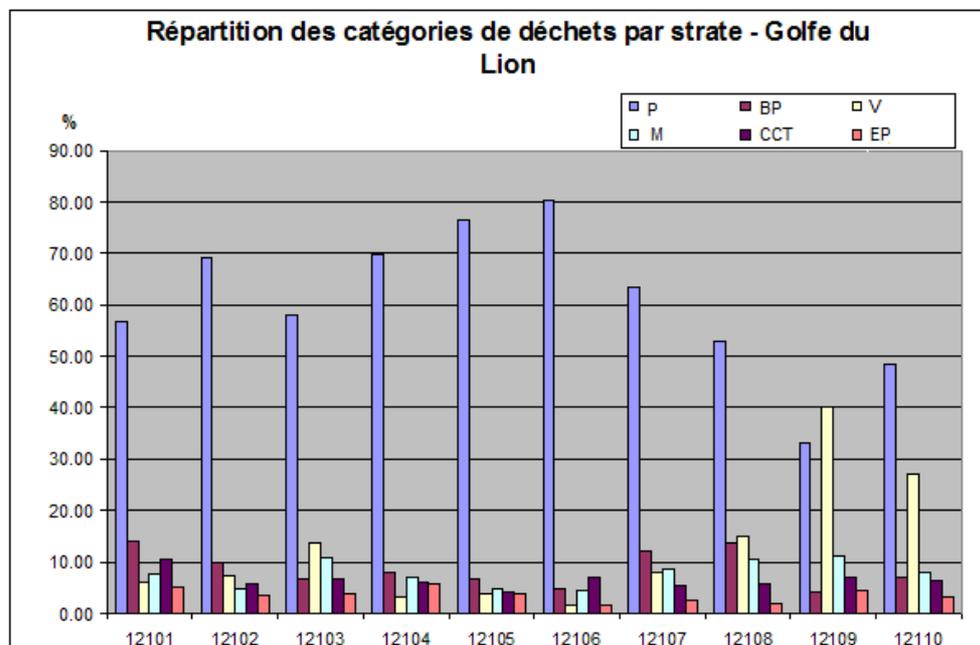


Figure 10 : Typologie des déchets du plateau et de la pente continentale du Golfe du Lion. Analyse par strate. Données en pourcentages (P: Plastiques; BP: bouteilles plastiques; V: Verre; M: objets métalliques; CCT: cuirs, caoutchouc, tissus; EP: engins de pêche)

La matrice des corrélations (Spearman) démontre des corrélations positives notamment et de manière logique entre les plastiques, les déchets totaux et les principaux autres types de déchets suggérant un comportement corrélé des déchets dans le golfe du Lion (tableau 4). Seuls les déchets issus de la pêche présentent des différences, en raison principalement de la localisation des zones de pêche différentes des sources des autres types de déchets.

Tableau 4: données MEDITS, Golfe du Lion. Table de corrélations (Spearman). CCT: cuirs tissus caoutchoucs; EP: engins de pêche; PT plastiques totaux; DT Déchets totaux.

Variables	Bouteilles							
	Plastiques	plastiques	O.verre	O.métal	CCT	EP	PT	DT
Plastiques	1	0.295	0.210	0.277	0.354	0.127	0.888	0.972
Bouteilles plastiques	0.295	1	0.129	0.276	0.302	0.106	0.506	0.510
O.verre	0.210	0.129	1	0.299	0.232	0.077	0.504	0.221
O.métal	0.277	0.276	0.299	1	0.251	0.031	0.493	0.316
CCT	0.354	0.302	0.232	0.251	1	0.116	0.548	0.393
EP	0.127	0.106	0.077	0.031	0.116	1	0.234	0.141
PT	0.888	0.506	0.504	0.493	0.548	0.234	1	0.923
DT	0.972	0.510	0.221	0.316	0.393	0.141	0.923	1

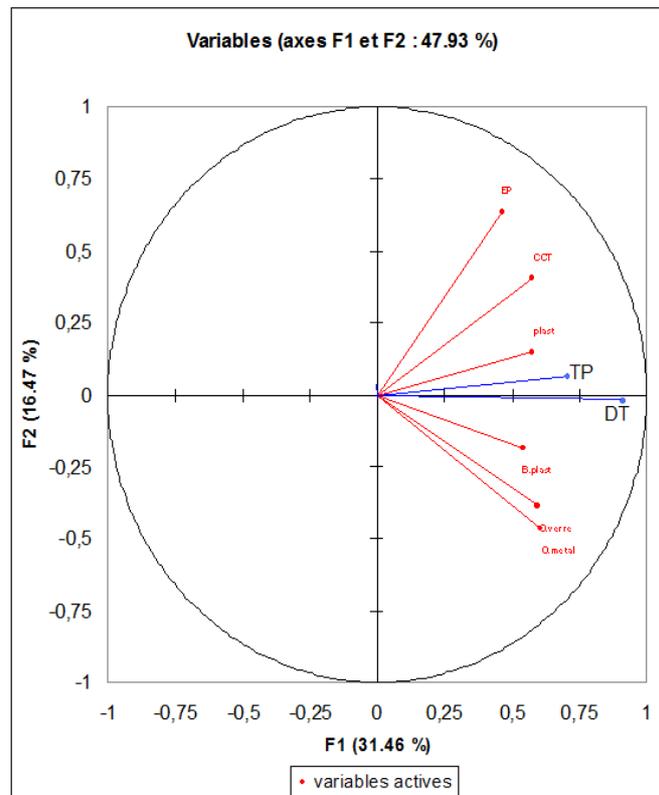


Figure 11 : campagnes MEDITS. Analyse en composante principale (Pearson) des données de déchets du golfe du Lion. CCT: cuirs tissus caoutchoucs; EP: engins de pêche; PT plastiques totaux; DT Déchets totaux.

L'analyse en composante principale pour les types de déchets (Pearson, Figure 11) ainsi que pour les variables additionnelles DT "déchets totaux" et PT "Plastiques totaux" donne une explication de variance de 31.46% et 16.47% pour les axes 1 et 2 et confirme, comme pour la Corse, le lien entre les plastiques et l'ensemble des déchets. Seuls les déchets issus de la pêche sont différenciés. L'ACP pour les données concernant les stations/années (Spearman, Figure 12) ne différencie pas les stations et les années.

