

PRESES

SIONS

ET

MANCHE - MER DU NORD

IM

PACTS

PRESSIONS ET IMPACTS

MANCHE - MER DU NORD

JUIN 2012

PRESSIONS PHYSIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS

Autres perturbations physiques

Impacts écologiques des déchets marins

Alain Pibot (AAMP),
Françoise Claro (MNHN).



« L'impact des déchets marins sur la flore et la faune des océans est un problème que nous devons aborder aujourd'hui avec beaucoup plus de rapidité » a déclaré le 25 mars 2011 Achim Steiner, le directeur du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) lors de la 5^{ème} Conférence internationale sur les déchets marins organisée par le PNUE.

Lors de cette conférence, l'ONU a rappelé que l'on estime qu'au moins 267 espèces marines dans le monde sont touchées par l'ingestion de déchets marins, dont 86 % des espèces de tortues de mer, 44 % de toutes les espèces d'oiseaux de mer et 43 % de toutes les espèces de mammifères marins.

1. IDENTIFICATION ET DESCRIPTION GÉNÉRALE DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES DES DÉCHETS MARINS

1.1. IMPACTS DES DÉCHETS SUR LES HABITATS ET COMMUNAUTÉS BENTHIQUES

La structure des communautés benthiques subit des changements significatifs suite à l'arrivée de macrodéchets [1] [2]. Les polychètes opportunistes ainsi que la meiofaune semblent être systématiquement les compartiments les plus réactifs [3]. Goldberg (1997) montre que le recouvrement des fonds par les macrodéchets cause une réduction significative des échanges gazeux à l'interface eau-sédiment [4], asphyxiant ainsi les sols et impactant de fait les espèces benthiques, voire dans les cas extrêmes, empêchant toute vie [5].

Le dépôt des déchets sur le fond peut entraîner d'autres transformations des paramètres physiques – interception lumineuse, modification des micro-courants de fonds, création de substrats artificiels, etc. – qui impactent les habitats et communautés benthiques.

Les engins de pêche perdus ont également un impact sur les habitats par abrasion, écrasement et enchevêtrement des organismes, et translocation des caractéristiques des fonds [6].

1.2. IMPACTS DES DÉCHETS SUR LES ESPÈCES NON BENTHIQUES

1.2.1. Pêche fantôme / piégeage / enchevêtrement

Au cours des dernières décennies, le développement de l'utilisation des filets maillants et des trémails dans toutes les pêcheries côtières et leur extension sur les pentes continentales a conduit à l'augmentation des risques de perte de ces engins et, par conséquent, à celle de captures masquées dénommées « pêche fantôme » [7]. On estime que 1 % des filets déployés sont perdus en Europe [6]. Des expériences menées en Italie, au Portugal, sur les côtes provençales et récemment en Turquie [8] montrent que les filets maillants et trémails perdent progressivement leur efficacité de pêche, par réduction progressive de leur hauteur et l'extension du fouling aux différentes parties du filet. Toutefois ces filets et plus largement les engins de pêches perdus (casiers, etc.) restent dangereux pendant plusieurs mois en continuant à capturer poissons et crustacés [9].

Cela constitue aussi une source d'emmêlement pour les mammifères et les oiseaux [6] et un risque sérieux pour tous les animaux marins à la recherche de nourriture tels que des oiseaux, des tortues [10] et des phoques [11]. À ce jour, 143 espèces marines ont été signalées dans le monde comme étant impactées par l'enchevêtrement dans des macrodéchets. Laist (1997) estime ainsi que 1 million d'oiseaux, et plus de 100 000 mammifères et tortues meurent chaque année enchevêtrés dans des macrodéchets, essentiellement d'anciens engins de pêche [12] (figure 1).

