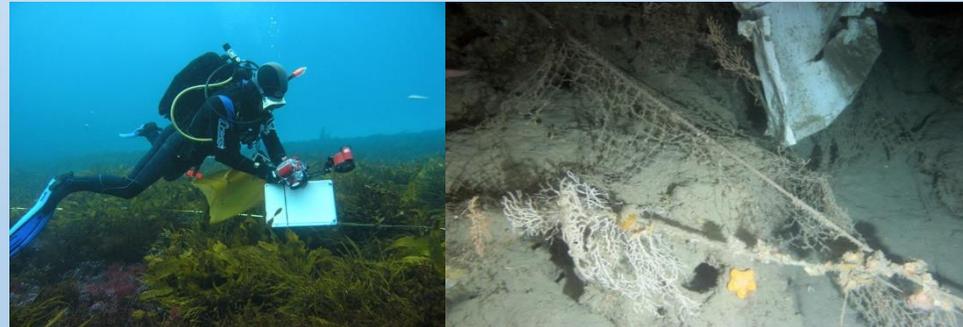


Interactions entre invertébrés benthiques et macrodéchets marins

tests d'un protocole de suivi en vue du développement
d'un indicateur d'impact



Françoise Claro, Muséum national d'Histoire naturelle
& François Galgani, Ifremer

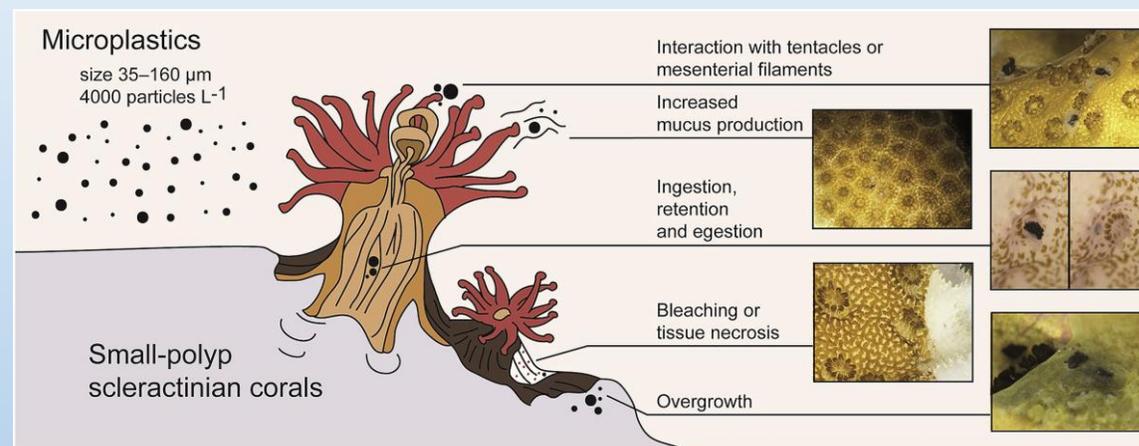


19 octobre 2019, CRIOBE, Papetoai, Moorea.



Impact des déchets sur les invertébrés benthiques

- Plusieurs centaines d'espèces impactées dont invertébrés benthiques
- Impacts négatifs de l'ingestion de microplastiques démontrés chez *Acropora*, *Pocillopora*, *Porites*
(Reichert *et al*, 2018)



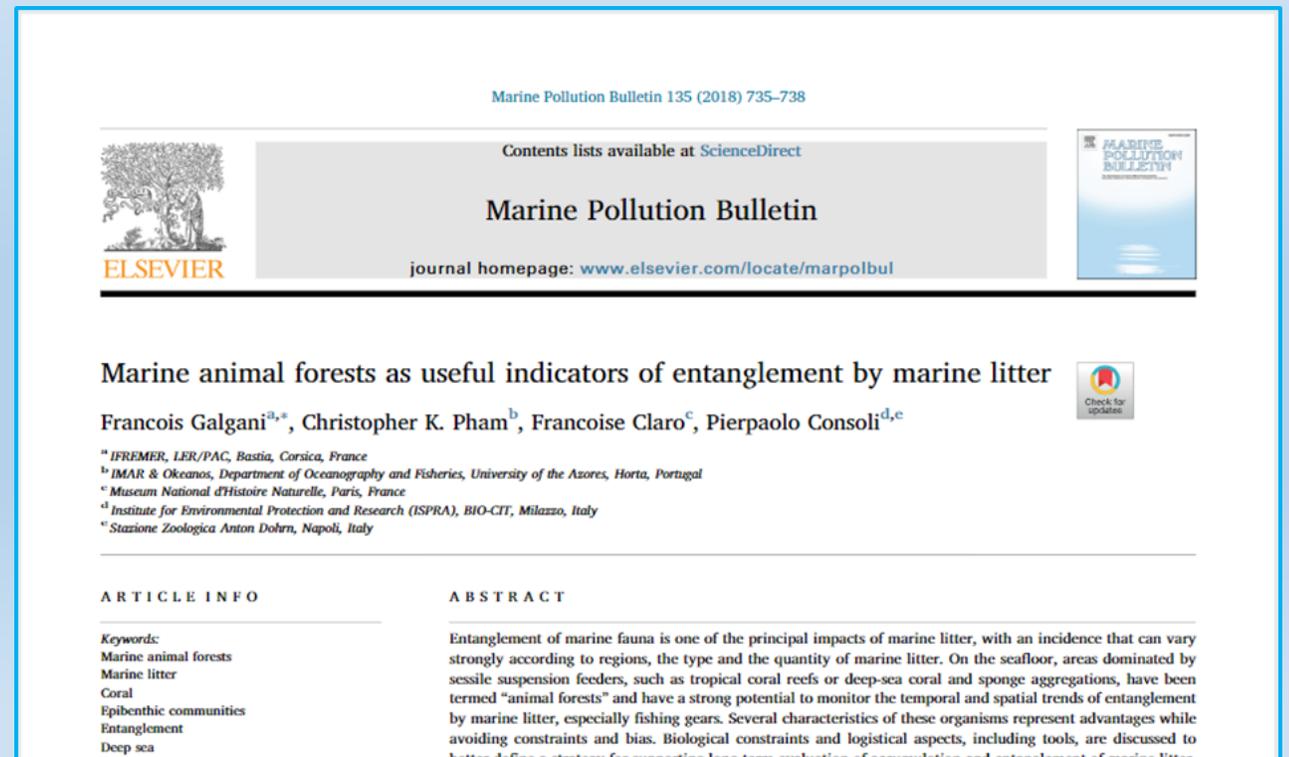
- Coraux en contact avec déchets: risque accru de maladie (4 -> 89%) (Lamb *et al*, 2018) *plaies=>ciliés pathogènes; plastiques porteurs de Rhodobacterales...*
- Emmêlement / recouvrement observé sur > 314 taxons (Carvalho-Suza *et al*, 2018).
 - *prévalence jusque 65%*
 - *principaux déchets responsables = < activités de pêche/aquaculture + emballages (Consoli et al, 2018)*

Indicateurs et protocoles standards

« *L'emmêlement de la faune épibenthique dans les déchets* » considéré comme un indicateur intéressant en vue d'une surveillance à long terme de l'impact des déchets marins sur le biota (Consoli *et al*, 2018 ; Galgani *et al*, 2018).