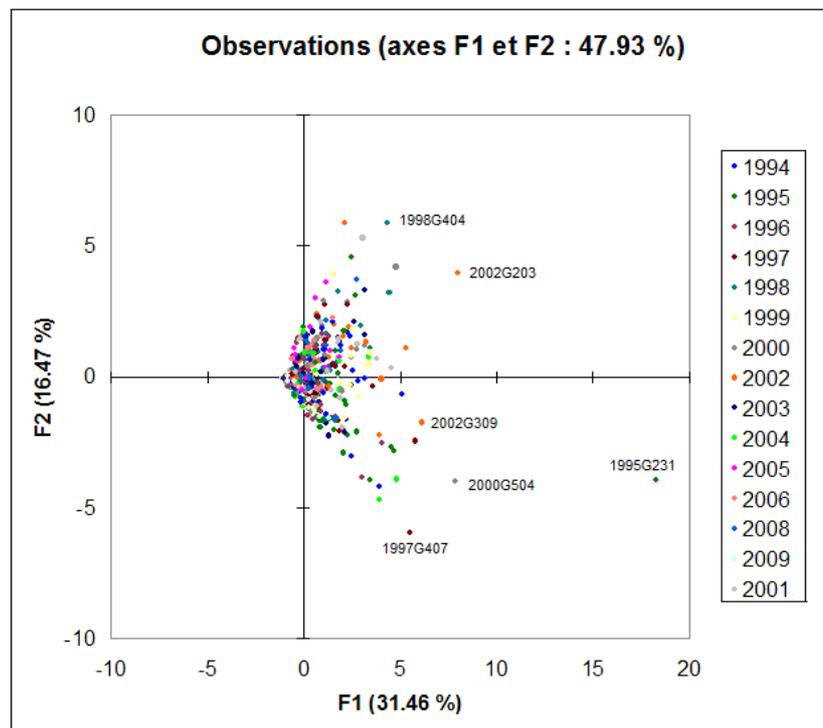


Figure 12: campagnes MEDITS. Analyse en composante principale (Pearson) des données stations/année du golfe du Lion. CCT: cuirs tissus caoutchoucs; EP: engins de pêche; PT plastiques totaux; DT Déchets totaux.

3.3. Répartition spatiale des déchets

3.3.1. Corse orientale

En corse (Figure 13) les déchets sont clairement accumulés dans la partie Nord est, notamment dans les zones les plus profondes du canal de Corse. Cette accumulation est interprétée par le transport des déchets par le courant ligure jusqu'à cette zone ils peuvent s'accumuler en raison de la déviation du courant par le socle de l'île d'Elbe.

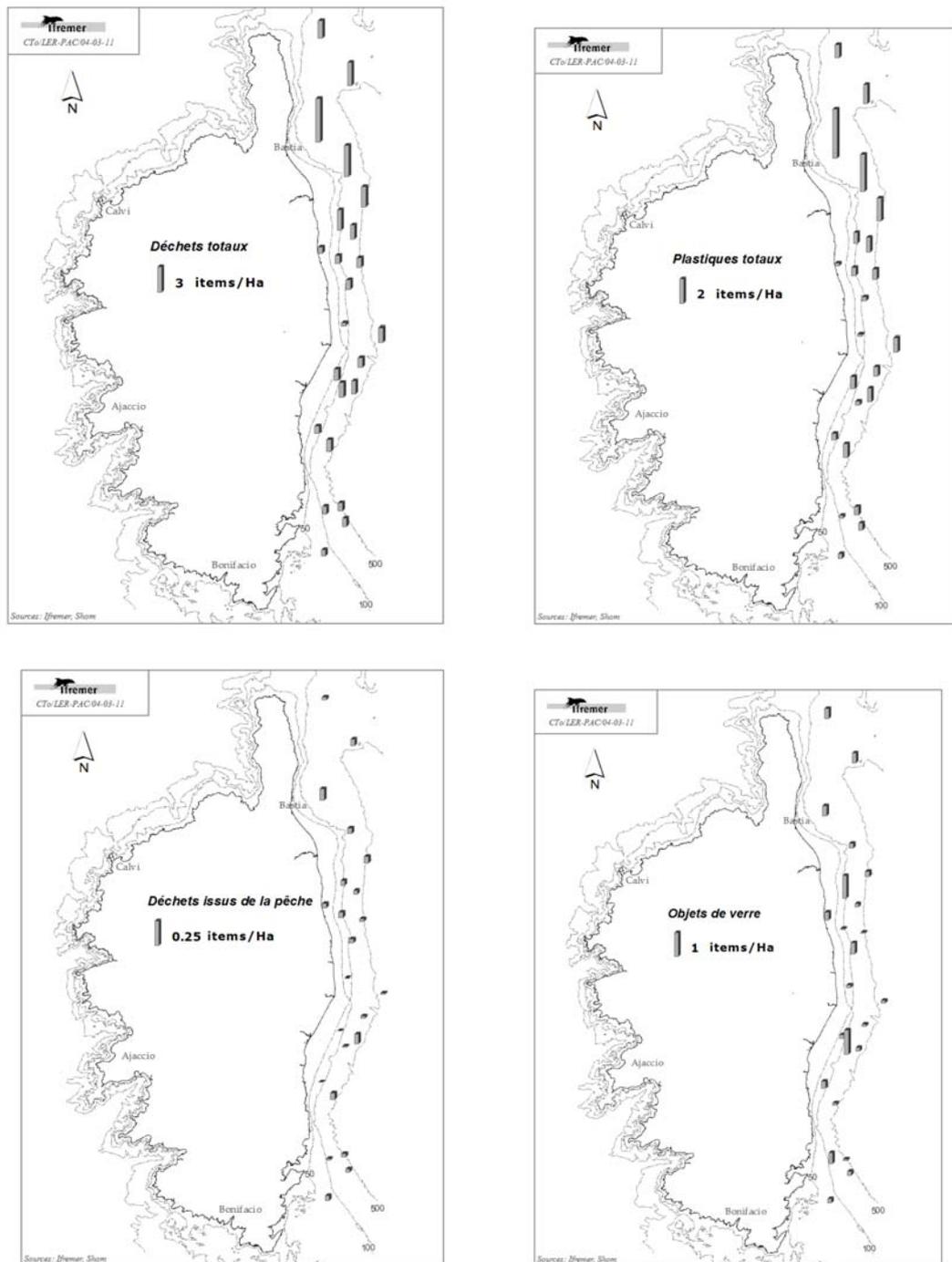


Figure 13: Répartition géographique des principales catégories de déchets dans le canal de Corse au cours du temps. Campagnes MEDITS (1995-2009). Valeurs moyennes/station sur 14 années de suivi (mesures annuelles).

3.3.2. Golfe du Lion

La circulation dans le golfe du Lion est le facteur le plus important pour expliquer les variations de répartition. Avec des apports de déchets du courant Ligurien et de la ville de Marseille dans l'est du golfe, le panache du Rhône et les courants

d'upwelling liés aux forts vents régionaux (mistral et tramontane), on observe un transport des déchets vers les zones les plus au large avec pour conséquence des faibles quantités de déchets sur le plateau continental (Figure 14). Hors du plateau continental, les courants plus faibles et l'existence, localement, de gyres permettent une sédimentation vers les zones les plus profondes, notamment dans les canyons. Les canyons du golfe du Lion sont par ailleurs sujets à des courants de turbidités et des phénomènes de "cascading" favorisant également les transports vers le fond notamment vers l'ouest. La Figure 14 démontre clairement les faibles quantités de déchets sur le plateau continental. La répartition est commune pour les déchets totaux et les plastiques mais les objets de verre sont en profondeur après transport par le panache du Rhône. Une campagne Ifremer en 1997 (campagne DEPRO) a également montré de fortes quantités de verre dans le lit profond du Rhône, à 150 km au large du golfe. La zone côtière occidentale (Languedoc-Roussillon) est la zone où se concentrent les objets issus de la pêche en raison probablement de l'importance de cette activité mais également du transport lié au panache du Rhône. Marseille est la source principale des déchets dans la partie orientale du golfe. La limite de répartition correspond au début de la zone d'influence du Rhône.