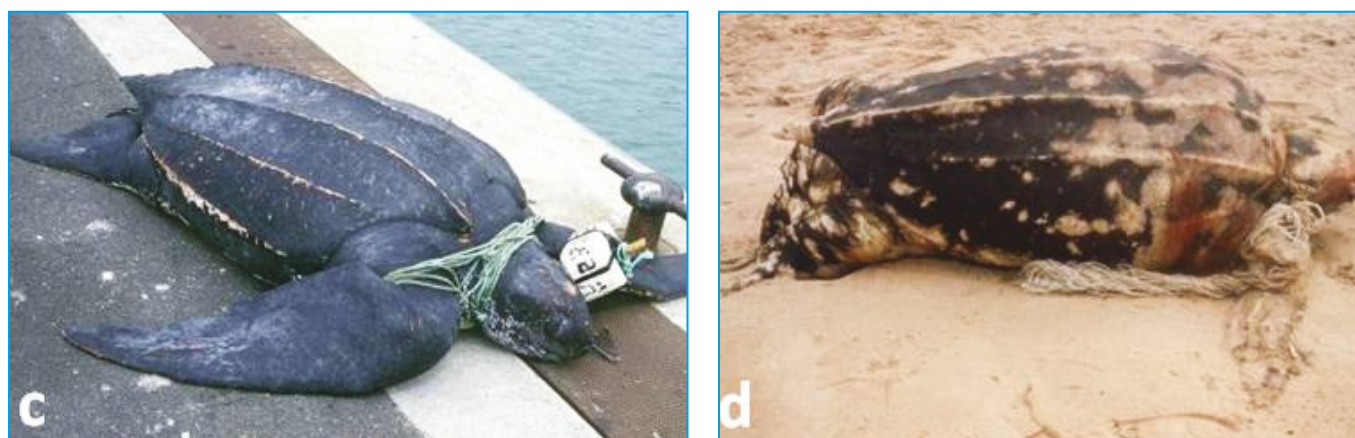


Figure 1 : Cas d'enchevêtrement dans des cordages sur des tortues luth (*Dermochelys coriacea*) échouées sur les côtes de la façade atlantique française (Photos : © Aquarium La Rochelle - C.E.S.T.M).

1.2.2. Ingestion de macrodéchets

L'ingestion de macrodéchets intervient soit par ingestion accessoire accidentelle, soit par confusion avec une source alimentaire. Les jeunes animaux inexpérimentés, mais aussi les animaux en situation de stress alimentaire sont beaucoup plus sensibles à ces ingestions par confusion. Il est noté dans la littérature scientifique une nette augmentation de l'ingestion de plastiques par les oiseaux et les mammifères marins, augmentation directement corrélée avec l'augmentation du nombre de macroparticules de plastiques dans les eaux marines [13]. 177 espèces marines dans le monde sont aujourd'hui recensées comme impactées par l'ingestion accidentelle [12] mais il en existe sans doute bien plus car seuls quelques groupes emblématiques ont été étudiés. L'ingestion de macrodéchets intervient en causant des dommages physiques du tube digestif, en bloquant mécaniquement le passage du bol alimentaire ou en générant une fausse sensation de satiété et un dysfonctionnement de la digestion.

1.2.2.1. Oiseaux marins

L'ingestion de plastiques par les oiseaux est largement documentée [14] mais les cas de mortalité directement attribuables à l'ingestion de plastiques sont rares. La mortalité peut survenir par obstruction des voies gastro-intestinales [15] [16]. Robards, Piatt et Wohl (1995) ont montré que sur 24 espèces d'oiseaux marins étudiées sur une zone d'étude du Pacifique nord subarctique, 12 espèces étaient contaminées par des plastiques dans les années 1969-77, ce chiffre montant à 15 en 1988-90 [17]. Ainsi, plus de 50 % des espèces suivies sont affectées, ce pourcentage étant extrapolable aux autres espèces non suivies. Les espèces principalement touchées sont celles qui s'alimentent en surface – pétrels, procellariidés et laridés – et les planctonophages – puffins et stariques. Ces mêmes auteurs ont montré que les oiseaux carnivores concentraient les plastiques ingérés par leurs proies. En se basant sur l'étude des contenus stomacaux, Van Franeker et Meijboom (2002) ont conclu que le fulmar boréal ingérait pratiquement tous les objets flottants compatibles avec la taille de son bec, et que tous les spécimens analysés présentaient des débris plastiques dans l'estomac [18].

