Comment couler une baleine ?

Etude de faisabilité pour l'IMMERsion raisonnée des carcasses de grands CETacés en Méditerranée française

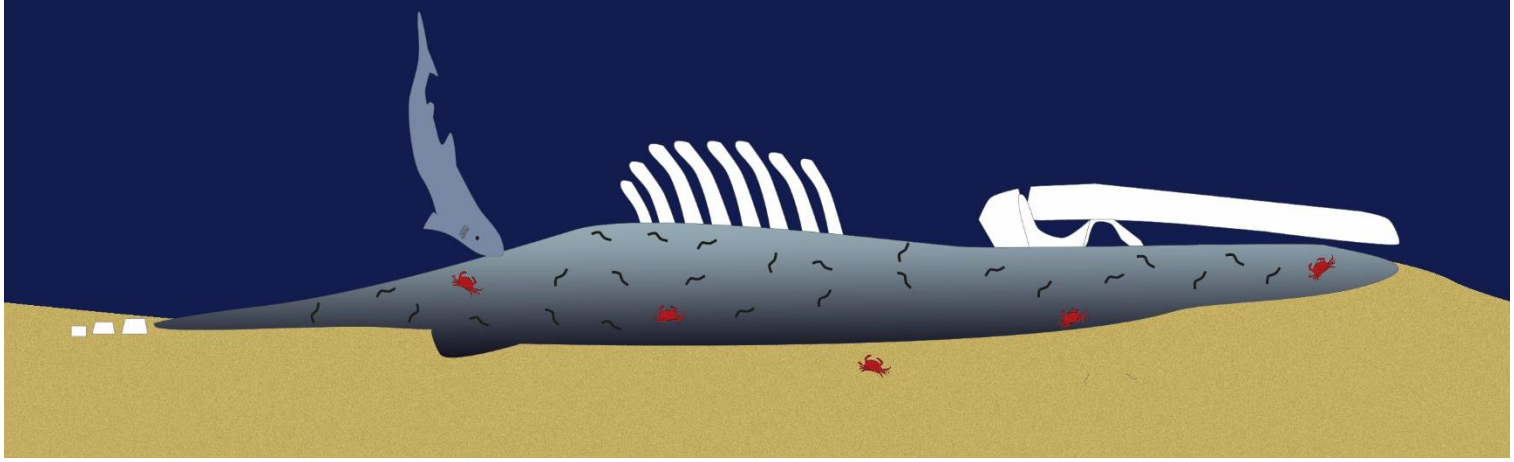
Projet IMMERCET

Auteurs : Jérôme Couvat

Frank Dhermain

Pascal Mayol

Septembre 2016



Convention de partenariat 14-027

GIS3M et Parc national de Port-Cros au titre d'animateur de la Partie française du Sanctuaire Pelagos

Rapport Final

COORDINATEUR ADMINISTRATIF

Hélène Labach, GIS3M

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des personnes qui se sont impliquées directement et indirectement dans ce projet et qui, par leurs connaissances, leurs compétences, leur disponibilité et leur bienveillance ont rendu possible cette étude. Sans parler de leur patience face au harcèlement mail et téléphonique par les auteurs dont certains ont été victimes au cours du projet. Mais c'était pour la bonne cause !

Ces remerciements s'adressent particulièrement à André Grosset, Véronique Magnin et Céline Vaschetti (Préfecture Maritime de Méditerranée), Frédéric Bassemayousse (indépendant), Frédéric Gauch et Emmanuelle Seguin (COMEX), Marie-Claire Fabri et Florence Pradillon (Ifremer), Jean-Baptiste Chauvet (CROSS Méditerranée), Craig Smith (Université d'Hawaii), Yoshihiro Fujiwara (JAMSTEC) et Thomas Dahlgren (Université de Göteborg).

De plus, les auteurs tiennent à remercier la Partie française du Sanctuaire Pelagos pour avoir financée cette étude, et tout particulièrement Alain Barcelo et Marie Jarin. Leur disponibilité, leur soutien, leur confiance et leur amitié depuis plusieurs années ont grandement participé à la concrétisation et la réalisation de ce projet.

Les auteurs tiennent également à remercier les commandants des navires et leurs équipages pour le temps et leur implication dans l'examen et l'ajustement du protocole, et particulièrement Gilles Gaucel et Frédéric Denis (Abeille Flandre), Hervé Jégo et Didier Arrese-Igor (Jason), Elizabeth Giroud (Ailette), Vincent Leducq (Provence), Eric Taurel (Castor II) et Denis Metzger (André Malraux).

Un grand merci également à Orange Marine et spécialement à Julie Zarade et Marc Ponselle pour l'organisation et l'accueil de la réunion de restitution du projet dans leurs locaux.

Des remerciements particuliers à Doryce pour sa traduction du document de l'Agence des Pêches du Japon ; un coup de main salvateur puisqu'il aura permis à la fois d'obtenir de précieuses informations mais également d'éviter aux auteurs une dépression nerveuse associée au déclenchement du syndrome Gilles de la Tourette devant les résultats de Google traduction.

Enfin, *mahalo nui loa* à Delphine Gambaiani pour avoir ramené l'idée des immersions dans ses valises à la suite de ses études à Hawai'i. C'est à l'origine de toutes les réflexions sur le sujet en Méditerranée française. Ce rapport en est la dernière émanation à ce jour et espérons qu'il ne soit qu'une étape vers une mise en place durable d'un programme d'immersion de grands cétacés.

Résumé

En Méditerranée française, deux méthodes sont utilisées pour l'élimination des carcasses de grands cétacés. L'équarrissage est la solution la plus utilisée, mais le retard dû à la lourdeur de sa mise en œuvre peut engendrer des risques sanitaires sérieux. Le pétardement (explosion de la carcasse au large) engendre de graves impacts environnementaux, mais n'est plus pratiqué que dans des cas extrêmes. Ces deux méthodes ayant donc des inconvénients importants, une solution alternative consisterait à immerger les carcasses. L'immersion permettrait en outre de retourner une quantité de matière organique importante à l'écosystème, bénéficiant aux espèces des grandes profondeurs. Le suivi de la décomposition de ces carcasses est d'un très grand intérêt scientifique. L'objectif de ce projet est d'étudier la faisabilité d'immerger des carcasses de grands cétacés en Méditerranée française en mettant sur pied un protocole d'immersion ainsi qu'en élaborant un projet de suivi scientifique des carcasses immergées, et de budgétiser ces opérations.

Des collaborations avec de nombreux acteurs dans divers secteurs ont été mises en place pour la réalisation du protocole. Le principe est de lester la carcasse avec des blocs d'enrochement fixés au niveau du pédoncule caudal, et de l'immerger à des profondeurs supérieures à 500 mètres. Douze tonnes d'enrochement, réparties en blocs de 1 à 4 tonnes, seront nécessaires pour immerger une carcasse de grand cétacé. Un tirant muni d'un anneau de levage sera préalablement inséré dans chaque bloc afin de pouvoir les manipuler. Seules les carcasses de rorqual commun et de cachalot de plus de 8 mètres dans un bon état de conservation pourront être immergées. Les blocs seront stockés sur la base de Toulon et éventuellement celle d'Ajaccio. Six navires ont été identifiés comme ayant les moyens de réaliser une telle opération, dont quatre affrétés par les services de l'Etat en mer. Les commandants ont été consultés et ont validé les grandes lignes du protocole.

Le projet de suivi scientifique s'oriente autour de 3 objectifs : le suivi de la vitesse de décomposition, l'identification et le suivi des espèces qui se succèdent sur la carcasse et la comparaison avec un site témoin sans carcasse en Méditerranée et avec d'autres suivis de carcasses dans le monde.

Le budget total pour la mise en place du projet IMMERCET varie entre 28 496 et 66 236 euros. En considérant uniquement l'approvisionnement d'un point de stockage et l'équipement d'un seul navire, le budget est estimé entre 28 496 et 54 588 euros. Ces valeurs sont légèrement supérieures (+ 3 à 14 %) aux coûts associés à une opération de pétardement, et environ 2 fois plus élevées que pour une opération d'équarrissage réalisée sur le continent (entre 13 200 et 28 250 euros). En revanche, la Corse n'étant pas équipée d'un centre d'équarrissage à capacité suffisante, les frais de transport de la carcasse vers le continent pour élimination sont très élevés (budget total entre 31 600 et 78 000 euros) et l'immersion représente alors une alternative 10 à 30 % moins onéreuse.

Cette méthodologie n'ayant jamais été réalisée, il est indispensable qu'une phase d'expérimentation soit mise en place pour tester le protocole et faire les ajustements nécessaires. Etant soumise à des conditions très particulières, elle ne pourra être mis en place systématiquement, mais se pose comme une solution complémentaire aux méthodes actuelles. Des discussions avec l'ensemble des services de l'Etat en mer et à terre doivent être engagées afin d'étudier les conditions d'une collaboration inter-administrations autour du projet IMMERCET. Cette étude n'est qu'une étape vers la mise en place à long terme d'une méthode d'élimination durable des carcasses de grands cétacés en Méditerranée française.

Sommaire

1. Immersion de grands cétacés : mode d'emploi 13
1.1 Répartition géographique 13
1.2 Caractéristiques des individus immergés 13
1.3 Méthodes d'immersion 13
2. Protocole d'immersion 17
2.1 Un large réseau d'acteurs en collaboration continue 17
2.2 Eléments généraux du protocole d'immersion 17
2.2.1 Quels animaux concernés ? 18
2.2.2 Quels lests utiliser ? 18
2.2.3 Quid de l'utilisation d'un filet ? 18
2.2.4 Quelle quantité de lest ? 19
2.2.5 Où immerger ? 21
2.2.5.1 Facilitation du suivi 21
2.2.5.2 Insertion dans un espace marin déjà très utilisé 22
2.2.6 Quelle technique ? 24
2.2.6.1 Préparation des blocs 24
2.2.6.2 Technique d'immersion 25
2.2.7 Quid de l'utilisation de bouts en matière biodégradable ? 26
2.2.8 Quid de l'utilisation d'une balise acoustique ? 26
2.2.9 Quels navires mobilisables ? 27
3. Projet de suivi scientifique 29
3.1 Intérêt scientifique du suivi des carcasses 29
3.1.1 L'intérêt scientifique des immersions pour les nuls 29
3.1.2 Le cas de la Méditerranée 30
3.2 Proposition de suivi scientifique 31
3.2.1 Objectif 1 : suivi de la vitesse de décomposition de la carcasse 31
3.2.2 Objectif 2 : identification et suivi de la diversité biologique 31
3.2.3 Objectif 3 : comparaisons de la vitesse de décomposition et de la diversité biologique 32

4. Estimation de budgets : combien ça coûte de couler une baleine ? . 33
4.1 Budget de la méthode d'immersion 33
4.1.1 Mise en place 33
4.1.2 Opération d'immersion 34
4.1.3 Total 34
4.2 Budget de la méthode d'équarrissage 35
4.3 Budget de la méthode de pétardement.....35
4.4 Comparaison des budgets 36
4.5 Coût du suivi scientifique 37
5. Perspectives et recommandations.....39

Introduction

Les grands cétacés actuels comptent parmi les plus imposantes créatures que la Terre ait jamais portées. Le gigantisme de ces espèces ne frappe réellement notre esprit de bipède légèrement égocentré que lorsque la mer vient déposer la carcasse de l'un de ses plus emblématiques ambassadeurs aux portes de notre monde terrestre.

Si la taille ou l'apparence d'une telle présence ne suffit pas à imposer un brin d'humilité, la capacité à gérer un tel encombrant échoué ou en passe de l'être devrait (ou aurait dû) s'en charger.

En effet, la gestion de l'élimination d'une telle carcasse est un réel défi logistique, mais aussi sanitaire et sécuritaire : les gaz de putréfaction s'accumulant rapidement à l'intérieur de l'animal peuvent créer des poches déformant l'aspect général de la carcasse ; au moindre choc, celles-ci sont susceptibles de disperser des germes potentiellement pathogènes à plusieurs dizaines de mètres à la ronde.

La confrontation à ce défi a engendré une gamme variée de solutions selon la taille de l'animal, son état de décomposition, son lieu d'échouage et, surtout, les moyens à disposition. Plusieurs sont largement appliquées (enterrement, traction au large, équarrissage), d'autres présentent plus de risques (explosion au large), certaines sont extrêmement simples (ne rien faire[1]), mauvaises (explosion à terre[2]), et même insolites (mise en vente sur internet ![3]).

La Méditerranée française n'est pas exempte de ce genre de problème : en 1962 déjà, les habitants du petit port de Callelongue et les autorités ont eu tout le mal du monde à se débarrasser d'une carcasse de rorqual commun échouée en plein mois d'août (Coquille, 2016).

La création du Réseau National d'Echouages en 1972 a notamment permis d'améliorer les connaissances et les techniques pour l'élimination des carcasses le long du littoral français. Actuellement, deux méthodes sont utilisées : le pétardement et l'équarrissage.

Le pétardement consiste à remorquer la carcasse en mer et à la faire exploser avec du matériel militaire proche de l'expiration. Au regard de son caractère délicat, cette opération est entièrement pilotée par les services de l'Etat, qui disposent de l'ensemble des compétences et des moyens techniques et logistiques adaptés. Cependant, outre les risques sécuritaires lors du maniement des explosifs, des impacts environnementaux sérieux liés à la déflagration sont à déplorer lors de cette opération. Cette technique semble être de moins en moins utilisée.

L'équarrissage nécessite de sortir l'animal de l'eau afin de découper la carcasse à terre à l'aide d'engins de chantier puis de l'acheminer par camion benne vers un centre d'équarrissage à capacité suffisante[4]. Cette opération comporte des risques sanitaires sérieux (bactéries proliférant dans les corps en décomposition, et agents pathogènes propres aux cétacés et transmissibles à l'homme).

---

[1] Notamment sur la côte ouest du Canada et de l'Alaska, très sauvage et très peu peuplée.

[2] Cas célèbre de l'explosion d'une carcasse sur une plage de l'Oregon en 1970 immortalisé par un reportage de la chaîne locale KATU Channel 2 Portland. L'issue malencontreuse de l'opération a grandement participé au succès de la vidéo sur internet et à la création d'un site internet dédié : www.theexplodingwhale.com

[3] http://tempsreel.nouvelobs.com/l-histoire-du-soir/20140506.OBS6284/canada-une-carcasse-de-baleine-mise-aux-encheres-sur-ebay.html

[4] Pour la Méditerranée, le centre le plus proche se situe à Bayet, dans l'Allier.

Plusieurs jours sont parfois nécessaires pour organiser l'opération de levage et de découpe de l'animal. De plus, aux risques sanitaires s'ajoutent les nuisances liées aux émanations pestilentielles. Lors de la découpe, assurée par des personnes compétentes, le problème des effluents s'ajoute à celui des mauvaises odeurs. Dans l'idéal, un système de récupération et d'élimination de ces liquides doit être mis en place préalablement à la dépose de l'animal, mais l'expérience montre que de nombreux aléas font que cela n'est pas systématiquement respecté.

Ces deux méthodes comportant donc des inconvénients importants, des réflexions ont été engagées dès 2010 par Souffleurs d'Ecume, le GECEM et la Préfecture Maritime, avec l'appui technique de la Partie française du Sanctuaire Pelagos et les conseils scientifiques de Craig Smith (PELAGOS, 2010) pour tester une solution alternative : l'immersion des carcasses.

En plus d'éliminer les risques et les impacts environnementaux liés aux deux méthodes actuelles, l'immersion permet de retourner une importante quantité de matière organique à l'écosystème, bénéficiant aux espèces des grandes profondeurs. Le suivi de la décomposition de ces carcasses est d'un très grand intérêt scientifique. Depuis 2003, des restes de grands cétacés sont étudiés dans 70 sites peu ou très profonds, répartis dans 4 océans (Smith *et al.*, 2015). Mais aucun suivi de ce genre n'existe en Méditerranée.

Outre l'avantage d'éliminer une carcasse encombrante représentant un danger éventuel, l'immersion présente donc un grand potentiel en matière d'amélioration des connaissances des espèces et des écosystèmes profonds en Méditerranée.

L'objectif de ce projet est d'étudier la faisabilité d'immerger des carcasses de grands cétacés en Méditerranée française. La première partie de ce rapport est consacrée à la création d'un protocole d'immersion pour la façade méditerranéenne française. Une deuxième partie précise l'intérêt scientifique du suivi des carcasses de grands cétacés et propose une ébauche d'un tel suivi. Enfin, une troisième partie aborde les aspects financiers de l'immersion d'un grand cétacé et de son suivi scientifique. Pour comparaison, une budgétisation des méthodes actuelles d'élimination (pétardement et équarrissage) est également présentée. En conclusion, plusieurs remarques et recommandations sont faites pour ouvrir la voie vers les suites à donner à cette étude.

1. Immersion de grands cétacés : mode d'emploi

La phase préliminaire de la présente étude a consisté à dresser un état de l'art des connaissances sur les immersions de carcasses de grands cétacés dans le monde. L'objectif de cette première étape est double : rassembler un maximum d'information sur les techniques d'immersions pratiquées, les espèces et les individus manipulés, les zones immergées et le type de suivi scientifique effectué, mais également bénéficier du retour d'expérience des scientifiques ayant mis en place et coordonné ces opérations. Ce retour d'expérience est extrêmement important pour la suite de l'étude : il permet de s'inspirer et de s'appuyer sur les réussites tout en évitant les erreurs déjà commises.

Une recherche bibliographique au sein de la littérature scientifique a donc été réalisée.

Au total, 25 immersions de carcasses de cétacés ont été recensées entre 1992 et 2011 (Tableau 1). Six espèces différentes ont été immergées : 4 mysticètes (baleine grise *Eschrichtius robustus*, rorqual commun *Balaenoptera physalus*, petit rorqual *Balaenoptera acutorostrata* et rorqual bleu *Balaenoptera musculus*) et 2 odontocètes (cachalot *Physeter macrocephalus* et globicéphale noir *Globicephala melas*).

