

Gestion d'une carcasse de cachalot : retour d'expérience sur le déploiement des dispositifs Immercet et TraCasse au sein du Sanctuaire Pelagos

Alain BARCELO^{1*}, Céline OBADIA¹, Gaëlle URVOY¹,
Frank DHERMAIN²

¹Parc national de Port-Cros, 181 Allée du Castel Sainte-Claire, BP 70220 – 83406 Hyères CEDEX, France.

²MIRACETI, Place des traceurs de pierre, la Couronne, 13500 Martigues, France.

*Contact : alain.barcelo@portcros-parcnational.fr

Résumé. Deux protocoles expérimentaux d'immersion d'une carcasse de cétacé, Immercet et TraCasse, développés au sein de la dynamique des acteurs du Sanctuaire Pelagos (Méditerranée nord-occidentale), ont été activés au large du Département du Var (Provence, France) suite au repérage d'une carcasse de cachalot *Physeter macrocephalus*, le 26 août 2024. Celle-ci a été suivie pendant 7 jours, du 26 août au 2 septembre 2024, après une tentative d'immersion qui n'a pas réussi suite à une avarie liée au matériel. Le retour d'expérience permet d'améliorer les deux dispositifs et documente la dérive d'une carcasse en mer.

Mots-clés : traitement de carcasses, immersion de cétacés, cachalot, Sanctuaire Pelagos.

Abstract. Management of a sperm whale carcass: a review of the deployment of Immercet and TraCasse Protocols in the Pelagos Sanctuary. Two experimental protocols for the submersion of cetacean carcasses, Immercet and TraCasse, developed within the framework of the Pelagos Sanctuary (north-western Mediterranean Sea) stakeholders, were implemented off the coast of the Var Department (Provence, France) following the discovery of a sperm whale carcass on August 26, 2024. The carcass was monitored for 7 days, from August 26 to September 2, 2024, after an submersion attempt failed due to an equipment malfunction. As well as documenting the drift of a carcass at sea this experience allows the improvement of both protocols.

Keywords: carcass treatment, cetacean submersion, sperm whale, Pelagos Sanctuary.

Introduction

Lorsque les grands mammifères marins meurent, essentiellement en Méditerranée les rorquals communs *Balaenoptera physalus* et les cachalots *Physeter macrocephalus*, leurs carcasses dérivantes peuvent représenter un danger très important pour le trafic maritime. La gestion de ce problème est complexe. De nombreuses techniques ont été utilisées, du traitement à terre au pétardage en mer, générant parfois à leur tour de nouvelles nuisances aujourd'hui inacceptables. La durée de leur séjour en surface n'a par ailleurs jamais fait l'objet d'un suivi précis en Méditerranée.

Dans la synergie d'initiatives générées autour du Sanctuaire Pelagos et en partenariat avec lui, Immercet, un protocole d'immersion de ces carcasses, a été conçu par le Groupement d'intérêt scientifique pour les mammifères marins de Méditerranée (GIS3M), en lien avec le Parc national de Port-Cros (PNPC) et la Préfecture maritime de Méditerranée. Ce dispositif n'étant adapté qu'aux carcasses peu dégradées, l'équipe du PNPC a développé le dispositif complémentaire TraCasse en lien avec la Préfecture maritime, permettant de suivre la dérive de la carcasse en surface.

Cet article présente la genèse des deux dispositifs, leurs déploiements puis leurs mises en œuvre opérationnelles en 2024 qui permettent d'en valider certains aspects techniques et de faire évoluer ceux qui se sont révélés défectueux ou perfectibles.

Problématique de la gestion des carcasses de grands cétacés

Les dernières estimations de population font état de 2 825 cachalots pour l'ensemble de la Méditerranée (2 053-3 888, CV = 16 %), la majorité dans le bassin occidental et en particulier dans le Sanctuaire Pelagos, avec 150-400 individus en été, témoignant sans doute d'une augmentation de la fréquentation du secteur (Poupard *et al.*, 2022 ; Boisseau *et al.*, 2024). Environ 3 300 (CV=30 %) rorquals communs peupleraient l'ensemble de la Méditerranée, dont un millier d'entre eux dans le Sanctuaire Pelagos en période estivale (Panigada *et al.*, 2024), avec des signes de diminution inquiétante de l'espèce (Panigada *et al.*, 2021).

Ces deux populations sont strictement méditerranéennes, et génétiquement différenciées de celles de l'Atlantique (Drouot *et al.*, 2004 ; Palsbøll *et al.*, 2004) et classées « en danger d'extinction (EN) » sur la liste UICN (Panigada *et al.*, 2021, Pirotta *et al.*, 2021).

Les causes de décès des grands cétacés sont variées. En dehors du faible taux de mortalité naturelle de ces espèces dépourvues de prédateurs (tout au moins les adultes), extrêmement longévives (70 ans environ pour le cachalot, 90 à 100 ans pour le rorqual commun ; Notarbartolo di Sciara, 1994), les principaux facteurs sont d'origine anthropique, notamment les pollutions qui affaiblissent leurs défenses immunitaires et perturbent la reproduction (Pinzone *et al.*, 2015 ; Jacob *et al.*, 2016), l'enchevêtrement dans des filets dérivants (Dhermain, 2004 ; 2009), et surtout les collisions avec les grands navires (Sebe *et al.*, 2023).

Après la mort, le devenir de la carcasse dépend de nombreux facteurs. Certaines espèces flottent plus spontanément que d'autres. C'est le cas des baleines franches et des cachalots, par exemple, ce qui facilitait la tâche des baleiniers (Michaud, 2011). Au contraire, les rorquals communs ont tendance à couler entre deux eaux dans un premier temps (les baleiniers devaient les insuffler d'air pour les

maintenir à couple du navire), avant de remonter à la surface sous l'effet des gaz de fermentation, au bout de quelques jours, s'ils n'ont pas coulé trop profond (Moore *et al.*, 2020). L'état d'embonpoint de l'animal joue alors un rôle crucial : des animaux très maigres, incapables de se nourrir suite à des blessures, un milieu inadapté ou la séparation d'avec leur mère, semblent couler à pic lorsqu'ils décèdent (Madallena *et al.*, 2025). La durée de la dérive dépend ensuite de la taille de l'animal, de la température de l'eau, de la salinité, de l'état de la mer, de l'intensité de l'ensoleillement, et du nombre de grands nécrophages, requins essentiellement, qui va s'attaquer à la carcasse et la mettre en pièces. Cela prend quelques jours à plus d'une semaine (Meynecke, 2024), mais n'a jamais été étudié en Méditerranée.