1.2.2.2. Mammifères marins

Selon Dabin (comm. pers.), les ingestions concernent quasi exclusivement les mammifères marins à régime alimentaire teutophage, c'est-à-dire consommant des céphalopodes (figure 2). Les spécimens autopsiés dans le cadre du Réseau National d'Échouage (RNE) présentaient tous des états sanitaires dégradés (pathologie ou parasitologie) sans qu'il soit possible d'identifier le vecteur initial. 100 % des baleines à bec autopsiées par le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM) et présentant des matières plastiques dans le tractus digestif ont révélé une infestation parasitaire sévère des reins par *Crassicauda* sp. La co-occurrence des infestations parasitaires des reins et de la présence de matières plastiques dans le tractus digestif, chez les baleines à bec, peut être interprétée comme une relation de cause à effet, par deux explications possibles (mais non démontrées). La première explication considère que le blocage mécanique par les matières plastiques génère un affaiblissement global de l'organisme et l'émergence de niches infectieuses non drainées par le transit. La deuxième explication considère qu'une infection pré-existante ayant déjà affaibli l'organisme amène celui-ci à réduire sa capacité de chasse et se trompe ainsi de cible en ingérant des matières plastiques qu'il n'ingère pas en situation normale.



Figure 2 : Sacs plastiques retrouvés dans l'estomac d'une baleine de Cuvier échouée (Photo : © CRMM-Université LR).

1.2.2.3. Tortues marines

Durant la période 1988-2009, le Réseau Tortues Marines français d'Atlantique Est (RTMAE), coordonné par le Centre d'Études et de Soins pour les Tortues Marines (CESTM) de l'Aquarium de La Rochelle, a recensé sur la façade Atlantique Manche-mer du Nord 656 cas de tortues échouées, soit une moyenne de 30 par an. La majorité des observations concerne les tortues luth *Dermochelys coriacea* (51 %) et les tortues caouannes *Caretta caretta* (44 %), et quelques observations concernent des tortues de Kemp *Lepidochelys kempii* (4 %) et vertes *Chelonia mydas* (1 %). Sur les 191 tortues autopsiées, 30 % avaient ingéré des déchets, principalement des matières plastiques et des fils de pêche. Plus précisément, des déchets ont été retrouvés dans le système digestif de 46 % des tortues luth autopsiées et 16 % des caouannes, sur un nombre presque équivalent de tortues autopsiées (95 tortues luth et 77 tortues caouannes). 4 % des tortues échouées présentent des marques liées aux engins de pêche et ces observations concernent uniquement la tortue luth. D'après Dugay *et al.* (1998), les effets de la présence de plastique dans l'estomac peuvent être soit directs, par occlusion ou infection due aux lésions de la muqueuse (figure 3), soit retardés lorsque le volume du plastique ingéré est faible [19].



Figure 3 : Cas d'occlusions liées à l'ingestion de sacs en matière plastique sur des tortues luth *Dermochelys coriacea* échouées sur les côtes de la façade atlantique française (Photos : © Aquarium La Rochelle - CESTM).

1.2.2.4. Autres espèces

Il existe un nombre très limité de données sur l'impact des macrodéchets sur la faune autres que les trois groupes cités précédemment. L'Association Française pour l'Étude et la Conservation des Sélaciens (APECS) a également signalé un cas unique d'autopsie de requin pèlerin dont le contenu stomacal présentait une quantité significative de déchets plastiques, sans que l'on puisse lier leur présence à la mort du spécimen échoué. Enfin, de nombreuses observations éparées et non organisées révèlent les dommages causés par l'ingestion d'hameçons perdus ou de déchets divers par la macrofaune benthique (étoiles de mer, lièvres de mer, etc.).

1.2.3. UTILISATION DES DÉBRIS PLASTIQUES PAR LES ESPÈCES

Lors du suivi des oiseaux marins nicheurs, la présence de déchets plastiques, filets et autres dans la construction des nids est de plus en plus souvent relevée (figure 4). Cela peut avoir des impacts aussi bien sur les adultes que sur les poussins : étranglement, enchevêtrement, etc. Des études sont menées pour tenter de quantifier l'impact [20], mais pour l'instant, il n'est pas possible de tirer de conclusion majeure sur la mortalité causée par l'utilisation des débris plastiques.



Figure 4 : Utilisation de débris plastiques pour la construction d'un nid de cormoran à Camaret
(Photo : © Cadiou B. Bretagne Vivante - SEPNB).