1.1 Répartition géographique

La très grande majorité des immersions ont été réalisées dans l'océan Pacifique, particulièrement au Japon (12) et aux Etats-Unis (9). D'autres immersions ont été effectuées en Suède, en Russie et en Slovénie. Le cas slovène est particulier à plus d'un titre. Tout d'abord, cette immersion concerne un rorqual commun. Les observations de cette espèce sont extrêmement rares dans le nord de l'Adriatique, *a fortiori* les observations d'individus morts (Notarbartolo di Sciara et Birkun, 2010). De plus, il s'agit à notre connaissance du premier cas d'immersion d'un grand cétacé dans le bassin méditerranéen dans un double objectif d'évacuation de carcasse et de suivi scientifique : suivi de décomposition et remontée du squelette pour assemblage au Musée d'Histoire Naturelle de Slovénie (Jernjc Kodric *et al.* (2012) et Tilen Genov, comm. pers.).

1.2 Caractéristiques des individus immergés

Les individus immergés sont de gabarit variable (de 4,5 m à 20,4 m et jusqu'à 60 t) mais ces données sont absentes dans plusieurs cas (Tableau 1). L'immersion réalisée au Japon fait suite à un échouage massif de 14 cachalots en janvier 2002. Douze ont été immergés par les autorités locales mais les informations de mensurations n'ont été prises que pour les cinq carcasses qui ont fait l'objet d'un suivi scientifique *a posteriori* (Fujiwara *et al.*, 2007). La justification du choix de ces carcasses n'est pas précisée. L'estimation du poids de l'animal a été déduite à partir de la longueur et de l'espèce (Agence des Pêches du Japon, 2004).

1.3 Méthodes d'immersion

Deux méthodes principales ont été utilisées pour immerger ces carcasses.

La première, mise au point et améliorée au fil des manipulations par le Professeur Craig Smith, consiste à remettre à l'eau et tracter la carcasse par le pédoncule caudal jusqu'au point d'immersion

Tableau 1 : détails des immersions de carcasses de cétacés réalisées dans le monde.

Date	Lieu	Profondeur	Espèce	Longueur	Poids estimé	Technique	Lest	Référence
1992	San Clemente Basin, Californie, Etats-Unis	1922 m	Baleine grise	?	10 t	Lests sur la queue	600 à 2700 kg d'acier	(Baco et Smith, 2003)
1996	San Diego Trough, Californie, Etats-Unis	1220 m	Baleine grise	?	5 t	Lests sur la queue	600 à 2700 kg d'acier	
1998	Santa Cruz Basin, Californie, Etats-Unis	1675 m	Baleine grise	13 m	35 t	Lests sur la queue	600 à 2700 kg d'acier	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	219 m	Cachalot	13,2 m	23 t	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	(Fujiwara *et al.*, 2007)
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	228 m	Cachalot	16 m	39 t	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	229 m	Cachalot	12,95 m	21,9 t	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	245 m	Cachalot	13,05 m	22,3 t	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	254 m	Cachalot	13,5 m	24,5 t	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
01/02/2002	Cap Nomamisaki, Japon	200-300 m	Cachalot	?	?	Filet lesté	2 à 13 blocs de béton de 2,5 t	
17/03/2003	Baie de Piran, Slovénie	20 m	Rorqual commun	13,2 m	?	Filet lesté	8 blocs de béton de 500 kg	(Jernjc Kodric *et al.*, 2012)
Oct-2003	Kosterfjord, Suède	125 m	Petit rorqual	5,3 m	?	Lestée	100 kg de roues de train et rails	(Dahlgren *et al.*, 2006)
05/10/2004	Monterey Submarine Canyon, Californie, Etats-Unis	1018 m	Rorqual bleu	17 m	?	Lests sur la queue	1-4 roues de train de 350 kg	(Braby *et al.*, 2007)
Janv-2004	Kosterfjord, Suède	30 m	Globicéphale noir	4,5 m	?	Lestée	100 kg de roues de train et rails	(Dahlgren *et al.*, 2006)
10/04/2005	Monterey Submarine Canyon, Californie, Etats-Unis	385 m	Baleine grise	8 m	?	Lests sur la queue	1-4 roues de train de 350 kg	(Braby *et al.*, 2007)
20/03/2006	Monterey Submarine Canyon, Californie, Etats-Unis	1820 m	Baleine grise	10 m	?	Lests sur la queue	1-4 roues de train de 350 kg	
07/02/2007	Monterey Bay, Californie, Etats-Unis	382 m	Baleine grise	6 m	?	Lests sur la queue	Roues de train	(Lundsten et al., 2010b)
11/04/2007	Monterey Bay, Californie, Etats-Unis	633 m	Baleine grise	10 m	?	Lests sur la queue	Roues de train	
Mai 2007	Golfe Pierre-le-Grand, Russie	30 m	Petit rorqual	8 m	?	?	?	(Pavlyuk *et al.*, 2009)
25/11/2011	Fiesta Island, Californie, Etats-Unis	800 m	Rorqual commun	20,4 m	60 t	Lests sur la queue	6,3 t d'acier et de chaînes	Greg Rouse, comm. pers.

et à y attacher des lests d'acier de plusieurs centaines de kilos (ferraille et roues de train notamment) de façon progressive jusqu'à ce que la carcasse coule (Figure 1). La carcasse peut être perforée pour faciliter l'évacuation des gaz de putréfaction et ainsi diminuer sa flottabilité. Cependant, Craig Smith émet des réserves quant à l'utilité cette opération et souligne son risque sanitaire potentiel. De même, bien qu'un filet ait été utilisé pour envelopper la carcasse, il n'était pas nécessaire et Craig Smith ne le recommande d'ailleurs pas car les manipulations d'enveloppement sont assez compliquées (Craig Smith, comm. pers.). Cette méthode est la plus utilisée à l'heure actuelle à travers le monde, avec des adaptations au contexte local et aux moyens à disposition.

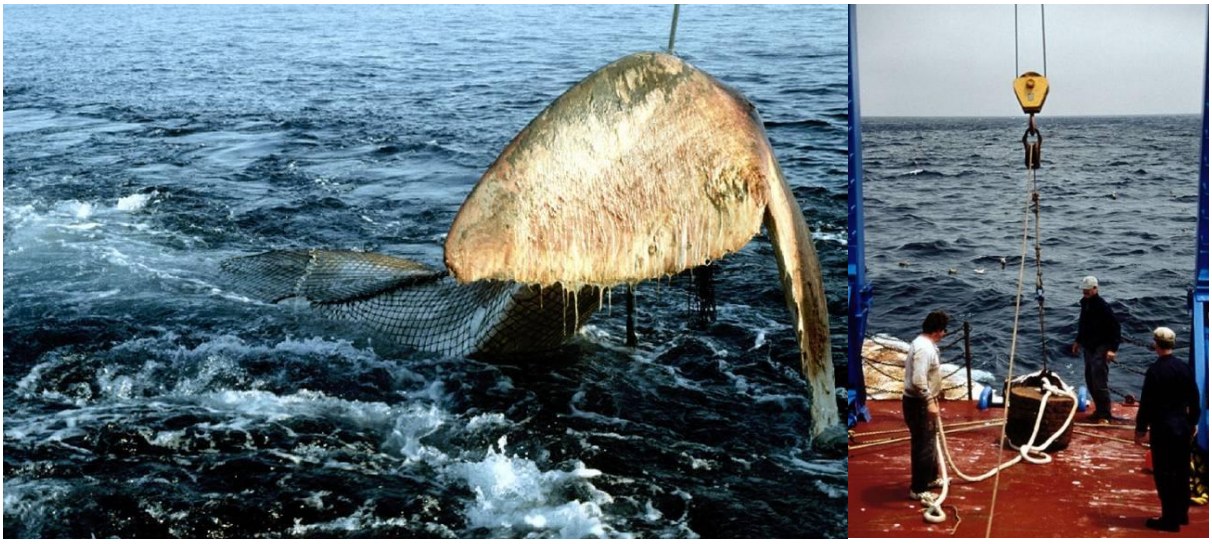


Figure 1. Opération d'immersion coordonnée par le Professeur Craig Smith. A gauche : carcasse de baleine grise tractée à son point d'immersion. A droite : préparation des lests (roues de train) pour fixation sur le pédoncule caudal (copyright : Craig Smith).

La seconde méthode, élaborée par l'Agence des Pêches du Japon, consiste à envelopper la carcasse dans un filet après avoir ouvert le flanc pour éviter l'accumulation de gaz de putréfaction. Des lests en béton de 2,5 tonnes chacun sont ensuite attachés en grappe et fixés au filet (Figure 2). Cette méthode a été utilisée pour immerger 12 carcasses de cachalots le même jour, en réponse à un échouage massif (Agence des Pêches du Japon, 2004). L'utilisation du filet n'était pas recommandée par les scientifiques japonais mais dans ce cas précis, les autorités locales ont souhaité avoir le maximum de garanties pour éviter que les carcasses ou une partie des tissus ne reviennent sur la côte (Yoshihiro Fujiwara, comm. pers.).

Figure 2. Préparation d'une carcasse de cachalot pour l'immersion. A gauche, enveloppement dans un filet. A droite : largage des blocs de béton (copyright : Agence des Pêches du Japon).

L’ensemble des méthodes recensées dans ce chapitre sont très similaires. Les moyens mis en place sont importants (navires de grande taille avec d’importants moyens de levage) et les manipulations délicates. Les différents auteurs contactés soulignent l’importance de la collaboration avec les acteurs de la mer (pêcheurs, travaux offshore) mais pointent également l’inconnue concernant la quantité de lest nécessaire, qui ne peut être résolue que par l’expérimentation.

C’est sur la base de ces expérimentations et de ces constatations que le protocole d’immersion des carcasses de grands cétacés en Méditerranée française, présenté ci-après, a été réalisé.

2. Protocole d'immersion

2.1 Un large réseau d'acteurs en collaboration continue

L'immersion d'une carcasse de grand cétacé en Méditerranée française est un projet qui concerne un grand nombre d'acteurs aux compétences variées. L'ensemble du projet a été conduit dans un souci de collaboration avec l'ensemble des parties prenantes, les réflexions et la rédaction du protocole d'immersion en étant probablement la partie la plus importante et la plus représentative.

Une première réunion d'information avec les partenaires du projet (GECEM, Partie française du Sanctuaire Pelagos, Préfecture Maritime, Souffleurs d'Ecume) a été organisée le 28 avril 2015 à Toulon afin de présenter les différents objectifs du projet et le calendrier.

Une seconde réunion s'est tenue à Hyères le 2 juillet 2015. Regroupant 13 personnes affiliées à divers secteurs (institutions internationales, services de l'Etat en mer, entreprises de travaux maritimes, associations de protection de l'environnement, scientifiques), cette première réunion technique a permis de rassembler les acteurs concernés par le projet dans l'objectif de répondre à l'ensemble des questions qui se posent pour la mise en place d'un programme d'immersion, qu'elles soient d'ordre technique, logistique, scientifique ou opérationnel. Un groupe de travail, composé des principaux partenaires du projet (GECEM, Partie française du Sanctuaire Pelagos, Préfecture Maritime et Souffleurs d'Ecume) a par ailleurs été créé. Le compte-rendu détaillé de cette première rencontre technique est disponible en Annexe 1.

De nombreux échanges par mail, téléphone et entretiens directs dans les mois qui ont suivi cette réunion ont permis de poursuivre les réflexions engagées et d'aboutir à la rédaction du protocole d'immersion. Après consultation des acteurs de terrain (paragraphe 2.2.9), ce protocole a été validé par le groupe de travail.

Le groupe de travail s'est également réuni le 19 mai 2016 afin de faire le point sur l'avancement de l'étude et discuter des suites à donner pour les derniers mois de l'étude.

Enfin, une réunion de restitution s'est tenue le 16 septembre 2016 à la Seyne-sur-mer afin de présenter les résultats de l'étude à l'ensemble des acteurs impliqués dans ce travail depuism deux ans. Cette réunion a également permis de recueillir des suggestions de suite et d'évolution (chapitre 5).

2.2 Eléments généraux du protocole d'immersion

Les paragraphes qui suivent présentent les principaux résultats des discussions et investigations autour d'une technique pour immerger les carcasses de grands cétacés, validés par les parties prenantes. Ils sont formulés sous la forme des questions qui se sont posées aux partenaires au cours du processus de réflexion.

2.2.1 Quels animaux concernés ?

Une opération d'immersion ne pourra être réalisée que sur des carcasses :

- **de rorqual commun ou cachalot** : sauf cas exceptionnel, ces espèces résidentes de Méditerranée ne présentent pas d'intérêt muséologique particulier qui justifierait un besoin de conserver tout ou partie de la carcasse. A l'inverse, toute autre espèce de grand cétacé suscitera un intérêt scientifique majeur et l'immerger impliquerait une perte d'informations potentiellement de grande valeur ;
- **de 8 mètres et plus** : une immersion étant une opération complexe nécessitant des moyens logistiques et opérationnels importants, il ne semble pas pertinent de la réaliser pour des carcasses de petite taille ;
- **fraiches** : le lestage de la carcasse nécessite une grande résistance des tissus, qui se dégradent très vite après la mort de l'animal. De plus, l'accumulation rapide et importante de gaz de putréfaction rend l'opération d'immersion très compliquée, à la fois par l'augmentation de la flottabilité qu'ils engendrent mais également par le risque d'explosion lors des manipulations ou de l'immersion.

2.2.2 Quels lests utiliser ?

Les lests envisagés sont des **blocs d'enrochement**. Ces blocs ont l'avantage d'être abondants, peu chers et inertes (pas d'impact sur l'environnement lié à la dégradation). En amont de toute opération, un tirant muni d'un anneau sera inséré dans chaque bloc afin de faciliter les manipulations (paragraphe 2.2.6.1).

2.2.3 Quid de l'utilisation d'un filet ?

L'enveloppement de la carcasse dans un filet peut permettre de traiter des animaux moins frais (état de décomposition légèrement avancé) et donc d'augmenter le nombre de carcasses « éligibles » pour une immersion. De plus, le filet peut servir de support d'attache pour compléter ou se substituer au pédoncule caudal si celui-ci est jugé trop fragile.

Dans cette perspective, des réflexions ont donc été engagées avec l'Association pour une Pêche et des Activités Maritimes durables (APAM) – Groupe FEP varois pour réutiliser des filets de pêche usagés.

Toutefois, **l'utilisation d'un filet n'a pas été retenue dans le protocole final**, pour plusieurs raisons :

- les blocs d'enrochement ont été choisis comme lest notamment pour leur inertie et leur non-impact sur l'environnement. Les associer à un filet de plusieurs dizaines de mètres carrés en polyamide ou polypropylène n'est pas cohérent avec une approche la plus respectueuse possible de l'environnement. L'utilisation d'une matière biodégradable (ex : chanvre) est quant à elle difficilement concevable au vu du faible gisement disponible et de la grande difficulté de manipulation (une fois mouillé, le chanvre est beaucoup plus lourd que les matières en dérivé de plastique, raison pour laquelle il a été mis de côté par une majorité des pêcheurs, Bernadette Moutte (APAM), comm. pers.) ;

- une fois la carcasse dégradée, il est probable que le filet reste « pêchant » et agisse comme un filet fantôme donc les conséquences seraient, au minimum sur le principe, contraires à l'objectif initial du projet de dynamisation des écosystèmes profonds. A noter cependant que lors de plongées sur certaines carcasses immergées à l'aide d'un filet, l'effet « pêchant » n'a pas été observé (Craig Smith, comm. pers.) ;
- la manipulation même d'enveloppement d'une carcasse de grand cétacé dans un filet de plusieurs dizaines de mètres carrés, quelle que soit la méthode employée, est complexe et nécessite beaucoup de moyens et de temps. En outre, elle peut être assez dangereuse : Craig Smith appelle à la vigilance concernant les requins si des plongeurs doivent se mettre à l'eau pour fixer le filet autour de la carcasse, et relate même la prise accidentelle d'un requin bleu (*Prionace glauca*) lors de l'une de ces opérations ;
- bien qu'il ait été utilisé pour de nombreuses immersions (paragraphe 1.3), les scientifiques qui ont utilisés un filet ne le recommandent pas (Craig Smith et Yoshihiro Fujiwara, comm. pers.).

2.2.4 Quelle quantité de lest ?

D'après la recherche bibliographique (paragraphe 1.2), la carcasse immergée la plus lourde (un rorqual commun de plus de 20 mètres estimé à 60 tonnes) a nécessité un lestage de 6,3 tonnes d'acier et de chaînes d'ancrage. Considérant que la plupart des rorquals communs échoués en Méditerranée française sont estimés à une vingtaine de tonnes et afin de se donner une marge suffisante, la quantité de lest nécessaire pour l'immersion est fixée à **8 tonnes d'acier (ou équivalent)**.

Dans le cas du cachalot, les seuls cas d'immersion font état d'une quantité de lest beaucoup plus importante (jusqu'à 32,5 tonnes de béton, soit l'équivalent de 20,4 tonnes d'acier[5] !), pour des animaux bien moins lourds (poids estimé jusqu'à 39 tonnes, Agence des Pêches du Japon (2004)). Plusieurs remarques peuvent être formulées quant à cette quantité de lest très supérieure aux autres cas :

- bien que l'estimation du poids se base sur des références scientifiques, notamment par la technique de Lockyer (1976), les détails des calculs de la quantité de lest nécessaire ne sont pas justifiés dans leur intégralité par l'Agence des Pêches du Japon (Agence des Pêches du Japon, 2004) ;
- l'opération a été pilotée et coordonnée par les autorités locales, dont le souci principal était de s'assurer que les carcasses ne reviennent pas sur la côte, ce qui peut expliquer une surestimation de la quantité de lest ;
- dans les autres cas d'immersion recensés, les lests ont été ajoutés petit à petit sur la carcasse, jusqu'à ce qu'elle coule. Le seuil de perte de flottabilité est donc bien connu et a été observé. Dans le cas du Japon, les calculs de lests ont été théoriques et les carcasses lestées en une seule fois. Il est donc possible que cette quantité soit bien supérieure à la quantité minimale requise pour immerger ces carcasses.

[5] Voir Annexe 2 pour le détail des calculs d'équivalence

En conséquence, le seuil de **8 tonnes équivalent acier de lest** est en accord avec les expérimentations réalisées en mer pour les mysticètes. Pour les odontocètes, considérant que les cachalots de Méditerranée sont plus légers que leurs congénères des grands bassins océaniques (Tableau 2), et que ceux fréquentant les eaux de Méditerranée française sont des jeunes mâles ne dépassant pas 15 mètres, ces valeurs pourraient convenir, **mais elles devront être affinées par l'expérimentation en mer** (chapitre 5).