In fine, le devenir naturel des carcasses de grands cétacés, ou de ce qu'il en reste au bout du processus de dégradation, est de couler au fond de l'océan, où elles représentent un apport trophique considérable, véritable ensemencement d'oasis de vie pour des communautés abyssales mal connues.

Mais tant qu'elle dérive en surface, une carcasse de 8 à 20 mètres de long représente un réel danger pour la navigation dans certaines zones de Méditerranée nord-occidentale, où le trafic est dense, et les autorités cherchent bien évidemment à neutraliser ce risque. Depuis le début du siècle, par exemple, 121 grands cétacés, échoués ou non, ont été signalés au Réseau National Échouages (RNE) géré par Pelagis (<http://pelagis.in2p3.fr/public/histo-carto/index.php>). Le chiffre ne reflète que partiellement le nombre de cadavres dérivant en haute mer : nombre d'entre eux passent inaperçus ou ne sont pas signalés à Pelagis. De plus, une fois échouées, ces carcasses représentent des soucis majeurs en termes de gestion.

Pour répondre à cette problématique, plusieurs processus ont été employés sur la façade méditerranéenne française. Du point de vue du Réseau National Échouages, la solution idéale est la dissection à terre, seule à même de permettre de collecter des informations précises sur la génétique, l'âge, le sexe, la biométrie précise, le régime alimentaire et de déterminer avec rigueur les causes de la mort. De telles nécropsies demandent cependant un fort concours de circonstances : carcasse fraîche au moment de la dissection, mise à disposition d'un lieu approprié apte à gérer le traitement et l'enlèvement ultérieur d'une carcasse de 10 à 20 mètres et de 10 à 30 tonnes, réunion en peu de jours d'une équipe d'au moins une dizaine de vétérinaires et correspondants aguerris du RNE, nécessitant usuellement le soutien des équipes professionnelles de Pelagis la Rochelle. Dans la pratique, sur les 121 grands cétacés signalés au RNE de 2000 à 2024 inclus en

Méditerranée française, 37 étaient dans un état de conservation satisfaisant, mais 9 seulement ont pu faire l'objet d'une nécropsie plus ou moins complète (Dhermain *et al.*, 2020 ; 2024), alors que ces examens sont plus réguliers sur le littoral atlantique (conformation de la côte, installations portuaires plus adaptées, moins d'impact sur le tourisme et proximité des équipes de Pelagis) : 32 des 77 cadavres de grands cétacés en assez bon état y ont fait l'objet d'un examen interne depuis l'année 2000, et depuis 2015 les 2/3 de ces animaux bénéficient d'un tel examen (C. Dars et S. Wund, comm. pers.). La nécropsie ne concerne donc que des animaux frais et traités très rapidement, qu'ils se soient échoués naturellement dans un endroit favorable, ou qu'ils aient été volontairement remorqués jusqu'au lieu approprié.

La logistique nécessaire aux nécropsies étant souvent jugée trop lourde (peu de sites portuaires adaptés, mairies difficiles à convaincre, etc.), les cadavres dérivant en mer ont souvent été gérés sur place, soit en les tractant dans des eaux peu fréquentées (ce qui ne répond que partiellement au problème), soit en utilisant le très controversé pétardage du corps, où des charges explosives posées par les plongeurs-démineurs de la Marine nationale visent à pulvériser le cadavre pour supprimer le danger à la navigation, avec une efficacité très relative, et surtout de fortes nuisances acoustiques pour la faune sous-marine, sans parler des dangers de mise en œuvre (Van Canneyt *et al.*, 2015). Ce pétardage n'est d'ailleurs plus mis en œuvre en Méditerranée française depuis de nombreuses années car la Préfecture maritime est parfaitement consciente et sensibilisée aux impacts (d'autant plus dans le Sanctuaire Pelagos) et ne demandera à l'avenir son utilisation sans doute qu'en dernier recours.

Une troisième voie, enfin, est de pouvoir proposer dans certains cas une immersion raisonnée de la carcasse, reproduisant ainsi l'évolution naturelle des cadavres de grands cétacés. On se prive certes des données précises qui ne pouvaient être recueillies qu'à la faveur d'une nécropsie vétérinaire, mais on évite les nuisances inacceptables du pétardage, tout en multipliant les bénéfices : suppression du danger à la navigation, apport nutritif colossal pour les communautés abyssales méconnues, et possibilité d'un suivi ultérieur par véhicule sous-marin téléopéré pour étudier cette faune des grands fonds avec un potentiel de recherches exceptionnel (Baco et Smith, 2003). La raréfaction des baleines (et des grands requins) dans le monde a dû avoir une répercussion énorme sur ces communautés abyssales. L'élimination des carcasses par échouage à la côte, comme leur pulvérisation par pétardage, prive encore ces communautés de la manne que représentaient les carcasses des grands pélagiques (Smith *et al.*, 2015). Enfin, cette chute des

carcasses de baleine sur le plancher océanique représente une séquestration d'une quantité non négligeable de carbone, même si l'impact résultant sur la lutte contre le réchauffement climatique reste à établir (Pearson *et al.*, 2023).

Conception et déploiement d'Immercet et de TraCasse

Le protocole d'immersion de carcasses de mammifères marins Immercet a été conçu en 2016 par le GIS3M (l'idée originale provenait de l'Association Souffleurs d'Écume et du Groupe d'Étude des Cétacés en Méditerranée -GECEM- qui en étaient membres ; aujourd'hui MIRACETI a succédé au GIS3M) suite à une commande du PNPC, au titre de sa mission d'animation du Sanctuaire Pelagos, (Barcelo *et al.*, 2013) grâce au budget recherche octroyé par le Ministère en charge de l'environnement. Immercet s'inspire des deux méthodes développées et améliorées par le Professeur Craig Smith à l'Université d'Hawaï et par l'Agence des Pêches du Japon (Couvât *et al.*, 2016). Le principe est de lester la carcasse avec des blocs rocheux afin qu'elle puisse couler. Le kit Immercet est donc constitué de tout le matériel (bouts, câbles, manilles, etc.) permettant de relier la carcasse aux blocs rocheux qui disposent d'un anneau métallique scellé chimiquement (Fig. 1).