- *Plusieurs atouts:*

- *organismes sessiles détectables, distribution spatiale connue*
=> *surveillance à long terme possible*
- *échantillonnage mutualisable, archives de données existantes (images)*
- *catégories d'impact faciles à décrire*



Marine Pollution Bulletin 135 (2018) 735–738

Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul

Marine animal forests as useful indicators of entanglement by marine litter

Francois Galgani^{a,*}, Christopher K. Pham^b, Francoise Claro^c, Pierpaolo Consoli^{d,e}

^a IFREMER, LER/PAC, Bastia, Corsica, France
^b IMAR & Okeanos, Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, Horta, Portugal
^c Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France
^d Institute for Environmental Protection and Research (ISPRa), BIO-CIT, Milazzo, Italy
^e Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Italy

ARTICLE INFO

Keywords:
Marine animal forests
Marine litter
Coral
Epibenthic communities
Entanglement
Deep sea

ABSTRACT

Entanglement of marine fauna is one of the principal impacts of marine litter, with an incidence that can vary strongly according to regions, the type and the quantity of marine litter. On the seafloor, areas dominated by sessile suspension feeders, such as tropical coral reefs or deep-sea coral and sponge aggregations, have been termed "animal forests" and have a strong potential to monitor the temporal and spatial trends of entanglement by marine litter, especially fishing gears. Several characteristics of these organisms represent advantages while avoiding constraints and bias. Biological constraints and logistical aspects, including tools, are discussed to better define a strategy for supporting long-term evaluation of accumulation and entanglement of marine litter.

Indicateurs et protocoles standards

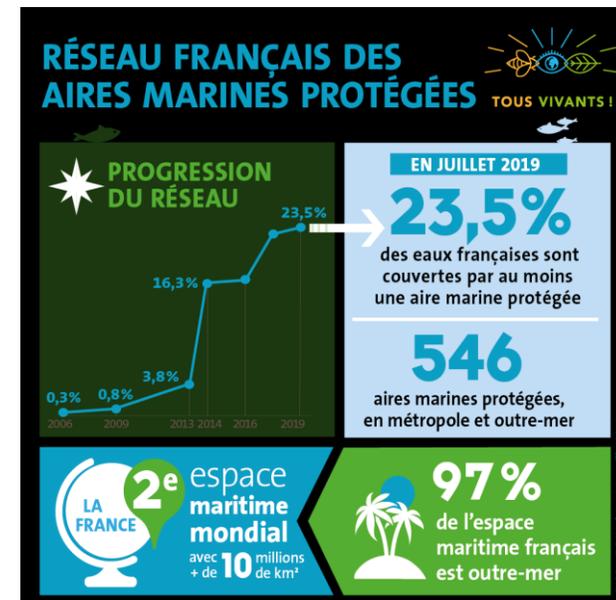
- En Europe (DCSMM): suivi de l'enchevêtrement inclus dans la surveillance des fonds marins, surveillance obligatoire (critère D10C4)

- En Europe et outre-mer, surveillance mutualisable avec celle de la biodiversité, notamment dans le cadre des aires marines protégées, dotées de plans de gestion

- En outre-mer, besoin d'indicateurs appropriés (lagons fermés, rejets et gestion déchets spécifiques, sensibilité espèces, exposition récifs aux apports océaniques...)



Directive cadre
Stratégie
pour le Milieu
marin



Indicateurs et protocoles standards



En Europe, révision du guidance en 2019: ajout protocoles surveillance de l'enchevêtrement (faune benthique, phoques, tortues, oiseaux)

Technical Group Marine Litter for Marine Strategy Framework Directive_ 2019 revision of the European guidance for monitoring litter

Protocol for monitoring entanglement and other interactions between litter and shallow and deep benthic organisms

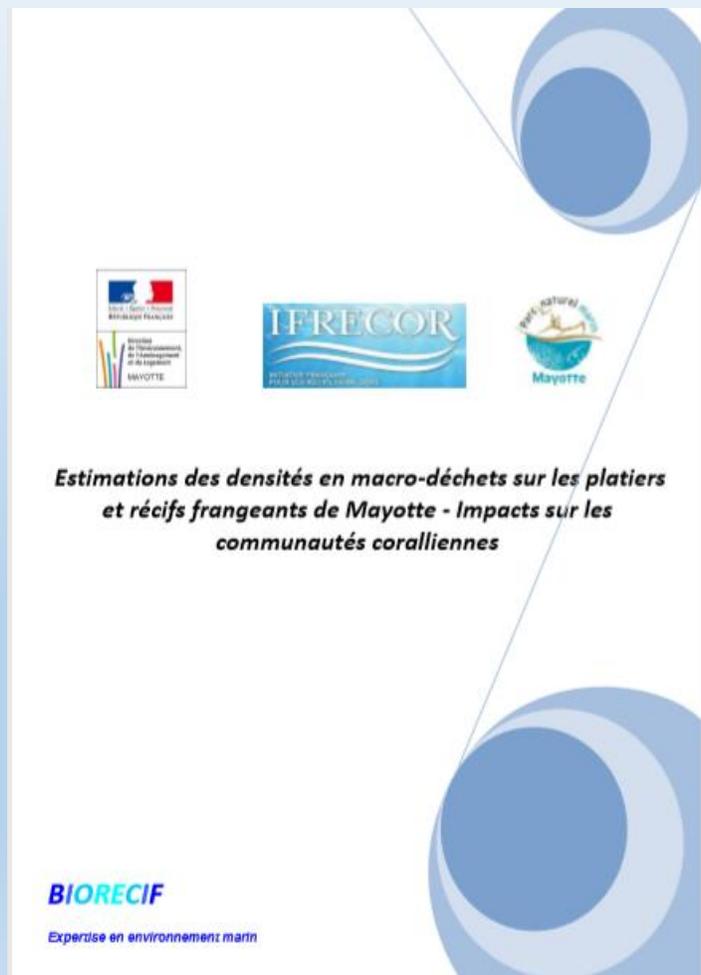
Angiolillo Michela, G rigny Olivia, Consoli Pierpaolo, Claro Francoise, Ioakeimidis Christos, Galgani Francois

Context

Litter affects marine life in all compartments of the marine environment. On the seafloor, litter is widely distributed and interacts and impacts marine biota in different way, through ingestion, entanglement, provider of new substrates, covering/smothering and release and diffusion of toxic compound. Some of these interactions can be easily measured through underwater visual surveys.

The seafloor imagery technology allows researchers to quantify the abundance and distribution of debris on the seafloor using a standardized approach and at the same time to describe and quantify its interactions and impact on marine organisms. This methodology is increasingly being used because it consists in a non-destructive sampling technique, with many operating hours and direct observation *in situ*. It is suitable for Marine Protected Areas (MPA) and sensitive habitats and can provide high resolution data (depending on optical device) on

Indicateurs et protocoles standards

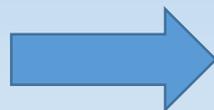


Mulochau T., Sere M. & C. Lelabousse (2019)

En outre-mer, problème des déchets parfois critique et besoin d'appui aux gestionnaires
Ex Mayotte (parc marin): étude de l'impact des déchets sur les communautés coralliennes

Objectifs:

- Estimation état de santé
- Densité de déchets et d'interactions entre coraux et déchets
- Bactériologie



Préconisations aux gestionnaires

Coraux à Mayotte

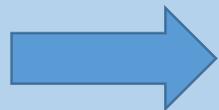
Méthode *Mulochau et al (2019)*

22 stations= platiers + récifs frangeants

2 évaluations:

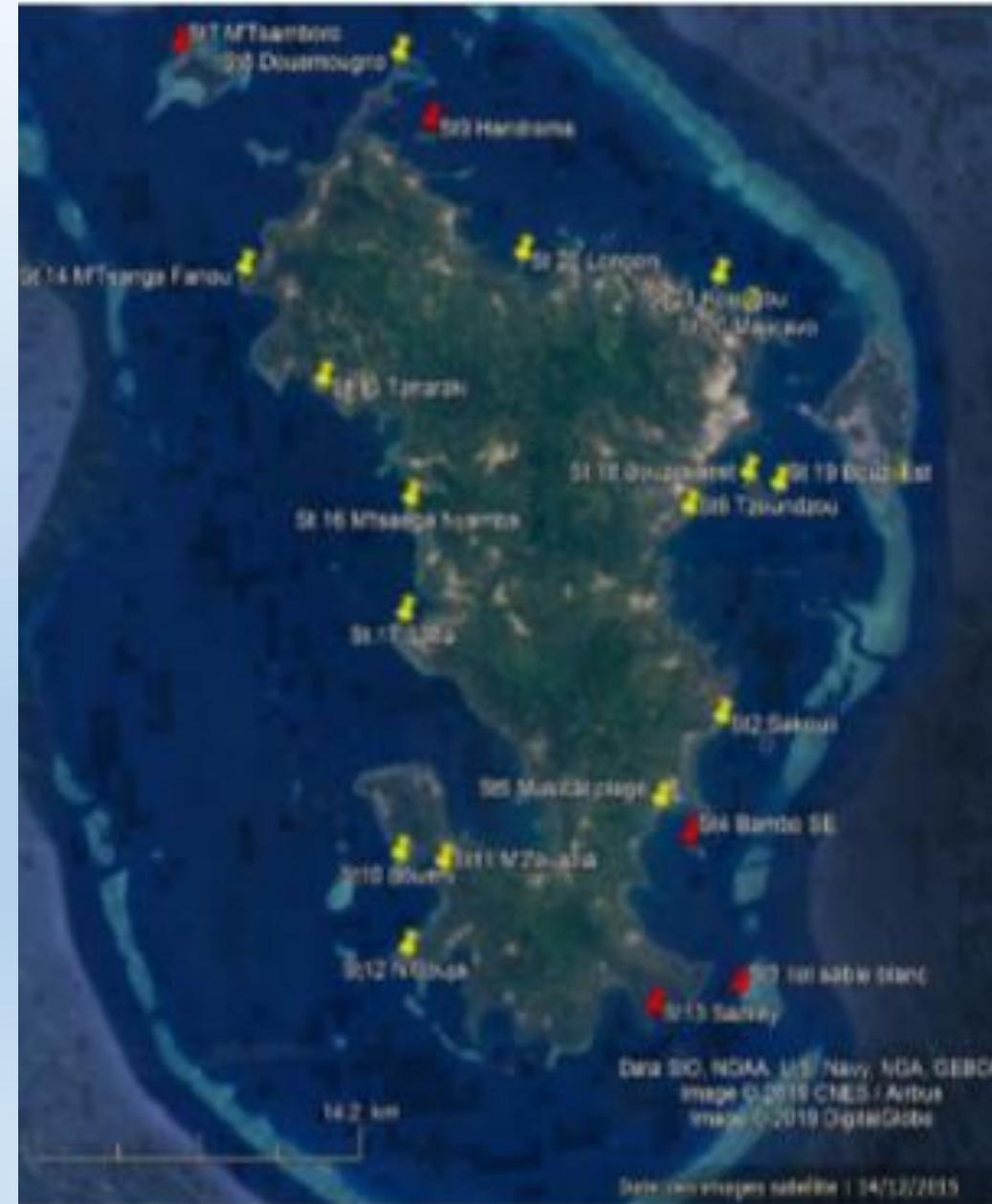
août 2018

février 2019



Évolution?

en rouge :
platiers et frangeants au droit
des plages suivies par le PNMM
(macro-déchets)



Coraux à Mayotte

Méthode (suite)

Mulochau et al (2019)

déroulement
d'un fil de 100
m de longueur
transect et
bande de 5 m
de largeur



collecte des
déchets
dans l'un
des
transects

résultat d'une
collecte de
déchets
sur un transect



tri et
classement
selon 7
catégories
DCSMM

Coraux à Mayotte

Méthode (suite)

Mulochau et al (2019)

- **Etat de Santé général:** % du recouvrement corallien, blanchissement, maladies, présence de macro-déchets, hypersédimentation, envasement...
« *Bon* », « *Moyen* », « *Mauvais* ».
- **Interactions:**
 - genre des colonies coralliennes présentant un macro-déchet à leur contact
 - nature du déchet
 - Etat de santé des colonies avec déchet estimé et classé 8 catégories :
« *Normal (N)* », « *Abrasé, Brisé (AB)* », « *Enalgué (EN)* », « *Pale (P)* », « *Blanc (B)* », « *Partiellement mort (PM)* », « *Mort (M)* » et « *Malade (MA)* ».
- **Bactériologie** (extraction ADN des plastiques et des coraux < 1 cm² sur colonies présentant un macro-déchet à leur contact (<5 colonies /station))

Coraux à Mayotte

Méthode (suite)

Mulochau et al (2019)

« Normal (N) »



« (Pâle) »



« Malade (MA)/
Syndrome Blanc (B) »



« Abrasé, Brisé (AB) »,



Coraux à Mayotte

Résultats

Évaluation du degré de priorité d'intervention

- Fiches type diagnostic/station
- Recommandations aux gestionnaires:
 - ✓ fréquence de surveillance
 - ✓ nettoyage à planifier

Station moyennement prioritaire



Station 2 – Sakouly - 45° 12.794'E / 12° 53.530'S

	Août 2018	Février 2019
État de santé	« Moyen »	« Moyen »
Nombre d'objets par transect	T1 = 2 et T2 = 2	T1 = 1 et T2 = 1
Tailles des objets	« Moyens »	« Moyens »
Nature des objets	Cordes	Fils de pêche
Moyennes en Nbre/hectare	40	20
% plastique	100	100
Observation de maladies	non	FWPS



Photos 7. Vue générale de la station 2 Sakouly (en haut à gauche), Impact des fils de pêche sur les *Acropora* sp (en haut à droite et en en bas à gauche) et collecte (en bas à droite)

Préconisations :

- Station « moyennement prioritaire » pour les futurs suivis. Cette station peut être suivie par le gestionnaire tous les deux ou trois ans.

Mulochau et al (2019)

Mulochau et al (2019)

Station 3 - îlot sable blanc Sadley - 45° 12.890'E / 12° 59.197'S

	Août 2018	Février 2019
Etat de santé	« Moyen »	« Moyen »
Nombre d'objets par transect	T1 = 0 et T2 = 1	T1 = 2 et T2 = 0
Tailles des objets	« Moyens »	1 « Moyens » et 1 « Petit »
Nature des objets	Fil de pêche	Fil de pêche
Moyennes en Nbre/hectare	30 (± 14.1)	20 (± 28.3)
% plastique	100	100
Observation de maladies	Non	non



Photos 8. Vue générale de la station 3 îlot sable blanc Sadley et mise en place des transects (en haut), ancre artisanale de pêche avec fil nylon colorisé (en bas à gauche) et collecte de fil de pêche colonisé par les algues (en bas à droite)

Préconisations :

- Station « non prioritaire » pour les futurs suivis



Station non prioritaire

Station 1 - Titi Moya - 45° 17.395'E / 12° 48.768'S

	Août 2018	Février 2019
Etat de santé	« Moyen »	« Moyen »
Nombre d'objets par transect	T1 = 5 et T2 = 5	T1 = 6 et T2 = 5
Tailles des objets	6 « Grands », 4 « Moyens »	6 « Grands », 2 « Moyens », 1 « Petit »
Nature des objets	Filet, cordes, ... sac de riz	Filet, cordes, bouts, ...
Moyennes en Nbre/hectare	100	110 ± 14.1
% plastique	100	82
Observation de maladies	non	non



Photos 6. Vue générale de la station 1 Titi Moya (en haut à gauche), macro-déchets issus de la pêche de très grandes tailles (en haut à droite et en bas à gauche) et collecte (en bas à droite)

Préconisations :

- Station « prioritaire » à suivre annuellement par le PNMM
- Nettoyer le site en enlevant les déchets de très grande taille vecteurs de déchets plus petits et de microplastiques.



Station prioritaire

Coraux à Mayotte

Mulochau et al (2019)

Conclusions et perspective

- Méthode transect appropriée
- Pas de méthode=> besoin de méthodes et protocoles harmonisés
- Indice pertinent: évolution des estimations de densités de déchets en intégrant coefficient lié à taille ou surface des objets



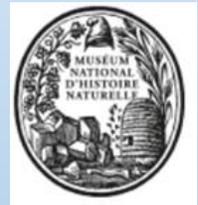
Développement d'un protocole standard

Démarche IFREMER MNHN

IFREMER (Bastia): pilote scientifique national « déchets marins »
en appui au Ministère chargé de l'environnement, chair du
Technical Group Marine Litter européen
MNHN: expert en appui à l'IFREMER (zoologie et indicateurs)



Conception d'un **protocole expérimental**, en appui aux
gestionnaires d'aires protégées et aux acteurs des politiques
environnementales,
à tester pour évaluer sa faisabilité dans différentes conditions.