Tableau 2. Mensurations moyennes du cachalot en Méditerranée et dans le monde

	Sexe	**Taille**	**Poids**	**Référence**
Méditerranée	Femelle	11-12 mètres	10-20 tonnes	LPO PACA *et al.* (2016)
	Mâle	16-18 mètres	30-45 tonnes	
Monde	Femelle	8-17 mètres	13,5-20 tonnes	Wandrey (1999)
	Mâle	15-18,3 mètres	43,5-55 tonnes	

Pour obtenir l'équivalent de 8 tonnes d'acier, **11,26 tonnes de blocs d'enrochement de calcaire** sont nécessaires (voir Annexe 2). Pour le granit, dont la densité est légèrement plus élevé (2,8 contre 2,6 pour le calcaire environ), cela représente une quantité de 10,79 tonnes.

Le choix des blocs d'enrochement pour lester la carcasse implique une organisation logistique indispensable pour la bonne réalisation du projet.

Compte-tenu de la vitesse de dégradation des carcasses de grands cétacés, la réactivité et la rapidité de mobilisation des moyens nécessaires sont extrêmement importantes. Dans un souci d'optimisation, il apparaît essentiel de disposer de points de stockage des blocs d'enrochement le long de la façade méditerranéenne afin :

- de ne pas être dépendant de la disponibilité en blocs des carrières et du délai de livraison ;
- de disposer d'un point de stockage le plus proche possible du navire mobilisé.

Dans cette optique, un recensement des carriéristes susceptibles de fournir des blocs d'enrochement a été effectué sur l'ensemble du littoral méditerranéen français. Ainsi, 36 entreprises regroupant 57 carrières ont été contactées pour s'assurer de la possible fourniture de blocs d'enrochement de 1 à 4 tonnes et pour connaître les prix de vente (chapitre 4.1.1 et Annexe 3).

Dans le même temps, un courrier a été envoyé à l'ensemble des communes littorales de Méditerranée française disposant d'un port afin de s'enquérir de l'existence d'un éventuel espace de stockage qui pourrait être mis à disposition pour entreposer un lot de blocs d'enrochement nécessaire pour une immersion (Annexe 4). Sur 94 communes contactées, 21 ont répondu au courrier et 5 l'ont fait de façon favorable, le manque d'espace disponible étant la raison principale des refus enregistrés.

Cependant, lors d'une réunion ultérieure du groupe de travail, la Préfecture Maritime a préféré concentrer le stockage des blocs d'enrochement sur ses bases de Toulon dans un premier temps, puis d'Ajaccio. Cette solution permet :

- de faciliter le stockage ;
- de limiter le nombre d'intermédiaires dans le processus depuis le bloc en carrière jusqu'à son chargement au navire pour une immersion ;

- d'avoir les blocs dans des infrastructures portuaires accessibles aux navires concernés, dont l'une (Toulon) constitue le port d'attache de quatre des six unités retenues (Figure 3 et Tableau 3).

2.2.5 Où immerger ?

Plusieurs éléments ont été pris en considération pour identifier des zones d'immersion et surtout de non-immersion en Méditerranée française. Ils concernent la facilitation du suivi de la carcasse après immersion et l'occupation de l'espace marin par les activités humaines.

2.2.5.1 Facilitation du suivi

La recherche bibliographique effectuée en début d'étude a montré que les profondeurs auxquelles les immersions recensées ont été réalisées sont très variées (Tableau 1). Il n'y a donc pas de d'impératif quant à la profondeur d'immersion. Cependant, en Méditerranée, une zone de minimum d'oxygène est présente à partir de 500 mètres de profondeur (Marie-Claire Fabri, comm. pers.). Dans cette zone, l'activité biologique est fortement ralentie. Une carcasse immergée à partir de cette profondeur mettrait donc plus de temps à se décomposer, laissant plus de temps pour l'organisation d'un suivi scientifique. Les immersions se feront donc à des **profondeurs supérieures à 500 mètres** (Figure 3).

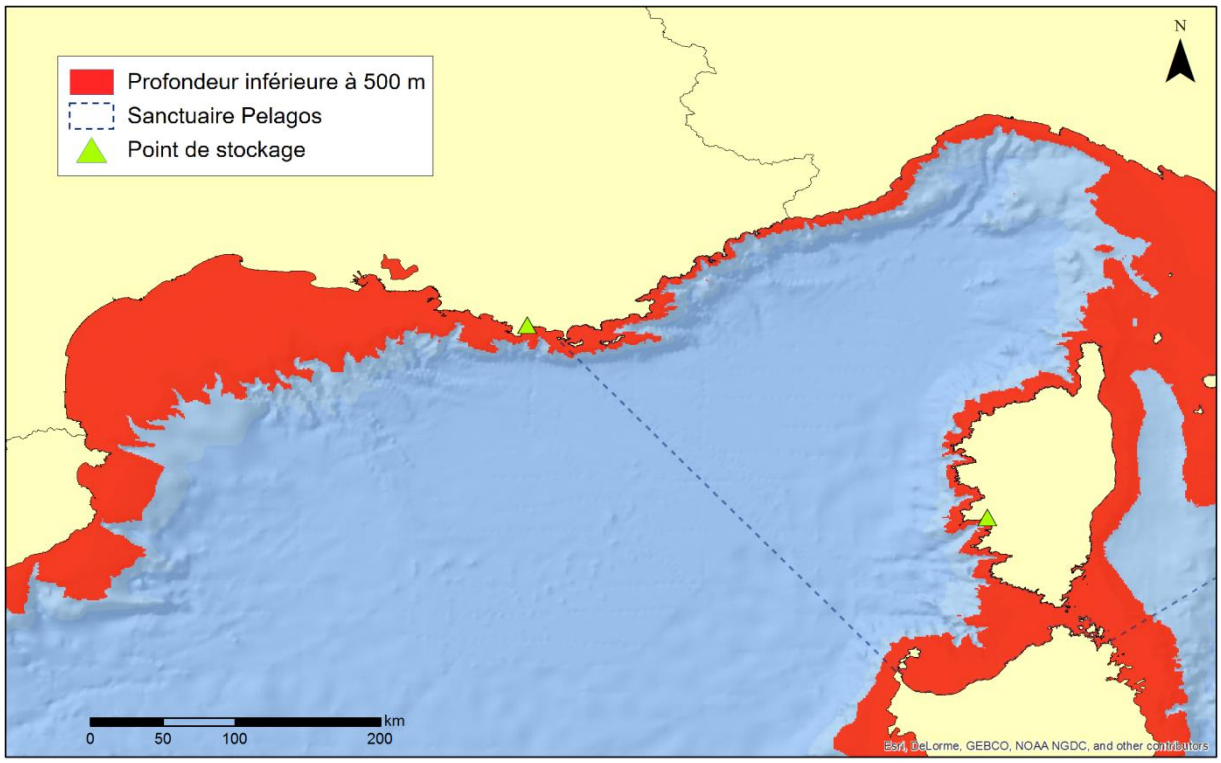


Figure 3. Cartographie des zones où la profondeur est inférieure à 500 mètres (zone de non-immersion) le long de la façade méditerranéenne française.

Outre la profondeur, la question du dénivelé du fond a également été considérée. Une carcasse immergée sur une pente raide peut dévaler celle-ci et se fixer à un point qui ne correspond plus aux coordonnées GPS prises en surface au moment du largage, rendant son suivi scientifique potentiel difficile, voire impossible selon la distance parcourue. Toutefois, l'établissement d'un dénivelé

référence au-delà duquel l'immersion ne sera pas réalisée semble assez compliqué. En effet, la base données GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*, www.gebco.net), référence mondiale dans le domaine des données et cartographies bathymétriques et utilisée dans cette étude pour obtenir les données de profondeur, n'est pas assez précise pour obtenir un dénivelé à une position définie. Elle est composée de points espacés de 30 secondes d'arc, soit une distance d'environ 926 mètres en latitude et de 667 à 695 mètres en longitude entre chaque point pour la Méditerranée française (ce maillage est très visible sur la Figure 6). Estimer un dénivelé entre des points espacés de 667 mètres à 926 mètres pour obtenir une valeur à une position précise semble très approximatif.

2.2.5.2 Insertion dans un espace marin déjà très utilisé

La Méditerranée française concentre un grand nombre d'activités humaines, la plupart en expansion (Piante et Ody, 2015), et dont il faut impérativement tenir compte dans la planification d'une opération d'immersion. Identifier des zones de non-immersion afin que le projet soit le plus en accord possible avec l'occupation de l'espace en mer est donc extrêmement important.

La pêche de fond est particulièrement à considérer de par la nature même de l'activité. L'enjeu est d'éviter d'immerger une carcasse de grand cétacé avec ses lests d'enrochement sur une zone où le chalutage de fond est intensément pratiqué. Cependant, celui-ci est interdit au-delà de l'isobathe des 1 000 mètres (République Française, 2013), en accord avec la législation européenne (Union européenne, 2006). Puisque les immersions ne seront pas réalisées à moins de 500 m, la zone de recoupement entre les deux est limitée entre les isobathes 500 m et 1 000 m (Figure 4).

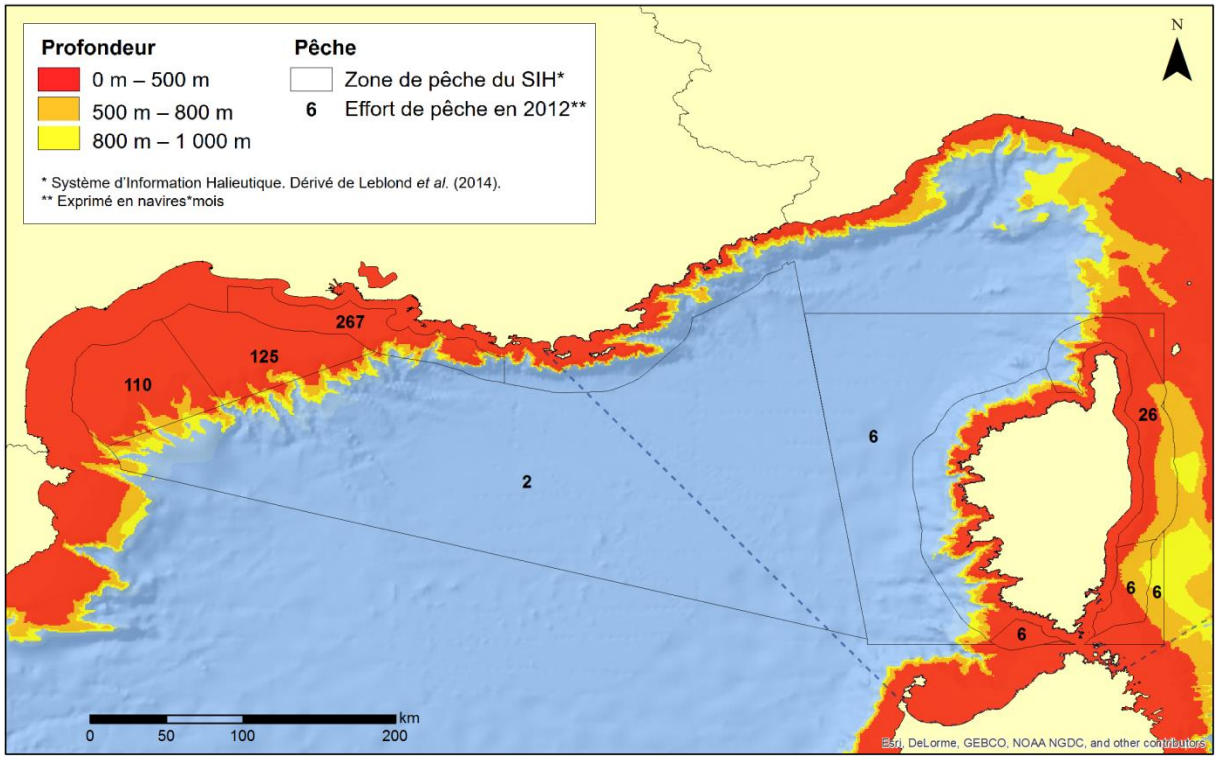


Figure 4. Zones de pêche des chalutiers de fond et effort de pêche associé pour l'année 2012 (dérivé de Leblond *et al.*, 2014). Seules les zones de pêche qui surplombent des fonds supérieurs à 500 mètres sont affichés.

Cette zone est étroite et malgré un effort de pêche important dans la bande côtière entre Montpellier et Toulon et dans le Golfe du Lion, les risques d'interactions sont faibles, d'autant plus qu'il est très peu probable que des immersions aient lieu sur le talus du Golfe du Lion. La zone

d'interaction est plus importante à l'est de la Corse mais l'effort de pêche y est bien moindre. Enfin, à noter qu'un accord informel a été trouvé entre le Parlement Européen et le Conseil de l'Europe en juin 2016 pour restreindre le chalutage de fond à 800 mètres de profondeur[6], ce qui limiterait encore davantage les possibles interactions, dès lors réduit à la bande des 500 à 800 m de profondeur (zone orange).

L'activité militaire est également importante, particulièrement au large de Toulon et autour de l'île du Levant. Cependant, la Préfecture Maritime a indiqué qu'elle ne souhaitait pas intégrer les zones d'exercice militaire comme zone de non-immersion compte-tenu de leur très large superficie.

De plus, 73 Aires Marines Protégées (AMP) ont été mises en place en Méditerranée française, dont certaines avec des fonds marins particulièrement fragiles (Figure 5). Plusieurs de ces AMP ont fait part de leur intérêt au projet, comme le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion et le Parc Naturel Marin du Cap Corse et de l'Agriate. Par ailleurs, le conseil scientifique du Parc national de Port-Cros a été consulté et a rendu un avis favorable pour une immersion de carcasse de grand cétacé dans sa zone cœur. L'ensemble des AMP devraient être sollicitées pour initier cette démarche consultative auprès de leur conseil de gestion.

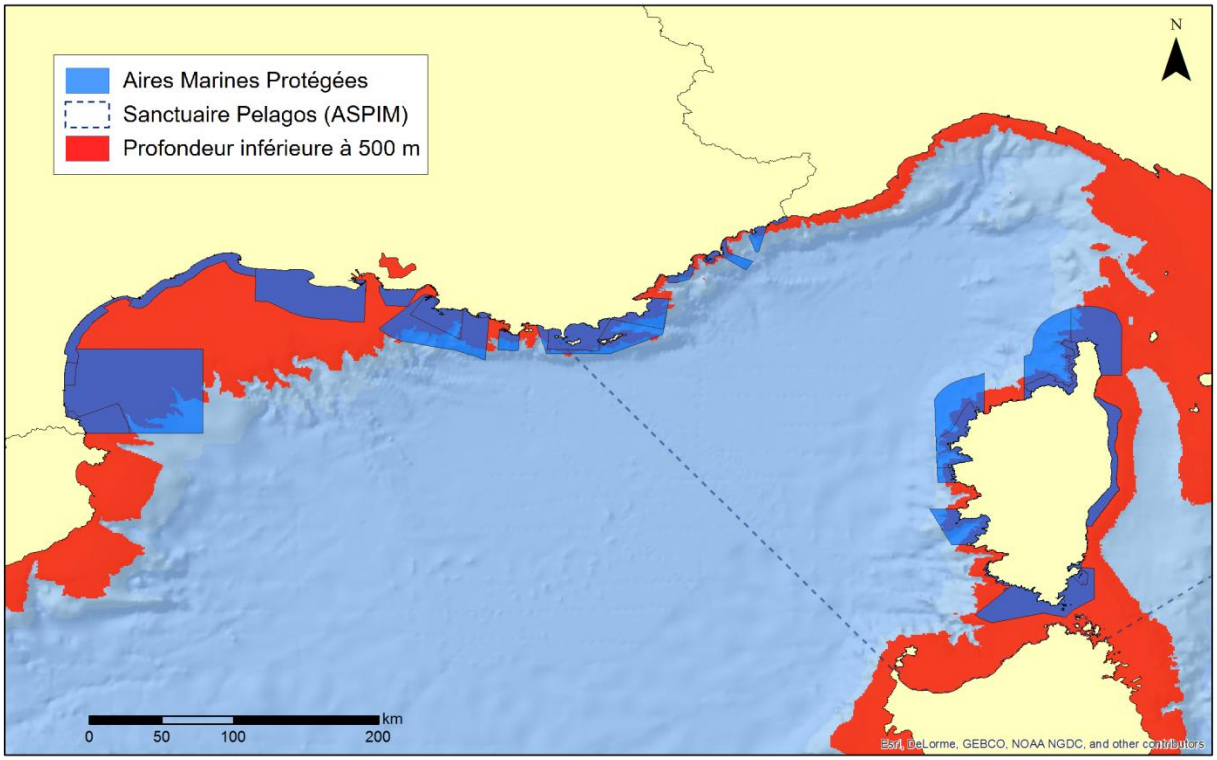


Figure 5. Répartition des Aires Marines Protégées mises en place en Méditerranée française.

Enfin, deux stations scientifiques sous-marines plurifonctionnelles ont été implantées au sud de Porquerolles par 2 000 mètres de fond. Financées par des programmes de recherche européens, les stations ANTARES (http://antares.in2p3.fr/) et MEUST (http://meust.cnrs.fr/) ont pour principal objectif de capter les neutrinos en provenance du cosmos. Compte-tenu des moyens mis en œuvre pour la création et la mise en place de ces programmes, il fait consensus qu'il serait on ne peut plus regrettable qu'une carcasse de grand cétacé et son lot de lest soit larguée sur l'une de ces stations.

[6] http://www.europarl.europa.eu/news/fr/news-room/20160630IPR34208/accord-informel-pour-interdire-la-p%C3%AAche-en-eaux-profondes

En conséquence, un périmètre de non-immersion d'un kilomètre de rayon a été défini autour des positions d'ANTARES et MEUST (Figure 6).