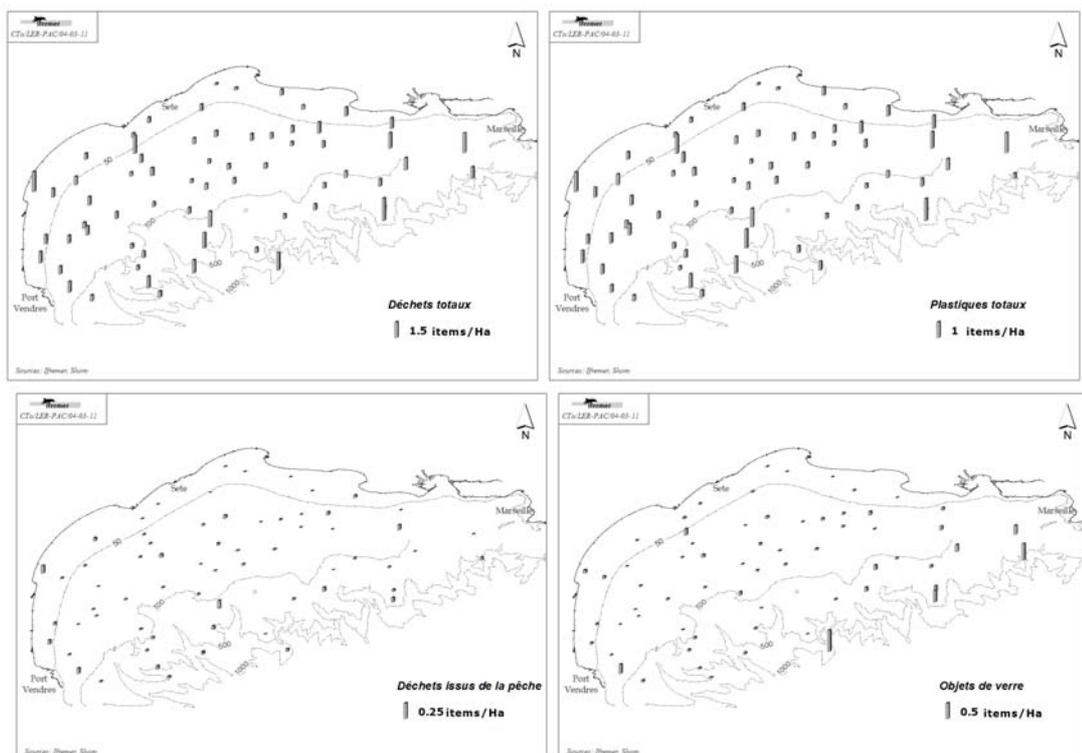


Figure 14: Répartition géographique des principales catégories de déchets du Golfe du Lion.

Campagnes MEDITS (1994-2009). Valeurs moyennes/station sur 15 années de suivi (mesures annuelles).

3.4 Evolution temporelle de la distribution des déchets

3.4.1 Corse orientale

Aucune tendance significative n'est mesurée malgré une apparente décroissance ($F = 1.3$, Figure 15) de la quantité de déchets à l'échelle de la Corse orientale.

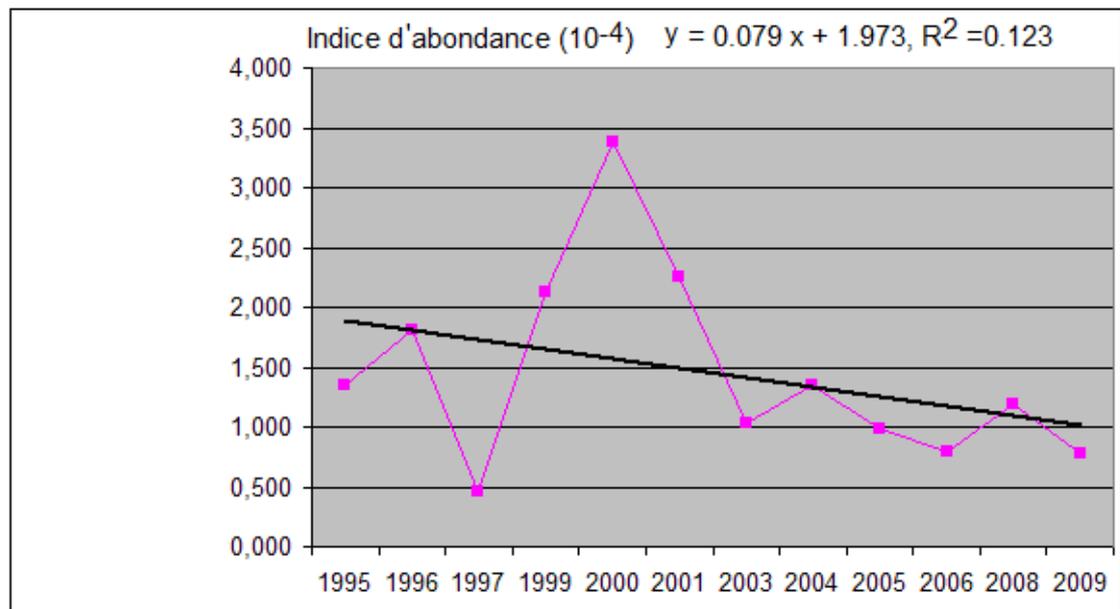


Figure 15: Evolution de l'abondance du nombre de déchets totaux par hectare sur le plateau continental Est corse. La méthode de calcul est donnée en annexe (A.2.2.3)

Dans le cas de cette région (Figure 16), les quantités de déchets sont les plus importantes dans la partie Nord du canal de Corse et en profondeur. Les facteurs favorisant l'accumulation des déchets dans ces zones sont la circulation générale des courants dans la zone liée au courant ligure longeant les côtes italiennes et butant sur le socle de l'archipel de Toscane ainsi que sur les îles avant de s'infléchir vers la Corse avec un apport massif de déchets flottants et sur les fonds. Dans ces conditions, les déchets se retrouvent fortement accumulés dans la partie nord ouest du canal. La présence de déchets est par ailleurs confirmée par la présence de fortes quantités de déchets italiens sur les plages notamment au Nord Est de la côte orientale (observations personnelles). Les lignes de navigation des ferries constituent une autre source de déchets dans cette partie du bassin, bien que les comportements évoluent avec le temps.

L'analyse de la répartition des déchets plastiques donne des résultats de répartition identiques à celle des déchets totaux, l'analyse des déchets de la pêche ne montre pas de tendance particulière pour la Corse. Sa proportion est identique à celle du golfe du Lion.