Depuis fin 2017, la Base navale de Toulon est équipée du kit Immercet et les équipages mobilisables sont formés et disposent d'un guide pratique. La Préfecture maritime peut initier une opération Immercet dès qu'une carcasse répondant aux critères se présente : rorqual commun ou cachalot de plus de 8 mètres, fraîche (état de décomposition peu avancé) (Couvât *et al.*, 2016). Trois autres équipements ont été acquis en 2020, l'un pour venir compléter le premier à Toulon et deux autres qui ont été déposés en Corse en 2022 par la Préfecture maritime pour réduire les délais afin de pouvoir lancer l'intervention tant que la carcasse est en état d'en être équipée.



Figure 1. Le kit Immercet embarqué sur le *Pionnier* le 27 août 2024. Au second plan, un bloc de calcaire disposant d'un anneau scellé. Photo © Parc national de Port-Cros.

TraCasse est un dispositif développé par Céline Obadia pour le compte du PNPC, d'après une idée originale de Souffleurs d'Écume. Il a pour ambition de suivre la dérive des carcasses de mammifères marins qui ne sont pas éligibles à Immercet, car en état de décomposition avancée, afin de les signaler en temps réel en tant que danger à la navigation, puis de repérer précisément la position finale de leur immersion. Ceci contribue également à la connaissance sur la dérive de la carcasse.

TraCasse est constitué de 4 flotteurs fixés entre 2 plateformes, traversées par un mât, en haut duquel une balise GPS Argos transmet en direct la localisation GPS. Un réflecteur radar et un flasheur assurent le signalement visuel direct. Sur la plateforme supérieure un treuil équipé d'un frein réglé à 40 kg de traction avec 3 000 m de tresse en Dyneema® (car la profondeur en Méditerranée nord-occidentale n'excède pas cette valeur) doit s'actionner pour suivre le cheminement de la carcasse jusqu'au fond (Fig. 2).

Le dispositif TraCasse a été livré sur la base de Toulon le 12 avril 2021. Une réunion organisée le 18 mai 2021 par le PNPC avec la Marine nationale et la Préfecture maritime a permis d'exposer le protocole et de l'adapter en fonction des contraintes des opérations à bord.

Depuis 2017 pour Immercet et 2021 pour TraCasse, l'ensemble du RNE et des partenaires (Préfecture maritime de Méditerranée, Marine nationale) étaient prêts à une mise en œuvre de ces deux dispositifs dès le signalement d'une carcasse de cétacé éligible à l'une ou l'autre des solutions.



Figure 2. Le dispositif TraCasse (non assemblé) embarqué sur le *Pionnier* le 27 août 2024. Photo © Parc national de Port-Cros.

Mises en œuvre opérationnelles d'Immercet puis de TraCasse

Le lundi 26 août 2024 au soir, deux pêcheurs signalent la carcasse d'un cachalot au large d'Antibes (Îles de Lérins ; Fig. 3 et Fig. 4). La taille de l'animal est estimée à 8-9 mètres. Ils reportent sa position au Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage de la Méditerranée (Cross Méd). Le Centre opérationnel de la Marine (CENTOPS) sollicite la Préfecture Maritime pour le traitement de la carcasse.



Figure 3A. Première photo de la carcasse de cachalot prise au large d'Antibes le 26 août 2024 (Gendarmerie Maritime).



Figure 3B. Image de drone réalisée le 27/04 à 10h30. Notez la présence de deux requins peau bleue autour de la carcasse ensanglantée. Photo © Greg Lecoœur.

Le 27 août, la Préfecture maritime sollicite le PNPC pour disposer d'un avis sur le traitement de la carcasse. Suivant le mode opératoire établi, une décision conjointe est prise entre la Préfecture maritime, l'équipe d'animation de la partie française du Sanctuaire Pelagos et Pelagis d'appliquer le protocole Immercet d'immersion de la carcasse. Cette dernière répond en effet aux critères de fraîcheur

et la queue est présente, alors que le transport à terre pour une autopsie complète semble difficile à mettre en œuvre, en cette période de forte affluence touristique et de manque de disponibilité de nombreux correspondants. Pelagis demande des prélèvements de dents, et peau, lard et muscle (à la discrétion de la faisabilité et au regard de la sécurité).

À la demande de la Préfecture maritime, le kit Immercet est chargé sur le BSAA « *Pionnier* » (BSAA : bâtiment de soutien d'assistance affrété). Lors d'un échange téléphonique avec le PNPC, ce dernier suggère d'embarquer également le dispositif TraCasse. La Préfecture maritime valide cette proposition.

Le *Pionnier* est armé à 21:00 LT (TU+2), avec à son bord une équipe du Groupe de Plongeurs-Démineurs (GPD) pour les manipulations sur l'eau en semi-rigide et Alain Barcelo pour disposer d'un appui scientifique et technique de Pelagos.

Le 28 août, la recherche de la carcasse commence à 6:00 d'après la dérive envisagée par le personnel à bord. Elle est retrouvée à 9:45 à la position approximative N43°21' et E06°51', au-dessus de fonds de ~1 000 m (Fig. 4). Elle est repérable par une traînée grasse en surface, son odeur et la présence d'oiseaux marins. Des goélands leucophées *Larus michahellis* et 3 requins peau bleue *Prionace glauca* s'en nourrissent.

La carcasse présente une profonde entaille vraisemblablement provoquée par la collision avec un navire. Cependant, en l'absence d'examen rapproché, et malgré la nappe de sang autour de la plaie, il n'est pas possible de déterminer si le choc a eu lieu sur le cachalot vivant et a entraîné sa mort, ou sur un cadavre déjà mort pour une autre raison (autre collision, capture dans des filets dérivant, mortalité infectieuse, etc.). Il est cependant avéré dans Pelagos que les collisions avec les navires représentent la première cause de mortalité identifiée pour ces animaux (Labach *et al.*, 2010 ; Sèbe *et al.*, 2023).

La dérive de la carcasse et sa proximité à la côte font craindre un échouement dans le secteur du golfe de Saint-Tropez. Une concertation s'engage entre le commandant du *Pionnier*, le responsable du GPD et le représentant de Pelagos, ainsi que le représentant de la Préfecture maritime au téléphone. Il est décidé de tenter de remorquer la carcasse pour éviter son échouement jusqu'à une zone où la profondeur est comprise entre 500 et 1 000 mètres, présentant une faible pente, et de tester le dispositif Immercet. Le rapport Immercet préconise en effet d'être plus profond que 500 mètres, tandis que la profondeur maximale de 1 000 mètres relève de la volonté de pouvoir ensuite suivre la décomposition de la carcasse au fond (le nombre de véhicules téléopérés pouvant

intervenir à des profondeurs > 1 000 m étant plus restreint) (Couvat *et al.*, 2016). Par chance, il est repéré sur la carte bathymétrique une telle zone peu distante au large de la presqu'île. La profondeur de 800 mètres est retenue. Le Préfet maritime valide cette proposition.