(Actions for Marine Protected Areas)

Objectifs :

- développer des méthodologies partagées et des outils géospatialisés pour l'évaluation multi-critères des facteurs de stress ;
- élaborer des actions pilotes concrètes et des stratégies coordonnées dans certaines aires marines protégées méditerranéennes, pour résoudre des problématiques affectant la biodiversité marine et les services associés.

Fiche test de collecte de données fournie aux AMP partenaires du projet

AMARE PROJECT

Entanglement/Smothering of benthic fauna with marine debris

OBSERVATION FORM									
Name Marine Park/ Name observer									
Date									
Code Dive/ code transect or quadrat									
Position start/ position end (mandatory)									
Duration / distance (mandatory)									
Debris Obs #	Time	Latitude	Longitude	Impacted species	Entanglement yes/no	Covering yes/no (%)	Debris material	Debris category	Impact * (+ take a picture)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

*Categories of impact : no damage; smothering/covering (precise %); damage (precise broken branches, wounds etc); decreased mobility; death

catégories de matériaux à renseigner

N°	matière	N°	matière
1	Plastique (Polymères)	6	Métal
2	Bois manufacturé	7	Papier/carton
3	Mousse/ caoutchouc	8	Matériaux naturels
4	Déchets d'hygiène	9	Verre/céramique
5	Textile/ fibres	10	Autres



Polymères	<i>bouteille</i>
	<i>cordage</i>
	<i>emballage</i>
	<i>feuille</i>
Textile	<i>vêtement</i>
	<i>tissu</i>
Pêche	<i>filet</i>
	<i>ligne</i>
	<i>autre</i>
Métal	<i>ancres</i>
	<i>casier</i>

sous-catégories



www.alamy.com - F14HR1



Oceana © LIFE BaMAR for NZK



Oceana © LIFE BaMAR for NZK



Interreg 
Mediterranean

 **PLASTIC BUSTERS
MPAs**

Project co-financed by the European
Regional Development Fund

Modifié d'après Pierpaolo Consoli, Stazione Zoologica Anton Dohrn di Napoli

Protocole expérimental:

1. *surveillance des déchets sur les fonds*

Macro déchets

Eaux peu profondes (0-30 m)



Plongeurs scientifiques



Plongeurs de loisir
(**science citoyenne**)

Eaux profondes (>50m)



Remote Operated Vehicles
(ROV)



ECHANTILLONNAGE

ROV et plongée scientifique:

Sites à choisir pour permettre la comparaison des densités de déchets entre l'intérieur et l'extérieur des AMP.

Protection	MPA			Outside MPA		
Site	Site 1	Site 2	Site 3	A	B	C
Replicate	n=3	n=3	n=3	n=3	n=3	n=3
Tot. replicate transects	n = 18					

Plongée de loisir (science citoyenne):

Pas de plan d'échantillonnage, l'activité est menée par des plongeurs de loisir volontaires dans le cadre d'initiatives de science citoyenne. Les fiches de collecte de données sont fournies par les centres de plongée récréative.

FREQUENCE ET PROGRAMMATION

ROV et plongée scientifique: une fois durant l'été

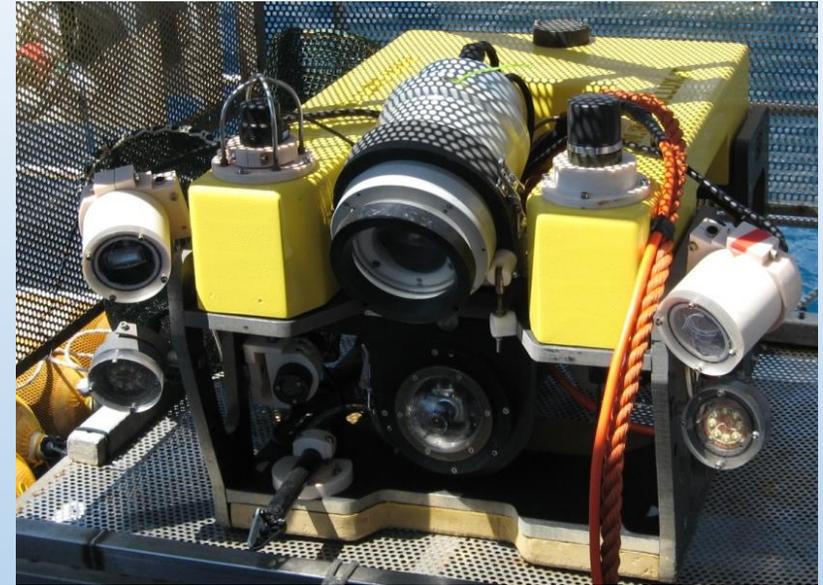
Plongée de loisir (science citoyenne): durant toute l'été season.

UNITE D' ECHANTILLONNAGE

ROV :

Surface= longueur transect (données GIS) x champs de vision de la camera du ROV (pointeur laser).

Abondance exprimée en nombre de déchets/m ou 100m^2

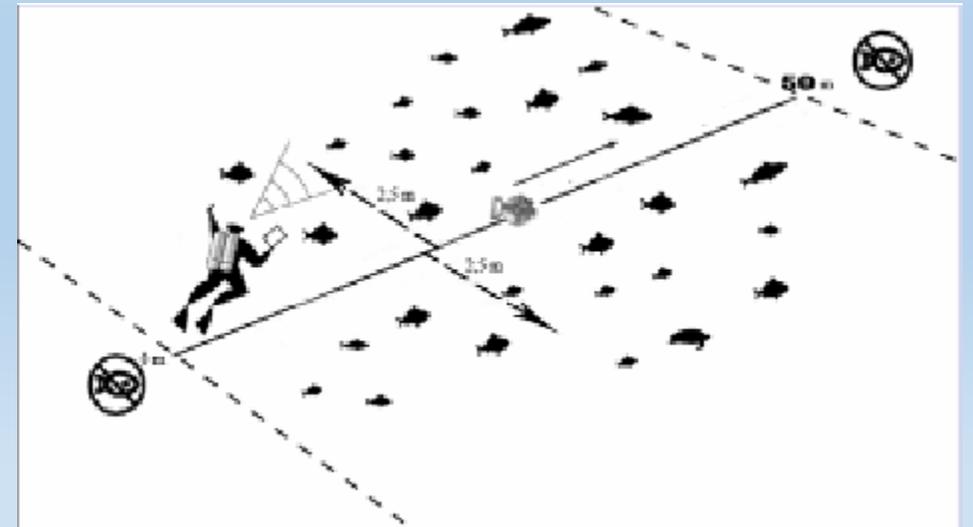


Plongée (scientifique et loisir):

Surface= largeur de bande x longueur transect.