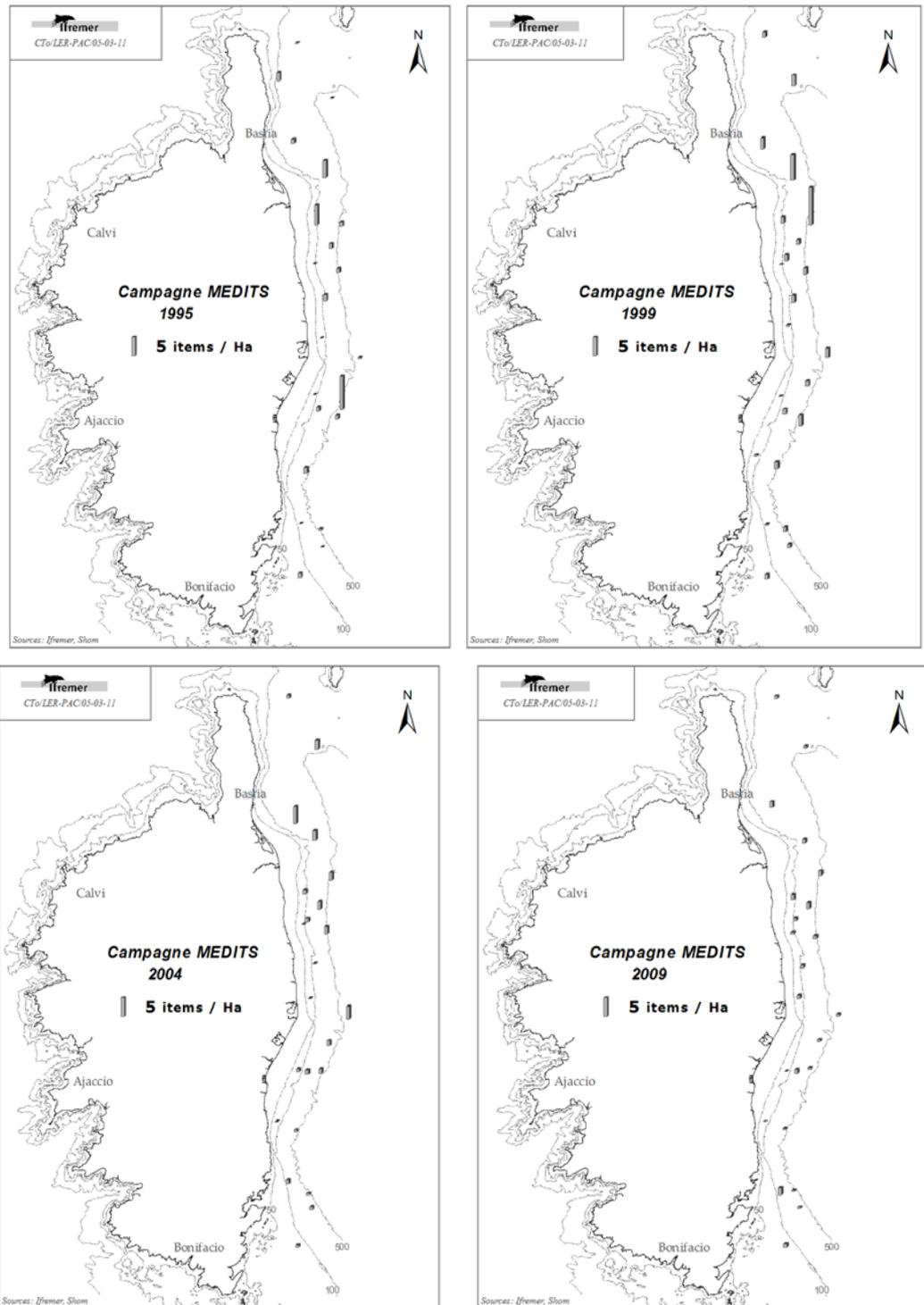


Figure 16: Variation des quantités totales de déchets dans le canal de Corse au cours du temps.

3.4.2 Golfe du lion

L'évolution des quantités de déchets au cours du temps (Figure 17) dans le golfe du Lion montre par contre une tendance significative à la baisse ($F= 6.97$).

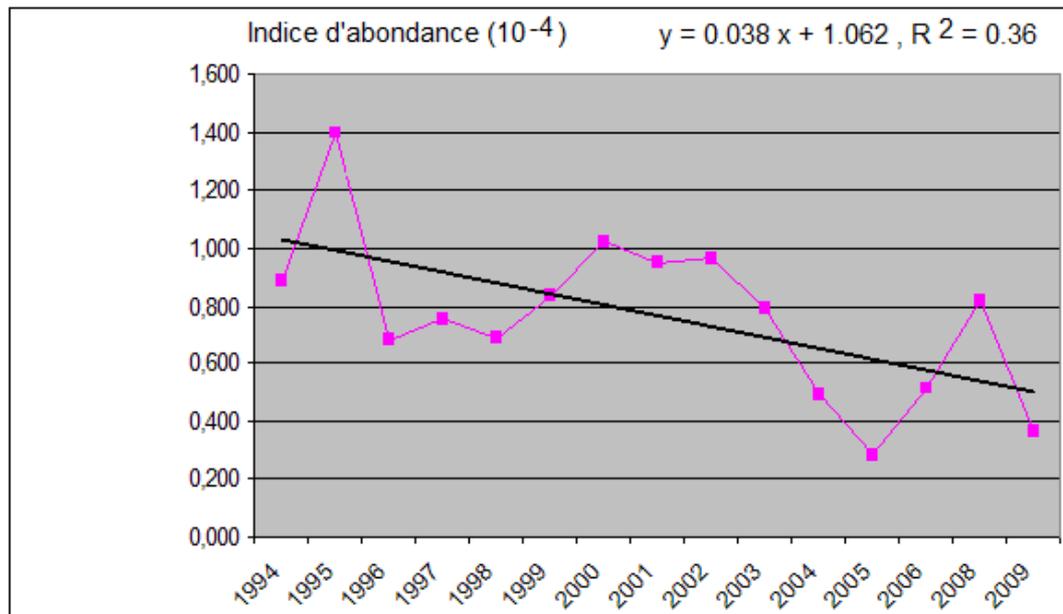


Figure 17 : Evolution de l'abondance du nombre total de déchet par hectare sur le plateau et la pente continentale du golfe du Lion. La méthode de calcul est donnée en annexe (A.2.2.3)

Les hypothèses de normalité, d'indépendance des données et d'homoscedasticité n'étant pas étudiées dans le détail, le krigeage des données sans hypothèses de base ne permet qu'une représentation graphique imprécise des données, complémentaire de la cartographie des données réelles.

Pour les déchets totaux dans le golfe du Lion, le krigeage des données par stations dans le golfe du Lion (Logiciel SURFER VI, Maille de 50x50) permet toutefois de préciser les zones d'accumulation (Figure 18). Celles-ci ne sont pas permanentes mais souvent localisées dans les mêmes zones : Est du Golfe pour des profondeurs importantes (200-800m) entre 1994 et 2004 et zone Sud Ouest du Golfe (200-800m) jusqu'en 2004. Les accumulations sur le plateau sont également variables et parfois très localisées à l'embouchure du Rhône (1994-1996; 2001-2003).