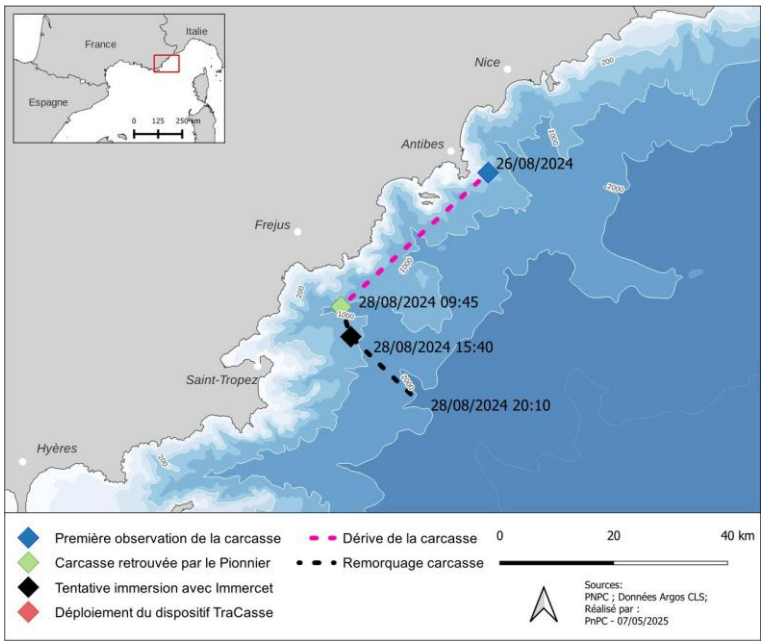


Figure 4. Déplacement de la carcasse de cachalot entre le 26 août, date de sa découverte, et le 28 août 2024 au matin par la dérive, puis par deux remorquages successifs pour procéder à l'expérimentation d'Immercet à N43°18,12 et E06°52,08 avant de l'éloigner de la côte pour démarrer l'expérimentation TraCasse à N43°11,68 et E07°00,39.

Vers 11:15, le GPD entoure la carcasse de sangles : gueule, partie médiane du corps et pédoncule caudal. Le semi-rigide du GPD teste ensuite la solidité en mettant en tension le bout de remorquage (Fig. 5). Vers 11:45, le *Pionnier* débute son remorquage vers le large, à l'est du Cap Camarat.



Figure 5. Sanglage de la carcasse de cachalot réalisé par le GPD (Groupe de plongeurs démineurs). Photo © Parc national de Port-Cros.



Figure 6. Dispositif Immercet en cours de déploiement au large du golfe de Saint-Tropez. Au premier plan à gauche, les blocs calcaires disposant d'anneaux métalliques scellés, manilles et chaînes. Sur la plage arrière du *Pionnier*, les bouts de remorquage prépositionnés. A l'arrière-plan, le semi-rigide du GPD (Groupe de plongeurs démineurs) au contact de la carcasse du cachalot. Photo © Parc national de Port-Cros.

Immercet est alors mis en œuvre (Fig. 6 et Fig. 7). Il est décidé de mobiliser 7 tonnes de lest à partir des blocs de tonnages variés composant le kit Immercet, pour s'assurer que la carcasse plongera bien. Une centaine de mètres de cordage est utilisée. L'immersion du cachalot débute et échoue à 16:00. La carcasse commence à suivre les blocs, mais ne s'enfonce pas sous l'eau, seul le lest disparaît. Un élément du dispositif a lâché.

Le GPD expertise la carcasse et le sanglage. Celui-ci est en excellent état. En revanche, une manille textile certifiée 13 tonnes a lâché ou s'est dénouée.



Figure 7. Le dispositif Immercet avant sa mise en œuvre. Photo © Parc national de Port-Cros.

A 16:30, le groupe de décision propose au Préfet maritime un remorquage le plus au large possible avant la nuit (environ 12 milles nautiques, ~22 km) pour écarter tout risque d'échouement et pouvoir mettre en œuvre TraCasse (Fig. 8). Le Préfet maritime valide cette proposition.



Figure 8. Le dispositif TraCasse sur le pont du *Pionnier* avant son déploiement. Photo © Parc national de Port-Cros.

Le dispositif TraCasse est déployé à 20:00 à la position N43°11,68 et E07°00,39 (Fig. 9). Le *Pionnier* rentre ensuite au port de Toulon.

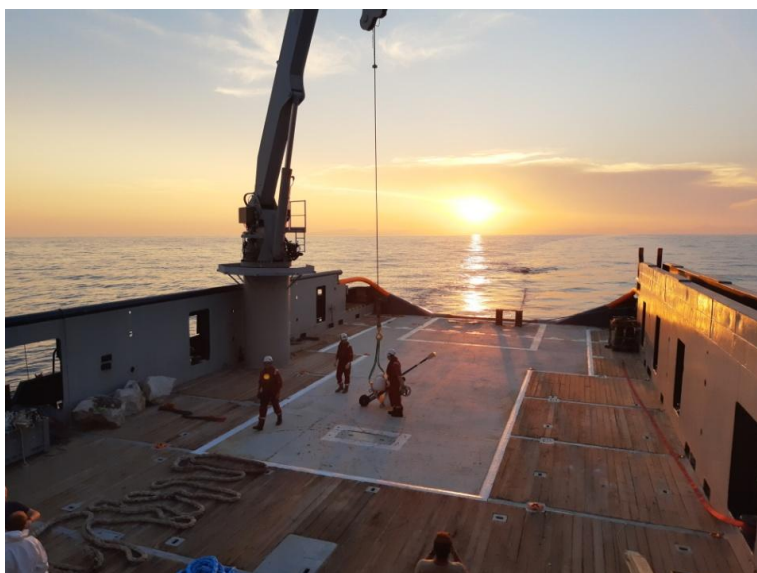


Figure 9. Déploiement du dispositif TraCasse sur le pont du *Pionnier*. Photo © Parc national de Port-Cros.