- longueur 50m-300m
- largeur 2m-3m

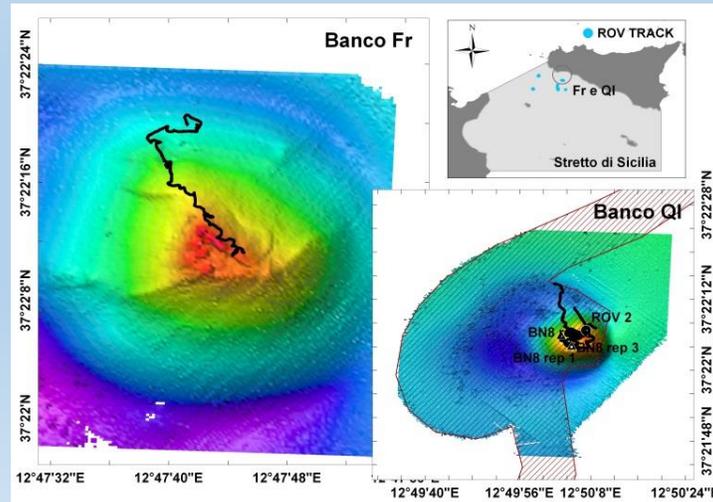
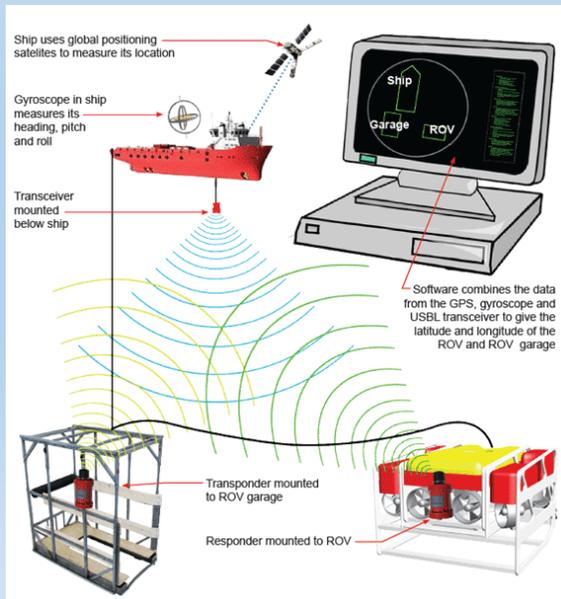
Abondance= nombre de déchets/m ou 100m^2



EQUIPEMENT AND MATERIEL NECESSAIRES

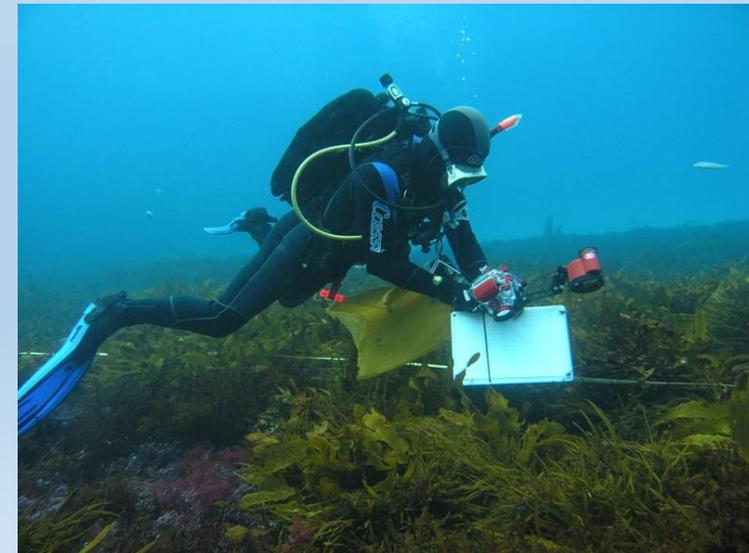
ROV :

- vidéo caméra haute définition
- laser (échelle)
- Système de positionnement acoustique sous-marin



Plongée:

- équipement de plongée
- Sacs filet, mètre ruban, règle, cutter
- Caméra sous-marine;
- Fiche et crayon.



CATEGORIES D ' INTERACTION ET D' IMPACT

Pas d'interaction = pas d'impact

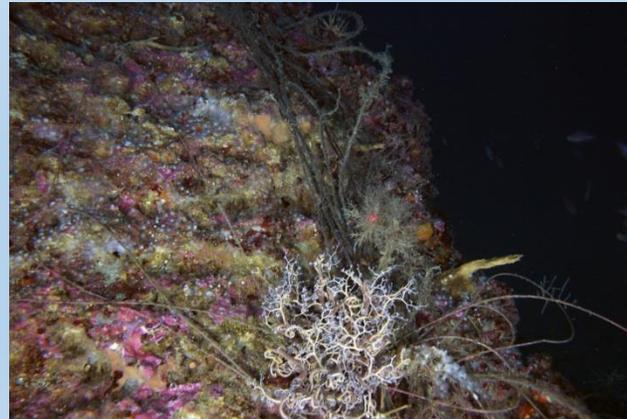
Interactions= enchevêtrement ou recouvrement



RECOUVREMENT



PAS DE DOMMAGE
APPARENT



MORT

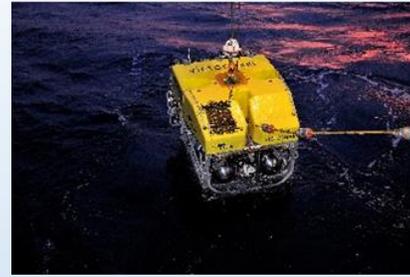


DOMMAGE
Rupture de branches
Blessures
Abrasion etc.



MOBILITE REDUITE

Campagne Ramoge



Plongées ROV : une opportunité d'observation des déchets marins et de leurs impacts dans le cadre de la DCSMM. Protocole d'observation des enchevêtrements / emmêlements de la faune épibenthique.



Olivia.Gérigny ⁽¹⁾, Françoise Claro⁽²⁾, François.Galgani ⁽¹⁾

⁽¹⁾Ifremer, ODE/UL/ LER-PAC, France ⁽²⁾Muséum national d'histoire naturelle, UMS PatriNat, France

Introduction

Les déchets affectent la vie marine dans tous les compartiments du milieu marin et les grands fonds ne sont pas épargnés. La Directive Cadre Stratégie Milieu Marin (DCSMM) considère les déchets sur les fonds comme une pression pour l'environnement marin et les emmêlements qu'ils causent sur la faune marine comme des impacts importants.

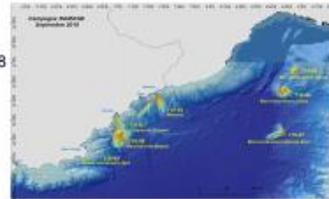
Il convient donc de les caractériser (quantification, identification et localisation) à travers l'utilisation de protocoles adaptés.

Les canyons et monts sous-marins sont des zones inaccessibles et les moyens pour les étudier sont coûteux (sous-marins et ROV- véhicule sous-marin téléguidé), ce qui nécessite d'optimiser chaque plongée. Dans cet objectif, un protocole d'observation des déchets marins et de leur impact a été développé, testé et validé.

L'objectif est d'appliquer ce protocole à toutes les futures plongées, mais également de pouvoir retravailler toutes les vidéos disponibles dans les archives de Ifremer.

RAMOGE 2018 : La campagne de test du protocole - observation dans les canyons

Navire : N/O Atalante
ROV : Victor 6000
Date : Septembre 2018
Nb plongées : 7



Carte globale des opérations réalisées pendant la campagne RAMOGE 2018 (Fabri et al, 2018)



Mise à l'eau du Victor 6000 à partir du Navire Atalante

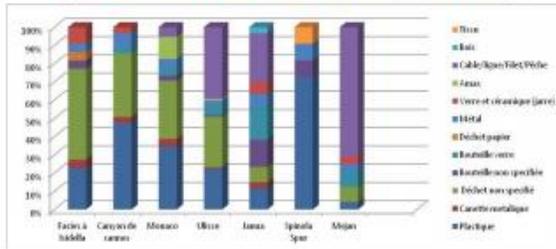
Le protocole d'observation des déchets et des enchevêtrements / emmêlements de la faune épibenthique

L'observations des impacts sont forcément liées à l'observation de déchets

Chaque observation de déchets fait l'objet d'une prise d'image avec des informations de géo-localisation et des annotations sur la nature du déchet selon la classification DCSMM
Chaque observation d'impact fait l'objet d'une prise d'image avec des informations de géo-localisation et d'annotations sur l'espèce impactée et le type d'impact



Prétraitements des données déchets à bord



Légende : Nombre d'observations des types de déchets marins lors des plongées ROV / VICTOR 6 000.

Les déchets les plus fréquents sont les déchets plastiques (bouteilles incluses), les canettes métalliques, les non-spécifiés, les bouteilles en verre et les engin de pêche.

