

Problèmes liés à l'accueil des super-yachts et des navires de croisière

Marc VERLAQUE^{1*}, Enric BALLESTEROS², Aurélie BLANFUNÉ¹,
Charles-François BOUDOURESQUE¹, Jean-Marie DOMINICI³,
Olivier DURIEZ⁴, David GRÉMILLET⁴, Alexandre MEINESZ⁵,
Gérard PERGENT⁶, Christine PERGENT-MARTINI⁶, Enric SALA⁷,
Thierry THIBAUT¹

¹Aix Marseille Université et Université de Toulon, CNRS, IRD, Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO), UM 110, 13009 Marseille, France.

²Centre d'Estudis Avançats de Blanes, CSIC, Blanes, Espagne.

³Réserve naturelle de Scandola, Parc naturel régional de Corse, 20245 Galeria, France.

⁴CEFE, Université de Montpellier, CNRS, EPHE, IRD, Université Paul-Valéry-Montpellier 3, 34090 Montpellier, France.

⁵Laboratoire CNRS UMR 7035 « ECOSEAS », Faculté des Sciences, Université Côte d'Azur, Parc Valrose 06108 Nice CEDEX 2, France.

⁶Università di Corsica Pasquale Paoli, UMR SPE 6134, 20250 Corte, France.

⁷National Geographic Society, Washington, DC, USA.

*Contact : marc.verlaque@mio.osupytheas.fr

Résumé. Depuis les années 1970, la Grande Plaisance et la Croisière connaissent un essor continu partout dans le monde. Les côtes sauvages les plus préservées, et les sites les plus prestigieux sont devenus des destinations très convoitées. Au cours des dernières décennies, le nombre d'études sur les nuisances causées par ces navires a fortement augmenté. Nous synthétisons ici ces travaux et présentons les problèmes majeurs liés à ce secteur d'activité. Les super-yachts de plaisance, les navires de croisière de petite capacité (moins de 300 passagers), qualifiés parfois de "yachts d'exploration", et les navires de croisière géants transportant plusieurs milliers de passagers et de membres d'équipage, véritables "villes flottantes", sont des sources importantes de nuisances qui suscitent des inquiétudes croissantes : destruction d'habitats, perturbations physiques, pollutions diverses (atmosphériques, marines, visuelles, sonores et lumineuses), et sur-fréquentation des destinations. Des preuves sans équivoque montrent que les super-yachts, les navires de croisière de petite capacité, et les navires de croisière géants menacent l'intégrité et le fonctionnement des écosystèmes côtiers, la valeur patrimoniale des sites et d'autres activités économiques. Ce travail recense et discute les multiples problèmes posés par la présence de ces grands navires en milieu côtier, en lien avec les Directives européennes et nationales élaborées dans le but de maintenir ou de restaurer un bon état écologique et un bon fonctionnement des écosystèmes marins.

Mots-clés: aires marines protégées, aménagement, ancrage, artificialisation du littoral, biodiversité, conservation, gestion, mouillage, navires de croisière, nuisances, pollutions, super-yachts.

Abstract. Problems related to hosting super-yachts and cruise ships. Since the 1970s, there has been a constant spread of cruising by super-yachts and cruise ships worldwide. The best-preserved wild coasts and the most prestigious sites have become increasingly prized destinations. Over the last decades, there has been a sharp increase in the number of studies on the nuisances caused by these ships. Here, we have carried out a survey of these studies to highlight the major problems related to this sector of activity. Super-yachts, small-capacity liners (less than 300 passengers), sometimes

referred to as "Explorer yachts", and giant cruise ships carrying several thousand passengers and crew, real "floating cities", are major sources of nuisances causing growing concern: the destruction of habitats, physical disturbances, various forms of pollution (atmospheric, marine, visual, sound, and light), and the overcrowding of destinations. There is unequivocal evidence that super-yachts, small-capacity liners, and giant cruise ships threaten the integrity and functioning of coastal ecosystems, the heritage value of sites, and other economic activities. This work focuses on the multiple problems posed by the presence of these large ships in the coastal environment, in relation with the European and national Directives drafted with the aim of maintaining or restoring a good ecological state and a good functioning in marine ecosystems.

Keywords: anchoring, biodiversity, coastal artificialization, conservation, cruise ships, development, mooring, nuisances, pollution, management, marine protected areas, super-yachts.

1. Introduction

A l'échelle mondiale, le tourisme de croisière est en croissance rapide. De 2016 à 2019, la demande mondiale de croisières a augmenté de 18 % (Kalaydjian et Bas, 2022). Sur les cinq ou six dernières années précédant la crise sanitaire de la COVID 19, la construction maritime française a enregistré une croissance significative, surtout due aux commandes de navires de croisière. De 1990 à 2020, le taux d'accroissement annuel du nombre de croisiéristes a été estimé à 6.63 % : 8.7 millions, en 2007, plus de 25 millions en 2018, avant la crise de la COVID 19 (Carić et Mackelworth, 2014 ; Carić *et al.*, 2019 ; Cruise Market Watch, 2021 ; Lloret *et al.*, 2021). En France, de 2008 à 2019, le nombre de croisiéristes embarqués a augmenté de 140 %, avec une progression notable à Marseille : 57 % des embarquements en Méditerranée en 2019, contre 34 % en 2008 (Kalaydjian et Bas, 2022).

La catégorie « Grande Plaisance » regroupe les super-yachts, c'est-à-dire les navires de plaisance, à voile ou à moteur, de plus de 24 mètres de long (compte tenu de l'évolution récente des navires, le seuil minimal de longueur pour la Grande Plaisance tend à passer à 30 mètres) (Desse et Charrier, 2017). Parmi les super-yachts, on distingue les méga-yachts (de 50 à 75 m de long) et les giga-yachts (au-dessus de 75 m de long). Ces super-yachts privés sont souvent exploités commercialement, en location à la semaine ou utilisés comme hôtels de luxe lors de grands évènements tels que le Grand Prix automobile de Monaco ou le Festival de Cannes (Salle, 2021). A l'instar de la Croisière, le marché de la Grande Plaisance est aussi en expansion rapide (Carreño et Lloret, 2021). Avec 200 nouveaux super-yachts mis à l'eau au cours des neuf premiers mois de 2021, les ventes ont progressé de plus de 8 % par rapport à la même période de 2019 (Chicheportiche, 2021). Les 2/3 de la flotte de super-yachts fréquentent les eaux méditerranéennes au moins huit mois sur douze (Tabl. I), et 70 % des contrats de location de super-yachts dans le monde concernent la Méditerranée (Cappato *et al.*, 2011 ; Piante et Ody, 2015 ; Salle, 2021). De plus en plus nombreux, ces super-yachts

sont aussi de plus en plus grands. En 2020, le record de longueur était tenu par le giga-yacht "Azzam" et ses 180 mètres de longueur (Fig. 1).

Il en va de même pour les navires de croisière géants qui, pour les deux plus grands en 2022, le "Symphony of the Seas" (Fig. 2) et le "Wonder of the Seas", affichent 361 et 362 m de long, près d'une vingtaine de ponts, et peuvent accueillir près de 10 000 personnes (environ 2/3 de passagers pour 1/3 d'équipage) (Lloret *et al.*, 2021 ; Royal Caribbean International, 2023).



Figure 1. Le giga-yacht "Azzam" (Lallemand, 2021).

Une troisième catégorie doit être considérée, ce sont les navires de croisière dits de petite capacité (moins de 300 passagers), parfois appelés "yachts d'exploration" ou "yachts d'expédition" (longueur généralement comprise entre 50 et 150 m), et qui sont exploités par les compagnies sur le créneau des croisières d'exploration de luxe dites de "*découvertes au plus près d'une nature préservée et de cultures ancestrales*".

Tableau I. Évolution du nombre de super-yachts (> 30 m) dans le monde (Salle, 2021).

Année	1988	1998	2008	2018
Nombre	966	1 643	3 290	4 950



Figure 2. Le "Symphony of the Seas" (Croisières Méditerranée.com, 2022).

2. Nuisances de la Grande Plaisance et de la Croisière

Au niveau de l'environnement, les gestionnaires et les administrations s'inquiètent surtout de l'impact des ancrages sur l'intégrité des écosystèmes benthiques, et plus particulièrement des herbiers sous-marins (Montefalcone *et al.*, 2006 ; Sagerman *et al.*, 2020). Malheureusement, durant les phases de mouillage mais aussi de navigation, les super-yachts et les navires de croisière engendrent d'autres nuisances qui affectent significativement aussi bien l'environnement que la société et les autres activités économiques (cf. par exemple : Herz et Davis, 2002 ; Davenport et Davenport, 2006 ; Copeland, 2008 ; Brida et Zapata, 2010 ; Carić, 2010 ; Brida *et al.*, 2012 ; Carić et Mackelworth, 2014 ; Lamers *et al.*, 2015 ; MacNeill et Wozniak, 2018 ; Carić *et al.*, 2019 ; Huang, 2019 ; Qian, 2019 ; Randone *et al.*, 2019 ; Kovačić et Silveira, 2020 ; Salle, 2021, et surtout les très complètes synthèses bibliographiques de Carreño et Lloret, 2021, sur la plaisance, et Lloret *et al.*, 2021, sur la Croisière). Les différentes nuisances que nous allons développer ci-dessous, augmentent généralement avec la taille et l'ancienneté des navires.

2.1. Impact de l'ancre

L'ancre des navires est à l'origine de nombreuses perturbations mécaniques (abrasion, écrasement et arrachage des organismes vivants fixés, déstructuration des habitats, compactage du substrat) et de nuisances (remise en suspension des sédiments et des polluants, accroissement de la turbidité, envasement). L'impact environnemental des ancrages est proportionnel à la taille des navires (Milazzo *et al.*, 2004). Cette situation est préoccupante à l'échelle mondiale, notamment pour les super-yachts et les navires de croisière de petite capacité qui fréquentent préférentiellement les plus beaux sites

naturels et notamment les aires marines protégées (AMP). Ainsi par exemple, en 2016, le "Tatoosh", un giga-yacht de 92 m de long, a détruit près de 1 300 m² d'un récif protégé des Caraïbes, et, en février 2020, au Belize, le "Samadhi", un méga-yacht de 61 m de long, a saccagé un récif corallien protégé par l'UNESCO (MailOnline, 2016 ; The Weather Channel, 2020 ; Salle, 2021).



Figure 3. Super-yacht au mouillage dans le golfe de Sant'Amanza (Corse), été 2020 (© G. Pergent et C. Pergent-Martini).

Cet impact est bien documenté pour les herbiers de posidonie (*Posidonia oceanica*) (Diviacco et Boudouresque, 2012 ; Medtrix, 2019). Une analyse de la fréquentation des super-yachts sur le littoral méditerranéen français (période : 2010-2018) a montré que 30 % des habitats côtiers (de 0 à 80 m de profondeur) subissaient une pression d'ancrage de la part de ces navires (24 % dans l'herbier de posidonie et 13 % sur les fonds de 0 à 10 m) (Medtrix, 2019). En 2018, près de 2 000 super-yachts ont été observés le long des côtes de la Corse, dont 44 % dans la partie sud de l'île (Bouches de Bonifacio), et 77 % étaient ancrés sur des herbiers de posidonie (Fontaine *et al.*, 2019). Avec l'augmentation récente du nombre de super-yachts, les destructions d'herbiers de posidonie ont progressé dangereusement. Lors des deux dernières décennies, certains secteurs ont perdu plus de 100 ha d'herbier vivant (Golfe-Juan : 225 ha perdus entre 2006 et 2018 ; golfe de Saint-Tropez : 145 ha perdus entre 2010 et 2018) (Medtrix, 2019). En Corse, dans la Réserve naturelle des Bouches de

Bonifacio, le golfe de Sant'Amanza abrite 650 ha d'herbier de posidonie vivant et 73 ha détruits par l'ancrage, principalement devant la plage de Balistra, un des sites les plus fréquentés du golfe. Dans ce secteur, en moins de 10 ans, le nombre de super-yachts a explosé : de moins de 10 unités par an en 2010-2012 à plus de 60 en 2018 (avant la crise de la COVID 19) (Fig. 3). De 2011 à 2022, les dégâts engendrés par l'ancrage ont été spectaculaires : près de 17 ha d'herbier de posidonie ont été détruits sur les 59 ha présents (Pergent-Martini *et al.*, 2022a,b) (Fig. 4 et 5).

Compte tenu de cette situation et dans le but de réduire l'impact de l'ancrage des grands navires sur les habitats marins, la Préfecture Maritime de la Méditerranée a pris l'arrêté N°155/2016 réglementant le mouillage des grands navires (giga-yachts ≥ 80 m de longueur et autres types de navires de jauge brute supérieure ou égale à 160 tonneaux ou de longueur supérieure ou égale à 45 mètres) (Préfecture Maritime de la Méditerranée, 2016). Les capitaines sont désormais tenus de demander une autorisation de mouillage à une autorité décisionnaire agissant au nom du préfet maritime et à ancrer leur navire dans des zones dédiées.



Figure 4. Golfe de Sant'Amanza (Corse), herbier de posidonie (*Posidonia oceanica*) saccagé par un ancrage de super-yacht (© G. Pergent et C. Pergent-Martini).

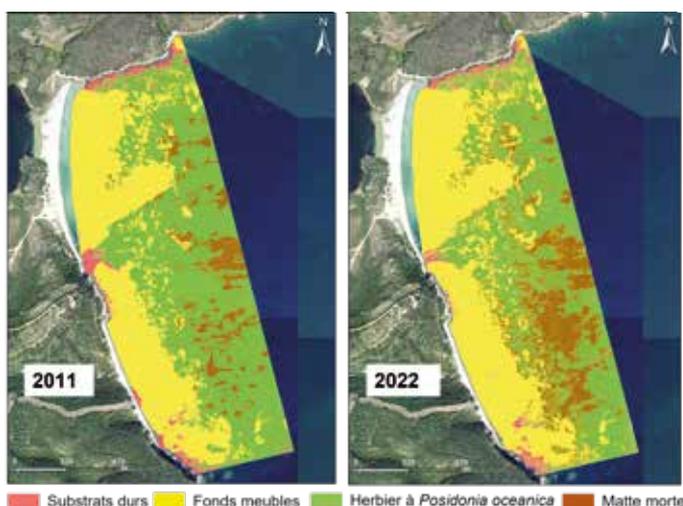


Figure 5. Golfe de Sant'Amanza (Corse), évolution de la nature des fonds devant la plage de Balistra de 2011 à 2022 (Pergent-Martini *et al.*, 2022b).

Dans le Golfe de Sant'Amanza, l'action conjuguée de l'arrêté précédent (modifié par l'arrêté préfectoral 206/2020 de la Préfecture Maritime de la Méditerranée, 2020), des restrictions de circulation liées à la COVID 19, de l'installation d'une zone de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) de 60 ha, avec 14 corps-morts éco-conçus, et d'une interdiction d'ancrage des super-yachts, a permis de réduire la pression annuelle d'ancrage sur l'herbier, sans toutefois la supprimer (près d'une dizaine de super-yachts encore ancrés sur l'herbier en 2021) (Pergent-Martini *et al.*, 2022a,b).

Bien que plusieurs autres écosystèmes côtiers méditerranéens soient impactés par l'ancrage des navires, un seul autre, le coralligène, a été pris en compte, quoiqu'insuffisamment, dans l'évaluation de cet impact (Medtrix, 2019).

Outre l'ancrage, les impacts des bouées d'amarrage traditionnelles doivent également être pris en compte. En effet, lors des tempêtes ou d'une mauvaise utilisation du mouillage, les corps-morts reliés à une chaîne lourde peuvent être déplacés et traînés sur le fond, causant aussi des destructions importantes d'herbier (pilonnage, arasement, érosion) (Robert, 1983 ; La Manna *et al.*, 2015).

Parallèlement, d'autres mesures ont été prises pour réduire l'impact de l'ancrage, comme les applications gratuites DONIA (Medtrix, 2019) et Nav&Co (https://www.life-marha.fr/application_Nav&Co) qui aident à choisir les zones les plus propices à l'ancrage en localisant les écosystèmes fragiles à éviter (herbiers sous-marins et récifs coralligènes), la création de zones de mouillage organisé (ZMO) et de zones de mouillage et d'équipements légers (ZMEL) avec

interdiction d'ancrage, ou encore l'installation de coffres d'amarrage pour les plus grosses unités (Diviacco et Boudouresque, 2012 ; Reed, 2016).