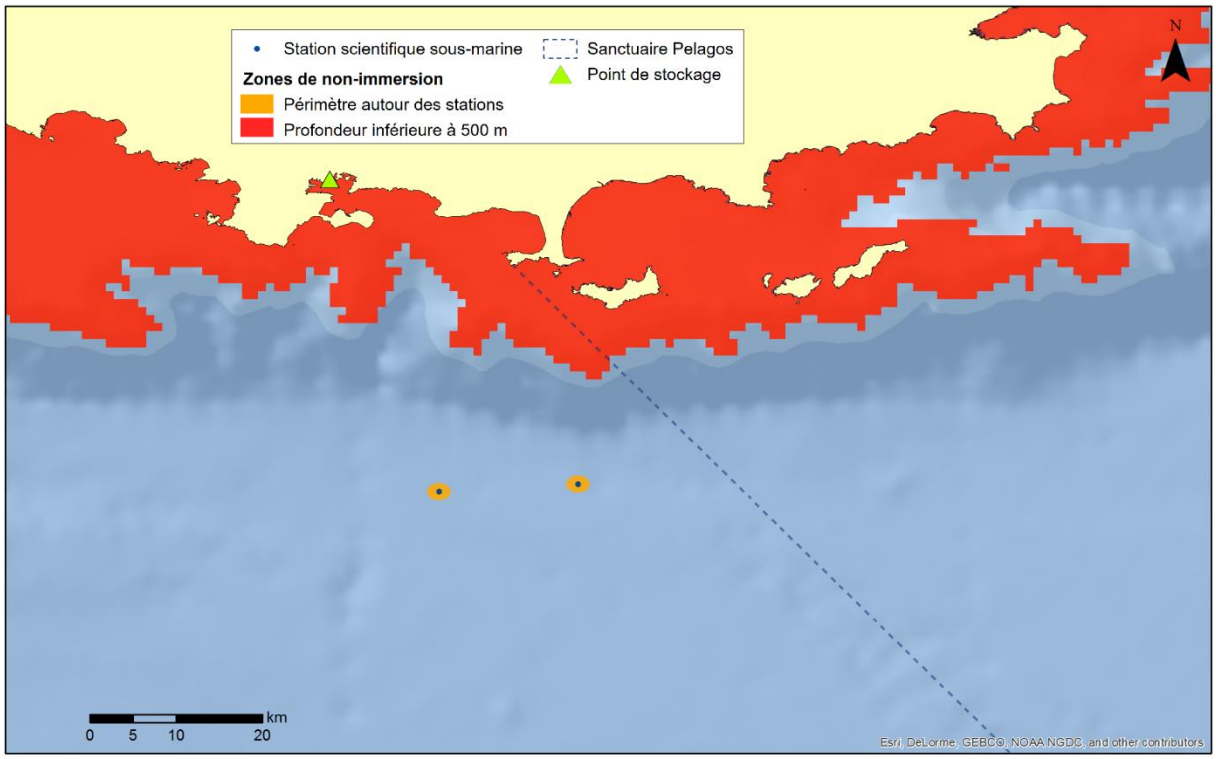


Figure 6. Stations scientifiques sous-marines et périmètre de non-immersion d'un kilomètre de rayon autour de celles-ci.

En conclusion, une immersion de carcasse de grand cétacé pourra être réalisée sur l'ensemble de la Méditerranée française où la profondeur dépasse les 500 m et à plus d'un kilomètre des stations scientifiques sous-marines.

2.2.6 Quelle technique ?

Les manipulations d'une opération d'immersion se divisent en deux étapes : la préparation des blocs et l'immersion à proprement parler.

2.2.6.1 Préparation des blocs

Plusieurs blocs de différentes tailles (de préférence entre 1 et 4 tonnes) vont être utilisés pour lester l'animal. Afin de faciliter leur manipulation et leur attachement à la carcasse, un tirant doit être inséré dans chaque bloc.

Matériel nécessaire :

- Tirant M20, longueur : 250 mm ;
- Anneau de levage femelle M20 ;
- Perforateur ;
- Scellement chimique (coefficient 3-4) ;
- Pistolet (pour le scellement).

1) Visser l'anneau de levage sur le tirant.
2) Percer le bloc avec le perforateur sur 15-20 cm. Insérer le tirant dans le trou. L'anneau doit dépasser en entier.
3) Retirer le tirant. Remplir le trou au 2/3 avec le scellement chimique à l'aide du pistolet et insérer immédiatement le tirant. Laisser sceller. Durée de scellement : 45 min à 20° C.
4) Répéter l'opération pour tous les blocs.

2.2.6.2 Technique d'immersion

Matériel nécessaire :

- 1 sangle ronde de levage 8 tonnes (56 tonnes à la rupture) ;
- 2 manilles textiles type Dyneema 15 T ;
- 50 mètres de bout polypropylène 48 mm 28 T ;
- 100 mètres de bout tressé polypropylène 48 mm 28 T.

1) Lors du transit vers la carcasse (ou une fois sur place si le transit est très court) :
   a. Relier les blocs les uns aux autres avec le bout en polypropylène de 50 m, du plus lourd au plus léger ;
   b. Passer la manille à une extrémité de la sangle de levage ;
   c. Préparer une annexe pour la mise à l'eau et y charger la sangle de levage avec la manille et le bout tressé de 100 mètres.
2) Approcher la carcasse à faible allure et stationner à une cinquantaine de mètres.
3) Mettre l'annexe à l'eau et approcher la carcasse au plus près.
4) Passer la sangle en étranglement autour du pédoncule caudal (la partie la plus fine entre le corps et la queue) en manillant la sangle sur elle-même pour faire une boucle.
5) Tirer sur la sangle pour serrer l'étranglement autour du pédoncule.
6) Attacher l'extrémité restante de la sangle à une extrémité du bout tressé, de préférence avec une manille.
7) Revenir vers le navire en laissant filer le bout tressé.
8) Reprendre et fixer le bout tressé sur le navire.
9) Tracter la carcasse à faible vitesse (moins de 5 nœuds) jusqu'au lieu d'immersion jugé le plus approprié (le câble de traction du navire peut également être utilisé à la place du bout tressé).
10) Une fois sur le lieu d'immersion, fixer le bout tressé à l'anneau du plus petit bloc (si le câble de traction a été utilisé pour le remorquage, mettre une annexe à l'eau pour aller démaniller le câble de la sangle attachée à la carcasse et mailler le bout tressé à la place).
11) Effectuer une reprise de charge sur le plus gros bloc.
12) Lever le plus gros bloc et le déposer au-dessus de l'eau, autant que la longueur de la reprise de charge le permet.
13) Couper le bout de reprise de charge. Le gros bloc plonge et entraîne les autres. Le tout entraîne la carcasse. Prendre la position GPS au moment du largage.
14) Si le navire est équipé d'un câble grands fonds et d'un largueur acoustique, la carcasse peut être accompagnée sur le fond avec les blocs et larguée par l'intermédiaire du largueur acoustique. Dans ce cas, prendre la position au moment du déclenchement du largueur.

Pour des raisons de sécurité, il est préférable que la carcasse reste à 50-100 mètres du navire lors de l'ensemble de l'opération : les gaz de putréfaction s'accumulent rapidement à l'intérieur de la carcasse et peuvent s'échapper violemment à tout moment.

2.2.7 Quid de l'utilisation de bouts en matière biodégradable ?

Le protocole présenté ci-dessus implique l'utilisation de bout en polypropylène (PP), dérivé du plastique. L'option de les remplacer par des éléments en matière biodégradable a été explorée, mais n'a pas été retenue pour plusieurs raisons :

- l'équivalent en résistance d'une aussière en PP de 48 mm de diamètre correspond à une aussière en chanvre de 60 mm dont le poids est 2,5 fois plus lourd au mètre (1 kg / m pour le PP contre 2,5 kg / m pour le chanvre). Pour la longueur nécessaire, cela représente une différence de 225 kg (375 contre 150 kg pour le PP) ;
- à l'inverse du PP, le chanvre absorbe l'eau, ce qui augmente son poids et diminue sa résistance ;
- il faut compter 5 € / m pour une aussière de 48 mm en PP contre 25-30 € / m pour une aussière en chanvre de 60 mm. Ce tarif est légèrement inférieur (20 € / m) pour le chanvre de Manille[7] mais ses propriétés sont identiques au chanvre. Au total, cela représente un coût de 3 750 à 4 500 euros pour le chanvre et 3 000 euros pour le chanvre de Manille, contre 750 euros pour le PP.

2.2.8 Quid de l'utilisation d'une balise acoustique ?

Une balise acoustique est un appareil qui émet un signal sonore à intervalle régulier, permettant sa détection à l'aide d'un sonar. Utilisées dans l'aviation pour localiser les boites noires, elles permettent également de retrouver plus facilement un dispositif scientifique entreposé sur le fond.

Dans le cadre du présent protocole, une balise acoustique ne sera pas utilisée pour marquer la carcasse, et ce pour plusieurs raisons :

- la prise de position GPS au moment du largage de la carcasse peut suffire car il est très peu probable que celle-ci dérive lors de sa descente ou qu'elle se déplace une fois sur le fond. En effet, les fonds marins des profondeurs concernées (> 500 mètres) sont principalement constitués de dépôts d'éléments très fins (vases) sur lesquels une carcasse de grand cétacé et ses tonnes de lests vont facilement s'ancrer, limitant son déplacement (Frédéric Bassemayousse, comm. pers.) ;
- l'utilisation d'une balise ajoute une étape supplémentaire de manipulation qui n'est pas anodine car il faut s'assurer que l'appareil ne se retrouve pas sous la carcasse afin de ne pas être écraser au moment de l'arrivée sur le fond ;
- la présence d'une carcasse de grand cétacé et de ses lests sur le fond représente une anomalie dans le relief profond qui pourra être détectée avec le sonar des engins d'exploration sous-marine qui seront utilisés dans le cadre du suivi scientifique.

[7] Issu de la fibre de bananier, il est également régulièrement utilisé dans la fabrication de cordages en matières végétales.

2.2.9 Quels navires mobilisables ?

Le protocole d'immersion tel que décrit ci-dessus nécessite des navires possédant de grandes capacités à la fois de levage et de traction. Une recherche des unités civiles et d'Etat répondant à ces critères techniques a été effectuée sur l'ensemble du littoral méditerranéen français. Quatorze navires ont ainsi été répertoriés. Cependant, la mise en place d'une opération d'immersion est imprévisible et implique une grande réactivité que seuls 6 navires au final peuvent assurer (Tableau 3). Les armateurs et/ou affréteurs ont été contactés et ont fait part de leur intérêt pour la participation à une opération d'immersion.

Par ailleurs, une fois le protocole validé par l'ensemble des partenaires principaux, il a été soumis aux capitaines des différents navires pour information, adaptation aux spécificités de leur navire (au besoin) et validation. En effet, ceux-ci sont les plus qualifiés pour juger de la capacité de leur navire et de leur équipage à réaliser ce genre d'opération. Ce retour est d'autant plus important et constructif que plusieurs d'entre eux ont déjà été amenés à manipuler des carcasses de grands cétacés par le passé. Les suggestions et commentaires complets des capitaines récoltés par mail, téléphone ou rencontre directe sont regroupés dans l'Annexe 5.

Les capitaines ont approuvé la faisabilité du protocole dans son ensemble. Plusieurs modifications d'importance (mais sans impact sur la méthodologie proposée) ont été intégrées au protocole présenté plus haut (paragraphe 2.2.6), notamment concernant le diamètre des bouts utilisés pour tracter l'animal (initialement prévu de 20 mm et corrigé à 48 mm). D'autres adaptations, spécifiques à chaque navire, ont également été formulées afin de faciliter les opérations et s'adapter aux contraintes des navires. Ces modifications particulières n'ont pas été intégrées dans le protocole général mais devront être prises en compte selon le navire mobilisé en cas d'immersion.

Enfin, plusieurs suggestions de modifications du protocole ont également été proposées. Tout d'abord, il a été porté à notre connaissance la présence d'un gisement important de vieilles chaînes de mouillage non utilisées sur les quais du Port militaire de Toulon, dont l'enlèvement est facturé aux services de l'Etat. Pour plusieurs capitaines, ces chaînes seraient plus faciles à manipuler, et leur supposée gratuité permettrait de s'affranchir de l'achat, la livraison et le stockage de blocs d'enrochement.

Ensuite, certains capitaines ont fait part de leurs doutes quant au passage de la sangle autour du pédoncule caudal sans le concours de plongeurs. Cependant, lors de la réunion du 2 juillet 2015, les membres du Groupement des Plongeurs Démineurs présents ont précisé que la mise à l'eau proche d'une carcasse nécessite un équipement spécial lourd. De ce fait, la solution du passage de la sangle depuis une annexe avait largement leur préférence.

En conclusion, le protocole tel que détaillé tout au long de cette partie se base sur le retour d'expérience de spécialistes mondiaux et sur les connaissances de nombreux acteurs locaux. Le choix de la méthode et de la nature des lests en fait cependant un outil uniquement théorique. Il apparaît donc nécessaire de tester ce protocole dans le cadre d'une phase d'expérimentation impliquant une ou plusieurs immersions. L'expérience gagnée au cours de ces manipulations permettra de valider ou non les propositions formulées ci-dessus ainsi que d'autres suggestions d'évolution qui pourraient survenir au cours des opérations.

Tableau 3. Liste des navires mobilisables pour une opération d'immersion.

Nom du navire	Type de navire	Armateur	Affréteur	Port d'attache	Photo
Abeille Flandre	Remorqueur d'Intervention, d'Assistance et de Sauvetage	Groupe Bourbon	Marine Nationale	Toulon	
Ailette	Bâtiment de Soutien, d'Assistance et de Dépollution	Groupe Bourbon	Marine Nationale	Toulon	
André Malraux	Exploration archéologique	Ministère de la Culture (DRASSM[8])	Ministère de la Culture (DRASSM)	Marseille	
Castor II	Navire à positionnement dynamique	Foselev Marine	Foselev Marine	Toulon	
Jason	Bâtiment de Soutien, d'Assistance et de Dépollution	Groupe Bourbon	Marine Nationale	Toulon	
Provence	Baliseur	Service Maritime des Bouches du Rhône	Phares et Balises	Marseille	

[8] Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines

3. Projet de suivi scientifique

3.1 Intérêt scientifique du suivi des carcasses

Outre l'intérêt de pouvoir se débarrasser d'une carcasse de grand cétacé dans de bonnes conditions sanitaires et environnementales, l'immersion est une aubaine pour les espèces des grandes profondeurs ; et les scientifiques qui les étudient.

3.1.1 L'intérêt scientifique des immersions pour les nuls

L'arrivée d'une carcasse de grand cétacé sur le fond représente un apport colossal en matière organique, équivalent à plusieurs centaines d'années de dépôt de carbone depuis la zone euphotique (Baco et Smith, 2003). Cet influx soudain de nourriture va attirer une grande diversité biologique. Observée pour la première fois en 1987 (Smith *et al.*, 1989), cette succession d'espèces a été étudiée sur plusieurs carcasses de grands cétacés juvéniles et adultes immergées de façon naturelle ou expérimentale entre 960 et 1 960 m de profondeur en Californie. Ces premiers suivis temporels ont permis à Smith et Baco (2003) de proposer une division de cette succession en plusieurs phases :

- **phase des nécrophages mobiles** (*mobile-scavenger phase*) : durant cette phase, la quasi-totalité des tissus mous sont consommés par divers charognards (myxines, requins, amphipodes, crabes). Cette phase est caractérisée par une faible diversité : seules 38 espèces ont été identifiées par Baco-Taylor (2002). Selon la taille de la carcasse, cette phase peut durer de 4 à 12 mois (Smith, 2006) ;
- **phase d'enrichissement opportuniste** (*enrichment-opportunist phase*) : au cours de cette phase, une grande concentration de gastéropodes, polychètes et bivalves se développe sur les sédiments proches de la carcasse (< 3 m), enrichis en matière organique par la décomposition et la dispersion de tissus mous lors de la phase précédente. Bien que la diversité spécifique soit faible (ex : 18 espèces de macrofaune), la concentration d'individus (20 000-45 000 individus.m^{-2}) est la plus haute jamais mesurée pour la macrofaune en-dessous de 1 000 mètres de profondeur (Smith, 2006). Plusieurs de ces espèces sont soupçonnées d'être endémiques des carcasses de grands cétacés. Cette phase peut durer de quelques mois à 5 ans ;
- **phase sulfurophile** (*sulfuphilic stage*) : le déclenchement de cette phase est initiée par la décomposition par des micro-organismes anaérobies des lipides présents dans les os de la carcasse. La grande production d'éléments soufrés résultant de cette décomposition va servir de base au développement de bactéries chimio-autotrophes autonomes ou en endosymbiose avec des bivalves ou des polychètes vestimentifères. Cette phase est caractérisée par une grande richesse spécifique au sein des communautés de la macrofaune, avec environ 185 espèces par squelette réparties en 3 niveaux trophiques (Smith, 2006). Beaucoup de ces espèces n'ont été que rarement (voire jamais) observées sur d'autres supports ou dans d'autres habitats, ce qui pourrait en faire des espèces spécialisées dans les carcasses de grands cétacés. D'autres en revanche sont également observées autour des sources hydrothermales (Baco *et al.*, 1999 ; Smith et Baco, 2003). Des analyses par radioactivité ont montré que cette phase peut durer entre 40 et 80 ans sur des carcasses

adultes (Schuller *et al.*, 2004), mais qu'elle peut être beaucoup plus courte sur des carcasses de juvéniles dont les os ne sont pas encore consolidés (Lundsten *et al*., 2010b) ;

- **phase récifale** (*reef phase*) : du fait de la persistance de la phase sulfurophile sur des carcasses adultes, la phase récifale n'a encore jamais été observée sur des carcasses modernes. Cependant, la présence de plusieurs espèces filtreuses susceptibles d'utiliser les restes calcifiés du squelette comme substrat permet de penser qu'une telle phase pourrait se mettre en place sur de grosses carcasses (Smith, 2006). La seule observation d'une phase récifale a été réalisée proche de Clipperton sur un os de baleine fossilisé arrivé sur le fond il y a plus de 10 000 ans (Heezen et Hollister, 1971) !

Les phases de ce modèle de succession ont été observées à de nombreuses reprises depuis sa formulation, avec certaines variations concernant principalement la durée des phases et leur superposition dans le temps. Ces différences semblent surtout être dues à la taille de la carcasse, la profondeur d'immersion (qui influe sur la température de l'eau et la pression), la concentration en oxygène et la courantologie locale (Dahlgren *et al.*, 2004 ; Goffredi *et al.*, 2004 ; Braby *et al.*, 2007 ; Fujiwara *et al.*, 2007 ; Lundsten *et al.*, 2010a ; Lundsten *et al.*, 2010b ; Smith *et al.*, 2014).

Au total, ce ne sont pas moins de 129 nouvelles espèces (ou potentiellement nouvelles) qui ont été découvertes sur des carcasses de grands cétacés, dont la moitié sont des Annélides (Smith *et al.,* 2015). En effet, si les taxons présents sur les différentes phases sont souvent les mêmes d'un site à l'autre, les espèces, elles, varient.