Prétraitements des observations des impacts

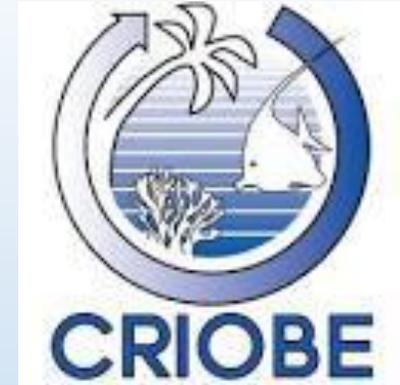


Campagne océanographique d'exploration de canyons et monts sous-marins de la zone de l'Accord RAMOGE « RAMOGE EXPLO 2018 »



Extension des tests

Étudier la faisabilité, développer et diffuser un protocole pour une collecte de données et une surveillance harmonisées



Echanger avec les experts de la surveillance des coraux

Technical Group Marine Litter for Marine Strategy Framework Directive_ 2019 revision of the European guidance for monitoring litter

Protocol for monitoring entanglement and other interactions between litter and shallow and deep benthic organisms

Angiolillo Michela, G erigny Olivia, Consoli Pierpaolo, Claro Francoise, Ioakeimidis Christos, Galgani Francois

Context

Litter affects marine life in all compartments of the marine environment. On the seafloor, litter is widely distributed and interacts and impacts marine biota in different way, through ingestion, entanglement, provider of new substrates, covering/smothering and release and diffusion of toxic compound. Some of these interactions can be easily measured through underwater visual surveys.

The seafloor imagery technology allows researchers to quantify the abundance and distribution of debris on the seafloor using a standardized approach and at the same time to describe and quantify its interactions and impact on marine organisms. This methodology is increasingly being used because it consists in a non-destructive sampling technique, with many operating hours and direct observation *in situ*. It is suitable for Marine Protected Areas (MPA) and sensitive habitats and can provide high resolution data (depending on optical device) on



Tester de nouvelles conditions

Extrait protocole

Définitions des classes d'interaction

NO INTERACTION	Hanging litter (Fig. 1)	when litter items are under tension for example between rocky obstacles but apparently did not injure or interact with any organism
	Laying litter (Fig. 2)	when debris are sitting on the bottom and do not injure or interact with the organisms
INTERACTION	Coverage/smothering (Fig. 3)	when litter items completely cover the organisms
	Entanglement (Fig. 4)	when litter items entangle organisms, causing several deleterious effects on them such as: tissues abrasion, injures, broken branches, reduced mobility, epibionts, death, etc.
	Ghost fishing (Fig. 5)	lost or abandoned fishing gear still in a working position, that may continue to catch organisms
	Colonization – refuge/shelter (Fig. 6)	any type of litter adopted as refuge or shelter by vagile fauna (echinoderms, fish, crabs, other crustaceans, etc.);
	Colonization – new substrate (Fig. 6)	when litter items provides new artificial substrata for encrusting or sessile organisms
	Adaptive behavior (Fig. 7)	when litter items are used by organisms in their carrying behavior or as mobile shelter instead of other natural items (i.e. sponges, corals, shell, etc.).

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press

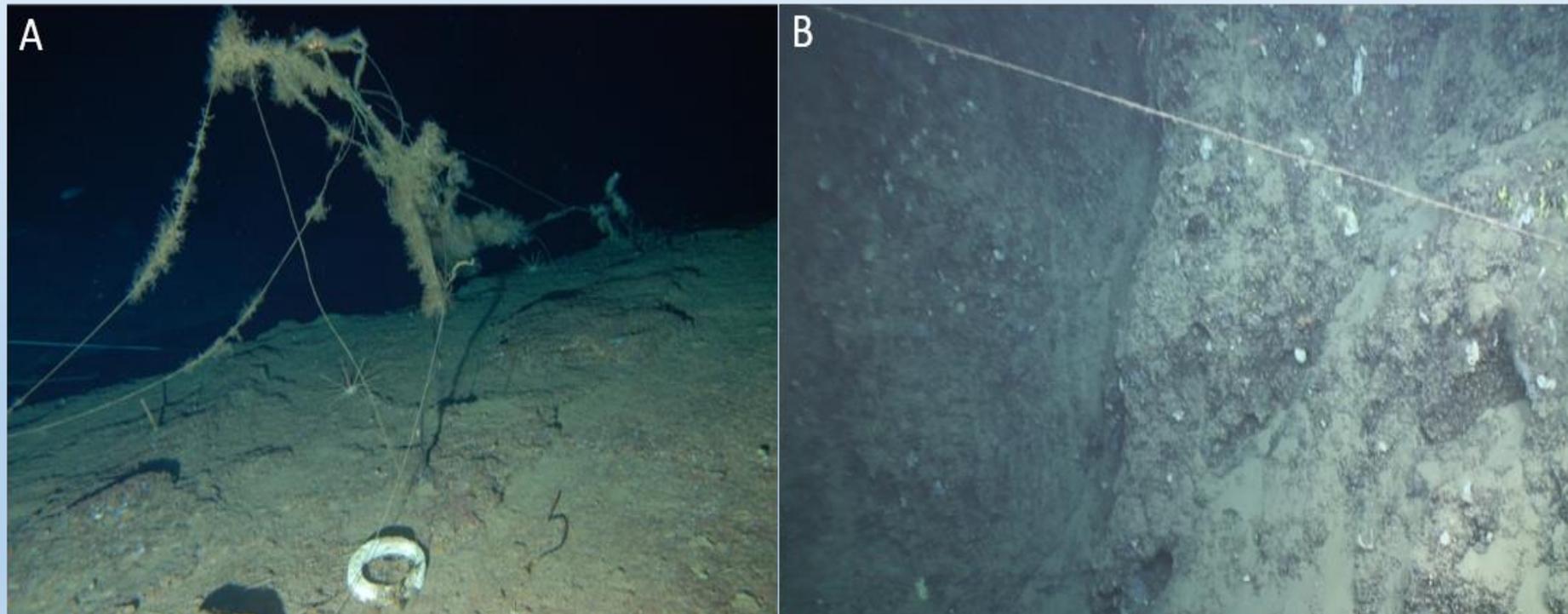


Fig. 1 - Examples of **Hanging litter** items. A) Hanging line forming an addition artificial substrate, covered by hydroids; B) A hanging line under tension between rocks. Photo by Photo by RAMOGE Exploration 2018 and Simonepietro Canese