2.2. Emprise sur le milieu naturel

La navigation et le stationnement, sur ancres ou sur coffres d'amarrage, de super-yachts et de navires de croisière très près des côtes et sur des fonds inférieurs à 30 m représentent une emprise considérable sur le milieu naturel (Fig. 6A). Par exemple, dans la baie de Sanary sur mer (Provence), le coffre alloué aux navires de croisière est installé à seulement 14 m de profondeur (Préfecture du Var, 2020 ; Préfecture Maritime de la Méditerranée, 2021b ; Fig. 6B). Lorsqu'ils sont au mouillage, l'aire d'évitement de ces grands navires peut couvrir une surface de plusieurs centaines de mètres de diamètre (Fig. 6B).



Figure 6A. Un imposant navire de croisière fait escale à Sanary-sur-Mer (Provence), 3 octobre 2010 (D.D., 2010).

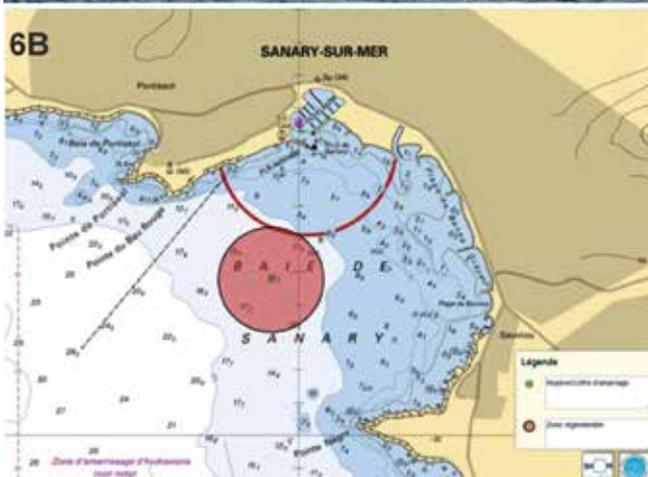


Figure 6B. Localisation du coffre d'amarrage de la baie de Sanary-sur-Mer et de sa zone réglementée de 300 m de rayon (Préfecture Maritime de la Méditerranée, 2021b).

Les manœuvres des navires, la mise à l'eau d'annexes, les opérations de débarquement et d'embarquement, les animations, ainsi que les rotations des navettes d'avitaillement, augmentent l'emprise de ces activités touristiques sur l'environnement. Cette emprise, près des côtes et sur de très faibles profondeurs, est une source de nuisances multiples et d'effarouchement pour les espèces marines et aériennes, donc une entrave à leurs comportements naturels (par exemple : survie à la prédation, comportement alimentaire, cycle reproducteur, migration) et au bon fonctionnement des écosystèmes.

2.3. Turbulences et vibrations

Les moteurs principaux et les propulseurs d'étrave et de poupe des super-yachts et des navires de croisière engendrent des perturbations (sillage, remous, turbulences, zones de dépression ou de cavitation, etc.) qui peuvent avoir un impact sur les espèces, sur les écosystèmes et sur l'intégrité des fonds marins (Scarpa *et al.*, 2019). Ils peuvent aussi mettre en suspension de grandes quantités de sédiments, plus ou moins pollués, qui augmentent la turbidité et peuvent retomber sur les habitats environnants (Jones, 2011) (Fig. 7). Ces nuisances sont corrélées positivement à la puissance des moteurs et à la vitesse.



Figure 7. Turbulences et turbidité engendrées par les propulseurs d'un navire de croisière (Living with Harmony, 2020).

2.4. Pollution sonore aérienne et sous-marine

L'introduction en mer de bruits impulsifs ou continus d'origine anthropique est reconnue internationalement comme une pollution susceptible d'entraîner des effets nuisibles sur les ressources vivantes

et les écosystèmes. L'article 3(8) de la **Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin** de l'Union Européenne les énumère : appauvrissement de la biodiversité, risques pour la santé humaine, obstacles pour les activités maritimes et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs, ainsi que les autres utilisations légitimes de la mer, et réduction de la valeur d'agrément du milieu marin, ou globalement altération de l'utilisation durable des biens et des services marins (Casier, 2022). La pollution sonore, omniprésente sur les routes maritimes très fréquentées, est engendrée par les moteurs des navires, les animations à bord, et les activités nautiques annexes de plus en plus diversifiées (vedettes, jet-skis, sous-marins de loisirs, parachutes ascensionnels, etc.) (Schneider et Glotin, 2022) (Fig. 8). Un exemple emblématique de perturbations sonores et de dérangement nous est donné par les norias de vedettes de promenade et d'annexes de navires de croisière, chargées de touristes, qui partent à l'assaut de sites naturels exceptionnels, comme cela s'est produit dans la Réserve naturelle de Scândula (Boudouresque *et al.*, 2021).

Depuis 1950, on estime que ce type de pollution marine a doublé tous les 10 ans (Demoor *et al.*, 2022). Les preuves sur les effets négatifs du bruit en mer sur une large variété d'organismes marins (mammifères, poissons, oiseaux, reptiles, invertébrés) se sont accumulées au cours des dernières années. Les conséquences possibles de la pollution sonore vont du masquage acoustique aux dommages physiologiques, en passant par la modification du métabolisme, ou encore l'entrave de l'embryogénèse, sans oublier les modifications comportementales incluant : l'augmentation de la vigilance, l'évitement, l'abandon de l'habitat, la modification de la structure du groupe ou de l'état d'activité, la réduction de l'alimentation, l'altération du comportement social et des communications (cf. les synthèses bibliographiques de Persohn *et al.*, 2020 et de Pavan, 2022). Dans les zones très fréquentées, le passage continu des yachts et des navires de croisière provoque des niveaux sonores récurrents qui peuvent affecter la faune marine (y compris les oiseaux et les mammifères), aboutissant potentiellement à la création de véritables zones d'exclusion (Cominelli *et al.*, 2018 ; Balmond, 2022). Ainsi, dans le parc national de Port-Cros, la fréquentation journalière des grands dauphins (*Tursiops truncatus*) est négativement corrélée avec la fréquentation nautique (Di Iorio et Gervaise, 2015 ; Barcelo et Peirache, 2022). De même, les effets négatifs du bruit sur la communication acoustique et le succès de la ponte de poissons (Gobiidae), cruciaux pour la reproduction des espèces, ont été mis en évidence dans des conditions de laboratoire (de Jong *et al.*, 2018). *In situ*, des perturbations du recrutement et de la distribution des post-larves et des juvéniles de plusieurs autres espèces de poissons (Sparidae) ont été corrélées avec le niveau de pollution sonore et la fréquentation nautique (Di Franco *et al.*, 2023). Enfin, les risques de collision avec les cétacés et les tortues sont accrus par la pollution sonore qui interfère avec la communication entre individus et empêche

les animaux de détecter les menaces (Erbe *et al.*, 2018). Les *hot-spots* méditerranéens du bruit sous-marin chevauchent plusieurs aires marines protégées et des aires importantes pour les mammifères marins sensibles au bruit (Carić *et al.*, 2019).

Les altérations environnementales engendrées par le bruit sous-marin ne se limitent pas à la faune. En aquarium, les sons à basse fréquence altèrent les statocystes des posidonies. Statocystes qui jouent un rôle important dans le géotropisme des rhizomes et des racines. Le nombre de grains d'amidon (réserves) est diminué, et les fungi symbiontes des racines sont dégradés (Solé *et al.*, 2021).

Pour limiter la pollution sonore, la Préfecture maritime de la Méditerranée a publié l'arrêté du 6 juillet 2021 qui précise que *"l'émission par un navire de bruit au-dessus de la surface de la mer doit se limiter à celui correspondant à son mode normal de navigation. Les perturbations que peuvent engendrer des émissions sonores effectuées à des fins de loisir ou récréatives à moins de trois milles marins du rivage, tant pour la sécurité des autres navires que la tranquillité publique et l'environnement marin, sont assimilées à du bruit de voisinage. En conséquence, le capitaine du navire et ses occupants veilleront à éviter les nuisances sonores de ce type et susceptibles de porter atteinte à l'environnement immédiat. Il en est de même de toute diffusion de sons amplifiés pouvant porter atteinte à la tranquillité publique"* (Préfecture Maritime de la Méditerranée, 2021b ; Duchesne, 2022). Mais l'application de ce type d'arrêté est problématique, car le seuil limite du bruit est laissé à l'appréciation du capitaine et les infractions sont difficiles à caractériser.



Figure 8. Activités nautiques annexes des super-yachts et des navires de croisière : par exemple, planche à voile et ski nautique.
https://ivoya.com/luxury_cruises/images/sportsdeck.jpg.

2.5. Pollution lumineuse aérienne et sous-marine

La pollution lumineuse pose des problèmes aux organismes qui ont besoin d'obscurité pour échapper aux prédateurs, pour s'alimenter ou pour se reproduire (Longcore et Rich, 2004 ; Brüning *et al.*, 2015). Elle peut aussi interférer avec la lumière naturelle lors des migrations quotidiennes et saisonnières. La nuit, le phénomène est positivement corrélé avec la taille et le nombre de navires au mouillage dans les eaux côtières (Hölker *et al.*, 2010). La création d'un "clair de lune" permanent par les lumières des navires peut perturber les migrations verticales du zooplancton, des céphalopodes, des poissons et potentiellement d'autres espèces marines (Longcore et Rich, 2004) (Fig. 9). Les super-yachts et les navires de croisière, très éclairés sur une mer sombre, peuvent désorienter les oiseaux marins qui volent bas et se déplacent la nuit, entraînant des collisions (Black, 2005 ; Merkel et Johansen, 2011 ; Glass et Ryan, 2013 ; Ryan *et al.*, 2021). Par exemple, l'utilisation de lumières artificielles la nuit peut entraîner des mortalités de Procellariidae (pétrels), l'une des familles d'oiseaux les plus menacées au monde. Lors de leurs premiers vols, certains oisillons seraient attirés ou désorientés par la lumière artificielle (Rodríguez, *et al.*, 2017).



Figure 9. Navire de croisière de nuit (©Logan/Depositphotos.com).
<https://fr.depositphotos.com/stock-photos/croisi%C3%A8re-nocturne.html>.

Selon l'arrêté du 6 juillet 2021 de la Préfecture Maritime de la Méditerranée: "Au regard des impératifs de sécurité maritime et de préservation de la biodiversité, l'éclairage des navires doit se limiter au strict nécessaire. Afin de limiter la pollution lumineuse génératrice, la nuit, de pertes des repères de navigation et de perturbation de la faune et de la flore marines, il est interdit d'utiliser toute source lumineuse non indispensable à la navigation et à la vie à bord. A ce titre, les dispositifs destinés à illuminer les fonds marins sont prohibés trois heures après le coucher du soleil" (Préfecture maritime de la Méditerranée, 2021b ; Duchesne, 2022). Pour l'éclairage aérien, les difficultés d'application de cet arrêté contre la pollution lumineuse sont les mêmes que précédemment : seuil limite d'éclairage laissé à l'appréciation du capitaine et donc infractions très difficiles à caractériser. En revanche, l'éclairage sous-marin à l'aide de LEDs bleues, très en vogue sur les super-yachts, peut être facilement repéré et sanctionné, si toutefois l'infraction est constatée. Malheureusement, probablement très peu d'infractions doivent être constatées vu les moyens limités de surveillance et le nombre très élevé de super-yachts et de sites fréquentés.

2.6. Collisions avec la mégafaune

À l'échelle mondiale, les collisions avec de gros navires représentent une menace mortelle pour les cétacés et les tortues marines (Cates *et al.*, 2017 ; IWC, 2022). Au moins onze espèces de cétacés dans le monde sont concernées par ce risque, dont le rorqual commun *Balaenoptera physalus* et le cachalot *Physeter macrocephalus* (David et Di-Méglio, 2010 ; Couvat, 2013). En Méditerranée, de 1972 à 2001, sur 287 carcasses de rorqual commun examinées, 46 avaient été tués par une collision avec un bateau. Une large part de ces collisions létales (82 %) a eu lieu dans le Sanctuaire Pelagos (Sanctuaire Pelagos, 2022) et dans les eaux adjacentes. Pour les 24 collisions où le navire responsable a pu être identifié, 15 étaient des ferrys rapides (navire à grande vitesse, NGV), 4 des navires marchands, 3 des ferrys, et 2 des yachts (Panigada *et al.*, 2006). Dans une étude équivalente effectuée sur une plus longue période (de 1972 à 2009), toujours dans le Sanctuaire Pelagos et à ses abords, Di Meglio *et al.* (2010) ont recensé 60 collisions avec des rorquals communs, et 5 avec des cachalots, avec, en moyenne, 1.51 animal tué par an, 2.2 % d'animaux vivants photo-identifiés arborant des marques de collision certaines et 2.6 % des marques probables. Sur 40 cas de collision dont le type de navire était connu : 25 concernaient des car-ferreries, des rouliers à passagers ou des paquebots, 6 des navires marchands, 4 des navires à grande vitesse, et 5 des yachts.

La vitesse des navires constitue un facteur aggravant (David et Di-Méglio, 2010 ; Di-Meglio *et al.*, 2010). Au-delà de 19.4 nœuds (36 km.h⁻¹), le risque de mortalité est de 100 % (De Vries *et al.*, 2022). La vitesse de croisière d'un navire comme le "Symphony of the Seas"

est de 23 nœuds (41.6 km.h⁻¹) ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Symphony of the Seas](https://fr.wikipedia.org/wiki/Symphony_of_the_Seas)), celle des navires de croisière dits de petite capacité est plus faible et généralement comprise entre 15 et 20 nœuds (29 et 37 km.h⁻¹) (par exemple : <https://www.ponant.com>). En revanche, la possibilité d'atteindre des vitesses élevées à très élevées (30 à 70 nœuds, soit 55.5 à 130 km.h⁻¹) est une des caractéristiques classiques des super-yachts (<https://itayachtscanada.com/fr/the-15-largest-fastest-yachts-in-the-world>).

Les spécialistes estiment que chez les rorquals communs, seulement 1 à 2 cas de décès par collision sont identifiés sur un total probable de 8 à 40 suivant les modélisations (De Vries *et al.*, 2022). Selon Sèbe *et al.* (2023), en Méditerranée, il y a une forte probabilité pour que la mortalité du rorqual commun due aux collisions avec les bateaux et aux engins de pêche ait dépassé le niveau critique au-delà duquel il y a risque de déclin de la population.

Par ailleurs, les bulles générées par le sillage d'un navire à grande vitesse constituent, pendant 2-3 heures, un barrage infranchissable pour les baleines.

Pour diminuer le risque de collision, le système REPCET informe les navires entre eux des positions des grands cétacés observés sur leur route de navigation (Couvat, 2013 ; Meinez, 2021).

2.7. Pollution visuelle

La circulation et le stationnement des super-yachts et des navires de croisière à proximité de la côte entraînent une pollution visuelle, une dénaturation du paysage et une dépréciation des sites touristiques (Fig. 10).

Une autre conséquence est une sorte d'appropriation "rampante" de l'espace (*ocean grabbing*) (Bennett *et al.*, 2015 ; Salle, 2021). La création de ZMO et de coffres d'amarrage ne fait qu'institutionnaliser l'occupation de l'espace naturel. Devant certaines plages, comme Pampelonne (Var) ou Sant'Amanza (Corse), le touriste ne voit plus la mer, mais un "mur" de yachts et de super-yachts (Boudouresque, 2021 ; Salle, 2021 ; Pergent-Martini *et al.*, 2022).



Figure 10. Navire de croisière à Venise (Stouhi, 2021).

2.8. Rejets atmosphériques

"Dans le port de Marseille, avec le paquebot de la Royal Caribbean "Allure of the Seas", le plus grand bateau de croisière du monde, qui accueille à son bord 5 230 passagers et 2 300 membres d'équipage, c'est une petite ville qui arrive. Les moteurs ne s'arrêtent pas de tourner pour alimenter les besoins des passagers et faire fonctionner les 25 restaurants, quatre piscines, deux simulateurs de surf ou encore la patinoire. Ce paquebot produit 80 mégawatts pour l'énergie à bord et 60 pour la propulsion, simplement en brûlant du diesel, entraînant le rejet d'oxydes de soufre, d'oxydes d'azote et de particules fines. C'est surtout le type de carburant utilisé que dénoncent les défenseurs de l'environnement : du fioul lourd, très chargé en soufre, à 3.5 %, jusqu'à 3 500 fois plus polluant que les voitures, sans que les moteurs soient équipés de filtres à particules" (Breton, 2020).