1.2.4. Ingestion des microplastiques

Les microplastiques, généralement issus de la désagrégation des macrodéchets plastiques ou encore sous la forme de granulés utilisés pour le stockage / transport de matières premières industrielles, sont ingérés par l'ensemble des organismes planctonophages et notamment par les crustacés maxillopodes et amphipodes et par les polychètes [21]. L'un des impacts majeurs de l'ingestion de microplastiques semble résider dans l'empoisonnement des individus. Plusieurs travaux en cours montrent en effet qu'au-delà des composés propres aux plastiques (phtalates et bisphénols A) qui perturbent le système endocrinien, ces déchets absorbent les micropolluants organiques qui sont ensuite diffusés *via* les processus de digestion des organismes contaminés [22]. Aucun de ces travaux n'est à ce jour suffisamment abouti ni suivi pour en évaluer l'impact de manière opérationnelle.

1.2.5. Autres impacts

Les macrodéchets dérivants peuvent transporter des organismes marins ou terrestres, leur donnant ainsi la possibilité d'atteindre des régions où elles ne sont pas autochtones [23], et ce, sur de longues distances car ils sont très résistants à la dégradation. Ce phénomène et ses impacts sont décrits dans la contribution thématique « Espèces non indigènes : vecteurs d'introduction et impacts ».

L'agrégation de débris marins peut aussi créer des habitats intéressants pour les larves ou les juvéniles. Ils peuvent aussi attirer des prédateurs marins qui se regroupent habituellement autour d'agrégats de poissons, ou bien simplement pour se cacher [24]. Les amas de macrodéchets en surface peuvent ainsi générer des effets DCP (dispositifs de concentration de poissons) avec les effets positifs (augmentation de la capacité trophique d'un site¹) et négatifs (concentration des cibles de pêche et augmentation de la pression sur la ressource) associés.

1.3. IMPACTS DES DÉCHETS MARINS SUR LES HABITATS ET COMMUNAUTÉS DU MÉDIOLITTORAL SUPÉRIEUR : DESTRUCTION INDIRECTE DES HABITATS PAR NETTOYAGE

L'incompatibilité entre l'usage balnéaire de loisir et la présence de macrodéchets sur les plages a conduit à la mise en œuvre de programmes de nettoyage mécanisés. La généralisation de ces pratiques de nettoyage des plages sableuses a généré une destruction massive des habitats naturels des laisses de mer. Selon Dauphin (2001) et Thomas et Dauphin (2001), l'écosystème « laisses de mer » est aujourd'hui très appauvri par le passage d'engins de nettoyage [25] [26].

¹ La masse de déchets va permettre de fixer un grand nombre de larves qui seraient perdues sans support. En augmentant la surface de support au sein d'un habitat pélagique, on augmente la capacité de fixation des larves, le développement de la chaîne alimentaire et ainsi toute la capacité trophique d'un site.

Les effectifs des espèces typiques de ce milieu diminuent parfois dramatiquement, comme c'est le cas des communautés à *Talitrus saltator*, crustacé amphipode majoritaire de ces habitats [27]. De nombreuses espèces d'oiseaux tels que gravelots, pluviers et bécasseaux, sont directement impactés par la stérilisation des laisses de mer par le nettoyage mécanisé. Pour les gravelots, les nettoyages mécanisés entraînent la stérilisation des laisses de mer mais également la destruction des nids en haut de plage et le dérangement. Ce dérangement généré par les nettoyages concerne l'ensemble des espèces fréquentant l'espace intertidal pour s'alimenter et se reposer (voir la contribution thématique « Dérangement de la faune »).

Au-delà d'un appauvrissement de la biodiversité, ces opérations entraînent de graves désordres écologiques en amont [28]. Il s'agit essentiellement de la rupture de l'équilibre géomorphologique des plages entraîné par l'enlèvement de quantités significatives de sables, qui génère une baisse de résistance à l'érosion et une accélération de celle-ci. De manière indirecte, ce déséquilibre génère des travaux de stabilisation qui provoquent quant à eux de graves dommages par destruction directe d'habitats.

2. ÉVALUATION DE L'EXISTANT DANS LA SOUS-RÉGION MARINE

2.1. DISPOSITIFS DE COLLECTE DE DONNÉES ET ACTEURS IMPLIQUÉS

2.1.1. Oiseaux marins

Plusieurs associations naturalistes suivent le patrimoine ornithologique marin, mais c'est essentiellement dans le cadre d'OSPAR [29] que la donnée et les suivis de l'impact des déchets se sont structurés. Ainsi, un EcoQO (Ecological Quality Objective) sur le contenu stomacal des spécimens de Fulmar boréal retrouvés échoués a été mis en place et permet aujourd'hui des synthèses (données de 1972 à 2010). L'Agence des aires marines protégées est maître d'ouvrage de ce programme au niveau français, la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) en assure la coordination opérationnelle [30].