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press

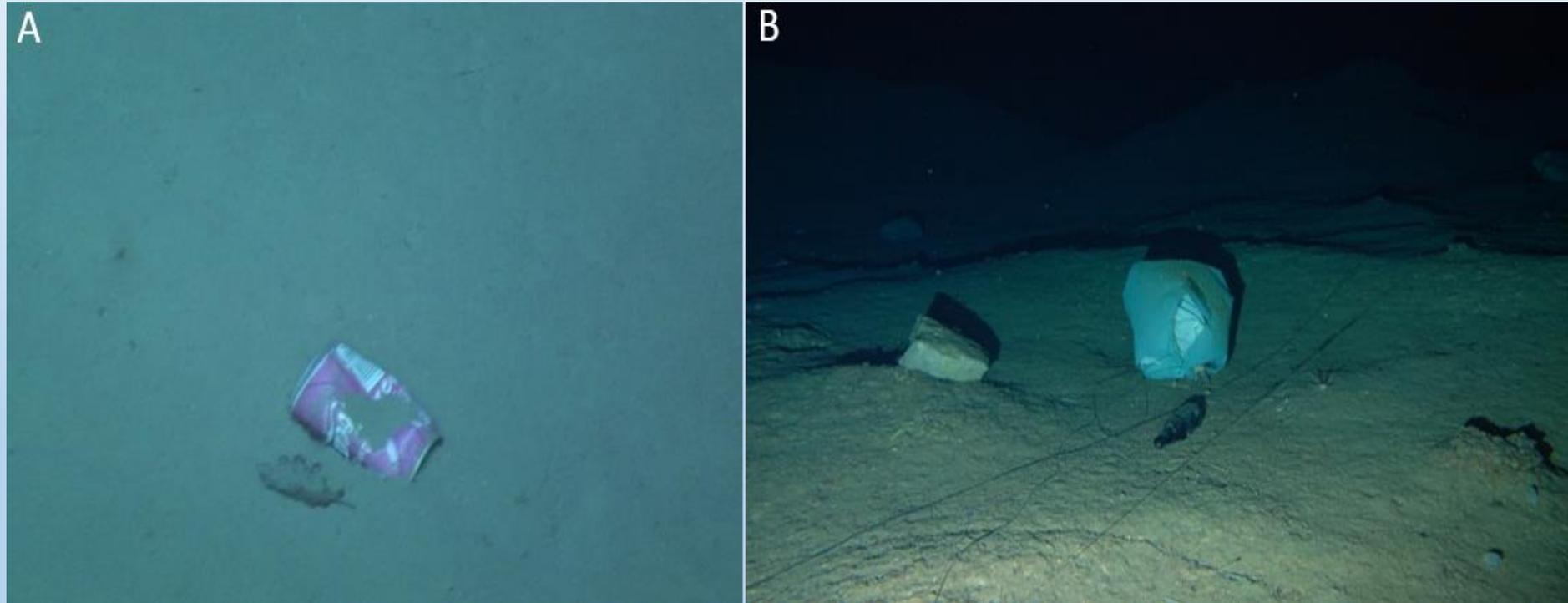


Fig. 2 - Examples of **litter laying on the bottom** that apparently not cause damage: A) Can laying on the bottom; B) Discarded sac and bottle and line laying on the bottom. Photo by RAMOGE Exploration 2018 and by Simonepietro Canese.

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press

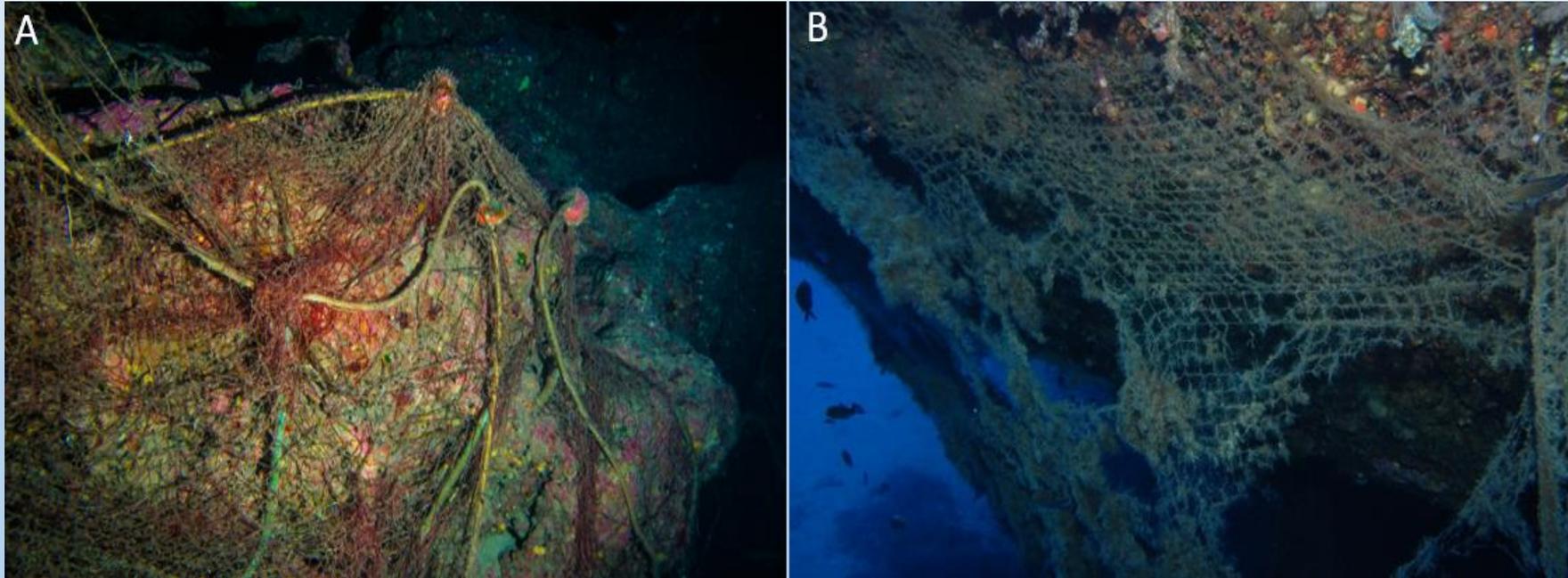


Fig. 3 - Examples of **coverage/smothering**. A-B) Abandoned nets that cover completely wide portion of the substrate. Photo by Simonepietro Canese.