Suivi de la carcasse grâce à TraCasse

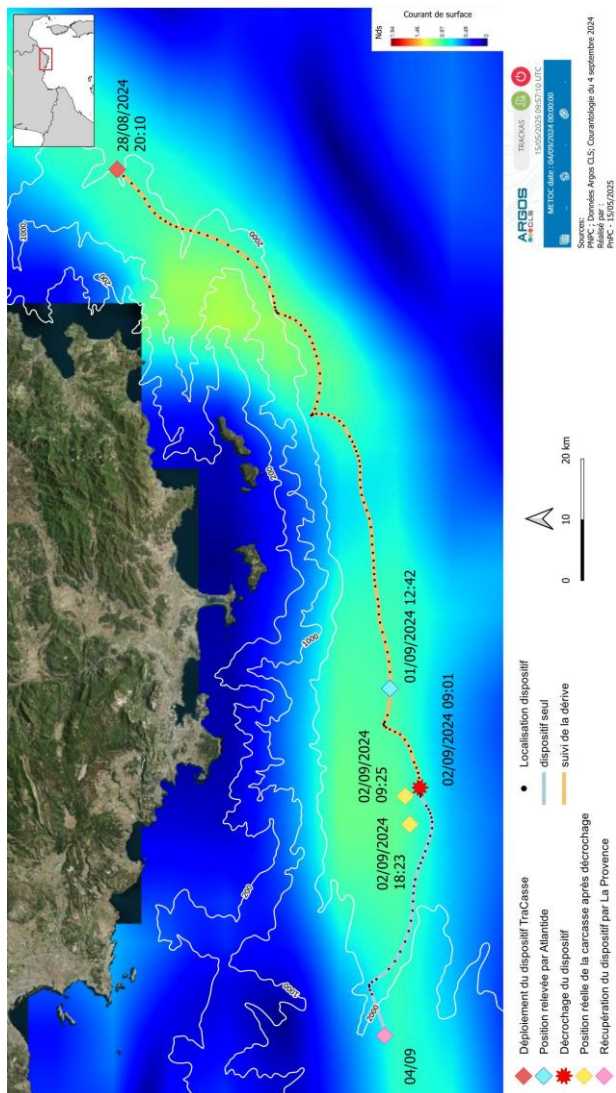
Dans l'attente, les identifiants et mots de passe requis pour consulter les positions GPS en ligne sur le site Argos Web (2025) sont transmis à tous les services de l'État, dans l'attente de la constitution de la liste de diffusion des positions par e-mail via Argos Direct, qui fonctionne dès le lendemain matin.

La dérive est suivie en ligne sur le site Argos Web et deux « avis urgent aux navigateurs » (Avurnav) par jour sont communiqués pendant six jours : les 28, 29, 30, 31 août et les 1^{er} et 2 septembre. Aucun moyen nautique ou aérien n'est disponible pour prendre des photos.

Le 1^{er} septembre 2024, la carcasse est signalée par l'opérateur de Whale Watching « Atlantide ». Le dispositif TraCasse est malheureusement éloigné d'environ 100 à 200 m de la carcasse (Fig. 10). Il semblerait que le treuil se soit en partie dévidé. Leurs observations ont révélé la présence d'une vingtaine de dauphins de Risso *Grampus griseus* à proximité de la carcasse et d'au moins un requin peau bleue *Prionace glauca*.

Examen de la carcasse au large, exploitation par la faune du large

Le 2 septembre 2024, le semi-rigide hauturier des photographes animaliers de « Regard du Vivant » (Thomas Roger) emmène sur site une équipe de six naturalistes, dont Frank Dhermain (MIRACETI / RNE), après communication des points GPS les plus récents. Ils trouvent le dispositif à 9:00 mais la carcasse n'est pas en vue. Le fil qui reliait la balise Tracasse à l'animal est sectionné, au ras du dispositif. L'équipage mise sur une dérive de la carcasse plus au nord et à l'ouest par rapport à la balise, mais 20 minutes s'écoulent sans que le cachalot soit détecté. Notre route croise alors celle d'un océanite tempête de Méditerranée *Hydrobates pelagicus melitensis*. L'espèce, peu commune, est connue pour être attirée par les carcasses en décomposition dont se détachent des petits morceaux dont elle se nourrit, et pour les repérer de très loin grâce à son odorat exceptionnel (Hutchison et Wenzel, 1980). Nous décidons alors de suivre l'oiseau, et cette option s'avère rapidement payante : il rejoint effectivement la carcasse, entourée de nombreux océanites, à 2,7 km de la balise (Fig. 11). Le réseau téléphonique ne passant pas au large, l'équipe du PNPC ne peut être prévenue des résultats de la mission qu'au retour de celle-ci au port, vers 21:00.



Les naturalistes se sont relayés dans l'eau pendant sept heures pour documenter le comportement de la faune nécrophage autour de la carcasse. De 9:30 à 14:30, seulement 3 requins peau bleue mâles (présence de ptérygopodes), un seul d'abord, puis deux autres ensemble, différenciables par le nombre et l'implantation des copépodes ecto-parasites fixés sur le bord de fuite de leurs nageoires, entourés de leur cortège de poissons-pilotes *Naucrastes ductor* (6, 2 et 1, respectivement) sont venus s'y alimenter. La taille des trois requins a été visuellement estimée à un peu moins de 250 cm, taille supérieure à la taille de première maturité sexuelle (Megalofonou *et al.*, 2009). Glissant sans effort par d'amples ondulations de leur nageoire caudale, les requins tournent lentement autour de la carcasse, remontant à son contact pour choisir un morceau à prélever, et se mettent à la verticale pour saisir fortement les chairs fibreuses entre leurs mâchoires, et l'arrachent par de violents mouvements de la tête. En surface, on voit parfois le museau pointu du requin sortir hors de l'eau pendant qu'il arrache le morceau de chair.

De retour sur la carcasse de 18:00 à 20:00, aucun requin n'est visible. Alors que la lumière déclinante ne permet plus de faire d'image et que les plongeurs remontent à bord et démontent le matériel, un requin peau bleue est de nouveau signalé à proximité du cachalot, mais il est trop tard pour y retourner. L'observation de seulement 3 requins, et uniquement des requins peau bleue, sur une aussi longue période d'observation et sur une aussi grosse carcasse, confirme la quasi disparition des grands squales en Méditerranée (Ferretti *et al.*, 2008 ; Cashion *et al.*, 2019) avec une diminution de 90 % des effectifs de requins peau bleu en l'espace de trois générations (Dolfo *et al.*, 2024).