Le trafic maritime est une source importante d'aérosols en Méditerranée occidentale (Schembari *et al.*, 2014). Les rejets atmosphériques des navires contiennent du CO₂, des particules fines, des oxydes de soufre et des oxydes d'azote (Fig. 11 et 12) (Ćelić *et al.*, 2014 ; Ruiz-Guerra *et al.*, 2019). Les navires de croisière en escale consomment, en moyenne, trois fois plus d'énergie par heure que les pétroliers, et six fois plus que les porte-conteneurs (Osipova *et al.*, 2021). Par exemple, en 2013, plus de 2 500 tonnes d'oxydes d'azote (NO_x), de dioxyde de soufre (SO₂) et de particules fines d'un diamètre inférieur à 2.5 micromètres (PM_{2.5}) ont été émises par les navires de croisière dans les cinq ports grecs les plus fréquentés

(Maragkogianni et Papaefthimiou, 2015). D'après le Secrétariat d'État chargé de la Mer (2023), à Marseille, les émissions de polluants atmosphériques liées au transport maritime (toutes activités confondues) représenteraient : 20 % des émissions d'oxydes d'azote (NOx), 70 % des émissions d'oxydes de soufre (SOx), et 2 % des émissions primaires de particules fines (PM10) et, en Méditerranée, la pollution atmosphérique due au trafic maritime serait responsable de 1 730 décès prématurés par an.

Contrairement à certains ports où un raccordement à un réseau électrique est possible, les navires au mouillage en milieu naturel (sur ancre ou sur coffre) n'ont aucun moyen de réduire leurs rejets atmosphériques, hormis par l'utilisation de *scrubbers* (cf. ci-dessous).

- CO₂

La flotte des 300 plus gros super-yachts en activité émet annuellement près de 258 000 tonnes de CO₂, soit autant, voire davantage que certains états d'Afrique ou du Pacifique (Salle, 2021). Selon le compte Twitter <https://twitter.com/YachtCO2tracker> qui suit les trajets des super-yachts et calcule leur coût environnemental, entre le 3 et le 9 septembre 2022, 59 super-yachts ont croisé autour de la Corse, brûlant environ 1 026 000 litres de carburant et émettant un total de 2 667 tonnes de CO₂ (Collectif Terra, 2022).

Selon Eijgelaar *et al.* (2010), en 2007, une croisière de 7 jours produisait en moyenne 1.2 à 1.3 tonnes de CO₂ par passager (soit environ 169 kg de CO₂ par jour et par passager), et les émissions mondiales de CO₂ des navires de croisière atteignaient près de 20 millions de tonnes de CO₂, soit 1.5 % des émissions mondiales dues au tourisme. Une étude équivalente mais plus récente, réalisée en mer Baltique, a mis en évidence des émissions plus faibles (84 kg de CO₂ par jour et par passager) en raison peut-être d'une technologie plus efficiente ou de types de navires différents (Olaniyi *et al.*, 2022). Cependant, en 2021, les émissions mondiales de CO₂ des navires de croisière ont été estimées à 3.0 % des émissions mondiales dues au tourisme, ce qui illustre la progression importante de cette activité lors de la dernière décennie (Manoharan et James, 2021). Si on y ajoute le CO₂ produit lors du transit des passagers et des équipages vers les ports de départ et à partir des ports d'arrivée, ce pourcentage doit être multiplié par 2 ou 3 (Walnum, 2011).

Comparé au trafic routier, un croisiériste produirait en CO₂ l'équivalent de 2.6 voitures à moteur thermique (Carić, 2011), et le secteur de la Croisière relarguerait 10 fois plus de carbone que tout le parc automobile européen (Ahmed, 2022). Suivant la taille et le carburant utilisé, la production de CO₂ d'un navire de croisière correspondrait à 12 000 à 350 000 voitures à moteur thermique (Klein, 2011).

- Particules fines, oxydes d'azote (NOx) et oxydes de soufre (SOx)

Un seul grand navire utilisant du fuel lourd émettrait une quantité de particules fines équivalente à celle émise par plusieurs milliers de voitures (Manoharan et James, 2021). Un navire de croisière de 3 300 passagers produirait en oxydes d'azote l'équivalent de 12 240 voitures à moteur thermique (3.7 voitures par passager) (Quentin, 2002) mais, en termes d'émission de particules fines et d'oxydes d'azote, un grand navire de croisière en escale (sans raccordement électrique à quai) polluerait autant qu'un million de voitures (FNE, 2018).

Selon une étude réalisée dans le port de Nice en 2019, un super-yacht qui utilise ses générateurs pour produire l'électricité du bord (puissance de motorisation auxiliaire : 200 kW), émettrait autant de particules fines que 1 000 voitures à moteur thermique norme EURO 5 (quel que soit le carburant), et autant de dioxyde d'azote que 263 (diesel) à 788 (essence) voitures à moteur thermique norme EURO 5 (Atmosud, 2019).

En France, l'instauration d'une zone ECA (zone à émissions contrôlées - carburants à 0.1 % de soufre) existe depuis le 1^{er} janvier 2015 en Manche et en mer du Nord. En Méditerranée, les navires utilisent toujours du fuel lourd à 0.5 % de soufre. Bien que la possibilité d'un passage anticipé en zone ECA en 2023 ait été évoqué, il n'est prévu qu'en 2025 (Secrétariat d'État chargé de la Mer, 2023). Dans certains ports européens, les carburants à 0.1 % de soufre sont exigés à quai, mais il y a encore beaucoup d'infractions et cette norme ne s'applique pas aux navires au mouillage (sur ancre ou sur coffre).



Figure 11. Rejets atmosphériques d'un navire de croisière ; Dubrovnik (Croatie), 2009 (Carić et Mackelworth, 2014).



Figure 12. Rejets atmosphériques d'un navire de croisière (Kovačić et Silveira, 2020).

Les compagnies de croisières et les armateurs espèrent réduire les rejets atmosphériques des futurs navires en appliquant des solutions alternatives à l'utilisation du fuel, comme les biocarburants ou le gaz naturel liquéfié (GNL). Par exemple, la compagnie *Carnival Corporation* a comme objectif une réduction d'émissions carbone de 40 % en 2030 et espère atteindre la neutralité carbone en 2050 (Carnival Corporation, 2023).

Tableau II. Production journalière de déchets et total pour 2009, l'exemple de Dubrovnik et de la Croatie (Carić, 2011 ; Carić *et al.*, 2019).

	Par passager et par jour	Total pour 3 000 passagers	Dubrovnik Total 2009	Croatie Total 2009
Déchets solides	4 kg	10.5 - 12 tonnes	1 777 tonnes	6 648 tonnes
Pollution de l'air (CO₂)	0.4 kg/km	1 203 kg/km	904 115 tonnes	1 063 835 tonnes
Eaux noires	40 litres	60 - 120 m ³	23 676 m ³	66 480 m ³
Eaux grises	340 litres	1 020 m ³	201 253 m ³	565 080 m ³
Eaux de cales	10 litres	30 m ³	5 919 m ³	16 620 m ³
Déchets chimiques	0.16 kg	390 - 480 kg	95 tonnes	266 tonnes

2.9. Rejets liquides

Un navire de croisière ou un super-yacht produit différents types de déchets liquides : les eaux noires, les eaux grises, les eaux de cales, les hydrocarbures, les eaux de *scrubbers*, les eaux de ballast,

les eaux traitées des piscines et des jacuzzis, etc. (Tabl. II). Les navires de croisière, toujours plus gigantesques et plus nombreux sur les mers et les océans, constituent de véritables cités flottantes dont la majeure partie des effluents liquides, même si certains sont traités, est rejetée directement dans le milieu marin (Breton, 2020).



Figure. 13. Rejet d'eaux polluées par le navire de croisière « *MSC Lirica* » devant Dubrovnik (Croatie) (Dr. A. Benovic *in* Carić et Mackelworth, 2014).

- Eaux noires et eaux grises

Les **eaux noires** ou eaux usées fécales proviennent des toilettes et des installations médicales. Les **eaux grises** proviennent des salles de bain, de la buanderie, des cuisines, des condensats de climatisation, des lavabos des salons, et du lessivage du bateau lui-même. Communément considérées comme moins polluantes que les eaux noires, elles sont en réalité aussi néfastes qu'elles pour l'environnement. L'évacuation des eaux noires par les yachts est à la fois un problème pour la santé et pour l'environnement (Moreau *et al.*, 2009). Les eaux noires et grises contiennent des substances chimiques (détergents, cosmétiques, huiles solaires, médicaments, stupéfiants, etc.), des déchets organiques et des pathogènes (parasites, bactéries et virus) qui peuvent être toxiques pour l'environnement ou dangereux pour la santé humaine (Gerba *et al.*, 2013 ; Westhof *et al.*, 2016 ; Carić *et al.*, 2019).

Il existe des stations d'épuration embarquées, mais de moindre efficacité que les installations terrestres en raison de la place à bord qui est limitée. Les installations de traitement *MSD* (*marine sanitation device*) traitent seulement les eaux noires. Les installations *AWT* (*advanced wastewater treatment system*) traitent les eaux noires et les eaux grises. Certaines stations de traitement *AWT* fournissent un haut

niveau de traitement biologique, de désinfection et d'élimination des matières solides. Cependant, les résidus contiendraient encore des niveaux trop élevés de nutriments, de métaux et d'autres produits chimiques à effets délétères sur la vie marine, sur les ressources marines, sur les mammifères marins et sur les humains consommateurs des produits de la mer (Klein, 2011). Lorsqu'il y a une station de traitement à bord, la production de boues après traitement peut atteindre 126 tonnes par semaine de croisière (Klein, 2011). Les résidus sont soit stockés à bord avant élimination à terre, soit rejetés dans le milieu marin (Butt, 2007).

Avec ou sans épuration, les navires de croisière et les super-yachts déverseraient à la mer plus d'eaux usées (principalement des eaux grises) que les autres types de navires (Bureau of Transportation Statistics, 2002 ; Copeland, 2008 ; Breton, 2020 ; Ahmed, 2022). Les quantités de déchets liquides par passager et par jour ont été évaluées à : 20 à 40 L d'eau noire ; 120 à 340 L d'eaux grises ; 10 L d'eau huileuse et 0.16 kg de déchets toxiques (Tabl. II) (Ye *et al.*, 2019). Lors d'une croisière d'une semaine, un navire transportant 2 000 à 3 000 passagers et 800 membres d'équipage produirait environ 750 à 945 tonnes d'eaux noires, 3 750 à 4 500 tonnes d'eaux grises, et environ 100 à 200 tonnes d'eaux de cales. D'après Carić et Mackelworth (2014), en pleine capacité, un navire de croisière vidangerait ses réservoirs d'eaux usées au moins une fois par jour et parfois de façon illicite (Fig. 13).

Il est important de rappeler ici les exigences de l'annexe IV de la convention MARPOL. Les rejets d'eaux noires, grises ou de fond de cale (cf. ci-dessous) sont strictement interdits dans les ports et dans la zone des 3 milles nautiques. Un navire peut rejeter des eaux usées après broyage et désinfection à l'aide d'un dispositif approuvé par l'Autorité conformément aux dispositions de la règle 9.1.2 de l'annexe IV, alors qu'il se trouve à une distance de plus de trois milles marins de la terre la plus proche, et des eaux usées non broyées et non désinfectées à une distance de plus de douze milles marins de celle-ci (OMI, 2003 ; Légifrance, 2010). Cette réglementation concerne uniquement les eaux noires. Au-delà de 3 milles nautiques, le rejet d'eaux grises n'est pas soumis à une limitation malgré le fait que les caractéristiques d'eaux grises non traitées puissent ne pas respecter les normes de qualité exigées pour des eaux noires traitées (Perić, 2016 ; Ytreberg *et al.*, 2020). En mer Baltique, les rejets annuels d'eaux grises des navires de croisière représenteraient 0.65 millions de m³ sur un total de 5.5 millions de m³ (Ytreberg *et al.*, 2020). Dans les zones très fréquentées par les super-yachts, le rejet d'eaux grises peut accroître la turbidité de l'eau, laisser des pollutions de surface, et

être une menace pour les écosystèmes marins et la santé humaine (UE Commission, 2007 ; Steiner et Féral, 2016 ; Şanlıer, 2018).

- Eaux de cales

Les eaux de cales ou eaux grasses proviennent du fond de cale (eaux d'infiltration, résidus de pétrole et autres polluants). Elles contiennent des huiles, des macrodéchets et des déchets organiques. La convention MARPOL 73/78 interdit tout rejet de lavage de cales dans les « zones spéciales » comme la Méditerranée (Légifrance, 2009, 2010). Malheureusement, des rejets illicites sont toujours pratiqués.

- Hydrocarbures

Les hydrocarbures entrent dans le milieu marin à travers des activités « de routine » (gaz d'échappement), des dysfonctionnements et des accidents tels que la décharge des eaux de cale et des eaux de ballast, les pertes d'huiles, et les fuites de carburant. Les hydrocarbures aromatiques ont des incidences importantes sur les populations d'oiseaux marins, de mammifères et de tortues (Carić *et al.*, 2019). À l'échelle mondiale, la pollution chronique due aux eaux de cales et aux pertes de carburant lors des opérations standards représente jusqu'à trois fois celle due aux déversements accidentels et aux collisions (Clark, 2006).

- Eaux des *scrubbers*

Pour continuer à utiliser du carburant à très bas coût, certains armateurs ont fait installer sur leurs navires de croisière les systèmes de réduction des émissions de soufre appelés *scrubbers*. Les *scrubbers* sont des systèmes de lavage des fumées à boucle ouverte ou fermée. Par exemple, la compagnie *Carnival Corporation* et ses filiales ont commencé à utiliser ce type de dispositif en 2014 (Resneck, 2022). En 2020, 34% de la flotte mondiale des navires de croisière étaient équipés de *scrubbers* (Osipova *et al.*, 2021). Les navires sont autorisés à utiliser les dispositifs à circuit ouvert et à rejeter l'eau de lavage "*pour autant que ces méthodes n'aient pas d'incidence négative notable sur l'environnement, notamment sur les écosystèmes marins...*" (Légifrance, 2021), ce qui reste à démontrer car ces eaux sont acides et contiennent des teneurs élevées en divers polluants, notamment :

- des contaminants métalliques, (vanadium, zinc, cadmium, plomb, nickel),
- des hydrocarbures,
- des oxydes de soufre, des oxydes d'azote,
- des particules fines,
- de la suie,
- du phénanthrène, du naphthalène, du fluoranthène.

Les effets synergiques toxiques des eaux de lavage de *scrubbers* ont été démontrés sur des organismes marins (Ytreberg *et al.*, 2019), et ce procédé de lavage est simplement un transfert de la pollution de l'air à la mer. En conséquence, leur rejet en zone littorale est « déconseillé » (Teuchies *et al.*, 2020).

Les navires de croisière produisent 15 % des rejets mondiaux des *scrubbers* bien qu'ils ne représentent que 4 % des navires équipés de ce dispositif (Osipova *et al.*, 2021). En Méditerranée, les rejets des eaux de *scrubbers* sont normalement interdits dans la bande des 3 milles nautiques (5.6 km) mais la France accorde des dérogations provisoires pour certains navires, par exemple, selon le Collectif "Le Garde" (2022a), pour 3 navires de la Corsica Linea jusqu'en 2026.

- Eaux de ballast - Introduction et diffusion d'espèces exotiques invasives

Pendant la navigation, comme les autres grands navires, les super-yachts et les navires de croisière pompent de grandes quantités d'eau de mer (eaux de ballast) pour la stabilisation du navire - eaux qu'ils déchargent aux escales. Ces eaux de ballast contiennent souvent des espèces marines et des micro-organismes vivants qui, une fois rejetés à la mer, peuvent causer des dommages écologiques et entraîner des problèmes économiques ou de santé publique (Copeland, 2008). Parmi les risques, il y a l'introduction et la dissémination d'espèces exotiques comme les végétaux invasifs: *Caulerpa* spp., *Halophila stipulacea*, *Lophocladia lallemandii* et *Rugulopterix okamurae* (Verlaque *et al.*, 2015 ; Cantasano *et al.*, 2017 ; Ruitton *et al.*, 2021 ; Boudouresque *et al.*, 2022). L'introduction et la diffusion d'espèces exotiques peuvent aussi résulter du transport avec les dispositifs d'ancrage ou fixées sur les coques (salissures ou *fouling*) des navires, navires de croisières et yachts inclus (Davidson *et al.*, 2010). Ceci a été confirmé lors de l'étude de plus de 600 coques de bateaux de plaisance dans 25 marinas méditerranéennes (de la France à Chypre) (Ulman *et al.*, 2017, 2019 ; Ferrario *et al.*, 2019). Plus de la moitié de ces navires transportaient des espèces jamais observées auparavant dans les marinas visitées (Ulman *et al.*, 2019).