2.1.2. Mammifères marins

L'essentiel des éléments sont recensés par le CRMM de La Rochelle dans le cadre notamment du Réseau National d'Échouage (RNE)². Le RNE permet une représentation significative des impacts des macrodéchets pouvant entraîner la mort ou y étant très étroitement corrélés, en particulier *via* l'analyse systématique des contenus stomacaux des spécimens autopsiés. En revanche, il n'existe pas à ce jour de suivi permettant d'identifier les contaminations liées aux microparticules.

2.1.3. Tortues marines

Les données concernant les observations de tortues marines – échouages, captures accidentelles, observations en mer – sont centralisées par le Centre d'Études et de Soins pour les Tortues Marines (CESTM) de l'Aquarium de La Rochelle, qui coordonne le Réseau Tortues Marines français d'Atlantique Est (RTMAE) et accueille les tortues nécessitant des soins. Les observateurs du RTMAE, affilié au RNE, remplissent une fiche d'observation qui permet de collecter de façon standardisée les données sur les tortues marines lors des interventions sur les lieux d'échouage ou de capture. Des autopsies sont pratiquées lorsque l'état des cadavres le permet ; le centre de soins répertorie les données sur les pathologies observées sur les individus en soins et les lésions observées en cas de mort [31] [32]. Les références des publications sont accessibles à l'adresse <http://www.aquarium-larochelle.com/centre-des-tortues/le-centre/les-publications-du-centre>.

2.1.4. Autres espèces

Les connaissances sont très disparates, aléatoires et occasionnelles. Sur les sélaciens, l'Association Pour l'Étude et la Conservation des Sélaciens (APECS) est aujourd'hui bien identifiée et régulièrement appelée pour autopsier des sélaciens échoués ou pêchés. Mais là encore, aucun dispositif organisé n'est à ce jour fonctionnel.

² Les membres participants sont cités à l'adresse : <http://crmm.univ-lr.fr/index.php/fr/echouages/reseau-national-echouages>

2.1.5. Habitats marins

L'Aamp a lancé en 2010 un inventaire des habitats marins patrimoniaux couvrant environ 40 % des eaux territoriales. Ce dispositif de cartographie des fonds marins est mis en place dans le cadre des suivis dédiés au rapportage et à la gestion des sites Natura 2000 en mer. Il sera reconduit tous les 6 ans. En marge des principaux travaux, cet inventaire comprend aussi la géolocalisation des concentrations de macrodéchets et en indiquera l'impact écologique identifié lors des prospections terrain.

2.2. PREMIÈRE ÉVALUATION DES NIVEAUX ET TENDANCES PERCEPTIBLES

2.2.1. Oiseaux marins

Dans le cadre du programme EcoQO « Fulmar Boréal » d'OSPAR, la synthèse réalisée par la LPO [30] montre que les données collectées sur les fulmars boréaux en France (1972-2008) sont peu nombreuses. Sur 372 oiseaux, la cause de la mort n'est déterminée que pour 115 individus. Seuls les résultats de l'IMARES³ [33] sur la période 2002-2006 peuvent être exploités. Cependant, l'étude reste succincte car seules les associations de Normandie et du Pas-de-Calais ont fourni des données pour cette étude hollandaise. Toutefois, pour ces deux territoires les résultats de la proportion d'individus ayant des particules de plastiques dans l'estomac sont éloquentes : 58 % dans le Pas-de-Calais et 70 % en Normandie ont plus de 0,1 gramme dans l'estomac. Le peu de données ne permet pas d'évaluer les tendances.

2.2.2. Mammifères marins

Le tableau 1 ci-dessous reprend les chiffres relatifs à l'occurrence de présence de plastiques dans le tractus digestif des spécimens échoués autopsiés.

Sous-région marine	Nombre d'échouages de 1972 à 2010	Nombre d'échouages examinés	Nombre d'échouages avec matières plastiques dans le système digestif	Occurrence : Nombre d'échouages avec matières plastiques / nombre d'échouages examinés (%)
Manche-mer du Nord	1 544	436	1	0,23
<i>Golfe de Gascogne</i>	<i>11 564</i>	<i>2 608</i>	<i>10</i>	<i>0,38</i>
<i>Méditerranée occidentale</i>	<i>2 022</i>	<i>491</i>	<i>5</i>	<i>1,02</i>

Tableau 1 : Occurrence de présence de plastique dans le tractus digestif des mammifères marins échoués autopsiés (Sources : RNE).