Enfin, la présence d'organismes chimio-autotrophes également observés sur les sources hydrothermales a permis d'émettre l'hypothèse que les carcasses de grands cétacés servent de relais entre les sources hydrothermales des profondeurs, favorisant ainsi la dispersion de ces espèces sur de grandes distances (Smith *et al.*, 1989 ; Amon *et al.*, 2013).

3.1.2 Le cas de la Méditerranée

Depuis 2003, des restes de grands cétacés immergés de façon naturelle ou expérimentale sont ou ont été étudiés sur plus de 70 sites à travers 4 océans (Smith *et al.*, 2015). Mais, à notre connaissance, aucune étude de ce genre n'a encore été réalisée en Méditerranée.

Pourtant, compte-tenu des populations de grands cétacés présentes en Méditerranée (3 500 rorquals communs et moins de 1 000 cachalots, Notarbartolo di Sciara et Birkun (2010)), il est très probable que les carcasses représentent un apport de matière organique important dans les profondeurs, et qu'elles bénéficient à de nombreuses espèces. Plusieurs analyses archéologiques en Italie ont d'ailleurs retrouvé des traces des deux premières étapes de succession sur des carcasses de baleines archaïques fossilisées datant d'environ 10 millions d'années (Dominici *et al.*, 2009 ; Danise *et al.*, 2012 ; Danise et Dominici, 2014). Plus récemment, une nouvelle espèce de *Mytilidae* a été retrouvée sur une mandibule inférieure droite de rorqual commun remontée par un chalutier dans le Golfe du Lion (Pelorce et Poutiers, 2009).

De plus, la Méditerranée offre un cadre unique pour les études en grande profondeur. En effet, la température de ses eaux profondes est constante et exceptionnellement élevée (entre 12,7 °C et 13,6 °C selon les bassins, Hopkins (1985)). Ces conditions particulières peuvent permettre d'immerger des carcasses à des profondeurs différentes mais à température égale et ainsi d'analyser

les effets dissociées de la pression et de la température sur la succession des espèces sur la carcasse, ce qui est impossible dans les grands bassins océaniques où température et pression co-varient et ne peuvent être étudiées séparément (Florence Pradillon, Ifremer, comm. pers.).

Enfin, la comparaison des espèces rencontrées sur les carcasses avec celles observées sur des sources hydrothermales connues en Méditerranée (Dando *et al.*, 1999) permettrait de tester l'hypothèse du rôle de pierre de gué que pourraient jouer ces carcasses entre ces sources (Florence Pradillon, comm. pers.).

3.2 Proposition de suivi scientifique

Le projet de suivi présenté ci-dessous est une ébauche réalisée sur la base de travaux dont les résultats ont fait l'objet de publications scientifiques (principalement Smith et Baco, 2003 ; Dahlgren *et al*., 2006 ; Braby *et al.*, 2007 ; Lundsten *et al*., 2010a ; Lundsten *et al*., 2010b ; Glover *et al.*, 2013 ; Smith et al., 2015) et avec l'appui de plusieurs spécialistes français des grandes profondeurs. Les grandes lignes qui le composent sont des suggestions que les experts de la biologie marine des abysses pourront compléter avec les moyens logistiques et financiers dont ils pourront disposer. Ce projet de suivi est composé de trois objectifs distincts et complémentaires.

3.2.1 Objectif 1 : suivi de la vitesse de décomposition de la carcasse

Cet objectif se concentre sur la phase des nécrophages mobiles (paragraphe 3.1.1). La courte durée de celle-ci (quelques mois) implique un suivi par caméra vidéo en semi continu, particulièrement dans le premier mois.

- Outils scientifiques :
    - Taux de décomposition (proportions de présence tissus mous/durs, proportion de squelette visible, etc.) ;
- Moyens techniques :
    - ROV ;
    - Caméra fixe avec enregistrements réguliers.

3.2.2 Objectif 2 : identification et suivi de la diversité biologique

Le but est ici d'identifier les différentes espèces qui vont se succéder sur la carcasse au cours de sa décomposition et de suivre les variations du nombre d'espèces et de la densité d'individus par espèce.

- Outils scientifiques :
    - Clé de détermination ;
    - Outils moléculaires (ex : *barcodes*) ;
    - Indice d'abondance intra et interspécifique ;
- Moyens techniques :
    - Observation directe :
        - ROV avec « mosaïque » vidéo à intervalle régulier (1-2 fois par an)

- Prélèvements :
    - Par aspirateur pour la faune vagile ;
    - De parties de squelette avec la faune fixée dessus ;
    - Par carottage aux alentours pour mesurer le gradient de l'impact sur la faune interstitielle.

3.2.3 Objectif 3 : comparaisons de la vitesse de décomposition et de la diversité biologique

- En Méditerranée :
    - Site avec carcasse et site témoin sans carcasse ;
    - Entre sites de profondeur différente (température égale et pression différente) ;
- Au-delà de la Méditerranée :
    - Site méditerranéen et autres sites connus (Californie, Japon, Suède, etc.).

Cet objectif va permettre de mesurer l'importance des immersions en Méditerranée liées à ses conditions océanographiques particulières (paragraphe 3.1.2) et de peut-être découvrir des espèces jusque-là inconnues en Méditerranée, voire dans le monde.

- Outils scientifiques :
    - Taux de décomposition ;
    - Outils moléculaires (ex : *barcodes*) ;
    - Indice d'abondance intra et interspécifique ;
    - Statistiques.

4. Estimation de budgets : combien ça coûte de couler une baleine ?

Combien ça coûte de couler une baleine ? Est-ce que c'est moins cher que de la laisser s'échouer et de la découper en morceau ou que de la faire exploser au large ?

Ces deux questions, dont le style familier reflète leur apparente (!) simplicité, constituent l'un des enjeux importants de cette étude. En effet, répondre par la positive à la deuxième interrogation permet d'avancer un argument de poids dans la valorisation de l'immersion auprès des autorités.

Une fois le protocole validé, une budgétisation du projet d'immersion a donc été réalisée afin de connaître le montant total des coûts associés à cette opération. Elle constitue la première partie de ce chapitre. Une estimation des coûts relatifs aux opérations d'équarrissage et de pétardement a également été réalisée afin de pouvoir comparer les différentes méthodes. Cette comparaison sera présentée dans un deuxième temps.

L'ensemble des budgets présentés dans ce chapitre sont détaillés sous forme d'une estimation basse et d'une estimation haute.

4.1 Budget de la méthode d'immersion

L'estimation des coûts relatifs à la méthode d'immersion a été divisée en deux parties. La première concerne le budget pour la mise en place du projet. Cette partie regroupe l'ensemble des actions de préparation nécessaires à une intervention d'immersion. La seconde partie est relative aux coûts liés à l'immersion d'une carcasse en elle-même. Les deux parties sont présentées séparément puis fusionnées pour obtenir une vision globale du budget.

4.1.1 Mise en place

La mise en place du projet nécessite deux opérations : la création de points de stockage de blocs d'enrochement prêts à être manipulés et la fourniture du matériel nécessaire pour une immersion à bord des navires.

Le budget est présenté dans le Tableau 4. Les éléments permettant de différencier les évaluations basse et haute sont indiqués en rouge. Entre 3 et 6 blocs ont été estimés pour obtenir la quantité de lest nécessaire, qui a été arrondie à 12 tonnes[9]. Les évaluations de prix à la tonne correspondent à la fourchette de prix des carriéristes identifiés aux alentours des points de stockage (Annexe 3).

Pour l'approvisionnement d'un point de stockage et l'équipement d'un navire, le budget de mise en place est estimé entre **2 596 et 3 688 euros**.

[9] Pour rappel, le protocole nécessite une quantité de lest équivalent à 8 tonnes d'acier, soit 10,79 tonnes de granit ou 11,26 tonnes de calcaire (paragraphe 2.2.4)

Tableau 4. Estimation de budget pour l'étape de mise en place du projet d'immersion de carcasse de grand cétacé en Méditerranée française.

	ESTIMATION BASSE			ESTIMATION HAUTE		
	Prix unitaire	Quantité	Total	Prix unitaire	Quantité	Total
Matériel pour 1 point de stockage						
Matériel de préparation par bloc (tirant, anneau, scellement)	44	3	132	44	6	264
Pistolet	34	1	34	34	1	34
Perforateur	200	1	200	200	1	200
Achat et livraison de blocs (à la tonne)	45	12	540	100	12	1200
Sous-total 1			**906**			**1 698**
Matériel d'immersion pour 1 navire						
Sangle ronde de levage 8 tonnes	100	1	100	100	1	100
Manille textile Dyneema 15 T	45	2	90	45	2	90
Aussières Polypropylène 8 torons 48-52 mm 50m	10	50	500	12	50	600
Aussières Polypropylène 8 torons 48-52 mm 100m	10	100	1 000	12	100	1 200
Sous-total 2			**1 690**			**1 990**
TOTAL MISE EN PLACE			**2 596**			**3 688**

4.1.2 Opération d'immersion

Le budget de cette partie est présenté dans le Tableau 5. L'estimation du coût de mobilisation du navire se base sur ceux fournis par la Préfecture Maritime concernant les navires affrétés par l'Etat. Les coûts opérationnels ont été fournis par la COMEX et sont également applicables aux navires affrétés par l'Etat. Le coût du chargement est indiqué sur la base d'éléments communiqués par une entreprise de chargement du Grand Port Maritime de Marseille.

Le budget de l'opération d'immersion à proprement parler est estimé entre **25 900 et 50 900 euros**.

Tableau 5. Estimation de budget pour l'étape opérationnelle du projet d'immersion de carcasse de grand cétacé en Méditerranée française.

	ESTIMATION BASSE			ESTIMATION HAUTE		
	Prix unitaire	Quantité	Total	Prix unitaire	Quantité	Total
Mobilisation Navire (par jour)	10 000	1	10 000	20 000	1	20 000
Opération en mer (par jour)	15 000	1	15 000	15 000	2	30 000
Chargement des blocs	900	1	900	900	1	900
TOTAL OPERATION			**25 900**			**50 900**

4.1.3 Total

En couplant l'étape de mise en place et l'étape d'immersion à proprement dite, le coût pour une immersion d'une carcasse de grand cétacé en Méditerranée française en approvisionnant un point de stockage et en équipant un seul navire est donc estimé entre **28 496 et 54 588 euros**.

En approvisionnant deux points de stockage (Ajaccio en plus de Toulon) et en équipant les six navires mobilisables, afin d'être le mieux préparé en cas de besoin, le budget est estimé **entre 37 852 et 66 236 euros**.

Au final, l'estimation globale du budget varie donc entre **28 496 et 66 236 euros**.

4.2 Budget de la méthode d'équarrissage

L'élimination d'une carcasse à terre est une opération compliquée qui nécessite, dans la plupart des cas, de couper l'animal en plusieurs morceaux à l'aide d'engins de chantier. Ces morceaux sont ensuite chargés à bord de camions-bennes et transportés au centre d'incinération de Bayet (03) de la société SecAnim, filiale du Groupe FranceAgriMer.

L'estimation du budget, réalisée sur la base d'informations fournies par Willy Dabin, en charge du Réseau National d'Echouages, et FranceAgriMer, est présentée dans le Tableau 6. Celle-ci varie entre **13 200 et 28 250 euros.** L'ensemble de ces opérations sont prises en charge par la Préfecture terrestre concernée.

A noter que ces tarifs d'élimination concernent les carcasses traitées sur le continent. La Corse ne disposant pas d'un centre d'équarrissage suffisant, les carcasses sont rapatriées sur le continent pour être envoyées à Bayet. Les tarifs grimpent alors à 1 600 € / t (collecte et élimination confondues), soit un total variant de **31 600 à 80 000 euros**.

Tableau 6. Estimation de budget pour l'élimination d'une carcasse de grand cétacé par équarrissage.

	ESTIMATION BASSE			ESTIMATION HAUTE		
	Prix unitaire	**Quantité**	**Total**	**Prix unitaire**	**Quantité**	**Total**
Opération d'équarrissage						
Mobilisation deux engins de chantiers et deux camions + chauffeur pour une demi-journée	3 000	2	6 000	4 000	2	8 000
Collecte de la carcasse (par tonne)	350	16	5 600	350	45	15 750
Elimination de la carcasse (par tonne)	100	16	1 600	100	45	4 500
TOTAL			**13 200**			**28 250**

4.3 Budget de la méthode de pétardement

L'explosion d'une carcasse au large par les services de l'Etat est une opération qui ne semble plus être communément pratiquée. Outre la mobilisation d'un navire, une équipe du Groupement des Plongeurs Démineurs doit être dépêchée sur place pour la pose des explosifs et leur mise à feu.

Le budget d'une telle opération est estimé entre **25 000 et 53 000 euros** (Tableau 7) et est pris en charge par les services de l'Etat en mer.

Tableau 7. Estimation de budget pour l'élimination d'une carcasse de grand cétacé par pétardement.

	ESTIMATION BASSE			ESTIMATION HAUTE		
	Prix unitaire	Quantité	Total	Prix unitaire	Quantité	Total
Opération de pétardement						
Mobilisation du navire	10 000	1	10 000	20 000	1	20 000
Opération en mer (par jour)	15 000	1	15 000	15 000	2	30 000
Transport par hélicoptère des plongeurs démineurs (par heure)	3 000	0	0	3 000	1	3 000
TOTAL			**25 000**			**53 000**

4.4 Comparaison des budgets

Les chiffres présentés dans les paragraphes précédents ne sont pas directement comparables. En effet, si les budgets pour l'équarrissage et le pétardement concernent une seule opération, le budget d'immersion concerne l'ensemble du projet. Pour les comparaisons ci-dessous (Figure 7), les montants concernant l'immersion seront donc ceux pour une immersion réalisée avec l'approvisionnement d'un site de stockage et l'équipement d'un seul navire, soit entre **28 496 et 54 588 euros** (paragraphe 4.1.3).

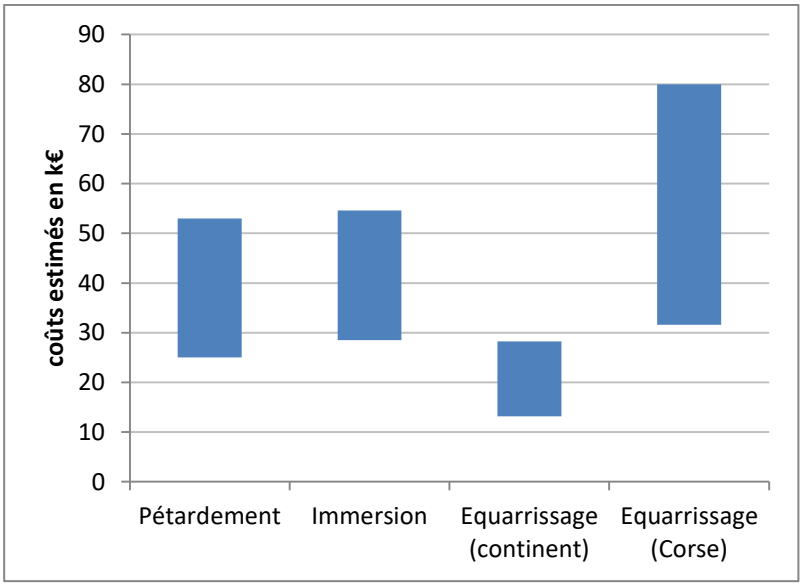


Figure 7. Comparaison des budgets des différentes méthodes d'élimination des carcasses de grands cétacés en Méditerranée française, pour une carcasse.

D'après les estimations fournies dans les paragraphes précédents, l'immersion est environ 2 fois plus chère que l'équarrissage pour les cas traités sur le continent. Cependant, dans le cas où la carcasse est échouée dans un lieu inaccessible pour des engins de chantier et des camions-bennes, celle-ci peut être remise à l'eau pour être tractée dans un port où elle sera sortie de l'eau et découpée. Cette situation s'est notamment présentée avec un cachalot échoué au Cap Sicié en 2010. Le coût total de l'opération a avoisiné les **100 000 euros**. Dans ce genre de situation, et avec des conditions favorables, remorquer l'animal au large pour l'immerger est environ **2 à 3,5 fois plus économique pour les services de l'Etat**. De plus, dans le cas d'un animal à traiter en Corse, l'immersion est **10 à 30 % moins onéreuse.**

Les coûts associés à l'immersion sont également légèrement supérieurs à ceux du pétardement (+ 3 à 14 %). Cependant, le pétardement est aujourd'hui considéré par les autorités comme une opération à mener en dernier recours, ou dans un cas d'urgence afin de mettre fin à un danger à la navigation. Dans cette situation, la décision ne se prendra pas d'un point de vue budgétaire, mais uniquement sécuritaire. Les coûts associés à une telle opération sont intégrés dans un budget global alloué à la Marine Nationale dans le cadre de ses missions et peuvent difficilement en être extraits (André Grosset, comm. pers.), ce qui explique également la concision du budget d'une opération de pétardement présenté au paragraphe précédent mais également sa possible sous-estimation.

4.5 Coût du suivi scientifique

Comme explicité dans le paragraphe 3.2, le projet de suivi scientifique présenté dans ce rapport est une ébauche sur laquelle les spécialistes de la biodiversité des grands fonds peuvent s'appuyer pour construire un programme de suivi et d'analyses robuste. L'estimation des coûts liés à un tel projet est donc difficilement réalisable en l'état. De nombreuses questions quant au matériel à utiliser, aux quantités de prélèvements et aux analyses à effectuer restent en suspens.

Cependant, quelles que soient les réponses apportées aux interrogations précédentes, le suivi scientifique nécessitera inévitablement d'aller visiter la carcasse *in situ*. Les coûts associés à de telles opérations en mer peuvent eux être estimés. De plus, compte-tenu des montants que ces missions représentent, ces éléments devraient permettre de définir l'ordre de grandeur dans lequel se situerait le budget global d'un tel suivi scientifique.

Ces éléments de budget préliminaires sont présentés dans le Tableau 8. Le coût unitaire associé à une plongée sur site est estimé entre 40 000 et 50 000 euros. Ce montant comprend la mobilisation et démobilisation du navire, le trajet sur site et la plongée en ROV. Il a été estimé pour une carcasse immergée à 1 500 mètres de fond à une distance de 100 milles nautiques du port d'attache du navire. Ces deux critères ont volontairement été choisis comme élevés, une surestimation des coûts associés aux opérations de terrain permettant de couvrir en partie les frais associés aux éléments inconnus du budget mentionnés plus haut. Par exemple, une plongée sur une carcasse à 1 000 mètres plutôt qu'à 1 500 mètres réduirait les coûts de 20 à 30 % (Fred Gauch, COMEX, comm. pers.).