Ainsi, l'introduction dans une zone de mouillage de Cannes de *Halophila stipulacea*, une magnoliophyte invasive originaire de la mer Rouge, est très probablement le fait d'un super-yacht ou d'un navire de croisière (Thibaut *et al.*, 2022) (Fig. 14).

Un autre risque, encore non-évalué à ce jour bien que loin d'être négligeable, est le risque d'introduction d'espèces exotiques via le renouvellement de l'eau ou la vidange des grands aquariums d'agrément installés sur certains super-yachts ou navires de croisière. Guidetti *et al.* (2016), à propos de l'observation d'un individu du téléostéen *Zebrasoma xanthurum* en Sardaigne, attirent l'attention sur ce vecteur d'introduction.

Dans le cas du transport et de la dissémination d'espèces exotiques par les navires de croisière et les yachts, le problème est aggravé par le fait qu'ils fréquentent des sites naturels à haute valeur patrimoniale.



Figure 14. L'espèce introduite et invasive *Halophila stipulacea* en baie de Cannes (Thibaut *et al.*, 2022).

2.10. Déchets solides

Les déchets solides produits à bord des navires sont variés : macrodéchets organiques, plastiques, métaux, cendres, cigarettes, etc. La gestion de ces déchets ne respecte pas toujours l'interdiction de rejet dans les zones spéciales comme la Méditerranée (Légifrance, 2009, 2017). Rejetés à la mer, ils constituent une grave source de pollution, en particulier dans les aires marines protégées (PNUE, 2015). Ces déchets solides se déposent sur le fond ou flottent à la surface (par exemple : les macro-, micro- et nano-plastiques) et constituent une menace pour la flore et la faune (cétacés, oiseaux, tortues, poissons).

En moyenne, un croisiériste génère 2.4 à 4 kg de déchets solides par jour (maximum : 16 kg) et une semaine de croisière générerait 50 à 84 (maximum 330) tonnes de déchets solides (Tabl. II) (Ye *et al.*, 2019). Certains déchets solides et les plastiques peuvent être incinérés, mais les fumées et les cendres contiennent divers polluants comme des furanes, des dioxines (tous deux cancérigènes), des métaux lourds, etc. Ces cendres, souvent jetées à la mer, constituent aussi une menace pour les écosystèmes (Herz et Davis, 2002 ; Klein, 2011 ; Carić *et al.*, 2019).

2.11. Peintures antifouling et anodes sacrificielles

Les peintures antifouling (ou antisalissures), à base de zinc ou de cuivre, sont destinées à empêcher la fixation des organismes vivants sur les coques. Leur action toxique provient en général des ions métalliques qu'elles relarguent de façon continue dans le milieu. Dans la Baltique, durant la période estivale (juillet), la quantité de zinc émise par la Plaisance est 89 % plus élevée que celle produite par tous les navires de commerce (Johansson *et al.*, 2020). De même, le port de Dubrovnik (Croatie), haut lieu de la Croisière et de la Plaisance, est devenu un des *hot-spots* de la pollution par le cuivre de l'Adriatique (Carić *et al.*, 2016).

Comme toutes les flottes, les super-yachts et les navires de croisière se protègent de la corrosion grâce à l'installation sur leur coque d'anodes sacrificielles. Leur lente dissolution dans l'eau de mer provoque une contamination du milieu, en particulier des sédiments, par diverses substances, notamment par des ions aluminium et par plusieurs autres éléments-traces métalliques qui peuvent affecter les écosystèmes (Gabelle *et al.*, 2012 ; Leleyter *et al.*, 2018).

2.12. Sur-fréquentation de la zone littorale

Aux escales, le débarquement de milliers de passagers par les navires de croisière géants augmente significativement la fréquentation et peut contribuer à un engorgement des sites touristiques, avec des problèmes de circulation, d'approvisionnement, de voisinage, de pollution, et un accroissement des incivilités (Klein, 2011 ; Peručić et Puh, 2012).

Dans certaines régions, comme les îles de Méditerranée, cette sur-fréquentation peut également poser des problèmes sérieux d'approvisionnement, par exemple en eau douce (Garcia *et al.*, 2020).

2.13. Risques accrus de sinistres

Comme tout navire, les super-yachts et les navires de croisière sont exposés à de multiples risques : erreurs de navigation, avaries de machines ou de gouvernail, voies d'eau, naufrages, fuites d'hydrocarbures, incendies, etc. (Schröder-Hinrichs *et al.*, 2012) (Fig. 15). Ces navires fréquentant les sites naturels exceptionnels, en cas d'avarie, les dommages risquent d'impacter des zones particulièrement sensibles et de grande valeur. Le plus souvent maîtrisables au large, les erreurs de navigation, les avaries et les événements météorologiques extrêmes deviennent rapidement critiques ou fatals à proximité de la côte et à faible profondeur, notamment lorsque les navires sont à l'arrêt, sur ancre ou sur coffre. Il en va de même pour les coûts environnementaux (pollutions,

altérations et destructions d'habitats, élimination d'espèces) qui augmentent rapidement près des côtes.

Les conséquences du naufrage du "Costa Concordia", en janvier 2012 (Fig. 15), sur les écosystèmes benthiques de l'île de Giglio (Toscane, Italie) ont été relativement bien étudiées (Toniolo *et al.*, 2018 ; Casoli *et al.*, 2020, 2021 ; Mancini *et al.*, 2022). Le naufrage, puis les opérations de renflouement, ont en particulier détruit 8 427 m² d'herbier à *Posidonia oceanica* (Mancini *et al.*, 2022).



Figure 15. Naufrage du navire de croisière "Costa Concordia" devant l'île de Giglio (Toscane, Italie) © Gregorio Borgia – AP images.

Dans le contexte actuel du changement climatique global, ces risques s'aggravent avec l'augmentation, toute l'année y compris en été, de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (tempêtes, vagues de submersion) (Fig. 16-17).



Figure 16. Tempête du 18 août 2022 en Corse, France (De Cressy et Gury, 2022).



Figure 17. Navires drossés à la côte par la tempête du 18 août 2022 en Corse, France (M-C.S., 2022).

2.14. Incivilités

Comme il a été détaillé précédemment, des réglementations pour réduire les nuisances des grands navires existent. Malheureusement, les moyens matériels et humains pour les faire respecter sont limités et les infractions sont fréquentes. A bord des super-yachts et des navires de croisière, les incivilités peuvent concerner aussi bien les équipages (infraction à la navigation, excès de vitesse, émissions atmosphériques, rejet de déchets, déballastage, etc.) que les

passagers (non-respect de la réglementation des sites, rejet de déchets, braconnage, plongée interdite, trafics illicites, etc.) (Herz et Davis, 2002 ; Brida et Zapata, 2010 ; The Guardian. Associated Press, 2016 ; New York Times, 2019). Les conséquences sont d'autant plus graves que ces navires fréquentent des sites naturels exceptionnels.

Dans les eaux des USA, entre 1993 et 1998, 87 cas de déversements illégaux par des navires de croisière ont été verbalisés (15 % intentionnels, 72 % accidentels et le reste indéterminés) (Copeland, 2008). Depuis 1998, une des plus grandes compagnies de croisière au monde a été condamnée aux USA à payer 60 millions de dollars américains pour de multiples infractions (déversements illégaux de pétrole, de plastiques et de déchets à la mer, dépassements des seuils réglementaires des rejets atmosphériques et entrave à la justice) (Department of Justice of the United states, 2019 ; Ahmed, 2022 ; Levi, 2022). Sur une seule année de surveillance (avril 2017 - avril 2018), le nombre d'infractions constatées par la justice américaine s'est élevé à 626 dont plus de 30 relatives à l'utilisation illégale de fuel lourd ou à une mauvaise utilisation des scrubbers (Auvray, 2019). L'augmentation des capacités d'accueil des super-yachts et des navires de croisière par l'installation de coffres d'amarrage augmente le risque de ces incivilités.

3. Conséquences des nuisances des super-yachts et des navires de croisière

Environ 70 % des destinations des navires de croisière et probablement 100 % de celles des super-yachts se situent dans des *hot-spots* de biodiversité comme les Caraïbes et la Méditerranée, et dans des habitats marins et côtiers vulnérables et essentiels pour la conservation des espèces marines (Sweeting et Wayne, 2006).

3.1. La biodiversité

La biodiversité marine et terrestre ne se limite pas à la richesse spécifique. Elle s'exprime à tous les niveaux des écosystèmes (paysages, écosystèmes/habitats, organisation structurale, réseau fonctionnel), et à toutes les échelles d'espace (Boudouresque, 2014 ; Boudouresque *et al.*, 2017). De plus en plus, l'évaluation du bon état écologique des écosystèmes côtiers prend en considération tous ces aspects et notamment les réseaux structuraux et fonctionnels (Personnic *et al.*, 2014 ; Boudouresque *et al.*, 2015 ; Ruitton *et al.*, 2015 ; Thibaut *et al.*, 2017 ; Boudouresque *et al.*, 2020 ; Astruc *et al.*, 2023). Le stationnement près de la côte, sur ancre ou sur coffre, des super-yachts et des navires de croisière se surajoute à la fréquentation déjà très forte de la petite plaisance (navires < 24 m) et entraîne de sévères nuisances (occupation de l'espace, perturbations physiques, pollutions visuelles, sonores, atmosphériques et marines, etc.) qui

menacent l'intégrité des fonds et des écosystèmes. Les perturbations majeures de ces navires sont l'occupation de l'espace (aérien et marin) et les altérations environnementales, physiques et chimiques, qui impactent les espèces, entravent leur cycle biologique (nutrition, survie, reproduction, etc.), et peuvent altérer ou détruire des aires fonctionnelles vitales (frayères, nurseries, zones de nourrissage, zones refuges, etc.). Tous les compartiments des écosystèmes/habitats côtiers sont menacés. Une pression de fréquentation touristique trop intense peut même affecter la biodiversité aérienne, comme dans le cas du balbuzard pêcheur, *Pandion haliaetus*, en Corse où les navires qui passent et stationnent trop près des nids, impactent le comportement des adultes nicheurs (diminution du nombre de proies apportées aux poussins, augmentation des comportements d'alarme), et provoquent une diminution drastique du succès reproducteur (Monti *et al.*, 2018 ; Duriez *et al.*, 2019 ; Boudouresque *et al.*, 2021).

3.2. Le patrimoine touristique et historique

Les labels des sites touristiques sont de plus en plus détournés de leur vocation première de site naturel, patrimoine mondial de l'humanité, pour devenir des labels à vocation marchande, destinés à capter une nouvelle clientèle : le tourisme de masse des navires de croisière. Les super-yachts et les croisières d'exploration de luxe, quant à eux, ont toujours eu vocation à fréquenter les sites les plus beaux et les plus sauvages, ce qui pose des problèmes, vu l'augmentation récente et rapide de leur nombre et de leur taille. La circulation et le stationnement près de la côte de ces navires, avec leurs activités annexes, constituent une pollution visuelle qui déprécie la naturalité et la qualité paysagère, historique et touristique des sites (par exemple, des grands *hot-spots* touristiques comme Venise ou Dubrovnik). À Venise, sous la pression soutenue des habitants, des mesures d'éloignement des navires de croisière géants ont été prises (Usuelli, 2022).

3.3. La qualité de vie

Dans le contexte actuel de crise écologique mondiale, la multiplication et la taille croissante des super-yachts et des navires de croisières, leur consommation importante en carburants - un méga-yacht de 70 m brûle 500 litres de carburant par heure (Collectif Terra, 2022) - le nombre et la variété des animations et des loisirs offerts, et le comportement de consommateur "désinvolte" des passagers sont souvent très mal perçus par le citoyen « ordinaire » à qui on demande de faire preuve de sobriété énergétique. Une nuitée sur un navire de croisière consommerait 12 fois plus d'énergie qu'un séjour à l'hôtel, et l'empreinte carbone de ces voyages serait encore plus élevée que

celle d'un voyage en avion (Lloret *et al.*, 2021 ; Usuelli, 2022). Il en résulte une cohabitation difficile et une baisse de la qualité de vie autant des résidents que des touristes. Cette baisse de qualité de vie est aggravée par les incidences économiques dues à l'accueil de ces navires (impacts sur les activités commerciales, sur le coût de l'urbanisme et des marchandises, sur la disponibilité des ressources, etc.), les problèmes de circulation, la sur-fréquentation des sites, la pollution de l'air, l'augmentation des incivilités et les risques accrus de sinistres (Brida et Zapata, 2010 ; Murena *et al.*, 2018 ; Kovačić et Silveira, 2020).

3.4. Les autres activités économiques

Le stationnement près de la côte, sur ancre ou sur coffre, des super-yachts et des navires de croisière, entraîne des nuisances et des contraintes (restriction d'usages) pour les autres acteurs de l'économie et pour les citoyens. L'aire d'évitement des navires impose la délimitation d'une zone d'interdiction de navigation, de mouillage et de pêche (Fig. 6B). Cette appropriation de l'espace maritime (*ocean grabbing*) se fait au détriment de toutes les autres activités touristiques (nautisme, sports de loisirs, pêche, plongée, etc.) et de la pratique de la pêche professionnelle.

De surcroît, les perturbations et les nuisances engendrées par les super-yachts et les navires de croisière impactent la composition spécifique, structurale et fonctionnelle des écosystèmes et menacent ainsi la pérennité de ressources halieutiques souvent déjà fortement altérées par d'autres activités (aménagement littoraux, surexploitation, etc.).

En Croatie, une étude sur le tourisme de croisière a révélé que les coûts environnementaux étaient jusqu'à sept fois supérieurs aux bénéfices économiques reçus par les communautés locales, et que le ratio pouvait être encore plus élevé dans certaines zones sensibles (Carić, 2010, 2016). Selon le Collectif "Le Garde" (2022b), en Corse, la justification économique des croisières avancée par la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI Corse) ne serait pas démontrée ; dans tous les cas, elle ne contrebalancerait pas son coût sur l'environnement, sur la santé et sur la qualité de vie des habitants. Plus que des conflits d'usage, il serait plus exact d'évoquer des conflits d'intérêts.

4. L'installation de coffres d'amarrage – une fausse « bonne solution »

Plusieurs Directives européennes et nationales ont été rédigées dans le but de maintenir ou de restaurer un bon état écologique et un bon fonctionnement des écosystèmes marins (diversité biologique,

habitats, océans dynamiques et productifs) tout en permettant l'exercice des usages en mer pour les générations futures :

- la **Directive Habitat (Natura 2000)**, signée en 1992, modifiée en 1997, et consolidée en 2007 (Natura 2000, 2022) ;
- la **Directive Cadre Eau (DCE)**, signée en 2000 (Parlement européen et Conseil, 2000) ;
- la **Trame verte et bleue**, initiée en 2007 dans le but d'enrayer la perte de biodiversité en préservant et en restaurant des réseaux de milieux naturels qui permettent aux espèces de circuler et d'interagir (Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, 2022) ;
- la **Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)** , signée en 2008 et modifiée en 2019 (INERIS, 2022) ;
- la **Directive Oiseaux**, signée en 2009 (Parlement Européen et Conseil, 2010) ;
- **l'article L110-4 du Code de l'environnement** (Légifrance, 2022a) et le **Décret n°2022-527** du 12 avril 2022 sur la création d'un réseau cohérent d'aires marines protégées (AMP) et de zones de protection forte (ZPF) (Légifrance, 2022b).

La **loi Climat et résilience**, de 2021 (Légifrance, 2022c), et la **Stratégie Nationale des Aires Marines Protégées - 2030** (Légifrance, 2022b) ont fixé deux objectifs : 30 % de la zone économique exclusive (ZEE) française en aires marines protégées dont 10 % (5 % en Méditerranée) reconnus comme zones de protection forte (Le Marin, 2022). Selon le décret n°2022-527, une zone de protection forte (ZPF) est *"une zone géographique dans laquelle les pressions engendrées par les activités humaines susceptibles de compromettre la conservation des enjeux écologiques sont absentes, évitées, supprimées ou fortement limitées, et ce de manière pérenne, grâce à la mise en œuvre d'une protection foncière ou d'une réglementation adaptée, associée à un contrôle effectif des activités concernées"* (Légifrance, 2022b). *"Certaines zones, de par leur statut - comme les cœurs de parcs nationaux ou les zones de protection intégrale des réserves naturelles - sont reconnues d'office comme zones de protection forte"* (Michel Sommier, Directeur "aires protégées" à l' Office Français de la Biodiversité ; Le Marin, 2022).