2.2.3. Tortues marines

Les travaux du CESTM permettent aujourd'hui d'avoir une vision statistique des échouages et de la mesure de pressions sur les tortues marines.

Espèce	Nb de tortues échouées	Nb de tortues autopsiées	Nb de tortues avec corps étrangers	Nb de tortues avec marques de pêche	Rapport nb avec corps étrangers/nb autopsiées (%)	Rapport nb marques de pêche/nb échouages (%)
Tortue luth	333	95	44	29	46	9
Tortue caouanne	292	77	12	0	16	0
Tortue de Kemp	25	15	1	0	7	0
Tortue verte	6	4	1	0	25	0
Total	656	191	58	29	30	4

Tableau 2 : Recensement des cas d'échouages et d'observations d'ingestion de déchets et de marques de pêche chez les tortues retrouvées sur les côtes françaises des sous-régions marines Manche-mer du Nord, mers celtiques, golfe de Gascogne (Sources : Aquarium La Rochelle / CESTM, 1988-2009).

2.2.4. Habitats marins

Pour le moment, aucune donnée statistique n'est disponible.

3. IDENTIFICATION DES MANQUES ET LACUNES DE DONNÉES

Pour la sous-région marine Manche-mer du Nord, les données sur les impacts des déchets sur l'écosystème marin sont encore hétérogènes et éparses, en dehors de l'EcoQO « Fulmar plastiqué » mené en partenariat avec la LPO et les associations ornithologiques pour répondre à OSPAR, et dans une moindre mesure des réseaux d'échouages Mammifères et Tortues. L'essentiel reste à faire afin d'engager des dispositifs ciblés sur la mesure des impacts, soit en apportant un soutien opérationnel aux réseaux existants (oiseaux, mammifères et tortues) afin de densifier et automatiser l'observation et l'autopsie, soit en mettant en place des dispositifs spécifiques dédiés à l'image des EcoQO, sur des vecteurs peut-être plus pertinents que le Fulmar boréal à l'échelle de cette sous-région marine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Unepetty P. et Evans S.M., 1997. The impact of plastic debris on the biota of tidal flats in Ambon Bay (eastern Indonesia). *Marine Pollution Bulletin* 34, 652–655.
- [2] Unepetty P. et Evans S.M., 1998. Accumulation of beach litter on islands of the Pulau Seribu Archipelago, Indonesia. *Journal of Coastal Research* 14, 418–432.
- [3] Akoumianaki I., Kontolefas P., Katsanevakis S., Nicolaidou A., Verriopoulos G., 2008. Subtidal littering : Indirect effects on soft substratum macrofauna. *Mediterranean Marine Science* volume : 9, issue : 2, pages : 35-52.
- [4] Goldberg E.D., 1997. Plasticizing the seafloor : an overview. *Environmental Technology* 18, 195–202.
- [5] Poitou I. et Van Hoorebeke B., 2009. Travaux réalisés dans le cadre d'une étude de faisabilité pour un Portail d'observation du Littoral Méditerranéen sur les macrodéchets.
- [6] Brown J. et Macfadyen G., 2007. Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. *Marine Policy* 31, 488–504.
- [7] Sacchi J., 2008. Impacts des techniques de pêche sur l'environnement en Méditerranée. Études et revues - Commission générale des pêches pour la Méditerranée.
- [8] Ayaz A., Unal V. et Ozekinci U., 2004. An investigation on the determination of amount of lost set net which cause to ghost fishing in Izmir Bay. *J. Fish. Aquat. Sci.* 21, 35–38.
- [9] Erzini K., Monteiro C.C., Ribeiro J., Santos M.N., Gaspar M., Monteiro P., Borges T.C., 1997. An experimental study of gill net and trammel net ' ghost fishing ' off the Algarve (southern Portugal). *Marine Ecology-Progress Series*, Volume 158, 257-265.
- [10] Claro F. et Hubert P., 2011. Impact des macrodéchets sur les tortues marines en France métropolitaine et d'Outre-mer. Rapport GTMF-SPN 1. MNHN-SPN, Paris, 51p.
- [11] Yediler A. et Gücü, A.C., 1997. Human Impacts on Ecological Heritage. *Mediterranean Monk Seal in the Cilician Basin*. *Fresenius Envir. Bull.* 6, 001–008.
- [12] 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. pp. 99-140 in : J.M. Coe and D.B. Rogers (eds.), *Marine debris : Sources, impacts, and solutions*. Springer-Verlag. New York, NY.