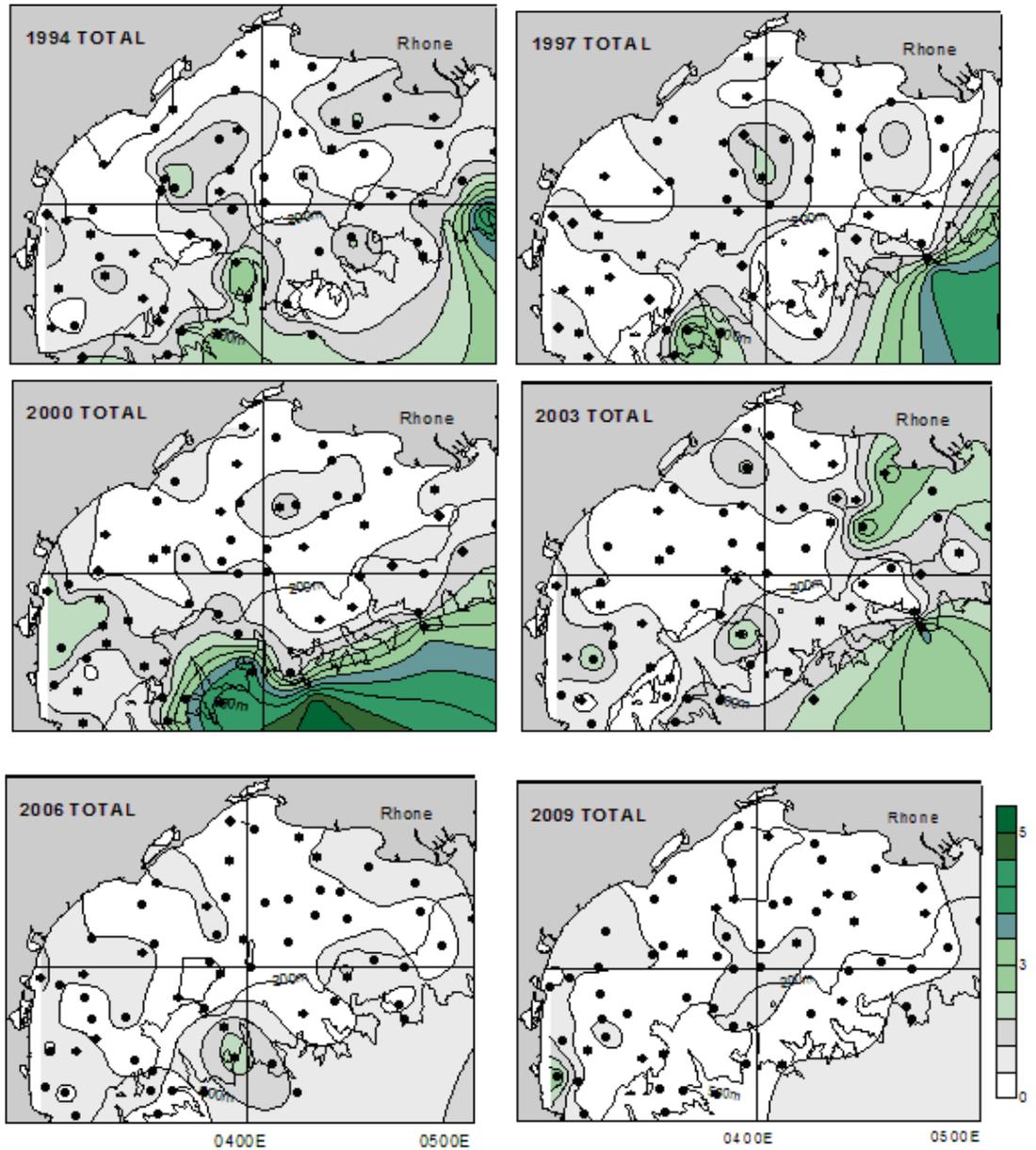


Figure 18 : Evolution des densités de déchets totaux dans le golfe du Lion entre 1994 et 2009. Densité par hectare. Campagnes IFREMER/ MEDITS . les données annuelles sont disponibles sur demandes

3.5 SYNTHÈSE

D'une manière générale, l'échantillonnage par chalutage présente l'avantage de proposer des protocoles reproductibles et des surfaces similaires de collecte. Cependant, les chalutages ne sont pas possibles dans certaines zones où s'accumulent les déchets, notamment dans les fosses, autour des roches et des épaves. Par ailleurs, l'enfouissement par la sédimentation n'est pas prise en compte et le maillage ne permet pas de retenir les déchets de petite taille. Dans ces conditions, l'évaluation sous estime les quantités réelles de déchets sur le fond.

Les données permettent cependant de tirer un ensemble de conclusions :

- la densité maximale trouvée est de 25.40 déchets à l'hectare (20.4 objets de plastiques) en Corse et de 11.58 déchets/ha (5.93 plastiques/ha) dans le golfe du Lion. Les plastiques sont clairement les déchets les plus représentés en Méditerranée française. Ils représentent parfois plus de 80% d'objets récoltés dans les chaluts et sont parfois plus importants en nombre et en poids que certaines espèces commerciales de poissons,
- le plateau et la pente continentale de Corse sont plus affectés que le golfe du Lion,
- le comportement des déchets en mer est parfois similaire pour certains types de déchets. Il est lié à l'intensité des courants et au poids (verre, métal) des différents objets. L'ensemble des données suggère des sources diffuses. La ville de Marseille cependant est source de quantités importantes avec des concentrations mesurées importantes proches de la ville. Par ailleurs, les déchets issus de la pêche sont également directement liés à la localisation des activités de pêche,
- l'ensemble des déchets est principalement retrouvé en profondeur en raison du lessivage du plateau continental. Cela suggère l'existence de zones d'accumulation,
- en Méditerranée française, les courants sont importants pour le déplacement des déchets, flottants et en surface. Dans le golfe du Lion, le Rhône, les courants induits par le vent (mistral, tramontane) et la circulation générale lessivent le plateau et transportent les déchets vers le sud et/ou en profondeur. Dans le cas de la Corse, le courant Ligure est responsable d'apports importants sur les côtes (plages) et en profondeur dans le canal de Corse.

4. RECOMMANDATIONS POUR LE SUIVI DES DECHETS EN MER

Les descripteurs macro-déchets du BEE des mers européennes ont d'ores et déjà été identifiés début 2010 par le groupe de réflexion réunissant les experts scientifiques européens concernés par la thématique. Reste à évaluer leur mise en œuvre opérationnelle par chaque pays ou région maritime.

Les travaux des scientifiques et les données collectées par les nombreuses associations et ONG ont permis d'évaluer dans de nombreux secteurs l'impact de la pollution par les macrodéchets. Cependant il n'existe pas à l'heure actuelle de protocole commun harmonisé de qualification et de quantification des déchets marins, ce qui rend difficile une évaluation globale. On constate néanmoins un certain nombre d'efforts récents pour harmoniser les méthodes.

Le littoral reste le milieu le plus représentatif du stock général et de ses variations, celui où l'impact visuel est le plus important. Les bénévoles des ONG et des associations peuvent contribuer à la surveillance des déchets sur les plages à l'occasion de leurs actions de sensibilisation, en utilisant un protocole rigoureux mais simple, nécessitant une formation minimale.

La conception et la mise en place d'un programme de surveillance dépendront des objectifs à atteindre. Si l'on souhaite mettre en place un programme de gestion visant la réduction des macro-déchets dans le milieu marin, les indicateurs les plus pertinents du programme de surveillance adapté sont, dans le cadre d'un état initial, le nombre, le poids et le volume par catégorie. Les catégories principales concernent la nature des objets (plastique, métal etc....) et les catégories concernant certains usages (déchets issus de la pêche par exemple).