Plus précisément, selon l'article 3 du décret n° 2022-527, les zones de protection forte sont celles couvertes par un arrêté de protection, les cœurs de parc nationaux, et les zones de protection renforcée et de protection intégrale des réserves naturelles (UICN - Comité français, 2021 ; Légifrance, 2022b).

La stratégie nationale suivie vise à la protection de l'environnement et des paysages, à la préservation et à la reconquête de la biodiversité, à la prévention et à l'atténuation des effets du

dérèglement climatique ainsi qu'à la valorisation du patrimoine naturel et culturel des territoires (article L110-4 du Code de l'environnement) (Légifrance, 2022c).

En France, ces Directives et ces décrets ont abouti à la rédaction d'un document de synthèse :

- **le Document Stratégique de Façade** du 4 octobre 2017 (Légifrance, 2020d) et à l'adoption de son **Plan d'action - Méditerranée** le 28 avril 2022 (Préfecture des Bouches-du-Rhône, 2022).

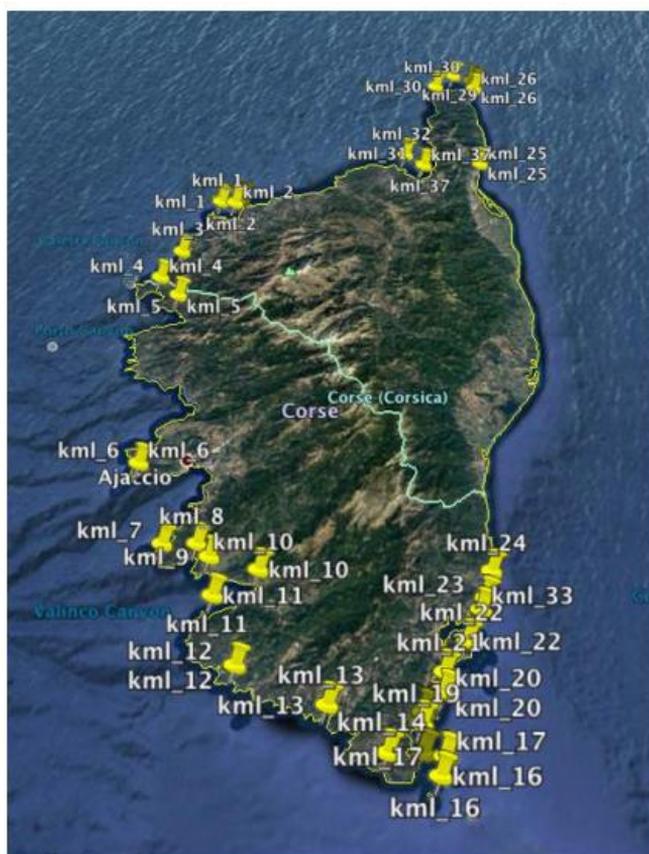


Figure 18. Projet de réseau de mouillages organisés à haut niveau de services dédiés aux super-yachts en Corse (Assemblée de Corse - ADEC, 2015 ; U Levante, 2022). (kml : Keyhole Markup Language - langage informatique utilisé par Google Earth).

En Méditerranée, très peu de ports ont la capacité d'accueillir les super-yachts et les navires de croisière et les escales s'effectuent souvent près de la côte, en milieu naturel, et, généralement, dans des sites à haute valeur touristique. Afin de réduire les impacts de l'ancrage sur les herbiers de posidonie, une politique de régulation du mouillage

et d'installation de coffres d'amarrage a été initiée (Assemblée de Corse - ADEC, 2015 ; Préfecture du Var, 2020 ; U Levante, 2022) (Fig. 18). Cependant, comme nous l'avons exposé précédemment, les nuisances engendrées par ces navires ne se limitent pas à l'ancrage. Il en résulte que cette solution d'accueil sur coffres apparaît comme une fausse « bonne solution ».

L'installation en milieu naturel d'un réseau de coffres destiné à l'accueil des super-yachts ou des navires de croisière constitue une externalisation de diverses activités jusqu'alors cantonnées aux enceintes portuaires.

Cette politique d'aménagement correspond à une artificialisation à grande échelle de la bande côtière, artificialisation qui va à l'encontre d'un des objectifs prioritaires du Document Stratégique de Façade :

- ***le développement d'une vision stratégique de façade vers « zéro artificialisation ».***

De surcroît, l'amarrage sur coffre, loin d'infrastructures portuaires, prive les navires de tous les services susceptibles d'être offerts par les ports pour réduire leurs nuisances (accessibilité, branchement électrique, évacuation des déchets, des eaux noires et grises, dispositifs de secours et de lutte anti-pollution, etc.).

Dans le détail, l'ancrage ou l'amarrage sur coffres des super-yachts et des navires de croisière en milieu naturel va à l'encontre d'au moins 23 des objectifs environnementaux du **Document Stratégique de Façade - Méditerranée** :

A. MAINTENIR OU RÉTABLIR LA BIODIVERSITÉ ET LE FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES DES FONDS CÔTIERS.

- A1. Éviter les impacts résiduels notables de la turbidité au niveau des habitats et des principales zones fonctionnelles halieutiques d'importance les plus sensibles à cette pression.
- A7. Réduire les perturbations et les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées aux activités et usages maritimes.
- A7bis. Réduire les perturbations physiques sur les habitats sédimentaires subtidiaux notamment dans la zone des 3 milles (i.e. infralittoraux et circalittoraux).
- A8. Restaurer les petits fonds côtiers présentant une altération des fonctions écologiques.
- A9. En fonction des connaissances à acquérir, limiter la prolifération des macro-algues filamenteuses sur les substrats rocheux et les coralligènes.

B. PRÉSERVER LA RESSOURCE HALIEUTIQUE DU PLATEAU DU GOLFE DU LION ET DES ZONES CÔTIÈRES.

B4. Diminuer toutes les pressions qui affectent l'étendue et la condition des zones fonctionnelles halieutiques d'importance (ZFHi) identifiées (dont frayères, nourriceries, voies de migration), essentielles à la réalisation du cycle de vie des poissons, céphalopodes et crustacés d'intérêt halieutique.

D. MAINTENIR OU RÉTABLIR LES POPULATIONS DE MAMMIFÈRES MARINS ET TORTUES DANS UN BON ÉTAT DE CONSERVATION.

D1. Limiter le dérangement anthropique des mammifères marins.

D3. Réduire les collisions avec les tortues marines et les mammifères marins.

E. GARANTIR LES POTENTIALITÉS D'ACCUEIL DU MILIEU MARIN POUR LES OISEAUX : ALIMENTATION, REPOS, REPRODUCTION, DÉPLACEMENTS.

E3. Éviter les pertes d'habitats fonctionnels pour les oiseaux marins, en particulier dans les zones marines où la densité est maximale.

E6. Limiter le dérangement physique, sonore et lumineux des oiseaux marins au niveau de leurs zones d'habitats fonctionnels.

F. RÉDUIRE LES APPORTS À LA MER DE CONTAMINANTS BACTÉRIOLOGIQUES, CHIMIQUES ET ATMOSPHÉRIQUES.

F6. Réduire les apports d'azote atmosphérique (NOx) au niveau national.

F7. Réduire les apports atmosphériques de contaminants.

F8. Ne pas augmenter les apports de nutriments dans les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation.

G. RÉDUIRE LES APPORTS ET LA PRÉSENCE DE DÉCHETS DANS LES EAUX MARINES.

G2. Réduire les apports et la présence de déchets en mer issus des activités, usages et aménagements maritimes.

H. RÉDUIRE LES REJETS D'HYDROCARBURES ET D'AUTRES POLLUANTS EN MER.

H1. Réduire les apports directs en mer de contaminants, notamment les hydrocarbures liés au transport maritime et à la navigation.

H2. Réduire les rejets d'effluents liquides (eaux noires, eaux grises), de résidus d'hydrocarbures et de substances dangereuses issus des navires de commerce, de pêche ou de plaisance.

I. RÉDUIRE LE RISQUE D'INTRODUCTION ET DE DÉVELOPPEMENT D'ESPÈCES NON INDIGÈNES ENVAHISSANTES.

12. Limiter le transfert des espèces non indigènes à partir de zones fortement impactées.
13. Limiter les risques d'introduction et de dissémination d'espèces non indigènes liés aux eaux et sédiments de ballast des navires.

J. RÉDUIRE LES SOURCES SONORES SOUS-MARINES.

- J2. Maintenir ou réduire le niveau de bruit continu produit par les activités anthropiques, notamment le trafic maritime.

L. CONTRIBUER À UN SYSTÈME DE TRANSPORT MARITIME DURABLE ET COMPÉTITIF, REPOSANT SUR DES PORTS COMPLÉMENTAIRES.

R. ACCOMPAGNER L'ÉCONOMIE DU TOURISME DANS LE RESPECT DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET DES AUTRES ACTIVITÉS.

- R2. Garantir une occupation exemplaire et réversible du DPM, respectant le principe de libre accès et s'inscrivant dans une orientation de préservation des écosystèmes côtiers et des paysages.

S. PROTÉGER, PRÉSERVER ET METTRE EN VALEUR LES PAYSAGES ET LE PATRIMOINE (LITTORAL, MARITIME, SUBAQUATIQUE, HISTORIQUE, ETC.) MÉDITERRANÉEN.

- S1. Préserver les paysages emblématiques et les espaces naturels du littoral, en tant que composantes essentielles du cadre de vie et de l'attractivité touristique.
- S2. Promouvoir et garantir des aménagements respectueux du patrimoine et du paysage et soutenir les dynamiques d'aménagement dans ce sens.

5. Conclusion

La Grande Plaisance et la Croisière sont des activités très lucratives, et en progression très rapide. À l'horizon 2025, les professionnels du secteur tablent sur la construction de plusieurs centaines de super-yachts et de navires de croisière. Selon eux, le marché de la Croisière devrait doubler, voire tripler, avant 2030, pour atteindre les 117 milliards d'euros, avec, à la clé, la création de plus de 900 000 emplois (Breton, 2021). C'est une nouvelle source de profit qui s'offre aux compagnies maritimes, à certaines entreprises et aux communes littorales. Cette ressource touristique récente impose aux capitaines de super-yachts et aux opérateurs de croisières d'offrir des sites attractifs et des spots touristiques pour leurs passagers. Ainsi, les sites naturels les plus remarquables et les plus "sauvages" du littoral sont de plus en plus fréquentés par ces navires, notamment par les

super-yachts et les navires de croisière de luxe dits "d'exploration", ces derniers proposant des "expéditions" au plus près d'une nature préservée, loin des routes maritimes fréquentées (Brida et Zapata, 2010 ; Boudouresque, 2021). Certaines grandes compagnies de croisière s'efforcent de réduire au minimum leur impact environnemental (MSC, 2019 ; Ponant Blue horizon, 2021 ; Candura *et al.*, 2022), mais le problème reste entier pour les autres compagnies et pour les super-yachts.

La réflexion de Balmond (2022) concernant la pollution sonore peut être étendue à toutes les nuisances engendrées par la Grande Plaisance et la Croisière : *"Protéger le milieu marin ne renvoie pas seulement à un usage de la mer mais à une ambition plus vaste, la protection de la biodiversité et la sauvegarde de l'environnement, exigences élevées désormais en droit français à un rang constitutionnel. Cet intérêt général est confronté à des activités dont on aura naturellement tendance à penser qu'elles ne représentent que des intérêts particuliers. Une hiérarchie semble donc naturellement s'imposer au profit de ce qui est jugé être l'intérêt général"*.

Dans l'AMP de Scandola (Corse, France), la navigation et le mouillage des navires de plus de 45 m de longueur sont interdits. En Italie, dans l'AMP de Portofino, c'est la navigation et le mouillage des navires de plus de 24 m de long qui sont interdits (Venturini *et al.*, 2016, 2018). Ce type de mesures strictes devrait être pris, sur l'ensemble du littoral méditerranéen, dans tous les sites naturels remarquables, et en particulier pour les super-yachts qui ont la liberté et la capacité d'accéder à tous ces sites (pour autant qu'ils évitent les herbiers de posidonie) et sont donc potentiellement les plus dangereux pour l'environnement (Carreño *et al.*, 2019 ; Carreño et Lloret, 2021).

Le mouillage sur ancre étant déjà limité par arrêtés, l'installation de coffres est envisagée. Il est donc important de considérer à la fois cette éventualité et ses répercussions environnementales sur les zones marines de Méditerranée où la biodiversité est la plus riche, ainsi que ses impacts sociétaux et économiques sur les habitants et les autres activités commerciales. À l'instar des zones de mouillage organisée (ZMO) et des zones de mouillage et d'équipements légers (ZMEL), judicieusement créées pour la petite plaisance (navires jusqu'à 24 m de long), et en l'absence d'installations portuaires capables d'accueillir les super-yachts et les navires de croisière, l'installation de coffres d'amarrage, le long du littoral, pourrait apparaître comme "la solution miracle" pour diminuer l'impact sur "l'espèce Posidonie" et ainsi respecter son arrêté de protection du 19 juillet 1988 (Légifrance, 2022e). Malheureusement, cela serait méconnaître le fait que la justification de cet arrêté n'est pas la protection de l'espèce (qui n'est pas menacée) mais la conservation en bon état écologique de l'écosystème/habitat "herbier de posidonie" dans son ensemble, de tous ses composants, de son intégrité

structurale, de son organisation fonctionnelle, et de tous les services écologiques, sociologiques et économiques qu'il assure.

L'installation en milieu naturel de coffres d'amarrage facilite la fréquentation du littoral par les super-yachts et les navires de croisière (Collectif Terra, 2022). Différents décrets et arrêtés de protection environnementale ont été pris pour limiter l'impact de ces navires, mais la multiplication des coffres d'amarrage sur le littoral rendrait difficile les contrôles, et aurait, non seulement, des conséquences néfastes sur l'écosystème "herbier de posidonie" mais, également, sur les autres écosystèmes littoraux et sur les autres activités économiques (pêche, nautisme, tourisme raisonné, etc.).

Des dispositifs équivalents sur terre seraient impensables. En effet, comment croire à l'innocuité sur le comportement de la faune terrestre et sur les espaces naturels du déplacement d'un ou plusieurs aéronefs de 25 à 180 m de long (super-yachts et navires de croisière d'exploration) et jusqu'à 350 m de long (navires de croisière géants) à seulement quelques mètres d'altitude (par exemple : 14 m, la profondeur d'installation du coffre de la baie de Sanary-sur-Mer, Provence) ? La longue liste d'espèces terrestres protégées rendrait ce type de projet, sinon impossible, du moins hors de prix car soumis à une très contraignante séquence E.R.C. (éviter, réduire et compenser). Malheureusement, en mer, l'énorme retard dans la prise en compte de la biodiversité fait que la liste des espèces et des habitats protégés est indigente ("loin des yeux, loin du cœur"), et les mesures de protection insuffisantes pour imposer une réelle séquence E.R.C. et freiner ce type de projet (Thibaut *et al.*, 2016 ; Verlaque *et al.*, 2019 ; Meinesz, 2021 ; Boudouresque et Perret-Boudouresque, 2022). L'installation systématique de coffres en milieu naturel sur l'ensemble du littoral méditerranéen pourrait paraître une "mine d'or" pour certains mais, à l'instar des *garimpeiros* qui, pour extraire l'or, détruisent et polluent la forêt amazonienne, elle aurait des conséquences désastreuses sur l'environnement et l'économie. Cette installation irait à l'encontre de l'objectif européen majeur "*d'une conservation ou d'une restauration du bon état écologique des écosystèmes marins qui permette l'exercice des usages en mer pour les générations futures*" (Podevin, 2017).

Une utilisation limitée de coffres d'amarrage peut être justifiée dans certains cas très particuliers, par exemple pour les grands ports et les grands chantiers navals (navires en attente) et pour des zones déjà largement dévastées par l'ancrage des super-yachts et des navires de croisière comme Golfe-Juan (Ize, 2017 ; Medtrix, 2019). En revanche, la circulation et le mouillage, que ce soit sur ancre ou sur coffre, de super-yachts et de navires de croisière près du littoral, sur de petits fonds, sont incompatibles avec les objectifs de conservation ou d'atteinte du bon état écologique. En conclusion, l'installation de coffres d'amarrage devrait être proscrite dans les zones de protection forte (ZPF), et très fortement évitée dans les aires marines protégées (AMP), les aires spécialement protégées d'importance

méditerranéenne (ASPIM) et, d'une façon générale, dans tous les sites naturels à haute valeur environnementale et patrimoniale (Carić *et al.*, 2019).