- [13] Moser M.L. et Lee D.S., 1992. A fourteen-year survey of plastic ingestion by western North Atlantic seabirds. *Colonial Waterbirds* 15 : 83-94.
- [14] Pierce K.E., Harris R.J., Larned L.S., Pokras M.A., 2004. Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a Northern gannet *Morus bassanus* and a Greater shearwater *Puffinus gravis*. *Marine Ornithology* 32, 187-189.
- [15] Van Pelt T.I. et Piatt J.F., 1995. Deposition and persistence of beachcast seabird carcasses. *Marine Pollution Bulletin* 30 : 794-802.
- [16] Wiese F.K., 2003. Sinking rates of dead birds : improving estimates of seabird mortality due to oiling. *Marine Ornithology* 31 : 65-70.
- [17] Robards M.D., Piatt J.F. et Wohl K.D., 1995. Increasing frequency of plastic particle ingestion by seabirds in the subarctic North Pacific. *Marine Pollution Bulletin* 30 : 151-157.
- [18] Van Franeker J.A. et Meijboom A., 2002. Litter NSV : Marine litter monitoring by northern fulmars (a pilot study). *Alterra-rapport 401*, ISSN 1566-7197. 72 pp.
- [20] Votier S., Archibald K., Morgan G., Morgan L., 2010. The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. *Marine Pollution Bulletin* 62 : 168-172.
- [21] Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., McGonigle D. et Russell A.E., 2004. Lost at sea: where is all the plastic ? *Science* 304 : 838.
- [22] Derraik J., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris : a review. *Marine Pollution Bulletin* 44 : 842-852.
- [23] Barnes D.K.A., 2002. Invasions by marine life on plastic debris. *Nature* 416, 808-809.
- [24] 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.
- [25] Dauphin P., 2001. Notes sur quelques Phloeopora euroméditerranéennes (Coleoptera Staphylinidae). *Bull. Soc. linn. Bordeaux*, 29 (3) : 137-151.
- [26] Thomas H. et Dauphin P., 2001. Données entomologiques de plages et de dunes littorales au sud des Landes (40). *Bull. Soc. Linn. Bordeaux*, 29 (2) : 115-128.
- [27] Fanini L., Cantarino C.M. et Scapini F., 2005. Relationships between the dynamics of two *Talitrus saltator* populations and the impact of activities linked to tourism. *Oceanologia*, 47 : 93-112.
- [28] Tiberghien G. et Gélinaud G., 2001. Plages trop propres, plages trop sales, deux mêmes catastrophes. *Bretagne Vivante*, 1 : 2-5.
- [29] OSPAR, 2009. Marine litter in the North-East Atlantic region. Quality status report.
- [30] De Seyne, 2010. EcoQO Guillemots de Troïl mazoutés et particules de plastiques chez les Fulmars Boréals- Synthèse des données 2009. Rapport de la LPO pour la mise en œuvre française des EcoQO d'OSPAR.
- [31] Duguy R., et collaborateurs, 1981 à 2008. Rapports annuels d'observations de tortues luth et d'autres tortues marines sur les côtes de France – publiés dans *Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritimes*.
- [32] Dell'Amico F. et Morinière P., 2010. Observations de tortues marines en 2008 et 2009 (Côtes atlantiques françaises). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Maritime* 10 (1) : 69-76.
- [33] Van Franeker J.A. et S.N.S. Fulmar Study Group, 2008. Fulmar Litter EcoQO Monitoring in the North Sea - results to 2006 Wageningen IMARES Report No. C033/08, IMARES Texel, 53 pp.