Un workshop du CIEM (WKMAL, 2010) en relation avec les institutions régionales a permis de définir les modalités de gestion des données. Celles-ci doivent être harmonisées pour les différents compartiments du milieu marin (plages, flottants et fonds), en tenant compte des données existantes et des possibilités de surveillance. Dans ces conditions, les catégories retenues pour les trois compartiments, ne devront pas dépasser le nombre de 8 catégories (plastiques, métal, verre, tissus etc.) dans lesquelles pourront être intégrées des sous catégories mesurées dans certaines régions d'Europe (120 catégories selon le protocole OSPAR). Ce faible nombre de catégories permettra par ailleurs la participation de petites structures (ONGs par exemple) à la surveillance notamment des plages dans le cadre d'opérations de collecte. WKMAL recommande l'utilisation des mêmes catégories pour tous les compartiments (à l'exception des objets non flottants pour les dénombrements en surface) auxquelles s'ajouteront les dénombrements d'objets liés à la pêche (plages, fond, surface) et, par ailleurs, les déchets présentant un risque pour la santé (verre, seringues, produits toxiques, médicaments) principalement sur les plages. Les modalités d'applications et les protocoles détaillés sont en cours d'élaboration dans le cadre des activités d'un groupe européen GES-TSG, en charge en 2011 d'établir des recommandations au niveau européen pour la définition des objectifs environnementaux et du bon état écologique dans le périmètre de la DCSMM.

L'Ifremer possède une longue expérience de la conception, de la mise en œuvre et de l'exploitation des données des réseaux de surveillance (ROCCH, REMI, REPHY etc.). Ces compétences largement distribuées dans les Laboratoires Environnement Ressources seront rapidement mobilisables pour la mise en œuvre de réseaux d'observation dédiés aux macro-déchets. La gestion et

l'interprétation des données ne pourra se faire que dans le cadre des systèmes harmonisés de bancarisation. En termes de faisabilité technique, les résultats concernant les macro-déchets sont tout à fait intégrables dans la banque de données QUADRIGE, dans leur type et leur logique d'organisation (sites suivis avec une périodicité variable, selon un protocole fixe de collecte de données). Le groupe GSED-TSG a pour objectif de proposer un système de bancarisation des données sur les macro-déchets au niveau européen. La banque de données QUADRIGE pourrait donc être un relais pour la gestion de ce type de données

Si la surveillance opérationnelle paraît réalisable pour certains compartiments et types de déchets, un certain nombre de lacunes existent concernant différentes catégories de déchets et certains compartiments du milieu marin.

1) Un bilan des quantités et de la distribution des déchets sur les plages n'existe pas en Méditerranée française. Il doit être réalisé en vue de définir des priorités pour la surveillance.

2) Les déchets flottants doivent être étudiés en relation avec la courantométrie afin de définir les zones les plus sensibles. La détermination de zones de convergences ainsi que le développement de modèles hydrodynamiques prédictifs est un préalable à une meilleure compréhension des phénomènes et des conséquences du transport des déchets en mer. Le problème des transports transfrontaliers est une question d'ordre scientifique mais également social, voire politique. Le développement de techniques automatisées (caméras de surface ou subsurface, quantification aérienne) doit être encouragé avec une optimisation des protocoles en vue d'une surveillance opérationnelle,

3) Les observations de déchets sur les fonds nécessitent des moyens lourds à la mer. L'échelle de temps doit être importante en raison de la persistance en profondeur et des faibles variations des quantités dans le temps. Les données annuelles existent pour certaines zones, principalement du plateau continental, mais la surveillance opérationnelle doit être limitée à certaines zones prioritaires ou être basées sur des évaluations utilisant des campagnes existantes (campagne MEDITS) bénéficiant d'une harmonisation des protocoles au niveau européen. Dans le cas de zones prioritaires profondes, propres au contexte de la méditerranée française, l'utilisation de submersibles est une alternative mais ne peut se concevoir qu'à une échelle de temps très longue (6-10 ans) et dans des zones très localisées de forte accumulation en raison des coûts de mise en œuvre. Les canyons adjacents aux grandes métropoles sont des sites à considérer dans ce contexte.

Les connaissances concernant les microparticules ou micro-déchets (0.3-5mm) et leurs impacts environnementaux sont encore insuffisantes. Des recherches sont nécessaires pour mieux comprendre le rôle des micro-particules comme vecteur de polluants. Le développement et la validation de protocoles standardisés utilisables en mer et dans les sédiments et la recherche de méthodes automatisables sont un préalable indispensable pour élargir les études à une surveillance opérationnelle.

Des études sont nécessaires pour mesurer l'impact des déchets marins sur les organismes marins au niveau des populations et des communautés. Il y a, en effet, un manque de connaissance approfondie concernant les effets des filets abandonnés, la détermination des seuils d'effet des déchets ou micro-déchets, et sur le relargage des contaminants, ces derniers effets ne pouvant être considérés qu'au niveau individuel. Il est fortement recommandé d'entreprendre des recherches sur la transposition (espèces méditerranéennes) des protocoles connus et reconnus (OSPAR) de mesures d'ingestion des déchets et microdéchets sur les oiseaux afin de disposer de bases techniques et scientifiques pour la mise en œuvre de la directive. Des travaux expérimentaux sur l'ingestion de micro plastiques par les poissons paraissent également stratégiques. Cette ingestion est démontrée pour les poissons planctoniques (myctophidés) de Méditerranée (Exp med). Les travaux permettront d'aborder les mesures d'impact au niveau de populations et à l'échelle régionale, les oiseaux n'étant utilisables qu'à l'échelle de larges bassins en raison des migrations importantes.

En ce qui concerne l'impact économique, des recherches plus spécifiques doivent être entreprises afin d'évaluer les effets du tourisme et les effets sur le tourisme, l'impact sur et de la pêche, les coûts pour les collectivités. Ces travaux devraient permettre d'évaluer les niveaux socialement acceptables de déchets marins, d'élaborer des plans efficaces de gestion des ordures, de mettre en place une législation et de permettre de mieux définir l'impact social et sur la santé humaine.

5. CONCLUSIONS

Développée de manière anarchique ces dernières années avec cependant des acquis importants dans certains domaines, la recherche sur les déchets en mer doit désormais se structurer en vue d'une surveillance opérationnelle adaptée au contexte méditerranéen. Ce milieu est caractérisé par des quantités importantes de déchets, une circulation non homogène des masses d'eau, de nombreuses zones profondes, une économie spécifique incluant un urbanisme littoral très présent, un tourisme développé et un transport maritime très important. Sur la base des données existantes sur des séries temporelles, sur la distribution, sur la typologie, et sur la base des besoins de connaissances dans certains compartiments et certains types de déchets, le développement de travaux en amont et leur application à la surveillance doivent être envisagés dans le cadre institutionnel national et européen. Le Grenelle de la mer et la directive stratégie pour le milieu marin apportent un contexte favorable au développement de ce type de surveillance en Méditerranée ainsi que pour des activités de recherche en amont. Dans ce contexte l'étude des données existantes présentées dans ce rapport fournit des éléments pour une stratégie cohérente de la surveillance.

6. BIBLIOGRAPHIE

Aliani S., Griffa A., Molcard A., 2003. Floating debris in the Ligurian Sea, north-western Mediterranean. [Marine Pollution Bulletin](#), [Volume 46, Issue 9](#). Pages 1142-1149.