Après une urbanisation massive, une généralisation du stationnement des super-yachts et des navires de croisière près des côtes, que ce soit sur ancre ou sur coffre, serait une nouvelle étape de l'artificialisation du littoral, artificialisation qui selon les recommandations prioritaires du Document Stratégique de Façade du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, doit être combattue.

Remerciements. Nous remercions AP images, Depositphotos.com, Scientific Journal of Maritime Research - Pomorstvo, pour l'autorisation de reproduction des photos. Nous remercions également Michèle Perret-Boudouresque pour son aide dans les recherches bibliographiques, Michael Paul pour la relecture de l'abstract et Isabelle Taupier-Letage, Alain Barcelo et Rose-Abèle Viviani pour leur relecture critique du manuscrit, leurs corrections et leurs recommandations très pertinentes.

Références

- AHMED Z., 2022. *8 ways cruise ships can cause marine pollution*. <https://www.marineinsight.com/environment/8-ways-in-which-cruise-ships-can-cause-marine-pollution>.
- ASSEMBLÉE DE CORSE - ADEC, 2015. Padduc. Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM). 5.5 Les mouillages à haut niveau de services dédiés à la Grande Plaisance. <http://www.benoistbusson.fr/wp-content/uploads/2017/11/Synopsis-r%C3%A9seau-mouillages-organismes-C3%A9s-grande-plaisance-Corse.pdf>
- ASTRUCH P., ORTS A., SCHOHN T., BELLONI B., BALLESTEROS E., BĂNARU D., BIANCHI C.-N., BOUDOURESQUE C.F., CHANGEUX T., CHEVALDONNÉ P., HARMELIN J.G., MICHEZ N., MONNIER B., MORRI C., THIBAUT T., VERLAQUE M., DANIEL B., 2023. Ecosystem-based assessment of a widespread Mediterranean marine habitat: the Coastal Detrital Bottoms, with a special focus on epibenthic assemblages. *Front. Mar. Sci.* 10. Doi: 10.3389/fmars.2023.1130540
- ATMOSUD, 2019. *Qualité de l'air sur le Port de Nice. Point sur les épisodes de pollution NO2 Été 2019*. Note technique : 23 p. https://www.atmosud.org/sites/sud/files/contentmigrated/atoms/files/200604_atmosud_note_technique_port-nice-2019_vf.pdf
- AUVRAY F., 2019. Carnival menacé d'interdiction d'escales aux Etats-Unis. *Le Marin*, jeudi 25 avril 2019 : 11.
- BALMOND L., 2022. Conclusion Générale. In : *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*. Schneider F., Glotin H. (coord.), Editions Quae, Versailles : 143-153.
- BARCELO A., PEIRACHE M., 2022. Exemples de leviers d'actions participant à la réduction du bruit et des collisions dans une aire marine protégée : le Sanctuaire Pelagos. In : *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*. Schneider F., Glotin H. (coord.), Editions Quae, Versailles : 79-87.
- BENNETT N.J., GOVAN H., SATTERFIELD T., 2015. Ocean grabbing. *Mar. Policy*, 57: 61-68.
- BLACK A., 2005. Light induced seabird mortality on vessels operating in the Southern Ocean: incidents and mitigation measures. *Antarctic Science*, 17 (1): 67-68.
- BOUDOURESQUE C.F., 2014. Insights into the diversity of the biodiversity concept. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 28: 65-86.
- BOUDOURESQUE C.F., 2021. La difficile protection de l'environnement côtier et marin en Corse. *Naturellement*, 138: 30-35.
- BOUDOURESQUE C.F., PERRET-BOUDOURESQUE M., 2022. Qualité de l'eau de mer, de l'environnement marin et de la biodiversité : fausses pistes et vrais enjeux. In : *L'eau dans tous ses états*, Piel G. (édit.). Éditions Émile Communication, Marseille : 81-135.
- BOUDOURESQUE C.F., PERSONNIC S., ASTRUCH P., BALLESTEROS E., BELLAN-SANTINI D., BONHOMME P., BOTHA D., FEUNTEUN E., HARMELIN-VIVIEN M., PERGENT G., PASTOR J., POGGIALE J.C., RENAUD F., THIBAUT T., RUITTON S., 2015. Ecosystem-based versus species-based approach for assessment of the human impact on the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. In : *Marine productivity: perturbations and resilience of socio-ecosystems*, Proceedings of the 15th French-Japanese Oceanography Symposium, Ceccaldi H.-J., Hénocque Y., Koike Y., Komatsu T., Stora G., Tusseau-Vuillemin M.-H. (éds). Springer, Cham.: 235-241.

- BOUDOURESQUE C.F., BLANFUNÉ A., FERNANDEZ C., LEJEUSNE C., PÉREZ T., RUITTON S., THIBAUT D., THIBAUT T., VERLAQUE M., 2017. Marine Biodiversity - Warming vs. biological invasions and overfishing in the Mediterranean Sea: Take care, 'One train can hide another'. *MOJ Ecol. & Environmental Sci.*, 2 (4): 1-13.
- BOUDOURESQUE C.F., ASTRUCH P., BĂNARU D., BLANFUNÉ A., BELLONI B., CHANGEUX T., CHEVALDONNÉ P., FERNANDEZ C., HARMELIN J.G., PÉREZ T., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., THIBAUT T., 2020. Ecosystem-based quality indices: valuable tools for environment management. *Vie Milieu - Life Environment*, 70 (3-4): 2-15.
- BOUDOURESQUE C.F., DOMINICI J.M., DURIEZ O., ASTRUCH P., LE DIRÉACH L., MÉDAIL F., SALA E., SCHOHN T., VICENTE N., 2021. A terrestrial and marine nature reserve in the NW Mediterranean, Scandola (Corsica): Biodiversity and lessons from 46 years of management. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 35: 43-181.
- BOUDOURESQUE C.F., PERRET-BOUDOURESQUE M., RUITTON S., THIBAUT D., 2022. The invasive thermophilic red alga *Lophocladia lallemandii* reaches the Port-Cros National Park (France, northwestern Mediterranean). *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 36: 59-66.
- BRETON J.M., 2020. Croisière, environnement et pollutions. *Études Caribéennes*, (47). <https://journals.openedition.org/etudescaribeennes/20137>
- BRIDA J.G., ZAPATA S., 2010. Cruise tourism: economic, socio-cultural and environmental impacts. *Internatl J. Leisure and Tour. Market.*, 1 (3): 205-226.
- BRIDA J.G., DEL CHIAPPA G., MELEDDU M., PULINA M., 2012. The perceptions of an island community towards cruise tourism: A factor analysis. *Tour.: Internatl Interdis. J.*, 60 (1): 29-42.
- BRÜNING A., HOLKER F., FRANKE S., PREUER T., KLOAS W., 2015. Spotlight on fish: light pollution affects circadian rhythms of European perch but does not cause stress. *Sci. Total Environ.*, 511: 516-522.
- BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS, 2002. *Maritime Trade and Transportation 2002*. - Washington, DC, USA: U.S. Department of Transportation Bureau of Transportation Statistics.
- BUTT N., 2007. The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: A study of Southampton. *Marine Policy*, 31: 591-598.
- CANDURA A.R., FOIS L., POLI E., 2022. The economic and environmental impact of large ships on the territory, on the coast and on the sea: The MSC cruises case study. In: *Monitoring of Mediterranean coastal areas: problems and measurement techniques*, Livorno (Italy), Ninth International Symposium, Bonora L., Carboni D., De Vincenzi M., Matteucci G. (éds.), Firenze University Press, Firenze: 165-174.
- CANTASANO N., PELLICONE G., DI MARTINO V., 2017. The spread of *Caulerpa cylindracea* in Calabria (Italy) and the effects of shipping activities. *Ocean Coast. Manag.*, 144: 51-58.
- CAPPATO A., CANEVELLO S., BAGGIANI B., 2011. *Croisière et plaisance en Méditerranée*. Istituto Internazionale delle Comunicazioni, Gênes - Italie. Plan Bleu.
- CARIĆ H., 2010. Direct pollution cost assessment of cruising tourism in the Croatian Adriatic. *Financ. Theor. Pract.*, 34 (2): 161-180.
- CARIĆ H., 2011. Cruising tourism environmental impacts: Case study of Dubrovnik, Croatia. *J. Coastal Res.*, 61 (10061): 104-113.
- CARIĆ H., 2016. Challenges and prospects of valuation - cruise ship pollution case. *J. Cleaner Prod.*, 111: 487-498.
- CARIĆ H., MACKELWORTH P., 2014. Cruise tourism environmental impacts - The perspective from the Adriatic Sea. *Ocean Coast. Manag.*, 102: 350-363.
- CARIĆ H., KLOBUČAR G., ŠTAMBUK A., 2016. Ecotoxicological risk assessment of antifouling emissions in a cruise ship port. *J. Cleaner Prod.*, 121: 159-168.
- CARIĆ H., JAKL Z., LAURENT C., MACKELWORTH P., NOON V., PETIT S., PIANTE C., RANDONE M., 2019. *Safeguarding Marine Protected Areas in the Growing Mediterranean Blue Economy. Recommendations for the Cruise Sector*. PHAROS4MPAs project: 48 p. <https://doi.org/10.2495/DNE-V14-N4-264-274>.
- CARNIVAL CORPORATION, 2023. Commitment to Decarbonization <https://carnival.sustainability.com/decarbonization>
- CARRENO A., LLORET J., 2021. Environmental impacts of increasing leisure boating activity in Mediterranean coastal waters. *Ocean Coasts*, 209, 105693.
- CARREÑO A., HARDY P.-Y., SÁNCHEZ E., MARTINEZ E., PIANTE C., LLORET J., 2019. *Safeguarding Marine Protected Areas in the growing Mediterranean Blue Economy-Recommendations for leisure boating*. PHAROS4MPAs project.
- CASIER M., 2022. Le cadre réglementaire européen sur le bruit sous-marin. In: *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*. Schneider F., Glotin H. (coord.), Editions Quae, Versailles : 63-69.
- CASOLI E., MANCINI G., VENTURA D., PACE D.S., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D., 2020. *Reteporella* spp. success in the re-colonization of bare coralligenous reefs impacted by Costa Concordia shipwreck: the pioneer species you did not expect. *Mar. Pollut. Bull.*, 161 (111808): 1-9.

- CASOLI E., MANCINI G., VENTURA D., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G., 2021. Double trouble: synergy between habitat loss and the spread of the alien species *Caulerpa cylindracea* (Sonder) in three Mediterranean habitats. *Water*, 13 (1342): 1-9.
- CATES K., DEMASTER D., BROWNELL R., GENDE S., RITTER F., PANIGADA S., 2017. Strategic Plan to mitigate the impacts of ship strikes on cetacean populations: 2017-2020. *IWC Strategic Plan to Mitigate Ship Strikes - Mar 2017*: 17 p.
- ČELIĆ J., VALČIĆ S., BISTROVIĆ M., 2014. Air pollution from cruise ships. In : *Proceedings ELMAR-2014*, IEEE : 1-4.
- CHICHEPORTICHE O., 2021. Les super-riches font décoller le marché des superyachts. *BFMBusines*, 8.11.2021. https://www.bfmtv.com/economie/consommation/les-super-riches-font-decoller-le-marche-des-superyachts_AV-202111080262.html
- CLARK R.B., 2006. *Marine Pollution*. Oxford University Press Clarendon Press, Oxford, UK: 248 p.
- COLLECTIF TERRA, 2022. Conférence de presse du 10/09/2022. Croisières et mégayachts. Au nom du fric ! Destination Méditerranée pour les croisiéristes ! 1. Les rejets de CO₂ des yachts de la Grande Plaisance. *Ambiante, J. Environn. Corse*, N. Spéc., 100 : 14-15.
- COMINELLI S., DEVILLERS R., YURK H., MACGILLIVRAY A., MCWHINNIE L., CANESSA R., 2018. Noise exposure from commercial shipping for the southern resident killer whale population. *Mar. Pollut. Bull.*, 136: 177-200.
- COPELAND C., 2008. Cruise ship pollution: Background, laws and regulations, and key issues. In : *CRS Report for Congress*: 1-30.
- COUVAT J., 2013. REPCET : rassembler les compagnies maritimes et les acteurs de la mer autour de la protection des grands cétacés. *Planète Mer*, 80 : 10-12.
- CROISIÈRES MÉDITERRANÉE.COM, 2022. Guide croisière *Symphonie of the Seas*. <http://www.croisieres-mediterranee.com/voyage/symphony-of-the-seas/nv-1335/>
- CRUISE MARKET WATCH, 2021. *Growth, Cruise Market Watch*. <https://cruisemarketwatch.com/growth>.
- DAVENPORT J., DAVENPORT J.L., 2006. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. *Estuar., Coast. Shelf Sci.*, 67 (1-2): 280-292.
- DAVID L., DI-MÉGLIO N., 2010. *Prévention des collisions entre navires et grands cétacés (rorqual et cachalot)*. Rapport final. GIS 3M - Pelagos France publ., Hyères : 1-67.
- DAVIDSON I.C., ZABIN C.J., CHANG A.L., BROWN C.W., SYTSMA M.D., RUIZ G.M., 2010. Recreational boats as potential vectors of marine organisms at an invasion hotspot. *Aquatic Biology*, 11 (2): 179-191.
- D.D., 2010. *Un imposant bateau de croisière fait escale à Sanary*. *Ouest-Var.net*, 4 octobre 2010. <https://www.ouest-var.net/actualite/un-imposant-bateau-de-croisiere-fait-escale-a-sanary-1593.html>
- DE CRESSY F.-X., GURY P., 2022. Tempête en Corse : pouvait-on éviter le massacre du 18 août 2022. *Voile et moteur, le site n°1 du nautisme*. <https://www.voileetmoteur.com/voiliers/tempete-en-corse-pouvait-on-eviter-le-massacre-ce-18-aout-2022/117593>
- DE JONG K., AMORIM M.C.P., FONSECA P.J., FOX C.J., HEUBEL K.U., 2018. Noise can affect acoustic communication and subsequent spawning success in fish. *Environmental Pollution*, 237: 814-823.
- DEMOOR D., COURMONTAGNE P., FOLEGOT T., GERVAISE C., LOSSENT J., MAGNIN M., MULLER P., 2022. Le projet LIFE-PIAQUO. In : *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*, Schneider F., Glotin H. (éds.). Éditions Quae, Versailles : 110-118.
- DEPARTMENT OF JUSTICE OF THE UNITED STATES, 2019. Princess Cruise Lines and its Parent Company Plead Guilty to Environmental Probation Violations, Ordered to Pay \$20 Million Criminal Penalty. *Environment and Natural Resources Division, USAO - Florida, Southern, Press Release Number*: 19-611. <https://www.justice.gov/opa/pr/princess-cruise-lines-and-its-parent-company-plead-guilty-environmental-probation-violations>
- DESSE M., CHARRIER S., 2017. La Grande Plaisance, un secteur économique en plein essor. *Études Caraïennes*, 36, avril 2017. URL : <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/10562> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.10562>
- DE VRIES L., GADAIX B., RATEL M., 2022. REPCET® : de la gestion du risque de collision navires-cétacés à la lutte contre le bruit anthropique en mer. In : *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*, Schneider F., Glotin H. (éds.). Éditions Quae, Versailles : 104-109.
- DI FRANCO E., ROSSI F., DI IORIO L., SDIRI K., CALÒ A., DI FRANCO A., HARMELIN-VIVIEN M., SPENNATO G., COTTALORDA J.M., DERIJARD B., BUSSOTTI S., PIERSON P., GUIDETTI P., 2023. Marine noise effects on juvenile Sparid fish change among species and developmental stages. *Diversity*, 15 (1): 92.
- DI IORIO L., GERVAISE C., 2015. *Suivi des Grands dauphins au sein d'une AMP méditerranéenne (PNPC)*. Projet GDEGeM Grand dauphin - Étude et gestion en Méditerranée 2013-2015. Rapport SOMME pour le GIS3M : 28 p.

