

SÈBE Maxime^{1,2*}, DAVID Léa³, DHERMAIN Frank⁴, GOURGUET Sophie⁵, MADON Bénédicte⁶, ODY Denis⁷, PANIGADA Simone⁸, PELTIER Héléne⁹, PENDLETON Linwood⁹, 2023. Estimating the impact of ship strikes on the Mediterranean fin whale subpopulation. *Ocean and Coastal Management*, 237 (106485): 1-11.

¹ i3-CRG, École polytechnique, CNRS, IP, Paris, France.

² Aix Marseille Univ., Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO UM 110, Marseille, France.

³ EcoOcéan Institut, Montpellier, France.

⁴ MIRACETI, place des traceurs de pierres, La Couronne, 13500 Martigues, France.

⁵ IFREMER, University of Brest, CNRS, UMR 6308, AMURE, Unité d'Économie Maritime, IUEM, Plouzané, France.

⁶ University of Brest, CNRS, UMR 6308, AMURE, Unité d'Économie Maritime, IUEM, Plouzané, France.

⁷ WWF-France, Paris, France.

⁸ Research Institute, Milan, Italie.

⁹ Observatoire PELAGIS, UNS3462, CNRS-La Rochelle Université, La Rochelle, France.

*Corresponding author: maxime.sebe@gmail.com

Abstract. The Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*) subpopulation is under threat from collisions with ships. Given the international dimension of the issue, the French, Italian, Monegasque and Spanish governments have proposed a Particularly Sensitive Sea Area (PSSA), i.e., a management zone of the International Maritime Organization (IMO), in which mandatory and voluntary protective measures can be implemented. Defining the risk and its impact at the subpopulation level is required to improve the chances of an IMO acceptance for such a proposal. While previous research partially succeeded in defining the collision risk, its impact on the subpopulation has not been thoroughly evaluated, especially at the spatial scale of the envisioned PSSA. Our study uses the carcass recovery approach to estimate the number of deadly collisions within the proposed PSSA. We then assess the probability that this number exceeds three management rules: Potential Biological Removal (PBR), Alert Reference Point (ARP) and Critical Reference Point (CRP). These management rules describe thresholds beyond which (a) the incidental mortality may prevent the recovery of the population within 100 years (PBR), (b) there is a cause for concern about incidental mortality (ARP), and (c) there is a critical need to lower the incidental mortality (CRP). We conclude that mortality from collisions alone is in excess of PBR. Taking into account confirmed and suspected collisions in strandings in calculations, the collision mortality exceeds ARP; this threshold being considered unacceptable by some international organisations. Additionally, there is almost a 35% chance that the mortality due to ship strikes exceeds the CRP, likely resulting in a population decline. The probability of anthropogenic mortality exceeding CRP is 60% if we include the fishery-related mortality in stranding (i.e., taking into account the total incidental mortality from bycatch and ship strikes). The PSSA proposal could use our approach to estimate the impact of collisions and assess the effectiveness of implemented protective measures. However, it is important to highlight that the IMO process for establishing a PSSA is lengthy, and our findings show that immediate action is required, as there is a high probability that the ship strike and fishery mortality is beyond the critical threshold fixed by the Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area (ACCOBAMS).

Keywords: carcass recovery approach, collision, fin whale, International Maritime Organization, management rule, particularly sensitive sea area.

Résumé¹. Estimation de l'impact des collisions avec des navires sur la sous-population de rorquals communs de Méditerranée. La sous-population de rorquals communs de Méditerranée (*Balaenoptera physalus*) est menacée par les collisions avec les navires. Compte tenu de la dimension internationale de la question, les gouvernements français, italien, monégasque et espagnol ont proposé une Zone

¹ Cette traduction en français du résumé anglais et des mots-clés ne figure pas dans l'article original. Elle est due à Maxime Sèbe. Les lecteurs intéressés peuvent demander au premier auteur (*corresponding author*) de leur adresser le pdf intégral de l'article.

Maritime Particulièrement Vulnérable (ZMPV), c'est-à-dire une zone de gestion de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), dans laquelle des mesures de protection obligatoires et volontaires peuvent être mises en place. La définition du risque et de son impact au niveau de la sous-population est nécessaire pour améliorer les chances d'acceptation d'une telle proposition par l'OMI. Bien que des recherches antérieures aient partiellement réussi à définir le risque de collision, son impact sur la sous-population n'a pas été évalué en profondeur, en particulier à l'échelle spatiale de la ZMPV envisagée. Notre étude utilise l'approche de récupération des carcasses pour estimer le nombre de collisions mortelles dans la ZMPV proposée. Nous évaluons ensuite la probabilité que ce nombre dépasse trois règles de gestion : Potential Biological Removal (PBR), Alert Reference Point (ARP) et Critical Reference Point (CRP). Ces règles de gestion décrivent des seuils au-delà desquels (a) la mortalité accidentelle peut empêcher le rétablissement de la population dans les 100 ans (PBR), (b) il y a une cause de préoccupation concernant la mortalité accidentelle (ARP), et (c) il y a un besoin critique de réduire la mortalité accidentelle (CRP). Nous concluons que la mortalité par collision est à elle seule supérieure au PBR. En comptabilisant les collisions confirmées et suspectées dans les échouages, la mortalité par collision dépasse l'ARP, ce seuil étant considéré comme inacceptable par certaines organisations internationales. De plus, il y a près de 35 % de chances que la mortalité due aux collisions avec des navires dépasse le CRP, avec un déclin de la population qui en résulte probablement. La probabilité que la mortalité anthropique dépasse le CRP est de 60 % si l'on inclut la mortalité liée à la pêche dans les échouages (c'est-à-dire en tenant compte de la mortalité accidentelle totale due aux prises accessoires et aux collisions avec les navires). La proposition d'une ZMPV pourrait utiliser notre approche pour estimer l'impact des collisions et évaluer l'efficacité des mesures de protection mises en œuvre. Cependant, il est important de souligner que le processus de l'OMI pour établir une ZMPV est long et nos conclusions montrent qu'une action immédiate est nécessaire. Il y a une forte probabilité que la collision avec les navires et la mortalité par enchevêtrement dans des engins de pêche dépassent le seuil critique fixé par l'Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS).

Mots-clés : collision, méthode de récupération des carcasses, Organisation Maritime Internationale, règle de gestion, rorqual commun, zone maritime particulièrement vulnérable.