Aliani, S., Molcard, A., 2003. Hitch-hiking on floating marine debris: a contribution from macrobenthic species in the Western Mediterranean. *Hydrobiologia* 503 : 59-63.

ANZECC (1996a). ANZECC Working Party on Marine Debris Review of Legislation, Management Strategies and Practices. Final Report Volume 1. Maunsell Pty Ltd 1996.

Balas C.E., Ergin A., Williams A.T., Koc L., 2004. Marine litter prediction by artificial intelligence. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 48, Issues 5-6. Pages 449-457.

Barnes D.K.A., 2002. Invasions by marine life on plastic debris. *Nature* 416, 808-809.

Barnes D.K.A. and Milner P. (2005). Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology* 146: 815-825

Caballero Y., 2006. Recensement et analyse qualitative des macro-déchets sur le littoral – Secteurs de St Florent, Calvi et Galeria. *Rapport BRGM RP-54950-FR*, 30 p., 14 ill., 1 ann.

Cabinet Wertheimer, 2002. *Etude des macro-déchets sur le littoral des Bouches-du-Rhône*, p 4-7.

Cannizzaro L. et al, 1995. Qualitative and quantitative estimate of solid waste in the channel of Sicily. Proceeding of the second conference on the Mediterranean coastal environment. - Octobre 1995. - pp. 1409-1416.

AC. Cardoso, S. Cochrane, H. Doerner, J. G. Ferreira, F. Galgani, C. Hagebro, G. Hanke, N. Hoepfner, P. D. Keiser, R. Law, S. Olenin, G. J. Piet, J. Rice, S. I. Rogers, F. Swartenbroux, M. L. Tasker & W. Van den bund (2010) scientific support to the european commission on the marine strategy framework directive: Management Group Report , JRC/ICES/DG Env report (no 31210 – 2009/2010) , Editor: H. Piha, 65 pages

CEDRE 2000. Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. *Rapport final*. Secrétariat Général de la Mer. 46p.

CEDRE 1997. Inventaire et méthode d'évaluation des "petites" pollutions littorales : cas des macro-déchets. *Rapport final*. Convention pluriannuelle n° 9500075 avec les Agences de l'Eau. 53 p.

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

Galgani F., Burgeot T., Bocquene G., Vincent F. & Leaute J. P., 1995a. Abundance of debris on the continental shelf of the Bay of Biscaye and in the Seine Bay. *Mar. Pollut. Bull.* 30, 58–62. (doi:10.1016/0025-326X(94)00101-E)

Galgani F., Jaunet S., Campillo A., Guenegan X. & His E., 1995b. Distribution and abundance of debris on the continental shelf of the North-western Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 30, 713–717. (doi:10.1016/0025-326X(95)00055-R)

Galgani F., Souplet A. & Cadiou Y., 1996. Accumulation of debris on the deep sea floor of the French Mediterranean coast. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 142, 225–234. (doi:10.3354/meps142225)

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. and Nerisson P., 2000. Litter on the Sea Floor Along European Coasts. *Marine Pollution Bulletin* 40(6):516-527. (doi:10.1016/S0025-326X(99)00234-9)

Galgani F., D Fleet, J Van Franeker, S Katsanevakis, T Maes, J Mouat, L oosterban, I poitou, G Hanke, R Thompson, E Amato , A Birkun & C janssen (2010) MARINE STRATEGY FRAMEWORK DIRECTIVE Task Group 10 Report Marine litter , JRC Scientific and technical report, ICES/JRC/IFREMER Joint Report , Editor: N. Zampoukas , 57 pages

GESAMP, 2001. Protecting the Oceans from Land-based Activities – Land-based Sources and Activities Affecting and Quality and Uses of the Marine, Coastal and Associated Freshwater Environment. Rep. Stud. GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). No. 71, 162 pp.

Golberg E. D., 1997. Plasticizing the sea floor: an overview. *Environ. Technol.* 18: 195-202.

Gregory M.R., 1991. The hazard of persistent marine pollution drift plastics and conservation islands. *J.R. Soc. N.Z.* 21, 83-100.

Gregory, M. R., 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking, and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 2013-2026 (doi:10.1098/rstb.2008.0265)

Laist, D. W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In *Marine debris: sources, impacts and solutions* (eds J. M. Coe & B. D. Rogers), pp. 99–141. Berlin, Germany: Springer.

Lecke-Mitchell K. and Mullin K., 1997. Floating marine debris in the US Gulf of Mexico. *Mar. Pollut. Bull.* 34 9:702–705.

Loubersac L., 1982. Pollution par macrodéchets du littoral français. Méthodologie. Etat de référence. *CNEXO. Ministère de l'environnement*. 96 p.

Kiessling, I., 2003. Finding Solutions: Derelict Fishing Gear and Other Marine Debris in Northern Australia. A report for the National Oceans Office and Department of the Environment and Heritage. Key Centre for Tropical Wildlife Management, Charles Sturt University.

Moore, C.J., 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat., *Algalita Marine Research Foundation*, 148 N. Marina Drive, Long Beach, CA 90803, USA

Morris R. J., 1980. Floating plastic debris in the Mediterranean sea. *Marine Pollution Bulletin*, **11**, p. 125

Mouat J, R Llozano, H Bateson (2010) Economic Impacts of marine litter. Kimo report (<http://www.kimo.org>), Kimo ed , 100 pages.

OSPAR, 2007. Monitoring of marine litter in the OSPAR region. *OSPAR Commission*: pp. 74.

OSPAR (2009). Marine litter in the North-East Atlantic Region: *Assessment and priorities for response*. London, United Kingdom, 127 pp.

PNUE/PAM, 2004. Lignes directrices sur la gestion des débris côtiers pour la région méditerranéenne. *Rapports techniques du PAM n°148*, 10p.

PNUE/PAM/MEDPOL, 2009. Results of the assessment of the status of marine litter in the mediterranean. *Meeting of MED POL Focal Points n°334*, 91p.

Poitou, 2004. *Les macro-déchets : une gestion publique empirique. Etude du littoral de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Thèse de doctorat, Université Aix Marseille.

Ryan, P.G., 1988. Effects of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. *Marine Pollution Bulletin*, **19**, 125–128.

Ryan, P.G., Moore, C.J., Van Franeker, J.A. and Moloney, C.L., 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 364 (doi: 10.1098/rstb.2008.0207)

Smith, J.M.B. 1991, Tropical drift disseminules on southeast Australian beaches. *Australian Geographical Studies*, vol. 29(2), pp. 355-369.

Souplet A (2009) Les stocks démersaux de la Méditerranée française : analyse des campagnes MEDITS 1994 – 2008, rapport IFREMER/ HMT 2009/01, 92 pages.

Stefatos, M., Charalampakis, M., Papatheodorou, G. & Ferentinos, G., 1999. Marine debris on the sea-floor of the Mediterranean Sea: examples from two enclosed gulfs in Western Greece. *Marine Pollution Bulletin*, 36, 389–393.

Ten Brink, P., Lutchman, I., Bassi, S., Speck, S., Sheavly, S., Register, K., and Woolaway, C., 2009. *Guidelines on the Use of Market-based Instruments to Address the Problem of Marine Litter*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium, and Sheavly Consultants, Virginia Beach, Virginia, USA. 60 pp.