Un minimum de 18 océanites tempêtes de Méditerranée (oiseau de la liste rouge des espèces menacées en France, Europe et monde) tournaient autour de la carcasse et picoraient les restes de chair qui se délitait et que le courant emportait à l'écart. Il est rarissime d'observer dans la région de tels rassemblements de l'espèce, qui ne niche plus depuis le XIX^{ème} siècle dans les îles d'Hyères (Audevard, 2014) et se maintient par à peine quelques couples dans les îles de Marseille (Tranchant et Lascève, 2009). Cette sortie a permis de réaliser d'intéressants clichés de l'espèce, dont la plupart des individus étaient en mue des rémiges primaires.

De la carcasse ne reste que de la peau et du lard fibreux, il n'y a plus de tête, pas de queue distincte, quelques vertèbres sont apparentes et commencent à se détacher, de même qu'une côte. La palette natatoire (membre antérieur droit) est également présente (Fig. 11). Deux petits balistes communs *Balistes capriscus* sont également venus s'abriter sous la carcasse dérivante (probable effet refuge de type Dispositif de concentration de poissons -DCP-).



Figure 11. État de la carcasse du cachalot le 2 septembre 2024. @ Frank Dhermain.

Le 03 septembre, les différents services sont prévenus que le dispositif est décroché. La récupération est décidée et programmée avec la Préfecture maritime. La frégate *Provence* appareille le soir même.

Le 04 septembre, le dispositif est récupéré à N42°48,36 E05°15,56. Le treuil ainsi que son socle sont absents. Les 4 écrous et vis qui le fixaient au dispositif ont disparu. Le dispositif récupéré est acheminé à l'arsenal de Toulon.

Retour d'expérience

Les deux déploiements nous ont permis de progresser sur les deux dispositifs expérimentaux. Il est d'ores et déjà possible de proposer les axes de modification suivants pour Immercet :

- une expertise ultérieure du kit Immercet restant à la Base navale de Toulon a révélé que la manille textile du fournisseur ne pouvait pas supporter les forces en jeu au moment de l'immersion car nouée avec un nœud inadapté, diminuant sa résistance. C'est donc bien ce point qui a causé l'échec de l'immersion. La manille

textile sera remplacée par une manille acier. Il faudra à nouveau vérifier les forces en jeu dont le poids estimé de l'animal ;

- compte tenu des risques liés à la manutention des blocs rocheux équipés d'anneaux scellés, la possibilité de les remplacer par de vieilles chaînes d'ancres, disponibles gratuitement à la Base navale, ou des gabions (composés d'acier galvanisé, de roches et homologués pour le levage) devra être à nouveau étudiée. Ces options avaient été initialement envisagées puis écartées. Il conviendra au préalable de vérifier que leur utilisation ne contrevient pas aux dispositions de la Convention de Barcelone qui traitent de l'immersion de déchets en mer Méditerranée ;

- il faut à nouveau se concerter avec les partenaires pour valider les zones d'immersion préconisées en 2016 (Couvât *et al.*, 2016) pour les suivis de décomposition en profondeur notamment par Ifremer ;

- les critères d'éligibilité à Immercet préalablement définis peuvent être changés : le squelette doit être présent dans son intégralité, avec la caudale, mais la carcasse ne doit pas forcément être fraîche ;

- une réflexion sur l'utilité et la dangerosité des sangles pour la faune marine pourrait être amorcée. Avec le délitement progressif de la carcasse, les sangles ont formé de larges boucles dans lesquelles des grands animaux (requins notamment) auraient pu s'enchevêtrer, en surface comme sur le plancher océanique.

S'agissant de TraCasse :

- la décomposition a été très rapide, certainement accélérée par une eau à environ 27°C et l'air à 30°C. Il ne restait que la peau, de la graisse et quelques vertèbres après 7 jours. L'utilisation du dispositif Tracasse a permis pour la première fois de constater l'évolution de la dégradation d'une carcasse de cachalot dans ces conditions météorologiques. Le nombre et la variété de requins qui ont pu se nourrir dans les jours précédant la mission du 2 septembre ne sont pas connus. Gonflées par l'accumulation de gaz de putréfaction, les carcasses de cachalot explosent littéralement en mer, ce qui a pu entraîner la chute de la tête massive et des principaux viscères, seul restant en surface un manteau de peau et de lard ;

- la dérive des carcasses de cétacés en Méditerranée est influencée par les courants de surface et les vents, rendant leur modélisation beaucoup plus complexe qu'en Atlantique où elle dépend principalement des vents et des marées (Deslias, 2021). Dans ce cas précis, il se trouve que la distance de remorquage (~22 km) de la carcasse correspondait à la zone du cœur du Courant

Nord (zone de vitesse maximale, couleur verte sur la Figure 10). La carcasse a ensuite dérivé à ~25 cm/s vers l'ouest-sud-ouest. Ces données correspondent à la situation générale du Courant Nord en période estivale (en l'absence de coup de vent, voir Taupier-Letage *et al.* (2013) pour plus de détails).

La connaissance de la trajectoire réelle fournie par la balise TraCasse permettra d'affiner le modèle ;

- le treuil avait été identifié comme un élément de faiblesse par la possibilité qu'il puisse se dévider malgré la présence du frein, que le fil soit sectionné ou qu'il soit volé. Les 3 événements ont eu lieu, et la carcasse n'a pas coulé et s'est délitée en surface. Le treuil et le fil pourraient être remplacés par un bout muni d'un largueur hydrostatique (appareil conçu pour sectionner automatiquement le bout lorsque la carcasse coule), au cas où le grand cétacé viendrait tout de même à couler. Il faudrait cependant être assuré d'être en mesure d'identifier des critères de différenciation de dérive animal/dispositif pour discerner le moment où celui-ci est largué afin de disposer de la position de la carcasse au fond ;

- le dispositif pourrait être équipé de pièges photo sur le mât et d'une caméra sous-marine de façon à obtenir des photos régulières de la décomposition, ainsi que des prédatons et nourrissages aux abords ;

- il faut étudier la possibilité d'équiper le dispositif avec une balise AIS (Automatic Identification System) qui permettrait de signaler aux bateaux le dispositif et la carcasse sans passer par les Avurnav et ainsi éviter autant que faire se peut les pillages.