Tableau 8. Estimation des coûts associés aux plongées en ROV sur une carcasse de grand cétacé dans le cadre du projet de suivi scientifique.

	ESTIMATION BASSE			ESTIMATION HAUTE		
	Prix unitaire	**Quantité**	**Total**	**Prix unitaire**	**Quantité**	**Total**
Objectif 1						
Visite sur site	40 000	2	80 000	50 000	2	100 000
Objectif 2						
Visite sur site	40 000	10	400 000	50 000	20	1 000 000
Objectif 3						
Visite sur site	40 000	2	80 000	50 000	2	100 000
TOTAL			**560 000**			**1 200 000**

Le nombre de visites a été réparti selon les différents objectifs du projet (paragraphe 3.2). Deux plongées ont été comptabilisées pour remplir l'objectif 1 (pose puis retrait de la caméra fixe). Une à deux plongées par an pendant 10 ans ont été allouées à l'objectif 2 de suivi des successions d'espèces au cours des différentes phases de décomposition de la carcasse. Enfin, deux plongées supplémentaires ont été inclues dans l'objectif 3 de comparaison avec un site témoin. Le total de ces estimations varie entre **560 000 et 1,2 million d'euros**. Encore une fois, ces chiffres ne sont ici destinés qu'à fournir **un ordre de grandeur** et ne doivent pas être considérés comme plus que cela.

5. Perspectives et recommandations

L'immersion permet d'éliminer une carcasse de grand cétacé en réduisant les impacts environnementaux et les risques sanitaires liées à l'équarrissage ou au pétardement. De surcroit, elle bénéficie à de nombreuses communautés des profondeurs pendant plusieurs décennies, et présente donc un très grand intérêt environnemental et scientifique.

D'après la base de données du Réseau National d'Echouages pour la façade méditerranéenne, au 2 septembre 2016, 27 carcasses de rorquals et cachalots de plus de 8 mètres se sont échouées sur les côtes depuis l'an 2000 et 16 signalements de grands cétacés à la dérive ont été envoyés par le CROSS Méditerranée (Jean-Baptiste Chauvet, comm. pers.) et par les utilisateurs du système REPCET[10] (Mayol et Schneider, 2011 ; Mayol, 2012 ; Couvat et Mayol, 2013, 2014 ; Couvat et Martin, 2016) depuis 2011 et 2010 respectivement. Ce recensement a permis de rassembler 43 cas (une fois les doublons entre les différentes sources retirés), dont 25 depuis 2011.

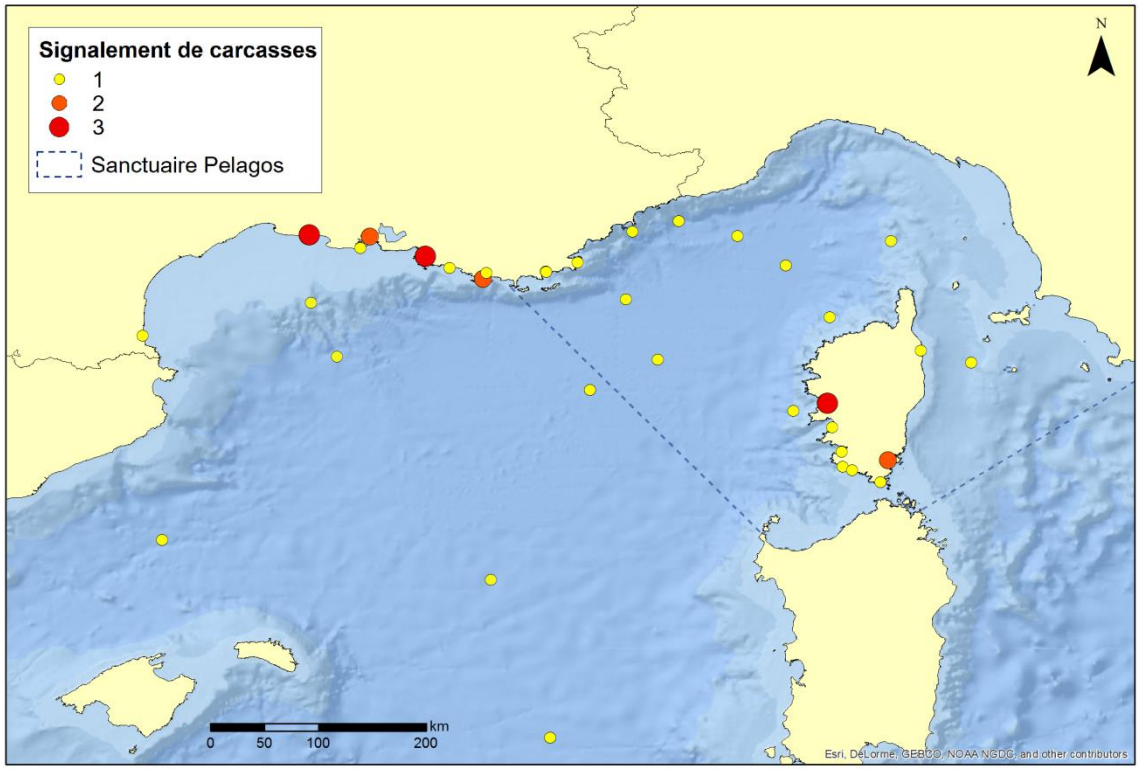


Figure 8. Distribution des signalements de grands cétacés échoués et à la dérive au large de la Méditerranée française. Sources : Réseau National d'Echouages (depuis 2000), réseau REPCET (depuis 2010) et CROSS Méditerranée (depuis 2011). Les signalements de plusieurs individus correspondent à des échouages d'un individu au même endroit à des dates différentes et non pas à des échouages de plusieurs individus simultanément.

La mise en place d'une opération d'immersion est complexe, et de nombreuses conditions doivent être réunies pour que le protocole issu de cette étude puisse être appliqué en toute sécurité. Par conséquent, le nombre de cas où l'immersion pourra être mis en place sera bien inférieur au nombre de carcasses détectées. L'immersion ne pourra donc pas être appliquée dans tous les cas. Elle n'a

[10] Le système REPCET (REPérage des CETacés) est un outil informatique collaboratif permettant aux navires équipés de partager les positions de grands cétacés en temps réel par communication satellite dans l'objectif d'éviter les collisions. Outre les cétacés, le système permet de signaler les objets à la dérive pouvant représenter un danger à la navigation, y compris les carcasses de grands cétacés. Pour plus d'information : www.repcet.com

donc pas vocation à remplacer l'équarrissage mais **doit être considérée comme une méthode complémentaire.**

De surcroit, le champ de compétences de la Préfecture Maritime se limite strictement au domaine maritime (d'où son nom !). Une carcasse à la dérive est bien de son ressort, mais une fois échouée, celle-ci tombe sous la responsabilité de la Préfecture terrestre concernée. Dans le cas d'un animal percuté au large par un navire et ramené dans un port sur le bulbe d'étrave, la carcasse est sous la responsabilité du port[11]. Par le passé, la Préfecture terrestre a déjà fait appel aux services de l'Etat en mer pour remorquer un grand cétacé échoué dans un lieu inaccessible par voie terrestre. La Préfecture Maritime facture alors une prestation. **Obtenir le montant d'une telle facture serait très utile dans l'estimation des coûts liés à la mobilisation des moyens de l'Etat en mer et permettrait d'affiner le budget lié à une opération d'immersion.**

Par ailleurs, des contacts auprès de la Préfecture du Var ont donc été pris via le Parc national de Port-Cros pour présenter le projet d'immersion et discuter d'une collaboration inter-administration en cas d'échouage. Malheureusement, aucun entretien n'a encore pu avoir lieu au moment de la rédaction de ce rapport. Parmi les suites à donner à cette étude, **la poursuite de ces relations et des discussions avec les services de l'Etat à terre et en mer est une priorité.**

Le protocole d'immersion présenté dans cette étude est le résultat de la convergence entre les retours d'expérience de spécialistes internationaux et la concertation avec de nombreux acteurs locaux. Cependant, l'utilisation de blocs d'enrochement pour lester l'animal n'a, à notre connaissance, jamais été réalisée. Ce protocole reste donc théorique et **il est donc absolument nécessaire de l'associer à une phase d'expérimentation** afin d'éprouver la méthode sur le terrain et lever les inconnues qui demeurent. Cette phase d'expérimentation devrait comprendre **deux à trois immersions** afin de pouvoir appliquer le protocole dans différentes conditions (espèce, gabarit et localisation de l'animal, conditions météorologiques, période de l'année, navire mobilisé, etc.). L'expérience accumulée lors de cette phase d'expérimentation devrait être suffisante pour améliorer et affiner le protocole pour le rendre le plus optimal possible.

Les interrogations principales liées au protocole concernent la résistance des blocs scellés lors du levage et du largage (voir paragraphe 2.2.6.2). Sachant que les commandants des navires et les armateurs connaissent le mieux leur(s) navire(s) et leurs capacités, ceux-ci devraient être mobilisés directement. **Un devis pour une opération d'immersion reprenant les critères du protocole devrait être demandé aux armateurs, avec la méthode qui leur semble la plus sécurisée pour leur navire et leur équipage.** Cela permettra d'obtenir un coût précis et surtout de garantir l'intégrité du navire et la sécurité des hommes à bord.

Par ailleurs, la question des chaînes présentes sur les quais de la base navale de Toulon que certains capitaines ont porté à notre connaissance lors des entretiens sur la viabilité du protocole (paragraphe 2.2.9) mérite d'être étudiée. Outre l'examen de la composition des chaînes et des matériaux dont elles sont potentiellement recouvertes, **une Analyse de Cycle de Vie (ACV) comparative entre ces chaînes et les blocs d'enrochement apporterait un nouvel éclairage sur**

[11] De par l'état de fraicheur extrême, ce dernier cas représente probablement la source la plus plausible de carcasses pouvant être immergées. A l'inverse, les carcasses à la dérive sont très souvent dans un état de décomposition qui ne permettrait pas leur manipulation et leur immersion.

l'impact global de chacune de ces options sur l'environnement. En effet, d'après l'association Ecoscience Provence, qui dispose de 10 ans d'expérience dans les ACV, extraire des matières premières spécifiquement dans le but de l'immersion ne serait peut-être pas forcément mieux que de réutiliser un déchet voué à être détruit, à condition que l'impact sur l'environnement marin de ce dernier soit nul.

A notre connaissance, un suivi scientifique de carcasses de grands cétacés n'a jamais été réalisé en Méditerranée. L'intérêt scientifique est immense et les connaissances sur le sujet sont quasi nulles. **Il est donc important d'approfondir les éléments concernant le suivi scientifique présenté dans ce rapport afin d'assurer la meilleure valorisation possible de cette opportunité.**

Lors de la réunion de restitution du projet (16 septembre 2016), deux semaines avant la date butoir de remise du présent rapport, une idée nouvelle a été émise pour l'immersion des carcasses. Le principe est de remorquer la carcasse à un mouillage installé en amont et de fixer la carcasse le long du câble reliant la bouée en surface à l'ancre posée sur le fond. La carcasse finira par couler (comme c'est le cas naturellement) et glissera jusqu'au fond. Cette technique possède de nombreux avantages :

- elle évite toute manipulation pour couler volontairement une carcasse avec des lests, quels qu'ils soient ;
- elle peut être appliquée à un plus grand nombre de carcasses (état de décomposition un peu plus avancé) ;
- elle peut être réalisée par un plus grand nombre de navires (remorquage uniquement, pas de levage et de largage de lests) ;
- elle peut être effectuée plus rapidement qu'une opération d'immersion « forcée » ;
- chaque mouillage possède une position GPS précise et la bouée en surface facilite les recherches ;
- l'installation de plusieurs mouillages le long du littoral entre 500 m et 2 000 m de fond ne présente aucune difficulté technique ;
- l'installation des mouillages peut être faite à des profondeurs différentes dans un intérêt scientifique.

En revanche, parmi les réserves ou interrogations relatives à cette solution, celle du budget semble prédominante. En effet, une estimation préliminaire pour la simple pose d'un mouillage par plus de 500 mètres de fond (sans remorquage et attachement d'une carcasse) s'élèverait environ à 50 000 euros, soit presque autant qu'une opération d'immersion complète avec le protocole présenté dans cette étude. **Toutefois, la question mérite d'être approfondie et discutée avec les autorités compétentes pour décider si cette solution peut être retenue ou non.**

On le voit à la lecture de ce chapitre, cette étude de faisabilité n'est évidemment pas une fin en soi. Ce n'est au contraire qu'une étape vers la mise en place d'un programme fiable et concerté pour une gestion optimale d'une carcasse de grand cétacé, dans un souci de sécurité, d'efficacité et de respect de notre environnement marin. Une opportunité idéale pour les autorités et les gestionnaires des espaces protégés de mettre en avant à l'échelle nationale et à celle de l'ensemble du bassin méditerranéen les efforts de collaboration entrepris depuis des années.

Quant aux baleines, quoi de plus logique que de reposer dans leur sanctuaire ?

Références bibliographiques

Agence des Pêches du Japon (2004) - *Manuel relatif aux cétacés échoués.* 168p.

Amon, D.J., Glover, A.G., Wiklund, H., Marsh, L., Linse, K., Rogers, A.D. et Copley, J.T. (2013) - The discovery of a natural whale fall in the Antarctic deep sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 92 : 87-96

Baco-Taylor, A.R. (2002) - *Food-web structure, succession and phylogenetics on deep-sea whale skeletons*. PhD Thesis. University of Hawai'i.

Baco, A.R. et Smith, C.R. (2003) - High species richness in deep-sea chemoautotrophic whale skeleton communities. *Marine Ecology Progress Series*. 260 : 109-114

Baco, A.R., Smith, C.R., Peek, A.S., Roderick, G.K. et Vrijenhoek, R.C. (1999) - The phylogenetic relationships of whale-fall vesicomyid clams based on mitochondrial COI DNA sequences. *Marine Ecology Progress Series*. 182 : 137-147

Braby, C.E., Rouse, G.W., Johnson, S.B., Jones, W.J. et Vrijenhoek, R.C. (2007) - Bathymetric and temporal variation among Osedax boneworms and associated megafauna on whale-falls in Monterey Bay, California. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 54 : 1773-1791

Coquille, D. (2016) - La baleine de Callelongue qui fit se boucher toutes les narines. *La Marseillaise.* http://www.lamarseillaise.fr/marseille/societe/50919-la-baleine-de-callelongue-qui-fit-se-boucher-toutes-les-narinesp.

Couvat, J. et Martin, A. (2016) - *REPCET. Bilan des observations 2015.* Souffleurs d'Ecume. 28p.

Couvat, J. et Mayol, P. (2013) - *REPCET. Bilan des observations 2012.* Souffleurs d'Ecume. 33p.

Couvat, J. et Mayol, P. (2014) - *REPCET. Bilan des observations 2013.* Souffleurs d'Ecume. 45p.

Dahlgren, T.G., Glover, A.G., Baco, A. et Smith, C.R. (2004) - Fauna of whale falls: systematics and ecology of a new polychaete (Annelida: Chrysopetalidae) from the deep Pacific Ocean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 51 : 1873-1887

Dahlgren, T.G., Wiklund, H., Kallstrom, B., Lundalv, T., Smith, C.R. et Glover, A.G. (2006) - A shallow-water whale-fall experiment in the north Atlantic. *Cahiers de Biologie Marine*. 47 : 385-389

Dando, P.R., Stüben, D. et Varnavas, S.P. (1999) - Hydrothermalism in the Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*. 44 : 333-367

Danise, S., Cavalazzi, B., Dominici, S., Westall, F., Monechi, S. et Guioli, S. (2012) - Evidence of microbial activity from a shallow water whale fall (Voghera, northern Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 317 : 13-26

Danise, S. et Dominici, S. (2014) - A record of fossil shallow- water whale falls from Italy. *Lethaia*. 47 : 229-243

Dominici, S., Cioppi, E., Danise, S., Betocchi, U., Gallai, G., Tangocci, F., Valleri, G. et Monechi, S. (2009) - Mediterranean fossil whale falls and the adaptation of mollusks to extreme habitats. *Geology*. 37 : 815-818

Fujiwara, Y., Kawato, M., Yamamoto, T., Yamanaka, T., Sato-Okoshi, W., Noda, C., Tsuchida, S., Komai, T., Cubelio, S.S., Sasaki, T., Jacobsen, K., Kubokawa, K., Fujikura, K., Maruyama, T., Furushima, Y., Okoshi, K., Miyake, H., Miyazaki, M., Nogi, Y., Yatabe, A. et Okutani, T. (2007) - Three-year investigations into sperm whale-fall ecosystems in Japan. *Marine Ecology*. 28 : 219-232

Glover, A.G., Wiklund, H., Taboada, S., Avila, C., Cristobo, J., Smith, C.R., Kemp, K.M., Jamieson, A.J. et Dahlgren, T.G. (2013) - Bone-eating worms from the Antarctic: the contrasting fate of whale and wood remains on the Southern Ocean seafloor. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 280 : 20131390

Goffredi, S.K., Paull, C.K., Fulton-Bennett, K., Hurtado, L.A. et Vrijenhoek, R.C. (2004) - Unusual benthic fauna associated with a whale fall in Monterey Canyon, California. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 51 : 1295-1306

Heezen, B.C. et Hollister, C.D. (1971) - *The Face of the Deep*. Oxford, UK: Oxford University Press: 659p.

Hopkins, T.S. (1985) - Western Mediterranean. *In*. Physics of the Sea. 100-125p

Jernjc Kodric, M., Tome, S. et Kryštufek, B. (2012) - Fin Whale Skeleton in the Slovenian Museum of Natural History. *Scopolia*. 77 : 1-168

Leblond, E., Daures, F., Leonardi, S., Demaneche, S., Merrien, C., Berthou, P., Rostiaux, E., Macher, C., Lespagnol, P. et Le Grand, C. (2014) - *Synthèse des flottilles de pêche 2012. Flotte de Mer du Nord-Manche-Atlantique. Flotte de Méditerranée.* Système d'Informations Halieuthiques - Ifremer. 292p.