- DI-MEGLIO N., DAVID L., CAPOULADE F., GAMBAIANI D., MAYOL P., MCKENZIE C., MCKENZIE E., SCHNEIDER M., 2010. *Synthèse des connaissances sur l'impact du trafic maritime*. Rapport final. GIS3M publ., Hyères : 1-351.
- DIVIACCO G., BOUDOURESQUE C.F., 2012. 8. The *Posidonia oceanica* meadow and mooring. In: *Protection and Conservation of Posidonia oceanica Meadows*, Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L. (éds.), 1st ed. Ramoge and RAC/SPA, Tunis: 83–91.
- DUCHESNE T., 2022. Le bruit en mer, nouvel enjeu environnemental du préfet maritime. In : *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*. Schneider F., Glotin H. (coord.), Editions Quae, Versailles : 137-142.
- DURIEZ O., MONTI F., GRÉMILLET D., 2019. Quel futur pour les balbuzards de Corse et de la Réserve naturelle de Scandola ? *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 33: 217-221.
- EIJGELAAR E., THAPER C., PEETERS P., 2010. Antarctic cruise tourism: the paradoxes of ambassadorship, "last chance tourism" and GHG emissions. *J. Sustainable Tourism*, 18: 337-354.
- ERBE C., DUNLOP R., DOLMAN S., 2018. Effects of noise on marine mammals. In: *Effects of Anthropogenic Noise on Animals*, Slabbekoorn H., Dooling R., Popper A., Fay R. (éds.), Springer Handbook of Auditory Research, vol. 66. Springer, New York.
- EU Commission, 2007. *Environmental Impacts of Recreational Boating*. http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/87na2_en.pdf.
- FERRARIO J., ULMAN A., OCCHIPINTI A., BANDI A., BOGI C., PRINCISGH E., MARTINEZ-LAIZ G., MERLO G., SCRIBANO G., MARCHINI A., 2019. High occurrence of non-indigenous species on recreational boat hulls in the Mediterranean Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, 26 (1): 239–242.
- FNE - FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2018. *L'insoutenable pollution de l'air du transport maritime*. <https://fne.asso.fr/dossiers/l-insoutenable-pollution-de-l-air-du-transport-maritime>
- FONTAINE Q., MARENGO M., LEDUC M., LEJEUNE P., 2019. *Étude relative à la plaisance et aux mouillages en Corse*. Rapport final - Années 2018/2019. Contrat OEC /STARESO, France: 190 p.
- GABELLE C., BARAUD F., BIREE L., GOUALIS., HAMDOUNH., ROUSSEAU C., VAN VEEN E., LELEYTER L., 2012. The impact of aluminium sacrificial anodes on the marine environment: a case study. *Applied Geochemistry*, 27 (10): 2088-2095.
- GARCIA C., MESTRE-RUNGE C., MORAN-TEJEDA E., LORENZO-LACRUZ J., TIRADO D., 2020. Impact of cruise activity on freshwater use in the Port of Palma (Mallorca, Spain). *Water*, 12 (1088): 11 p.
- GERBA C.P., KITAJIMA M., IKER B., 2013. Viral presence in wastewater and sewage and control methods. In: *Viruses in Food and Water: Risks, Surveillance and Control*, Cook N. (éd.). Elsevier Ltd.: 293-315.
- GLASS J.P., RYAN, P.G., 2013. Reduced seabird night strikes and mortality in the Tristan rock lobster fishery. *African J. Mar. Sci.*, 35: 589-592.
- GUIDETTI P., MAGNANI L., NAVONE A., 2016. First record of the acanthurid fish *Zebrasoma xanthurum* (Blyth, 1852) in the Mediterranean Sea, with some considerations on the risk associated with the aquarium trade. *Mediterr. Mar. Sci.*, 17 (1): 147-151.
- HERZ M., DAVIS J., 2002. *Cruise Control: A Report on How Cruise Ships Affect the Marine Environment*: 68 p. <http://www.cruiseresearch.org/Cruise%20Control.pdf>.
- HÖLKER F., WOLTER C., PERKIN E.K., TOCKNER K., 2010. Light pollution as a biodiversity threat. *Trends Ecol. Evol.*, 25 (12): 681–682. <https://doi.org/10.1016/J.REE.2010.09.007>.
- HUANG W., 2019. The influence of cruise tourism dining waste on the process of self-recovery of natural ecological environment. *Ekoloji*, 28 (108): 1349-1354.
- IMPINGTON U.K. COPELAND C., 2008. *Cruise ship pollution: Background, laws and regulations, and key issues*. Washington, DC, USA: Congressional Research Service.
- INERIS. 2022. *Directive n° 2008/56/CE du 17/06/08 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre « stratégie pour le milieu marin »)*. <https://aida.ineris.fr/>.
- IWC, 2022. Strategic Plan to Mitigate the Impacts of Ship Strikes on Cetacean Populations: 2022-2032. *IWC Strategic Plan to Mitigate Ship Strikes - Mar 2022*: 22 p. <https://iwc.int/management-and-conservation/ship-strikes>.
- IZE S, 2017. *Capitalisation sur les mesures de gestion au sein des aires marines protégées de Méditerranée*. Agence Française pour la Biodiversité : 50 p.
- JOHANSSON L., YTREBERG E., JALKANEN J.-P., FRIDELL E., MARTIN ERIKSSON K., MALJUTENKO I., RAUDSEPP U., FISCHER V., ROTH E., 2020. *Model for leisure boat activities and emissions-implementation for the Baltic Sea*. <https://doi.org/10.5194/os-2020-5>.
- JONES R.J., 2011. Environmental effects of the cruise tourism boom: sediment resuspension from cruise ships and the possible effects of increased turbidity and sediment deposition on corals (Bermuda). *Bull. Mar. Sci.*, 87: 659-679.
- KALAYDJIAN R., BAS A., 2022. *Données économiques maritimes françaises 2021*. Brest, France : Ifremer, <http://doi.org/10.13.155/88225>
- KLEIN R. A., 2011. Responsible cruise tourism: Issues of cruise tourism and sustainability. *J. Hospital. Tour. Manag.*, 18 (1): 107-116.

- KOVAČIĆ M., SILVEIRA L., 2020. Cruise tourism: Implications and impacts on the destinations of Croatia and Portugal. *Pomorstvo*, 34 (1): 40-47.
- LALLEMAND C., 2021. Le plus grand super yacht au monde dévoilé, découvrez-le en images. *Trends-Tendances*, 04.08.2021. <https://trends.levif.be/economie/immo/le-plus-grand-super-yacht-au-monde>
- LA MANNA G., DONNO Y., SARÀ G., CECCHERELLI G., 2015. The detrimental consequences for seagrass of ineffective marine park management related to boat anchoring. *Mar. Pollut. Bull.*, 90 (1–2): 160-166.
- LAMERS M., EIJGELAAR E., AMELUNG B., 2015. The environmental challenges of cruise tourism: Impacts and governance. In: *The Routledge handbook of tourism and sustainability*, Hall C.M., Gössling S., Scott D. (éds.), Routledge handbooks: 448-457.
- LE GARDE, 2022a. *Croisières – mégayachts : u troppu stroppia !* Collectif Le Garde, 13 juillet 2022. <https://le-garde.fr/croisieres-mega-yachts-u-troppu-stroppia/>.
- LE GARDE, 2022b. Conférence de presse du 10/09/2022. Croisières et mégayachts. Au nom du fric ! Destination Méditerranée pour les croisiéristes ! 3. Croisières : stop aux géants des mers pollueurs. *Ambiante, J. Environn. Corse*, N. Spéc., 100: 17-18.
- LÉGIFRANCE, 2009. Décret n° 2009-1487 du 1^{er} décembre 2009 portant publication de la résolution MEPC.89(45) relative à l'adoption d'amendements à l'annexe du protocole de 1978 relatif à la convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires (amendements à l'annexe V de MARPOL 73/78), adoptée le 5 octobre 2000. *J.O. République Française*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000021373283>.
- LÉGIFRANCE, 2010. Décret no 2010-477 du 11 mai 2010 portant publication de la résolution MEPC.115(51) (annexe 5) relative à l'adoption d'amendements à l'annexe du protocole de 1978 relatif à la convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires (annexe IV révisée de MARPOL 73/78), adoptée à Londres le 1er avril 2004. *J.O. République Française*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000022204833>.
- LÉGIFRANCE, 2017. Article 213-5.04 de l'arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires et à la prévention de la pollution modifié par Arrêté du 18 décembre 2017. Article 6. *J.O. République Française*. [https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000036510242](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000036510242/2017-12-29/#LEGIARTI000036510242).
- LÉGIFRANCE, 2021. Code de l'environnement. Partie législative. Section 1 : Pollution par les rejets des navires, article L218-2. *J.O. République Française*. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000044191950.
- LÉGIFRANCE, 2022a. Code de l'environnement Partie législative. Article L110-4. *J.O. République Française*. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043966053/#:~:text=%2DL'Etat%20encourage%20le%20d%C3%A9ploiement,acteurs%20concourant%20%C3%A0%20leur%20gestion.
- LÉGIFRANCE, 2022b. Décret n° 2022-527 du 12 avril 2022 pris en application de l'article L. 110-4 du code de l'environnement et définissant la notion de protection forte et les modalités de la mise en œuvre de cette protection forte. *J.O. République Française*. <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=hV2HUgVYkU2AJciMvOjnScQqXloj1rNUQUJGj9Kdan8=>.
- LÉGIFRANCE, 2022c. Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (1). *J.O. République Française*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/jo/2021/08/24/0196>.
- LÉGIFRANCE, 2022d. Décision n° 2017/53/DSF/1 du 4 octobre 2017 relative au projet de documents stratégiques de façade. *J.O. République Française*. https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000035823389?init=true&page=1&query=Document+Strat%C3%A9gique+de+Fa%C3%A7ade+&searchField=ALL&tab_selection=all.
- LÉGIFRANCE, 2022e. Arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées. *J.O. République Française*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00000689850>
- LELEYTER L., BARAUD F., REINERT T., GOUALI S., LEMOINE M., GIL O., 2018. Fate of aluminum released by sacrificial anodes–Contamination of marine sediments by environmentally available compounds. *C.R. Geoscience*, 350 (5): 195-201.
- LE MARIN, 2022. Zones de protection forte : les travaux débutent. *Le Marin, Newsletter*, 21 novembre 2022. <https://lemarin.ouest-france.fr/secteurs-activites/environnement/zones-de-protection-forte-les-travaux-debutent>.
- LEVI N.S., 2022. *Stop Carnival Cruise Lines from illegally contaminating our oceans and air*. <https://www.travelersunited.org/stop-carnival-cruises-from-illegally-contaminating-our-air>.
- LIVING WITH HARMONY, 2020. *How cruises affect the environment*. <https://livingwithharmony.org/resources/how-cruises-affect-the-environment/>.
- LLORET J., CARREÑO A., CARIĆ H., SAN J., FLEMING L. E., 2021. Environmental and human health impacts of cruise tourism: A review. *Mar. Pollut. Bull.*, 173: 112979.
- LONGCORE T., RICH C., 2004. Ecological light pollution. *Front. Ecol. Environ.*, 2: 191-198.
- MACNEILL T., WOZNIAC D., 2018. The economic, social, and environmental impacts of cruise tourism. *Tourism Management*, 66: 387-404.
- MAILONLINE, 2016. *Billionaire Paul Allen's 300-foot super yacht 'destroys 14,000-square-feet of protected Caribbean reef'*. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-3418040/Billionaire-Paul-Allen-s-300-foot-super-yacht-destroys-14-000-square-feet-protected-Caribbean-reef.html>.

- MANCINI G., VENTURA D., CASOLI E., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D., 2022. Transplantation on a *Posidonia oceanica* meadow to facilitate its recovery after the Concordia shipwrecking. *Mar. Pollut. Bull.*, 179 (113683): 1-12.
- MANOHARAN D., JAMES S., 2021. *Cruise tourism in India: Sailing into troubled waters*. JGU Publications, <http://hdl.handle.net/10739/4716>.
- MARAGKOGIANNI A., PAPAETHIMIOU S., 2015. Evaluating the social cost of cruise ships air emissions in major ports of Greece. *Transport. Res. Part D: Transport Environ.*, 36: 10-17.
- M.-C. S., 2008. VIDÉOS. Orages en Corse : 48 navires échoués et 500 personnes aidées par le Cross Med. *Corse Matin*, 19 août 2022. <https://www.corsematin.com/articles/videoes-orages-en-corse-48-navires-echoues-et-500-personnes-aidees-par-le-cross-med-129662>.
- MEDTRIX, 2019. Cahier de la Surveillance. Edition spéciale : *Impact du mouillage des grands navires en Méditerranée française*. 2019. Edition L'œil d'Andromède / Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse: 14 p. <http://www.medtrix.fr/>.
- MEINESZ A., 2021. *Protéger la biodiversité marine*. Odile Jacob publ., Paris : 336 pp.
- MERKEL F.R., JOHANSEN K.L. 2011. Light-induced bird strikes on vessels in southwest Greenland. *Mar. Pollut. Bull.*, 62: 2330-2336.
- MILAZZO M., BADALAMENTI F., CECCHERELLI G., CHEMELO R., 2004. Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 299 (1): 51-62.
- MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES, 2022. *Trame verte et bleue*. <https://www.ecologie.gouv.fr/trame-verte-et-bleue>, 17 octobre 2017
- MONTEFALCONE M., LASAGNA R., BIANCHI C-N, MORRI C, ALBERTELLI G, 2006. Anchoring damage on *Posidonia oceanica* meadow cover: a case study in Prelo Cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chemical Ecology*, 22 (Supplement 1): 207-217.
- MONTI F., DURIEZ O., DOMINICI J.-M., SFORZI A., ROBERT A., FUSANI L., GREMILLET D., 2018. The price of success: Integrative long-term study reveals ecotourism impacts on a flagship species at a UNESCO Site. *Animal Conservation*, 21 (6): 448-458.
- MOREAU R., WITAMORE K., MAYER H., ROEDER D., 2009. *Nautical activities: what impact on the environment. A life cycle approach for clear blue*. Ed. European Confederation of Nautical Industries. 2th Ed. Brussels: 66 p.
- MSC, 2019. Charting our sustainable future. Sustainability Report 2019. <https://www.msccruises.com/en-gl/About-MSCCruises/MSCCruises-Sustainability.aspx>.
- MURENA F., MOCERINO L., QUARANTA F., TOSCANO D., 2018. Impact on air quality of cruise ship emissions in Naples, Italy. *Atmospheric Environment*, 187: 70-83.
- NATURA 2000, 2022. *Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée par la directive 97/62/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages*. <https://www.natura2000.fr/natura-2000/referance-juridiques/directive-habitats-faune-flore>.
- NEW YORK TIMES, 2019. *Carnival Cruises to Pay \$20 Million in Pollution and Cover-Up Case*. 4 June 2019.
- OLANIYI E.O., PRAUSE G., GERASIMOVA V., INKINEN T., 2022. Clean Cruise Shipping: Experience from the BSR. *Sustainability*, 14 (9): 5002. 5002.
- OMI (ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE), 2003. *Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL). Annexe IV – Règles relatives à la prévention de la pollution par les eaux usées des navires* (entrée en vigueur le 27 septembre 2003). [https://www.imo.org/fr/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/fr/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx).
- OSIPOVA L., GEORGEFF E., COMER B., 2021. Global scrubber wash-water discharges under IMO's 2020 fuel sulfur limit. ICCT - International Council on Clean Transportation: 32 p.
- PANIGADA S., PESANTE G., ZANARDELLI M., CAPOULADE F., GANNIER A., WEINRICH M.T., 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Mar. Pollut. Bull.*, 52 (10): 1287-1298.
- PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL, 2000. Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, *J.O. Union européenne* n° L 327 du 22/12/2000 p. 0001 - 0073.
- PARLEMENT EUROPÉEN ET CONSEIL, 2010. Directive 2009/147/ce du Parlement Européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages. *J.O. Union européenne* L 20/7. https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/Directive_oiseaux_version_2009.pdf
- PAVAN G., 2022. Paysages sonores marins, vie marine et bruit anthropique. In: *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*. Schneider F., Glotin H. (coord.), Editions Quae, Versailles : 32-42.
- PERGENT-MARTINI C., MONNIER B., LEHMANN L., BARRALON E., PERGENT G., 2022a. Major regression of *Posidonia oceanica* meadows in relation with recreational boat anchoring: A case study from Sant'Amanza bay. *J. Sea Research*, 188: 102258.
- PERGENT-MARTINI C., ACUNTO S., ANDRÉ S., BARRALON E., CALVO S., CASTEJÓN-SILVO I., CULIOLI J.M., LEHMANN L., MOLENAAR H., MONNIER B., OBERTI P., PEY A., PIAZZI L., SANTONI M.C., TERRADOS J., TOMASELLO A., PERGENT G., 2022b. *Posidonia oceanica* restoration, a relevant strategy after boat anchoring degradation? *7th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation* (Genoa, Italy, 19-20 September 2022): 78-83.