Conclusion

Après 8 années sans carcasse éligible, il s'agissait des premiers déploiements à la fois pour Immercet et TraCasse. Ils ont permis d'éviter un échouement, un pétardement, des collisions, mais également de suivre pendant 8 jours l'évolution de la décomposition d'une carcasse et le début de sa prédation. Les échanges avec la Préfecture maritime, la Marine nationale, Pelagos et Pelagis ont été établis selon le mode opératoire prédéfini. La transmission des positions par Avurnav et la communication avec les différents services de l'État en mer a été facile et fructueuse. Seule la possibilité de faire des clichés par avion ou hélicoptère, envisagée initialement, n'a pas été possible. De nouveaux échanges devront avoir lieu pour déterminer et valider les évolutions/améliorations à donner pour faire progresser ces protocoles.

Remerciements. Nous remercions les observateurs et services de l'État qui ont signalé l'observation initiale, les membres du Réseau National Échouages qui ont transmis des informations au moment de la découverte initiale de la carcasse, en particulier Adrien Gannier (GREC) et Céline Tardy (MIRACETI), et l'équipe de Pelagis la Rochelle, l'opérateur de whale-watching *Atlantide* pour le signalement du cachalot le 31 août, Thomas Roger et Lizza Boitard-Thomas, Maxime Welmant, Véronique et Manu Roguet pour avoir organisé et permis la mission cachalot et requins du 2 septembre 2024, Aurélien Guay pour son expertise sur les requins, les relecteurs pour leurs contributions, leurs remarques et suggestions, et tout particulièrement Isabelle Taupier-Letage et Charles-François Boudouresque. Les blocs rocheux servant de lest pour Immercet ont été gracieusement fournis par la carrière SOMECA du Revest-les-Eaux. Nous remercions la Préfecture maritime de Méditerranée et tout particulièrement Gilles Boidevezi et André Grosset, l'équipe du GPD et l'équipage du Pionnier. Nous remercions également Marie Clap pour la carte, Céline Dars et Sarah Wund, de Pelagis, pour la mise à disposition des données échouage de la façade atlantique, administrées par l'UAE DoHNÉE, Florian Expert pour l'appui du Ministère en charge de l'environnement, Greg Lecoeur et l'équipe qui a permis la réalisation de l'image 3B. La traduction en anglais du résumé a été produite par Alicia Bichon et vérifiée par Chris Walley, nous les remercions chaleureusement.

Références

- ARGOS, 2025. <https://www.argos-system.org/products/available-argos-options/> (consulté le 05/03/2025)
- AUDEVARD A., 2014. Recensement de la population d'Océanite tempête de Méditerranée *Hydrobates pelagicus melitensis* sur les îles d'Hyères. Parc national de Port-Cros (2011). *Faune PACA publication*, 42 : 43 pp.
- BACO A.R., SMITH C.R., 2003. High species richness in deep-sea chemoautotrophic whale skeleton communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 260: 109-114.
- BARCELO A., PEIRACHE M., ODY D., JARIN M., JAUBERT R., MAURER C., SELIER G., VIVIANI R.A., 2013. Gouvernance et animation du Sanctuaire PELAGOS, la première aire marine protégée transfrontalière de haute mer destinée à la protection des mammifères marins (Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 27: 451-460.
- BOISSEAU O., REID J., RYAN C., MOSCROP A., McLANAGHAN R., PANIGAGA S., 2024. Acoustic estimates of sperm whale abundance in the Mediterranean Sea as part of the ACCOBAMS Survey Initiative. *Front. Mar. Sci.*, 11 (1164026): 1-20.
- CASHION M.S., BAILLY N., PAULY D., 2019. Official catch data underrepresent shark and ray taxa caught in Mediterranean and Black Sea fisheries. *Marine Policy*, 105: 1-9.
- COUVAT J., DHERMAIN F., MAYOL P., 2016. *Comment couler une baleine ? Étude de faisabilité pour l'IMMERsion raisonnée des carcasses de grands CÉTACÉS en Méditerranée française. Projet IMMER CET*. Rapport GISM3, Convention de partenariat 14-027 entre le GIS3M et Parc national de Port-Cros, Hyères, France :1-45 + 29 pl. h.t.
- DESLIAS C., 2021. Probabilité de dérive des carcasses de cétacés en Méditerranée estimée par le modèle MOTHY. *Conférence XXII^{ème} séminaire du Réseau National Échouages, la Rochelle, 11 décembre 2021*. <https://videos.univ-lr.fr/video/2242-probabilite-de-dérive-des-carcasse-de-cetaces-en-mediterranee-estimee-par-le-modele-mothy/>
- DHERMAIN F., et le Réseau Échouage Méditerranéen, 2004. *Recensement des échouages de cétacés (Cetacea Brisson, 1762) sur les côtes françaises de Méditerranée. Années 2002-2004*. Rapport GECCEM, contrat 04_008_83400 pour le Parc National de Port-Cros, Hyères, France : 101 p.
- DHERMAIN F., et le Réseau Échouage Méditerranéen, 2009. *Suivi des échouages sur les côtes méditerranéennes françaises. Années 2005-2009*. Rapport GECCEM / GIS3M, contrat 08_037_83400 pour le Parc National de Port-Cros, Hyères, France : 131 p.
- DHERMAIN F., et le Réseau National Échouages (Méditerranée), 2020. *Suivi des échouages sur les côtes méditerranéennes françaises. Années 2016-2019*. Rapport GECCEM, contrat 17-036 pour le Parc national de Port-Cros, Hyères, France : 160 p.
- DHERMAIN F., et le Réseau National Échouages (Méditerranée), 2024. *Suivi des échouages sur les côtes méditerranéennes françaises. Années 2020-2023*. Rapport MIRACETI, contrat 21-030 pour le Parc national de Port-Cros, Hyères, France : 173 p.
- DOLFO V., BOISSIN E., LAPINSKI M., PLANES S., 2024. New insights into population structure, demographic history, and effective population size of the critically endangered blue shark *Prionace glauca* in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 19 (6): e0305608.
- DROUOT V., BERUBE M., GANNIER A., GOOLD J.C., REID R.J., PALSBOLE P.J., 2004. A note on genetic isolation of Mediterranean sperm whales (*Physeter macrocephalus*) suggested by mitochondrial DNA. *J. Cetacean Res. Manage.*, 6 (1): 29-32.