Lockyer, C. (1976) - Body weights of some species of large whales. *Journal du conseil*. 36 : 259-273

LPO PACA, GECEM et GCP (2016) - *Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Biotope, Mèze: 344p.

Lundsten, L., Paull, C.K., Schlining, K.L., McGann, M. et Ussler III, W. (2010a) - Biological characterization of a whale-fall near Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 57 : 918-922

Lundsten, L., Schlining, K.L., Frasier, K., Johnson, S.B., Kuhnz, L.A., Harvey, J.B.J., Clague, G. et Vrijenhoek, R.C. (2010b) - Time-series analysis of six whale-fall communities in Monterey Canyon, California, USA. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 57 : 1573-1584

Mayol, P. (2012) - *REPCET. Bilan des observations 2011.* Souffleurs d'Ecume pour le compte du CROSSMED. 22p.

Mayol, P. et Schneider, M. (2011) - *REPCET. Bilan 2010 des observations.* Souffleurs d'Ecume pour le compte du CROSSMED. 11p.

Notarbartolo di Sciara, G. et Birkun, A., Jr (2010) - *Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas: an ACCOBAMS status report.* ACCOBAMS. Monaco. 212pp.

Pavlyuk, O.N., Trebukhova, Y.A. et Tarasov, V.G. (2009) - The impact of implanted whale carcass on nematode communities in shallow water area of Peter the Great Bay (East Sea). *Ocean Science Journal*. 44 : 181-188

PELAGOS (2010) - *Réunion échouage. Villeneuve-Loubet, le mardi 27 avril 2010. Après-midi.* Partie française du Sanctuaire PELAGOS. 6p.

Pelorce, J. et Poutiers, J.-M. (2009) - Une nouvelle espèce de Bathymodiolinae (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) associée à des os de baleine coulés en Méditerranée. *Zoosystema*. 31 : 975-985

Piante, C. et Ody, D. (2015) - *Méditerranée: La croissance bleue face au défi du Bon Etat Ecologique. Projet MedTrends.* WWF-France. 168p.

République Française (2013) - Arrêté du 28 février 2013 portant adoption d'un plan de gestion pour la pêche professionnelle au chalut en mer Méditerranée par les navires battant pavillon français. *JORF*. n° 0052 du 2 mars 2013 : page 3903

Schuller, D., Kadko, D. et Smith, C.R. (2004) - Use of 210Pb/226Ra disequilibria in the dating of deep-sea whale falls. *Earth and Planetary Science Letters*. 218 : 277-289

Smith, C.R. (2006) - Bigger is better: the role of whales as detritus in marine ecosystems. *In:* Estes, J.A., DeMaster, D.P., Brownell Jr, R.L., Doak, D.F. et Williams, T.M. Whales, Whaling and Ocean Ecosystems. 22. 286-301p

Smith, C.R. et Baco, A.R. (2003) - Ecology of whale falls at the deep-sea floor. *Oceanography and marine biology*. 41 : 311-354

Smith, C.R., Bernardino, A.F., Baco, A., Hannides, A. et Altamira, I. (2014) - Seven-year enrichment: macrofaunal succession in deep-sea sediments around a 30 tonne whale fall in the Northeast Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 515 : 133-149

Smith, C.R., Glover, A.G., Treude, T., Higgs, N.D. et Amon, D.J. (2015) - Whale-Fall Ecosystems: Recent Insights into Ecology, Paleoecology, and Evolution. *Annual Review of Marine Science*. 7 : 571-596

Smith, C.R., Kukert, H., Wheatcroft, R.A., Jumars, P.A. et Deming, J.W. (1989) - Vent fauna on whale remains. *Nature*. 34 : 27-28

Union européenne (2006) - *Règlement (CE) n° 1967/2006 du Conseil du 21 décembre 2006 concernant des mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée et modifiant le règlement (CEE) n° 2847/93 et abrogeant le règlement (CE) n° 1626/94.* européenne, J.o.d.l.U. 72p.

ANNEXE 1
Compte-rendu de la réunion de lancement du projet IMMERCET
2 juillet 2015 - Hyères

Etude de faisabilité pour l'Immersion raisonnée des carcasses de cétacés (IMMERCET)

Compte-rendu de la première réunion technique

2 juillet 2015, Espace Nautique, Hyères

Crédits photo : Craig Smith

Rédaction : Jérôme Couvat

Partenaires :

ANNEXE 1
Compte-rendu de la réunion de lancement du projet IMMERCET
2 juillet 2015 - Hyères

Introduction

Dans le cadre de son programme de recherche pour la période 2014-2016, la Partie française du Sanctuaire Pelagos finance une étude de faisabilité pour immerger les carcasses de grands cétacés échouées le long des côtes méditerranéennes françaises (projet IMMERCET) portée par le Groupement d'Intérêt Scientifique pour les Mammifères Marins de Méditerranée (GIS3M). Coordonnée par Souffleurs d'Ecume et le GECEM avec l'appui de la Préfecture Maritime, cette étude vise à mettre en place un protocole précis d'immersion afin de proposer une alternative aux méthodes actuelles d'élimination de ces carcasses (équarrissage et pétardage). En outre, l'immersion présente l'avantage de retourner une quantité importante de matière organique dans les grands fonds, où elle profite à de nombreuses espèces marines sur plusieurs dizaines d'années. L'étude va notamment se baser sur le retour d'expérience du Professeur Craig Smith de l'Université d'Hawaii qui est l'initiateur de cette technique et la référence mondiale en la matière.
L'objectif de cette réunion technique est de présenter le projet ainsi que les différentes méthodes d'immersion envisagées, et de répondre aux questions pratiques qui se posent quant à la rédaction d'un tel protocole d'immersion.

Les points importants

- Le protocole d'immersion des carcasses se basera sur **la technique d'immersion utilisant des blocs d'enrochement** comme lests, soit par **accompagnement sur le fond** avec un câble grand fond, soit en larguant par la technique du « **coup de pied** ».
- Sera considéré pour l'immersion **tout rorqual ou cachalot de 8 mètres et plus**.
- Il est décidé de fixer le **lestage à 8 tonnes** afin de réduire la probabilité que l'animal ne coule pas.
- Pour pallier au maximum d'éventualités, il est nécessaire **d'approfondir la technique d'immersion avec un filet** pour les carcasses dont l'état de décomposition ou l'absence de pédoncule caudal empêcheraient une immersion avec lests attachés à la queue.
- La construction d'une **cartographie de la façade méditerranéenne française présentant les zones où l'immersion n'est pas envisageable** s'impose comme la priorité dans les prochaines étapes du projet IMMERCET.
- Sur la cartographie, les zones de profondeur **inférieure à 500 mètres** et au **dénivelé trop important** (valeur à définir) seront exclues des zones d'immersion. Des « **zones de stockage** » potentielles seront définies et indiquées, sans obligation d'y immerger les carcasses.
- Il est nécessaire de **dissocier l'immersion en elle-même du suivi scientifique**, qui est important mais secondaire.
- Il est nécessaire d'établir **une liste de navires pouvant être mobilisés** pour effectuer une opération d'immersion sur la façade méditerranéenne française, Corse comprise.
- Un **réseau de points stratégiques pour le stockage des blocs** le long de la côte (en partie parmi les communes signataires de la Charte Pelagos) sera établi afin de faciliter l'acheminement des blocs au navire mobilisé.
- Une fois l'aval du Réseau National Echouage obtenu pour l'immersion de la carcasse et les moyens nécessaires identifiés et disponibles, la **Préfecture Maritime prendra la décision finale** de lancer l'opération et se chargera de sa **coordination**.
- Pour la rédaction du protocole, la limite des conditions favorables est fixée à **4 Beaufort** mais la décision reviendra au capitaine du navire mobilisé.
- Une fois le protocole terminé ou bien avancé, une **note** sera transmise au service communication de la Préfecture Maritime pour la rédaction d'un **communiqué de presse**.

ANNEXE 1
Compte-rendu de la réunion de lancement du projet IMMERCET
2 juillet 2015 - Hyères

Compte-rendu détaillé

N.B. : les discussions de la journée ont été regroupées et agencées pour faciliter la clarté du compte-rendu et des points abordés.

La réunion est ouverte par Jérôme Couvat à 9h35, qui remercie l'ensemble des participants pour leur présence ainsi que la Partie française du Sanctuaire Pelagos pour son soutien au projet, le GECEM pour le co-portage du projet et la Préfecture Maritime pour son aide pour l'organisation de la réunion et la circulation de l'information au sein de la Préfecture Maritime. L'ordre du jour et la liste des participants sont disponibles en Annexe 1.

La réunion est initiée par une **présentation du projet IMMERCET** par Jérôme Couvat (Annexe 2).

Le principe du projet est d'immerger les carcasses de grands cétacés échouées ou dérivant en mer afin d'apporter une alternative supplémentaire aux techniques actuelles d'élimination des carcasses de grands cétacés que sont l'équarrissage et le pétardage. L'objectif du projet est d'élaborer un protocole précis pour immerger ces carcasses, en se basant sur le travail et l'expertise du Professeur Craig Smith de l'Université d'Hawaii. En outre, un projet de suivi scientifique sera élaboré afin d'identifier et de suivre la succession des espèces des grands fonds sur la carcasse.

Frank Dhermain précise que le Réseau National Echouage **ne souhaite pas supprimer l'équarrissage** car les dissections à terre permettent d'obtenir de nombreuses informations sur ces espèces. Des prélèvements peau-lard-muscle sont effectués sur les animaux pour des analyses génétiques et toxicologiques. A l'heure actuelle, lorsque cela est possible, 3 prélèvements sont effectués (5cmx5cm) pour voir si la répartition des polluants est uniforme sur tout le corps. **Selon les cas, l'immersion ou l'équarrissage sera privilégié(e).** Le Réseau National Echouage aura donc un rôle important à jouer dans le processus de décision pour immerger ou non une carcasse.

Jérôme Couvat présente ensuite le **protocole d'immersion utilisé par Craig Smith** (Annexe 3). Neuf immersions ont été pratiquées avec ce protocole. Le principe est de remorquer l'animal par le pédoncule caudal au large à vitesse réduite, de fixer les lests au niveau du pédoncule et d'immerger l'animal au point désiré et de collecter le positionnement exact grâce à un transpondeur afin de suivre la descente de la carcasse (récupération du transpondeur grâce à un largueur acoustique). Les lests utilisés le plus souvent sont des roues ferroviaires, des vieux rails et des pièces d'acier.

Frank Dhermain précise que **25 rorquals communs et cachalots de plus de 10 mètres ont été signalés au Réseau Echouage sur 15 ans**, soit 1,67 par an (10 dans les Bouches-du-Rhône, 10 en Corse, 3 dans le Var, 1 dans les Alpes maritimes et 1 dans les Pyrénées Orientales), sans saisonnalité apparente. La majorité de ces observations (17) concernent des animaux échoués plutôt que dérivants en mer. Véronique Magnin précise que la surveillance des dangers à la navigation (y compris les carcasses de cétacés à la dérive) s'opère sur l'ensemble de la Zone Recherche et de Sauvetage du CROSS qui s'étend presque jusqu'au sud de la Sardaigne.

→ **Afin de fixer un critère minimal d'intervention, l'assemblée décide de considérer pour l'immersion tout rorqual ou cachalot de 8 mètres et plus.**

De plus, Véronique Magnin précise que la mobilisation des moyens pour un animal plus petit risque d'être difficile à défendre auprès des décideurs.

Au regard des chiffres, et considérant les cas où l'immersion ne sera pas possible pour des raisons pratiques (météo, état de putréfaction, navire non disponible, animal inaccessible, etc.), l'assemblée estime que l'opération sera pratiquée au maximum **une à deux fois par an.**

Frédéric Bassemayousse présente ensuite une technique alternative à la méthode Craig Smith pour immerger les carcasses (Annexe 4). Dans le souci de limitation des coûts et des matières non organiques laissées sur le fond (notamment pour respecter la Convention de Barcelone), l'idée est **d'utiliser de l'enrochement pour lester l'animal**. Plusieurs blocs de roche sont reliés entre eux puis au pédoncule caudal de l'animal par un bout de 100 m de longueur environ. Si le navire est équipé d'un câble grand fond, l'ensemble est accompagné sur le fond. Sinon, la technique préconisée est celle du « coup de pied », technique largement répandue et pratiquée sur les navires de travaux.

André Grosset trouve la technique intéressante de par sa simplicité et son coût potentiellement faible et *a priori* plus séduisante que la technique développée par Craig Smith. L'ensemble de l'assemblée partage cet avis.

→ **Le protocole d'immersion devra se baser sur cette technique.**

Se pose ensuite la question des **carcasses en mer sans pédoncule caudal** soulevée par Frank Dhermain. Frédéric Gauch suggère l'utilisation d'un **filet**. Véronique Magnin souligne qu'une telle opération en mer implique de passer le filet sur l'animal et présente des risques importants. Thomas Guinard précise que les plongeurs ne peuvent se mettre à l'eau qu'avec un équipement lourd (combinaison étanche en surpression) et que les manœuvres sont limitées car l'animal peut couler à n'importe quel moment. Il y a également le risque que le plongeur passe à travers l'animal. Frédéric Gauch suggère d'effectuer les manipulations depuis une petite annexe, ce qui semble l'idéal pour les plongeurs démineurs.

Frédéric Bassemayousse indique cependant que dans une logique de cohérence écologique, laisser un filet en propylène sur le fond n'est pas idéal. Dans le souci de mettre en place un protocole répondant à un maximum de cas, Frédéric Gauch et André Grosset suggèrent tout de même d'avoir à disposition un filet au cas où l'animal dérivant ne serait pas remorquable. Frédéric Bassemayousse propose alors l'utilisation d'un **filet à étranglement** type chaussette de tractage sur lequel les lests seraient fixés. Lors de l'immersion, le lest tire sur le laçage qui va étrangler la carcasse.

→ **Bien qu'elle ne soit pas la solution idéale et qu'elle se présentera probablement très rarement, il est nécessaire d'approfondir la technique d'immersion avec un filet pour les carcasses dont l'état de décomposition ou l'absence de pédoncule caudal empêcheraient une immersion avec lests attachés à la queue.**

ANNEXE 1
Compte-rendu de la réunion de lancement du projet IMMERCET
2 juillet 2015 - Hyères

Frédéric Gauch soulève la question de **l'élimination des gaz de putréfaction** de la carcasse avant d'immerger pour faciliter les manœuvres et réduire le risque d'explosion. Frank Dhermain précise qu'à terre, il s'agit de la première étape dans la manipulation de la carcasse. Une technique sécurisée consiste de faire passer le bras d'un **tractopelle** par-dessus la carcasse et de percer de l'autre côté pour laisser échapper les gaz.

Pour le cas d'un animal retrouvé en mer, si la carcasse ne coule pas une fois les blocs largués, Frédéric propose de placer en amont une charge dirigée sur l'animal ou de tirer dessus à distance avec un canon de 20. Mathieu Fadde indique que cette deuxième solution serait la plus simple. Véronique Magnin précise qu'utiliser une mitrailleuse pour percer l'animal nécessite la présence d'un navire militaire, donc la mobilisation d'un 2ème navire si un navire privé est utilisé.

Afin d'éviter cette double mobilisation et/ou d'avoir recours à une explosion, et considérant que les blocs sont de taille réduite (1 tonne pour 1 m^3), l'assemblée s'accorde sur le fait de **majorer la quantité de lest** pour s'assurer que la carcasse coulera. Considérant que la plupart des animaux échoués sont estimés à une vingtaine de tonnes, que les plus grands cachalots mâles sont estimés à 45 tonnes, que ceux de Méditerranée sont beaucoup moins grands, et que le lestage le plus lourd connu pour une immersion est monté à 7 tonnes (une baleine bleue de 20 mètres), **il est décidé de fixer le lestage à 8 tonnes dans le protocole.**

L'hypothèse de **l'intubation de la carcasse avec du béton** est brièvement abordée mais l'ensemble des contraintes techniques (intubation, manipulation d'une toupie à bord, densité moindre que le granit, diffusion du « lait » dans la carcasse) et les doutes sur l'intérêt, la faisabilité et le coût de cette technique ont permis de rejeter définitivement cette option.

La question du **lieu d'immersion** est ensuite abordée. La réalisation d'une cartographie des zones où une immersion est possible est indispensable. Ces cartes devront être co-construites avec les responsables de sites et/ou les gestionnaires d'espaces protégés (Parcs nationaux, Réseau Natura 2000, Réserves marines, etc.) et validées par la Préfecture Maritime.

Parmi les critères retenus pour l'identification des zones propices, Frédéric Gauch et Emmanuelle Seguin soulignent que le **dénivelé** devra être pris en compte. Une immersion sur une zone pentue entraînera très probablement le déplacement de l'animal.

La **distance à la côte** sera aussi un élément important car elle conditionnera le temps de trajet et donc le coût de l'opération.

Les **zones de pêche** et de chalutage en particulier devront être identifiées. André Grosset conseille de consulter la Direction InterRégionale de la Mer (DIRM) à ce sujet. La Préfecture Maritime peut aussi apporter des éléments de cartographie des zones de pêche qui ont déjà été réalisés dans le cadre de Natura 2000 au large.

La Corse semble représenter une zone idéale pour l'immersion au vu des grandes profondeurs disponibles à faible distance de la côte et du fait de l'absence d'équarrissage suffisant sur l'île (découpe sur place puis envoi par containers sur le continent). De surcroit, la répartition des navires

affrétés en été fait qu'il y a toujours un navire présent en Corse (généralement Jason ou Ailette, parfois Abeille Flandre).

Véronique Magnin suggère de plutôt construire les cartes avec des zones d'exclusion plutôt que des zones possibles.

→ La construction d'une cartographie de la façade méditerranéenne française présentant les zones où l'immersion n'est pas envisageable s'impose comme la priorité dans les prochaines étapes du projet IMMERCET.

Parmi les critères d'identification des zones favorables à l'immersion, celui de la **profondeur** fait débat. Frédéric Bassemayousse précise qu'immerger une carcasse à 500 ou 2000 mètres de fond ne va pas avoir les mêmes conséquences en matière de matériel utilisé, de difficulté, de temps en mer et donc de coûts.