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press

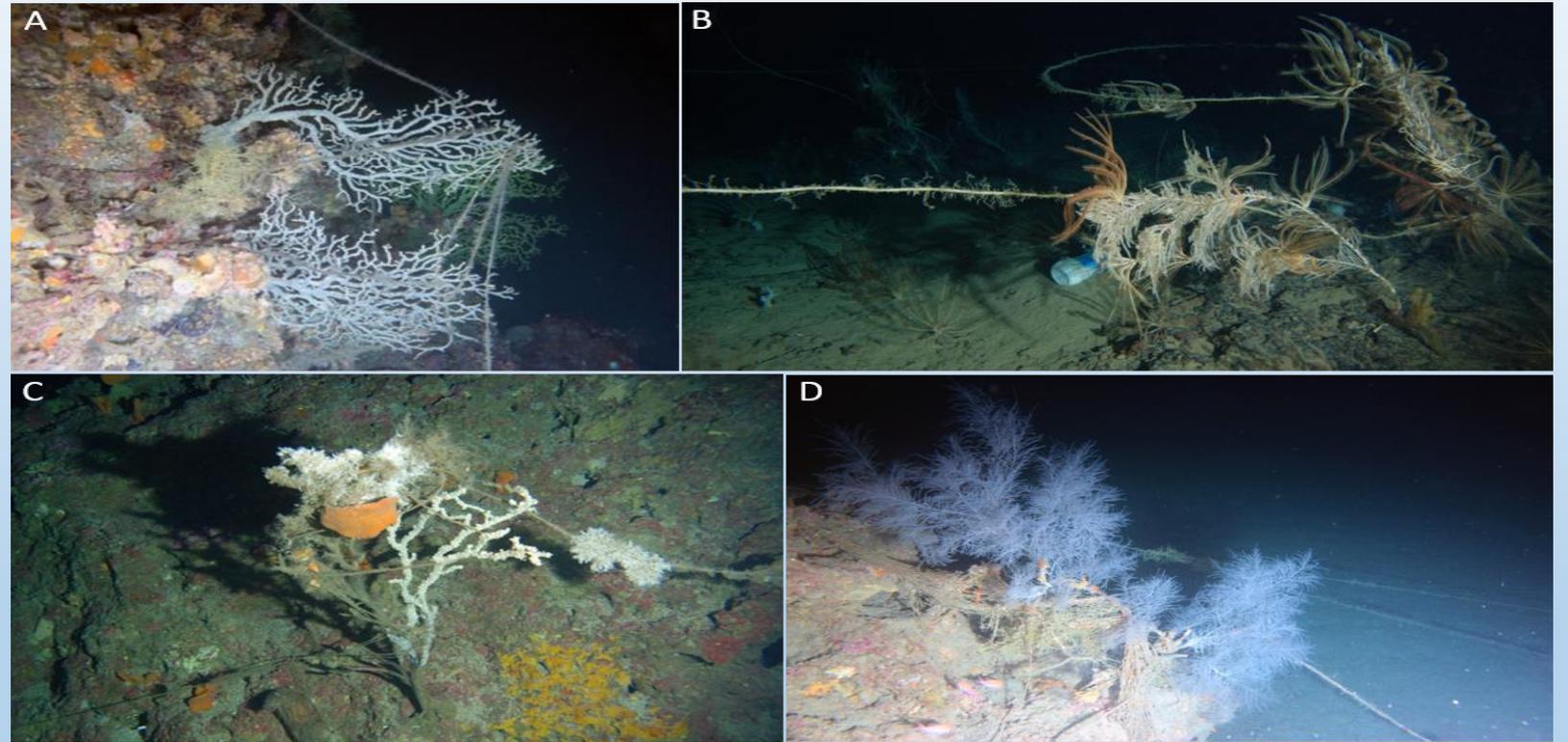


Fig. 4 – Example of **entangled benthic species**. A) Gorgonian colonies entangled and abraded by different fishing gear; B) Colonies of gorgonian (*Callogorgia verticillata*), hosting Crinoids (*Leptometra phalangium*), entangled and pulled by line; C) Old long line entangling a coral colony, probably causing coral mortality. Zoanthid *Savalia savaglia*, polychetes *Filograna implexa*, sponges *Poecillastra compressa* and gastropods occurring on its dead parts; D) Fishing line entangled on the black coral (*Antipathella subpinnata*) peeling off the tissue of the gold coral, causing colony loss and Mechanical scouring effect. Photo by Simonepietro Canese

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press



Fig. 5 - Example of **ghost fishing**. Entangled crab (A) and fish (B) in lost net; (C) Lost net in working position may continue to fish prey that will never be collected. Photo by Simonepietro Canese.

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press

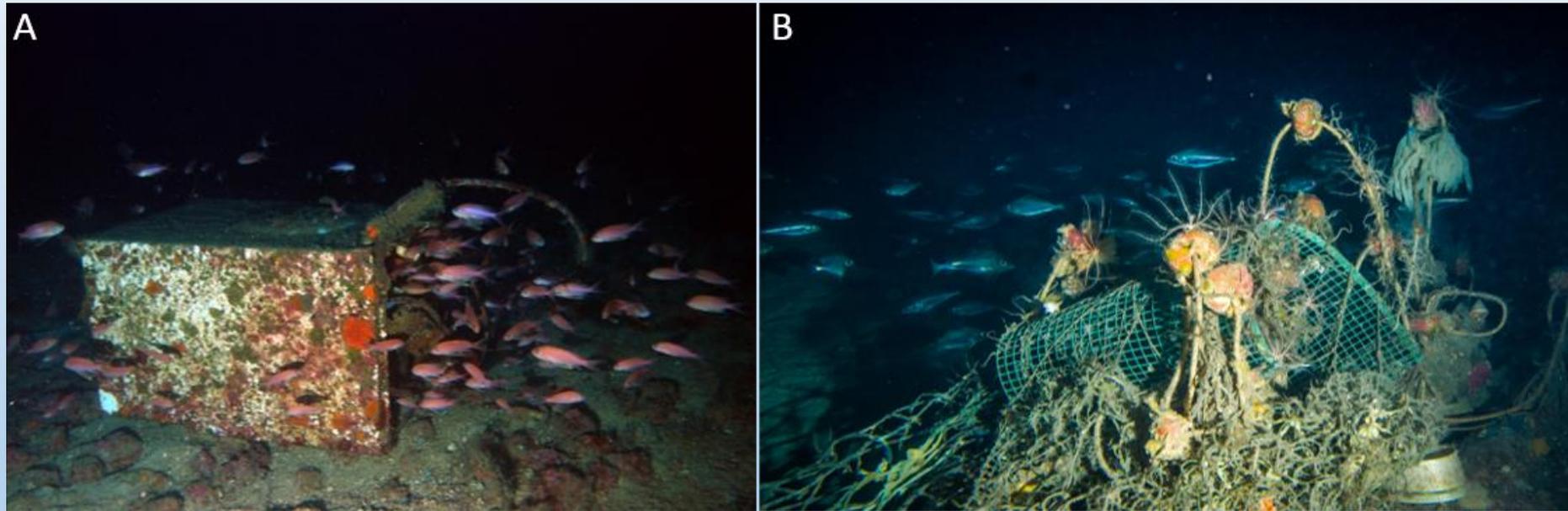


Fig. 6 - Example of **use of marine litter as new substrate or refuge/shelter**. A) An old bin completely covered by encrusting species provides shelter to fish (*Anthias anthias*); B) A pile of lost fishing pots and nets attracts fishes in an environment lacking of other erected structures and is colonized by other taxa, such as crinoids, sponges, mollusks, squid eggs, that exploit these new artificial structures. Photo by Simonepietro Canese.

Extrait du protocole

catalogue d'images d'interactions

Angiolillo *et al*, in press

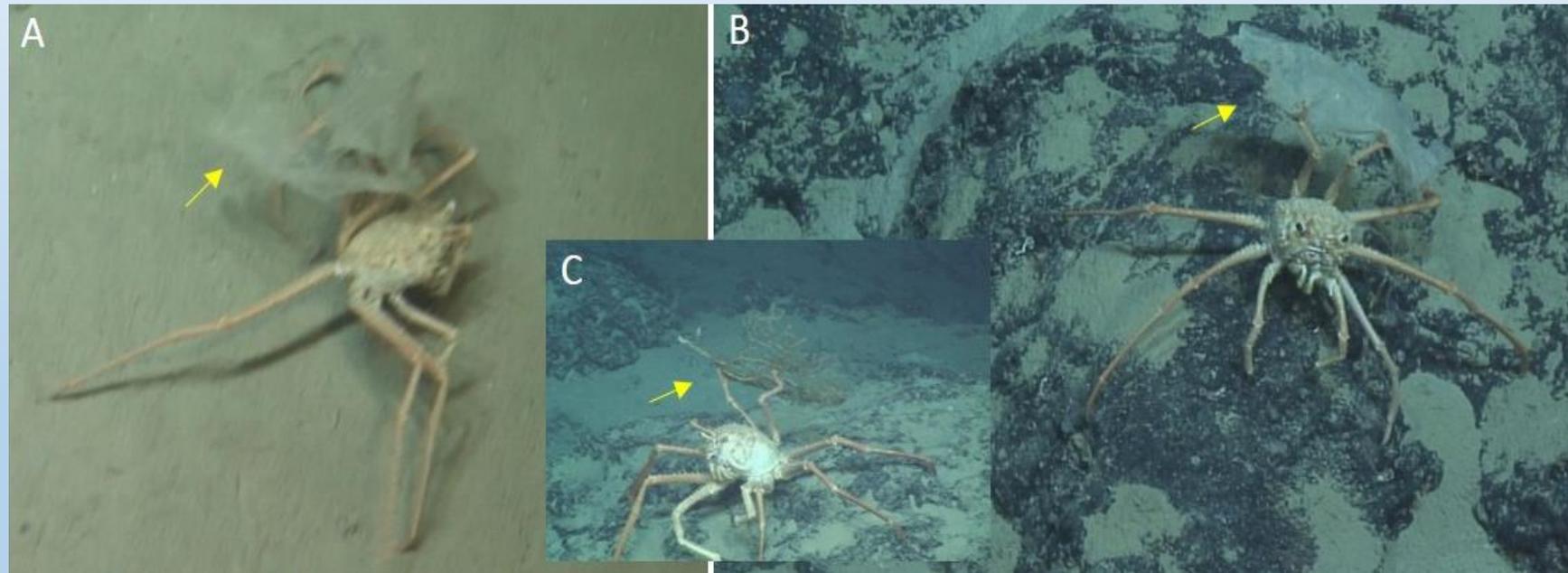


Fig. 7 - Example of **Adaptive behavior**. A-B) The crab *Paromola cuvieri* was observed carry plastic on its exoskeleton (yellow arrow), instead of usual sponges or gorgonians (7C, yellow arrow). Photo by RAMOGE Exploration 2018.



Merci de votre attention et de
votre coopération