- FERRETTI F., MYERS R.A., SERENA F., LOTZE H.K., 2008. Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology*, 22: 952-964.
- HUTCHISON L., WENZEL B.M., 1980. Olfactory guidance in foraging by Procellariiforms. *Condor*, 82: 314-319.
- JACOB T., FOSSI C., ODY D., TARDY C., LABACH H., 2016. *Impacts des microplastiques sur la population de Rorquals communs du Sanctuaire Pelagos*. Rapport final, Septembre 2016. Partenariat scientifique-Contrat 14-039 83400PC GIS3M – Parc national de Port-Cros et Sanctuaire Pelagos : 19 p.
- LABACH H., MAYOL P., GAMBAIANI D., CAPOULADE F., 2010. *Éléments pour la désignation du Sanctuaire PELAGOS en tant que ZMPV (Zone Maritime Particulièrement Vulnérable)*. Rapport GIS3M, Convention de partenariat 10-049 entre le GIS3M et Parc national de Port-Cros, Hyères, France : 1-50.
- MADDALENA J., ZANARDELLI M., DHERMAIN F., ALESI J., ARMONIO F., BALLARDINI M., BARCELO A., CALOGERO G., FONTANESI E., FRANTZIS A., MENNITI M.-A., MONACO C., OBADIA C., PELEGRINO G., RAFFA A., TARDY C., VERGA A., VIOLI B., PANIGADA S., 2025. Codamozza-Fluker: the compelling case of a flukless Fin Whale traveling throughout the Mediterranean Sea and the need for basin-wide conservation efforts. *Ecol.Evol.*, 15 (6).
- MEGALOFONO P., DAMALAS D., DE METRIO G., 2009. Biological characteristics of blue shark, *Prionace glauca*, in the Mediterranean Sea. *J.Mar. Biol. Ass.U.K.*, 89: 1233-1242.
- MEYNECKE J.-O., ZIGIC S., PEREZ L., DUNN R.J.K., BENFER N., GUSTAFSON J., BOSSHARD S., 2024. Dead on the beach? Predicting the drift of whale remains improves management for offshore disposal. *Mar. Sci. Eng.*, 12 (1156).
- MICHAUD R., 2011. Quand une baleine meurt en mer, qu'arrive-t-il de son corps ? Flotte-t-elle ou est-elle mangée par d'autres animaux. <https://baleinesendirect.org/quand-une-baleine-meurt-en-mer-quarrive-t-il-de-son-corps-flotte-t-elle-ou-est-elle-mangee-par-dautres-animaux/>
- MOORE M.J., MITCHELL G.H., ROWLES T.K., EARLY G., 2020. Dead cetacean? Beach, bloat, float, sink. *Front. Mar. Sci.*, 7 (333): 1-8.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., 1994. *Guida dei Mammiferi Marini del Mediterraneo*. Franco Muzzio ed., Padova, Italie: 262 p.
- PALSBOELL P.J., BÉRUBÉ M., AGUILAR A., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., NIELSEN R., 2004. Discerning between recurrent gene flow and recent divergence under a finite-site mutation model applied to north atlantic and mediterranean sea fin whale (*Balaenoptera physalus*) populations, *Evolution*, 58 (3): 670-675.
- PANIGADA S., GAUFFIER P., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (2021). IUCN Red List of Threatened Species: *Balaenoptera physalus* Mediterranean subpopulation. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T16208224A50387979.en>.
- PANIGADA S., PIERANTONIO N., ARAÚJO H., DAVID L., DI-MÉGLIO N., DORÉMUS G., GONZALVO J., HOLCER D., LARAN S., LAURIANO G., PAIU R.-M., PERRI M., POPOV D., RIDOUX V., VÁZQUEZ J.A. CAÑADAS A., 2024. The ACCOBAMS survey initiative: the first synoptic assessment of cetacean abundance in the Mediterranean Sea through aerial surveys. *Front. Mar. Sci.* 10 (1270513).
- PEARSON H.C., SAVOCA M., COSTA D.P., LOMAS M.W., MOLINA R., PERSHING A.J., SMITH C.R., VILLASENOR-DERBEZ J.C., WING S.R., ROMAN J., 2023. Whales in the carbon cycle: can recovery remove carbon dioxide? *Trends Ecol. Evol.*, 38 (3) 238-249.
- PINZONE M., BUDZINSKI H., TASCIOTTI A., ODY D., LEPOINT G., SCHNITZLER J., SCHOLL G., THOME J.P., TAPIE N., EPPE G., DAS K., 2015. POPs in free-ranging pilot whales, sperm whales and fin whales from the Mediterranean Sea: influence of biological and ecological factors. *Environmental Research*, 142: 185-196.
- PIROTTA E., CARPINELLI E., FRANTZIS A., GAUFFIER P., LANFREDI C., PACE D.S., RENDELL L.E., 2021. *Physeter macrocephalus* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened species* 2021: e.T16370739A50285671.
- POUPARD M., FERRARI M., BEST P., GLOTIN H., 2022. Passive acoustic monitoring of sperm whales and anthropogenic noise using stereophonic recordings in the Mediterranean Sea, Northwest Pelagos Sanctuary. *Scientific Reports*, 12 (2007): 1-13.
- SEBE 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 Coast. Manage.*, 237 (106485). <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106485>
- SMITH C.R., GLOVER A.G., TREUDE T., HIGGS N.D., AMON D.J., 2015. Whale-fall ecosystems: Recent insights into ecology, paleoecology, and evolution. *Ann. Rev.Mar. Sci.*, 7: 571-596.
- TAUPIER-LETAGE, I., PIAZZOLA J., ZAKARDJIAN B., 2013. Les îles d'Hyères dans le système de circulation marine et atmosphérique de la Méditerranée. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 27: 29-52.

- TRANCHANT Y., LASCEVE M., 2009. Océanite tempête de Méditerranée *Hydrobates pelagicus melitensis*. In FLITTI A., KABOUCHE B., KAYSER Y., OLIOSSO G. (2009). *Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. LPO PACA, Delachaux et Niestlé publ., Paris, France : 88-89.
- VAN CANNEYT O., DABIN W., DARS C., DOREMUS G., GONZALEZ L., RIDOUC V., SPITZ J., 2015. *Guide des échouages de mammifères marins. Cahier technique de l'Observatoire PELAGIS sur le suivi de la mégafaune marine*. Université de la Rochelle et CNRS, 64 p.
<https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/echouages/suivis-des-echouages/>