- PERIĆ T., 2016. Wastewater pollution from ships in coastal sea area of the Republic of Croatia. *Pomorstvo*, 30 (2): 160-164.
- PERSOHN C., HELLOCO L., BAUDINIÈRE E., MARTINEZ L., 2020. *Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine*. Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire: 212 p.
- PERSONNIC S., BOUDOURESQUE C.F., ASTRUCH P., BALLESTEROS E., BLOUET S., BELLAN-SANTINI D., BONHOMME P., THIBAUT-BOTHA D., FEUNTEUN E., HARMELIN-VIVIEN M., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., PASTOR J., POGGIALE J.C., RENAUD F., THIBAUT T., RUITTON S., 2014. An ecosystem-based approach to assess the status of a Mediterranean ecosystem, the *Posidonia oceanica* seagrass meadow. *PLoS ONE*, 9 (6): 1-17 (e98994).
- PERUČIĆ D., PUH B., 2012. Attitudes of citizens of Dubrovnik towards the impact of cruise tourism on Dubrovnik. *Tour.Hospital. Manag.*, 18 (2): 213-228.
- PIANTE C., ODY D., 2015. *Blue growth in the Mediterranean Sea: the challenge of Good Environmental Status*. WWF. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/%0Awww.programmemed.eu/>.
- PONANT, 2021. *Blue horizon. Rapport développement durable 2021*. <https://www.ponant.com/tourisme-plus-durable>.
- PRÉFECTURE DES BOUCHES-DU-RHÔNE, 2022. *28/04 Agir en faveur de la mer et du littoral : adoption du plan d'action du Document Stratégique de Façade Maritime de Méditerranée* <https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Actualites/Espace-presse/Prefet-des-Bouches-du-Rhone/Communique-de-presse-2022/Avril/28-04-Adoption-du-plan-d-action-du-document-strategique-de-facade-maritime-de-Mediterranee>.
- PRÉFECTURE DU VAR, 2020. *Arrêté préfectoral en date du 11 mars 2020 annulant et remplaçant l'arrêté préfectoral du 12 décembre 2019 portant autorisation environnementale, au titre des articles L. 181-1 et suivants du code de l'environnement, relative à l'installation et l'exploitation d'un coffre d'amarrage destiné à l'accueil des navires de croisière en baie de Sanary-sur-Mer*. https://www.var.gouv.fr/IMG/pdf/arrete_prefectoral_du_11_mars_2020.pdf.
- PRÉFECTURE MARITIME DE LA MÉDITERRANÉE, 2016. *Arrêté préfectoral en date du 24 juin 2016 n° 155/2016 réglementant le mouillage des navires dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée*. http://reglementation-polmer.chez-alice.fr/Textes/arrete_prefectoral_155-2016.pdf.
- PRÉFECTURE MARITIME DE LA MÉDITERRANÉE, 2020. *Arrêté préfectoral 206/2020 en date du 14 octobre 2020 réglementant le mouillage et l'arrêt des navires de 24 mètres et plus au droit du département de la Corse-du-Sud dans le périmètre de la réserve naturelle des Bouches de Bonifacio*. <https://www.premar-mediterranee.gouv.fr/uploads/mediterranee/arretes/6e8c4f446baae5c318d8e28da357a14a.pdf>.
- PRÉFECTURE MARITIME DE LA MÉDITERRANÉE, 2021a. *Arrêté préfectoral 172/2021 en date du 06 juillet 2021 encadrant différentes pratiques dans la mer territoriale et les eaux intérieures françaises de Méditerranée*. <https://www.premar-mediterranee.gouv.fr/uploads/mediterranee/arretes/95577d38b85c57b2b63510eb53c4931d.pdf>.
- PRÉFECTURE MARITIME DE LA MÉDITERRANÉE, 2021b. *Arrêté préfectoral 129/2021 en date du 11 juin 2021 réglementant le mouillage, la baignade et la plongée sous-marine aux abords d'un coffre en baie de Sanary, fixant les obligations et encadrant les activités durant l'amarrage au coffre (commune de Sanary-sur-Mer – Var)*. <https://www.premar-mediterranee.gouv.fr/arretes?departement=&thematique=&numero=&motcle=coffre&select-annee=>.
- QIAN X., 2019. Modeling and analysis of the impact of marine environmental pollution on cruise tourism based on economic model. *Ekoloji*, 28 (108): 1607-1611.
- QUENTIN D., 2002. Official fax correspondence subjected: "Air pollution related to cruise ships in Monterey Bay", with enclosed Summary of estimated one day emissions for the Star Princess cruise ship visit to NCCAB coastal waters on May 7th, 2002. Monterey Bay - Unified Air Pollution Control District.
- RANDONE M., BOCCI M., CASTELLANI C., LAURENT C., PIANTE C., 2019. Safeguarding marine protected areas in the growing Mediterranean blue economy-Recommendations for the maritime transport sector. *Internat J. Design Nat. Ecodyn.*, 14 (4): 264-274.
- REED M., 2016. *Towards adaptive management of mooring systems to reduce the threats of yachting tourism in marine protected areas*. Master thesis of Marine Management, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia: 108 p.
- RESNECK J., 2022. Scrubbers are supposed to clean cruise ship emissions. Critics say they pollute the water instead. Alaska Public Media. <https://alaskapublic.org/2022/04/28/scrubbers-are-supposed-to-clean-cruise-ship-emissions-critics-say-they-pollute-the-water-instead/>.
- ROBERT P., 1983. Dégradation de l'herbier de posidonies dans la zone de mouillage organisé de la baie de Port-Cros. *Trav. Sci. Parc Natl. Port-Cros*, 9: 195-197.
- RODRIGUEZ A., DANN P., CHIARADIA A., 2017. Reducing light-induced mortality of seabirds: high pressure sodium lights decrease the fatal attraction of shearwaters. *J. Nat. Conserv.*, 39: 68-72.
- ROYAL CARIBBEAN INTERNATIONAL, 2023. Site web. <https://www.royalcaribbean.fr>. Consulté le 10 mars 2023.

- RUITTON S., PERSONNIC S., BALLESTEROS E., BELLAN-SANTINI D., BOUDOURESQUE C.F., CHEVALDONNÉ P., BIANCHI C.-N., DAVID R., FÉRAL J.P., GUIDETTI P., HARMELIN J.G., MONTEFALCONE M., MORRI C., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., SARTORETTO S., TANOUÉ H., THIBAUT T., VACELET J., VERLAQUE M., 2015. An ecosystem-based approach to assess the status of the Mediterranean coralligenous habitat. In : *PNUE/PAM - CAR/ASP, Actes du deuxième Symposium Méditerranéen sur la Conservation du Coralligène et autres Bio-Concrétions* (Portorož, Slovénie, 29-30 octobre 2014), Bouaffif, C., Langar, H., Ouerghi, A. (éds), CAR/ASP, publ. Tunis: 153-158.
- RUITTON S., BLANFUNE A., BOUDOURESQUE C.F., GUILLEMAIN D., MICHOTÉY V., ROBLET S., THIBAUT D., THIBAUT T., VERLAQUE M., 2021. Rapid spread of the invasive brown alga *Rugulopteryx okamuræ* in a National Park in Provence (France, Mediterranean Sea). *Water*, 13 (16): 2306.
- RUIZ-GUERRA I., MOLINA-MORENO V., CORTES-GARCIA F. J., NUÑEZ-CACHO P., 2019. Prediction of the impact on air quality of the cities receiving cruise tourism: The case of the Port of Barcelona. *Heliyon*, 5 (3): e01280.
- RYAN P. G., RYAN E. M., GLASS J.P., 2021. Dazzled by the light: the impact of light pollution from ships on seabirds at Tristan da Cunha. *Ostrich*, 92 (3): 218-224.
- SAGERMAN J., HANSEN J-P, WIKSTRÖM S.A., 2020. Effects of boat traffic and mooring infrastructure on aquatic vegetation: A systematic review and meta-analysis. *Ambio*, 49 (2): 517-530.
- SALLE G., 2021. *Superyachts luxe, calme et écocide*. Éditions Amsterdam, Paris: 176 p.
- SANCTUAIRE-PELAGOS, 2022. *Sanctuaire Pelagos pour la protection des mammifères marins en Méditerranée*. <https://sanctuaire-pelagos.org/fr/accord-pelagos>.
- ŞANLIER Ş., 2018. Should chemical tankers' tank cleaning waters be banned from discharging into the sea? *Transp. Res. Part B: Transp. Environ.*, 58: 14-21.
- SCARPA G.M., ZAGGIA L., MANFÉ G., LORENZETTI G., PARNELL K., SOOMERE T., RAPAGLIA J., MOLINAROLI E., 2019. The effects of ship wakes in the Venice Lagoon and implications for the sustainability of shipping in coastal waters. *Scientific Reports* 9: 1-14.
- SCHEMBARI C., BOVE M. C., CUCCIA E., CAVALLI F., HJORTH J., MASSABÒ D., NAVA S., UDIŠTI R., PRATI P., 2014. Source apportionment of PM10 in the Western Mediterranean based on observations from a cruise ship. *Atmospheric Environment*, 98: 510-518.
- SCHNEIDER F., GLOTIN H. (coord.), 2022. *Le bruit en mer. Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*. Editions Quae, Versailles: 1-157.
- SCHRÖDER-HINRICHS J.U., HOLLNAGEL E., BALDAUF M., 2012. From Titanic to Costa Concordia - a century of lessons not learned. *WMU J. Mar. Affairs*, 11 (2): 151-167.
- SÈBE, M., DAVID, L., DHERMAIN, F., GOURGUET, S., MADON, B., ODY, D., PANIGADA S., PELTIER H., PENDLETON, L., 2023. Estimating the impact of ship strikes on the Mediterranean fin whale subpopulation. *Ocean & Coastal Management*, 237, 106485, 11 p.
- SECRETARIAT D'ÉTAT CHARGÉ DE LA MER, 2023. *Projet de zone de réglementation des émissions de polluants (ECA) en mer Méditerranée*. <https://www.mer.gouv.fr/projet-de-zone-de-reglementation-des-emissions-de-polluants-eca-en-mer-mediterranee>.
- SOLÉ M., LENOIR M., DURFORT M., FORTUÑO J.M., VAN DER SHAAR M., DE VREESE S., ANDRÉ M., 2021. Seagrass *Posidonia* is impaired by human-generated noise. *Communications Biology*, 4 (743): 1-11.
- STEINER C., FERAL C., 2016. *Activités nautiques en Corse du Sud : manuel des bonnes pratiques, aide aux évaluations d'incidences Natura 2000* », version 1, 2016. DDTM de Corse du Sud: 1 - 100 + annexes.
- STOUHI D., 2021. *Italian Government Officially Bans Cruise Ships in Venice*. <https://www.archdaily.com/965527/italian-government-officially-bans-cruise-ships-in-venice>.
- SWEETING J.E.N., WAYNE S., 2006. A shifting tide: environmental challenges and cruise industry responses. In: *Cruise ship tourism*, Dowling, R. K. (éd.). Wallingford, UK: CABI.
- TEUCHIES J., COX T.J., VAN ITTERBEECK K., MEYSMAN F.J., BLUST R., 2020. The impact of scrubber discharge on the water quality in estuaries and ports. *Environ. Sci. Eur.*, 32 (1): 1-11.
- THE GUARDIAN. ASSOCIATED PRESS, 2016. *The \$40m 'magic pipe': Princess Cruises given record fine for dumping oil at sea*, 2 December 2016.
- THE WEATHER CHANNEL, 2020. *Billionaire's luxury yacht damages 'sensitive' coral reef in Belize near Great Blue Hole*. <https://weather.com/news/news/2020-02-14-luxury-yacht-damages-coral-reef-in-belize>.
- THIBAUT T., BLANFUNE A., VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F., RUITTON S., 2016. The *Sargassum* conundrum: very rare, threatened or locally extinct in the NW Mediterranean and still lacking protection. *Hydrobiologia*, 781 (1): 3-23.
- THIBAUT T., BLANFUNE A., BOUDOURESQUE C.F., PERSONNIC S., RUITTON S., BALLESTEROS E., BELLAN-SANTINI D., BIANCHI C.-N., BUSSOTTI S., CEBRIAN E., CHEMINÉE A., CULIOLI J.M., DERRIEN-COURTEL S., GUIDETTI P., HARMELIN-VIVIEN M., HEREU B., MORRI C., POGGIALE J.C., VERLAQUE M., 2017. An ecosystem-based approach to assess the status of Mediterranean algae-dominated shallow rocky reefs. *Mar. Pollut. Bull.*, 117 (1-2): 311-329.

- THIBAUT T., BLANFUNE A., BOUDOURESQUE, C.F., HOLON F., AGEL N., DESCAMPS P., DETER J., PAVY T., DELARUELLE G., VERLAQUE M., 2022. Distribution of the seagrass *Halophila stipulacea*: A big jump to the northwestern Mediterranean Sea. *Aquatic Botany*, 176: 103465.
- TONIOLO C., DI SOTTO A., DI GIACOMO S., VENTURA D., CASOLI E., BELLUSCIO A., NICOLETTI M., ARDIZZONE G., 2018. Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile as a marine biomarker: a metabolomic and toxicological analysis. *Ecosphere*, 9 (3): 1-18 (e02054).
- UICN - COMITE FRANÇAIS, 2021. *Les zones de protection forte en mer. Partie 1: Contexte, état des lieux et recommandations*. Montreuil : 77 p.
- U LEVANTE, 2022. Les dangereux projets des zones de mouillage des bateaux de Grande Plaisance autour de la Corse. Le dossier Stationnement des yachts - L'avenir de la Corse ? *Ambiante, J. Environn. Corse*, 97 : 5-8.
- ULMAN A., FERRARIO J., OCCHIPINTI-AMBROGI A., ARVANITIDIS C., BANDI A., BERTOLINO M., BOGI C., CHATZIGEORGIOU G., ÇIÇEK B.A., DEIDUN A., RAMOS-ESPLÁ A., KOÇAK C., LORENTI M., MARTINEZ-LAIZ G., MERLO G., PRINCISGH E., SCRIBANO G., MARCHINI A., 2017. A massive update of non-indigenous species records in Mediterranean marinas. *Peer J*, 5: e3954.
- ULMAN A., FERRARIO J., FORCADA A., SEEBENS H., ARVANITIDIS C., OCCHIPINTI-AMBROGI A., MARCHINI A., 2019. Alien species spreading via biofouling on recreational vessels in the Mediterranean Sea. *J. Appl. Ecol.*, 56 (12): 2620-2629.
- UNEP, 2015. *Marine litter assessment in the Mediterranean*, United Nations Environment Programme Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan Barcelona Convention Secretariat: 45 p. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7098/MarineLitterFre.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- USUELLI M., 2022. L'impatto delle navi da crociera sugli ecosistemi e sulla salute. *Altreconomia*, 244. <https://altreconomia.it/limpatto-delle-navi-da-crociera-sugli-ecosistemi-e-sulla-salute>.
- VERLAQUE M., RUITTON S., MINEUR F., BOUDOURESQUE C.F., 2015. *CIESM Atlas of exotic species. 4. Macrophytes*. BRIAND F. (éd.), CIESM Publisher, Monaco : 1-362.
- VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F., PERRET-BOUDOURESQUE M., 2019. Mediterranean seaweeds listed as threatened under the Barcelona Convention: A critical analysis. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 33: 179-214.
- WALNUM H. J., 2011. *Energy use and CO₂ emissions from cruise ships: A discussion of methodological issues*, Sogndal, Norway, Western Norway Research Institute.
- WESTHOF L., KÖSTER S., REICH M., 2016. Occurrence of micropollutants in the wastewater streams of cruise ships. *Emerging Contaminants*, 2: 178-184.
- YE X. L., WANG L., ZHU Z. F., DU J., SUN R.H., 2019. Study on the ecological efficiency and its temporal dynamic evolution of China's cruise tourism from the perspective of carbon footprint. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 17 (6): 13001-13013.
- YTREBERG E., HASSELLÖV I.M., NYLUND A.T., HEDBLÖM M., AL-HANDAL A.Y., WULFF A., 2019. Effects of scrubber wash water discharge on microplankton in the Baltic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 145: 316-324.
- YTREBERG E., ERIKSSON M., MALJUTENKO I., JALKANEN J.P., JOHANSSON L., HASSELLÖV I.M., GRANHAG L., 2020. Environmental impacts of grey water discharge from ships in the Baltic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 152, 110891.