RÉFÉRENCES COMPLÉMENTAIRES

- Aliani S. et Molcard A., 2003. Hitch-hiking on floating marine debris : macrobenthic species in the Western Mediterranean Sea *Hydrobiologia* 503 : 59–67.
- Al-Masroori H., Al-Oufi H., McIlwain J.L., McLean E., 2004. Catches of lost fish traps (ghost fishing) from fishing grounds near Muscat, Sultanate of Oman. *Fisheries Research* 69, 407–414.
- Anderson, R.C., Zahir H., Jauharee R., Sakamoto T., Sakamoto I. et Johnson G., 2009. Entanglement of Olive Ridley Turtles *Lepidochelys olivacea* in ghost nets in the equatorial Indian Ocean. IOTC-WPEB-07.
- Barnes D.K.A. et Milner P., 2005. Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology* 146 : 815-825.
- Bergerard J., 1989b. Écologie des laisses de marée. *L'année biologique*, 28 (1) : 39-54.
- Bullimore B.A., Newman P.B., Kaiser M.J., Gilbert S.E., Lock K.M., 2001. A study of catches in a fleet of “ghost-fishing” pots. *Fishery Bulletin* 99, Issue 2, 247-253.
- Caurant F., Bustamenta P., Bordes M. et Miramand P., 1999. Bioaccumulation of cadmium, copper and zinc in some tissue of three species of marine turtles stranded along the french atlantic coasts. *Mar. Poll. Bull.* 38, 1085-1091.
- Chevin H., 1998. La vie dans les varechs échoués sur les plages. *Insectes*, 109 : 9-10.
- Claro F. et Bardonnnet C., 2011. Les tortues marines et la pollution lumineuse sur le territoire française. Rapport GTMF-SPN 2. MNHN-SPN, Paris, 41p.
- Debout G. et Spiroux P., 2000. La laisse de Haute Mer. Éditions du Cormoran, GONm. 60 p.
- Duguy R., Morinière P. et Le Milinaire C. 1998. Facteurs de mortalité observés chez les tortues marines dans le golfe de Gascogne – *Oceanologica Acta* 21 (2) : 383 – 388.
- Estève G., 1980. Les zoocénoses d'arthropodes des sables mobiles littoraux. *Bull. Soc. Bota. Centre-OuestRSPB*, 150 p., N.S., numéro spécial 4 : 4-15.
- Macfadyen G., Huntington T. et Cappell R., 2009. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. United Nations Environment Programme, Food and agriculture organization of the United Nations.
- Hansen M., 1987. The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica* 18. E.J. Brill ed., Leiden. 254 p.
- Henry M., 2010. Pollution du milieu marin par les déchets solides : état des connaissances. Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer. Rapport Ifremer RST.DOP/LER-PAC/10-09.
- Maso M. et al., 2003. Drifting plastic debris as a potential vector for dispersing Harmful Algal Bloom (HAB) species. *Scientia Marina*, 67(1) : 107-111.
- Minchin D., 1996. Tar pellets and plastics as attachment surfaces for Lepidid cirripedes in the North Atlantic Ocean. *Marine pollution Buletin* 32, 855-859.
- Mouquet C. et Chevrier M., 2003. Les invertébrés terrestres des laisses de mer : présentation générale et état des lieux de la côte ouest du département de la Manche. *In* : CPIE du Cotentin (Ed.), Étude-diagnostic pour un état des lieux et un suivi des pratiques de collecte des macro-déchets du littoral de Denneville à Baubigny, Syndicat Mixte Côte des Isles développement, Conseil Général de la Manche, Agence de l'eau Seine-Normandie, Diren Basse-Normandie : 25 p.
- Ragland J., Arendt M., Kucklick J. et Keller J. 2011. Persistent Organic Pollutants in Blood Plasma of Satellite-Tracked Adult Male Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*). *Environmental Toxicology and Chemistry*, DOI : 10.1002/etc.540.
- The Ocean Concervancy, 2004. 2004 international Coastal Cleanup Data Report.
- Tomas J., Guitar R., Mateo R. et Raga J.A., 2002. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles *Caretta caretta* from western Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.* 44 : 211-216.
- Malm T., Råberg S., Fell S., Carlsson P., 2004. Effects of beach cast cleaning on beach quality, microbial food web, and littoral macrofaunal biodiversity.
- Vandel A., 1962. Isopodes terrestres. Faune de France, vol. 66. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. Ed. Lechevalier, Paris : 416 p.
- Wabnitz C. et Nichols W.J., 2010. Editorial : plastic pollution : an ocean emergency. *Marine Turtle Newsletter* 129 : 1-4.