Thiel M., Hinojosa I., Vásquez N., Macaya E., 2003. Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). *Mar. Pollut. Bull.* 46, 224–231.

Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., and Vom Saal, F. S., 2009. Our plastic age. *Philosophical Transactions Royal Society B* 364, 1973–1976.

Thompson, R.C., Moore, C., Vom Saal, F.S. and Swan, S.H., 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 364 (doi: 10.1098/rstb.2009.0053).

Van Franeker J.A. et Meijboom A., 2002. Marine litter monitoring by Northern Fulmar : a pilot study. *Alterra Report 401*. Alterra, Wageningen, 72pp.

Velander K., Mocogni M., 1999. Beach litter sampling strategies: is there a “best method”? *Marine Pollution Bulletin* 38 (12): 1134–1140.

7. ANNEXES

Annexe 1: Campagne MEDITS: Codes permanents et Positions des stations

(G) Golfe du Lion

CODE	Latitude	Longitude	Prof.
G101	42°57.96'	3°05.44'	32
G102	42°36.80'	3°06.78'	41
G103	42°44.14'	3°08.25'	49
G104	42°58.06'	3°10.36'	42
G105	43°07.53'	3°20.19'	39
G106	43°13.79'	3°33.15'	38
G107	43°17.46'	3°37.43'	34
G108	43°28.16'	3°55.60'	24
G109	43°26.66'	4°01.83'	30
G110	43°25.09'	4°14.00'	27
G111	43°21.38'	4°18.20'	37
G112	43°19.34'	4°32.17'	35
G201	42°35.30'	3°11.82'	78
G202	42°43.56'	3°14.91'	84
G203	42°31.00'	3°14.29'	92
G204	42°58.70'	3°17.04'	62
G205	42°53.96'	3°16.80'	72
G206	42°49.69'	3°19.00'	85
G207	42°46.22'	3°20.22'	89
G207	42°46.05'	3°19.98'	90
G208	42°50.44'	3°27.50'	93
G209	42°42.31'	3°32.32'	97
G210	43°02.59'	3°32.90'	89
G210	43°02.64'	3°32.26'	89
G211	43°06.50'	3°35.43'	84
G212	42°39.93'	3°35.25'	103
G213	43°02.76'	3°40.52'	95
G214	42°54.16'	3°41.51'	91
G215	42°53.57'	3°47.89'	97
G216	43°02.19'	3°49.59'	101
G217	43°06.32'	3°51.94'	97
G218	43°00.00'	3°54.49'	97
G219	43°20.97'	3°53.29'	63
G220	43°13.58'	3°54.23'	93

(C) Corse

CODE	Latitude	Longitude	Prof. moyenne
C201	41°28.83'	9°28.28'	93
C202	41°49.83'	9°26.54'	74
C203	41°57.80'	9°32.28'	68
C204	42°09.29'	9°36.24'	72
C205	42°21.61'	9°36.26'	89
C206	42°26.75'	9°37.18'	80
C301	41°38.78'	9°27.60'	107
C302	41°57.02'	9°37.18'	150
C303	42°15.10'	9°38.12'	110
C304	42°22.21'	9°37.17'	114
C401	41°37.97'	9°32.21'	377
C402	41°47.95'	9°30.42'	480
C403	42°01.66'	9°39.63'	375
C404	42°19.23'	9°41.06'	473
C405	42°27.10'	9°40.26'	366
C406	42°35.17'	9°40.56'	335
C407	42°38.23'	9°36.67'	273
C408	42°58.98'	9°37.45'	333
C501	41°37.56'	9°31.34'	451
C502	41°57.06'	9°37.14'	461
C503	42°05.64'	9°47.40'	561
C504	42°29.18'	9°43.53'	522
C505	42°50.17'	9°42.98'	496

Annexe 2 : Comparaison statistique des strates

A.2.1 Campagne Medits en Corse. Test de l'effet strate

Statistiques descriptives :

var	Obs	Obs. manquantes	Obs. non manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
13107	12	0	12	0.000	1.460	0.693	0.548
13106	10	0	10	0.000	4.595	0.857	1.362
13102	42	0	42	0.000	11.478	1.312	2.278
13108	23	0	23	0.000	4.507	1.323	1.174
13103	13	0	13	0.000	2.560	1.116	0.801
13104	91	0	91	0.000	25.402	2.336	3.232
13109	24	0	24	0.000	4.152	0.959	1.105
13105	34	0	34	0.150	10.247	1.791	1.920
13110	12	0	12	0.486	9.027	2.122	2.365

Comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Dunn / Test bilatéral :

Echantillon	Effectif	Somme rangs	Moyenne rangs	Groupes
13106	10	798.500	79.850	A
13107	12	1078.500	89.875	A
13102	42	3975.000	94.643	A
13109	24	2294.500	95.604	A
13103	13	1595.500	122.731	A B
13108	23	2970.500	129.152	A B
13105	34	5068.000	149.059	B
13110	12	1893.000	157.750	B
13104	91	14517.500	159.533	B

A.2.2 Campagne Medits dans le golfe du Lion. Test de l'effet strate

Statistiques descriptives

Variable	Obs	Obs. manquantes	Obs.	Min	Max	Moyenne
12101	120	0	120	0.000	10.01	0.798
12106	60	0	60	0.000	4.44	0.481
12102	322	0	322	0.000	5.02	0.624
12107	143	0	143	0.000	11.58	0.754
12103	30	0	30	0.000	1.88	0.473
12108	108	0	108	0.000	6.03	0.960
12104	60	0	60	0.000	4.370	0.873
12109	30	0	30	0.000	4.493	0.949
12105	46	0	46	0.000	4.247	1.247
12110	24	0	24	0.170	5.234	1.947

Comparaisons multiples par paires suivant la procédure de Dunn /
Test bilatéral :

Echanti llon	Nombre	Σ rangs	Moyenne	Groupes					
12106	60	20962.000	349.367	A					
12103	30	10851.000	361.700	A	B				
12102	322	140911.500	437.613		B	C			
12107	143	63948.500	447.192		B	C			
12101	120	58020.000	483.500			C	D		
12104	60	30666.000	511.100			C	D	E	
12109	30	15603.500	520.117			C	D	E	
12108	108	57701.500	534.273				D	E	
12105	46	28244.000	614.000					E	
d12110	24	18188.000	757.833						F

A.2.2.3 Méthode utilisée pour le calcul des indices d'abondance

Il est possible de connaître la surface au sol balayée par le chalut pendant chaque trait. Par conséquent ces surfaces ont été utilisées comme base des calculs. Pour les diverses valeurs mesurées (poids total, nombre total, nombre par sexe, etc.) les indices ont été calculés comme suit (Cochran, 1977) :

Notations :

A	surface totale de la zone
N	nombre de strates dans cette zone
A_i	surface de la strate "i"
W_i	poids relatif de la strate "i" dans la zone
n_i	nombre de trait dans la strate "i"
$A_{i,j}$	surface balayée par le trait "j" dans la strate "i"
f_i	fraction d'échantillonnage dans la strate i
$x_{i,j}$	valeur mesurée dans le trait "j" de la strate "i"

avec
$$W_i = \frac{A_i}{A}$$

Les traits étant de longueurs différentes, les estimations utilisant les moindres carrés pondérés par la longueur des traits avec les formules suivantes ont été utilisées :