Marie-Claire Fabri indique que la zone de minimum d'oxygène se situe autour de **500 mètres de profondeur** en Méditerranée. Dans cette zone, le processus de décomposition sera beaucoup plus lent. Marie-Claire imagine des immersions entre 1 000 et 1 500 mètres mais du point de vue du suivi scientifique, il n'y a pas d'impératifs particuliers autres que l'accessibilité par les ROVs. A titre d'information, Frédéric Gauch précise que deux des ROVs de la COMEX accèdent à 1 000 mètres de profondeur et le 3e à 2 500 mètres. Pour ce qui est des engins sous-marins de l'IFREMER, un ROV peut descendre jusqu'à à 2 500 mètres et deux autres engins jusqu'à 6 000 mètres mais leur disponibilité est très réduite. Emmanuelle Seguin rappelle que plus la profondeur augmente, plus le temps de travail sur le fond est limité.

Alain Barcelo pointe qu'un ROV accédant à 1 000 mètres a un coût d'affrètement moins élevé qu'un ROV pouvant descendre à 2 500 mètres. Dans la perspective d'un suivi scientifique et dans un souci d'économie, il conseille de se concentrer **sur des profondeurs de l'ordre de 1 000 mètres**.

Frank Dhermain et Marie-Claire Fabri indiquent que tout est à découvrir autour du suivi des carcasses. Quelle que soit la profondeur d'immersion, il y aura des choses intéressantes à étudier. **Il ne faut pas se priver d'une immersion s'il n'y a pas encore de projet de suivi scientifique derrière** car les demandes de financement de tels projets prennent du temps. La seule nécessité est le positionnement géographique de l'immersion pour permettre d'assurer un suivi ultérieur.

Frédéric Bassemayousse propose d'identifier des « **zones de stockage** » des carcasses sur les cartes pour les retrouver plus facilement et faciliter les suivis (possibilité de travailler sur plusieurs carcasses à proximité). Un système d'identification avec flotteurs pourrait permettre de reconnaître les carcasses immergées les unes des autres (carcasse à 1 flotteur immergée à telle date, à 2 flotteurs à telle date, etc.). Cela éviterait la mobilisation de moyens lourds et coûteux pour retrouver une carcasse et potentiellement nuisibles pour la faune marine et les cétacés en particulier (quadrillage au SONAR sur une grande surface). Tout en reconnaissant l'intérêt de cette option, André Grosset précise que la **priorité reste l'immersion** et que si la zone de stockage est jugée trop éloignée, l'immersion se fera dans une zone plus proche.

Jérôme Couvat relativise la question en rappelant qu'environ un seul animal par an sera potentiellement immergeable. En parallèle, l'assemblée note qu'immerger plusieurs animaux proches à des profondeurs différentes aurait un grand intérêt pour le suivi *a posteriori*.

→ **Sur la cartographie, les zones de profondeur inférieure à 500 mètres et au dénivelé trop important (valeur à définir) seront exclues des zones d'immersion. Des « zones de stockage » potentielles seront définies et indiquées, sans obligation d'y immerger les carcasses.**

Frank Dhermain suggère de rédiger un protocole pour chacune des deux méthodes : le premier (méthode « coup de pied ») pour une immersion rapide avec un point approximatif et un deuxième (accompagnement avec câbles grand fond) pour avoir la position exacte de l'animal au fond pour un suivi scientifique ultérieur (cas idéal). Marion Peirache suggère plutôt un protocole Cela est en adéquation avec l'avis d'André Grosset qui souligne que la Préfecture Maritime considère une carcasse comme **un danger à immerger au plus vite**.

Une des clés de la réussite de l'opération est **la vitesse de réaction et de mise en place des moyens** car la vitesse rapide de putréfaction peut empêcher sa mise en œuvre (gaz et fragilité du pédoncule caudal).

Frank Dhermain indique qu'on ne sait pas combien de temps met une carcasse pour se putréfier exactement.

Au vu de la vitesse de putréfaction et du danger que représente une carcasse dérivante, tout doit être fait pour les choses se fassent **le plus rapidement possible**.

L'assemblée reconnait que le suivi scientifique est important et peut être une grande valorisation du travail d'immersion, mais l'immersion en elle-même ne doit pas être empêchée sur la simple base de ne pas avoir à bord du navire mobilisé le matériel nécessaire pour connaître la position exacte de l'animal sur le fond. De plus, dans le cas de la technique du « coup de pied », les blocs et l'animal coulent à pic et la prise du point GPS au moment du largage pourrait suffire pour retrouver rapidement la carcasse à l'avenir.

La priorité reste donc l'immersion. Le suivi scientifique viendra dans un deuxième temps. D'où l'importance, dans la construction et l'approche du protocole, de **dissocier l'immersion en elle-même du suivi scientifique.**

Concernant les **navires mobilisables** pour l'opération, deux navires (Jason et Ailette) pourraient être mobilisés par la Préfecture Maritime. Véronique Magnin souligne qu'il serait bon **d'étendre les moyens à des navires privés** répondant à un certain nombre de critères (ex : puissance de traction, grande surface de pont, chargement de matériaux lourds, moyens de levage). Cela permettrait de couvrir une zone plus étendue, d'avoir une meilleure réactivité, une meilleure disponibilité et d'augmenter les possibilités d'immersion.

Frédéric Gauch rejoint l'avis de Frank Dhermain d'avoir un protocole pour chacune des deux méthodes (« coup de pied » et accompagnement au fond) avec la liste des navires correspondants.

Les navires capables de réaliser la deuxième technique, qui nécessite plus de matériel (câble grand fond, marqueur acoustique, système USBL, etc.) seront forcément moins nombreux.

→ **Il apparaît donc nécessaire d'établir une liste détaillée des navires pouvant être mobilisés pour effectuer une opération d'immersion sur la façade méditerranéenne française (Corse comprise) et une cartographie de leur port d'attache.**

Frédéric Bassemayousse précise que la manœuvre **devra être validée en amont par le capitaine et le bosco du navire**, qui sont les personnes les mieux placées pour savoir si leur navire peut effectuer une telle opération en assurant la sécurité de leur équipage. Le protocole devra rester ouvert à leurs propositions. Les navires effectuant les travaux maritimes semblent les plus à même d'être impliqués pour une opération d'immersion et leur équipages en sont tout à fait capables.

Concernant la **provenance et le stockage des lests**, Frédéric Bassemayousse suggère de demander aux communes signataires de la Charte Pelagos (pour commencer) si elles ont déjà des espaces de stockage où les blocs pourraient être entreposés. Il indique que les personnes chargées de l'empilement des roches lors d'enrochement laissent beaucoup de blocs de côté car ils ne s'empilent pas correctement. Ces blocs sont parfois déjà stockés par les communes et pourraient être récupérés pour une immersion. Il conseille de préparer les blocs à l'avance (scellement des tirants) pour qu'ils soient prêts à l'usage et propose d'en réaliser une partie.

→ **Un réseau cartographié de points stratégiques pour le stockage des blocs le long de la côte (en partie parmi les communes signataires de la Charte Pelagos) sera établi afin de faciliter l'acheminement des blocs au navire mobilisé.**

Frank Dhermain précise que Marseille et Fos-sur-mer font partie de ces points stratégiques car plusieurs carcasses risquent d'y arriver sur le bulbe d'un navire suite à une collision.

Véronique Magnin précise par ailleurs qu'il ne pourra pas y avoir de stockage des blocs directement sur les navires affrétés.

Frédéric Gauch suggère de mobiliser un camion (500 euros) pour faire le relai entre le centre de stockage et le navire plutôt que de faire aller le navire au lieu de stockage, ce qui sera plus rapide et plus économique. Véronique Magnin approuve mais précise que cela risque d'être plus compliqué en Corse.

La question des **coûts** des opérations est abordée. Véronique Magnin précise qu'une opération de pétardage nécessite, outre la mobilisation d'un navire affrété, les services des Plongeurs Démineurs aux compétences très élevées mais nécessitant des compétences autres pour ce genre d'opération particulière.

Navire affrété : 10 000-20 000 euros/jour. Ce coût inclut une mobilisation du navire en 40 minutes et des équipages en une heure, ce qui permet une grande réactivité. A cela peut s'ajouter le coût du transport des plongeurs par hélicoptère si le navire n'est pas à quai (3 000 euros / heure).

Véronique Magnin précise par ailleurs que les Plongeurs Démineurs sont principalement appelés sur des opérations de déminage, qui reste leur mission prioritaire.

Les mouvements nécessaires pour une immersion étant très similaires à ceux réalisés pour un pétardage, **les coûts d'une immersion ou d'un pétardage devraient être proches**, sauf si le navire doit passer récupérer les blocs aux points de stockage. D'où l'intérêt du réseau de points de stockage.

A titre de comparaison, André Grosset précise les deux dernières opérations d'équarrissage (Camargue en novembre 2014 et Lavandou en avril 2015) ont chacune coûté autour de **13 000-15 000 euros**, payés par la commune pour le cas du Lavandou.

Toujours à titre comparatif, Frank Dhermain indique que le cachalot échoué au Cap Sicié en 2009 qui a été remorqué à la Seyne-sur-mer, gruté, découpé et envoyé à l'équarrissage à Bayet (03), l'opération a coûté aux alentours de **100 000 euros**. Frank Dhermain pense que ce montant a été réglé par l'Etat. André Grosset en doute puisque les frais sont généralement à régler par les communes. Frank Dhermain se base sur l'Observatoire Pelagis, centre du Réseau National Echouage qui indique que pour les gros cétacés, l'Etat prend le relais des communes. Se pose également la question de savoir s'il s'agit dans ce cas-là de la Préfecture départementale ou la Préfecture Maritime. Pour André Grosset, à partir du moment où l'animal est échoué à terre, il est sous la responsabilité de la Préfecture terrestre. **Ce point est important à clarifier dans la perspective de la construction du budget et de l'identification des potentiels financeurs.**

Frédéric Gauch précise que Janus, un des navires de la COMEX qui pourrait être mobilisé, a un coût d'exploitation de **15 000 euros / jour**. Il estime qu'une opération d'immersion avec les moyens de la COMEX et selon la distance à la côte, coûterait **entre 30 000 et 50 000 euros**. Ces chiffres devront être affinés à l'avenir.

Il est utile d'avoir ces éléments financiers pour la construction du protocole. Ils seront analysés plus en détail lors de la budgétisation de l'opération dans les prochains mois.

Véronique Magnin indique par ailleurs que l'immersion d'un cadavre de baleine et une dizaine de mètres cube de granit ne nécessitera pas un signalement auprès du SHOM. En revanche, la question peut être posée si l'animal est en plus emballé dans un filet. Il faudra faire remonter l'information, mais il n'y a pas d'obligation réglementaire. Dans tous les cas, c'est la Préfecture Maritime qui donnera le feu vert pour l'immersion et l'information circulera via les canaux habituels de signalement (AVURNAV, signalements SHOM en ligne, etc.).

Par ailleurs, André Grosset indique qu'une fois le protocole validé, la coordination de l'opération pourra être assurée par la Préfecture Maritime.

Pour ce qui est de la **prise de décision d'immerger la carcasse à la dérive**, André Grosset propose d'intégrer dans la procédure déjà existante de « fiche astreinte » mammifère marin une partie « immersion » sans que cela n'implique de grandes modifications.

Alain Barcelo précise que dans le cas d'une immersion dans le Parc national de Port-Cros, il est nécessaire de solliciter le Conseil Scientifique pour avis en amont, avant que le cas ne se présente. Et de se renseigner dans les autres Aires Marines Protégées (ex : Parc national des Calanques) où la procédure doit être similaire.

→ **Une fois l'aval du Réseau National Echouage obtenu pour l'immersion de la carcasse et les moyens nécessaires identifiés et disponibles, la Préfecture Maritime prendra la décision finale de lancer l'opération et se chargera de sa coordination.**

Concernant les **conditions d'opération**, Frédéric Gauch et Frédéric Bassemayousse estiment qu'au-delà de 3-4 Beaufort, les manœuvres ne pourront être effectuées. Cela reste cependant à l'appréciation du responsable du navire mobilisé.

→ **Pour la rédaction du protocole, la limite est fixée à 4 Beaufort et la décision reviendra au capitaine du navire mobilisé.**

Alain Barcelo suggère enfin de **rédiger un communiqué de presse** afin d'expliquer les tenants et les aboutissants de l'opération avant qu'elle ne se produise et éviter toute mauvaise information auprès du grand public. André Grosset suggère de passer par le service communication de la Préfecture Maritime et de leur envoyer des éléments sur le projet.

La priorité reste cependant la rédaction du protocole. Le communiqué de presse sera rédigé par la suite.

→ **Une fois le protocole terminé ou bien avancé, une note sera transmise au service communication de la Préfecture Maritime pour la rédaction d'un communiqué de presse.**

Suites

- **Alain Barcelo**, **André Grosset** et **Jérôme Couvat** décideront en septembre de la nécessité d'une réunion pour faire le point sur l'avancement du protocole et avancer sur une ébauche.
- **Frank Dhermain** informera le Réseau National Echouage de la mise en place du projet et de son état d'avancement.
- **Frédéric Bassemayousse** se renseignera sur des contacts pour des enrochements et des prix.
- **Jérôme Couvat** reprendra contact avec les différents acteurs présents pour avancer prioritairement sur la cartographie des zones pour immerger et la liste des navires pouvant être mobilisés.
- **Alain Barcelo** informera le Conseil Scientifique du Parc national de Port-Cros pour avis sur l'immersion de carcasses dans le périmètre du Parc et prendra contact avec les autres aires marines protégées.
- **Jérôme Couvat** prendra contact avec Craig Smith pour lui présenter la solution envisagée, obtenir des informations sur l'état de putréfaction des carcasses immergées, comment elles ont été percées et comment les immersions ont été financées.

Jérôme Couvat remercie l'ensemble des personnes présentes pour leur présence et leur participation et la réunion est clôturée à 16h30.

Annexe 1

Ordre du jour et personnes présentes

Programme

9h : accueil café

9h30 : présentation du projet IMMERCET – Jérôme Couvat, Souffleurs d'Ecume

10h : présentation de la technique d'immersion du Prof. Craig Smith de l'Université d'Hawaii – Jérôme Couvat, Souffleurs d'Ecume

10h15 : Présentation d'une technique alternative – Frédéric Bassemayousse, expert maritime

10h30 : Discussions autour de ces deux techniques

12h : pause déjeuner

14h : reprise des discussions

16h30 : fin de la réunion

1) Peut-on immerger ?
    a. Les conditions sont-elles idéales pour une évacuation à terre ?
        i. Etat de fraicheur ?
        ii. Localisation géographique ?
        iii. Disponibilité des membres du RNE ?
    b. La carcasse a-t-elle un intérêt muséologique ?
        i. Espèce ou individu exceptionnel ?
        ii. Pathologie particulière ?
    c. Les moyens pour immerger sont-ils disponibles ?
        i. Disponibilité du navire et de l'équipage ? Disponibilité du matériel ?
    d. Qui prend la décision d'immerger ?

2) Où immerger ?
    a. Prise en compte des aspects :
        i. sécuritaires (trafic maritime, pêche, zones militaires)
        ii. techniques (profondeur d'immersion, distance à la côte et au point de récupération de l'animal) biologiques (courants)
        iii. scientifiques (profondeur maximum des ROVs)

3) Comment immerger ?
    a. Quels lests utilisés ?
    b. Où les trouver ?
    c. Comment les acheminer au navire?
    d. Comment les charger à bord ? Où les stocker à bord ?
    e. Si la carcasse est à terre :
        i. Comment renflouer la carcasse échouée pour la remorquer en mer (accessibilité, profondeur) ?

ii. Comment la préparer pour l'immersion ?

f. Si la carcasse est à la dérive :

i. Comment effectuer les prélèvements nécessaires ?

ii. Comment aborder la baleine et la préparer pour l'immersion (selon la technique retenue) ?

iii. Faut-il la remorquer dans une installation ?

4) Comment retrouver la carcasse une fois coulée ?
   a. Relevé de la position GPS uniquement ?
   b. Pose d'une balise acoustique ?
   c. Attachement d'une bouée ?

5) Quel(s) navire(s) utiliser ?
   a. Quelle(s) disponibilité(s) ?
   b. Quel rayon d'action ?

6) Comment déclencher le processus d'immersion ?
   a. Qui coordonne l'opération une fois la décision d'immerger prise ?
   b. Quelle personne référente à contacter pour chaque acteur ?
   c. Quels canaux de communication utilisés ?

Personnes présentes

Alain Barcelo, Parc national de Port-Cros / Partie française du Sanctuaire Pelagos

Frédéric Bassemayousse, scaphandrier

Jérôme Couvat, Souffleurs d'Ecume

Frank Dhermain, Groupe d'Etude des Cétacés de Méditerranée (GECEM)

Marie-Claire Fabri, IFREMER

Mathieu Fadde, Groupement des Plongeurs Démineurs (GPD)

Frédéric Gauch, COMEX

Thomas Guinard, Groupement des Plongeurs Démineurs (GPD)

André Grosset, Préfecture Maritime

Marie Jarin, Parc national de Port-Cros / Partie française du Sanctuaire Pelagos

Véronique Magnin, Préfecture Maritime

Marion Peirache, Parc national de Port-Cros / Partie française du Sanctuaire Pelagos

Emmanuelle Seguin, COMEX

Personnes excusées

Christian Molinéro, Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins PACA

Marc Planas, Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins LR

ANNEXE 1
Compte-rendu de la réunion de lancement du projet IMMERCET
2 juillet 2015 - Hyères

Craig Smith, Université d'Hawaii

Jean-Baptiste Chauvet, CROSS Méditerranée

Florence Descroix-Comanducci, Secrétariat Permanent de l'Accord ACCOBAMS

Fannie Dubois, Secrétariat Permanent du Sanctuaire Pelagos

Florian Expert, Ministère de l'Environnement

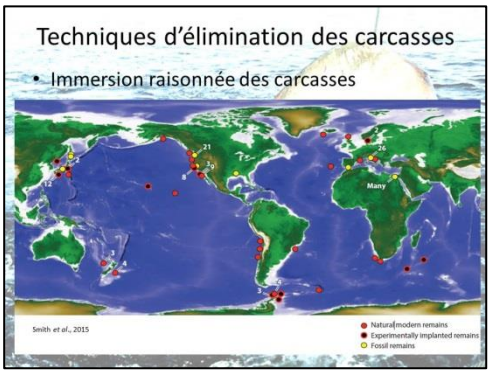
Franck Frédefon, Direction InterRégionale de la Mer

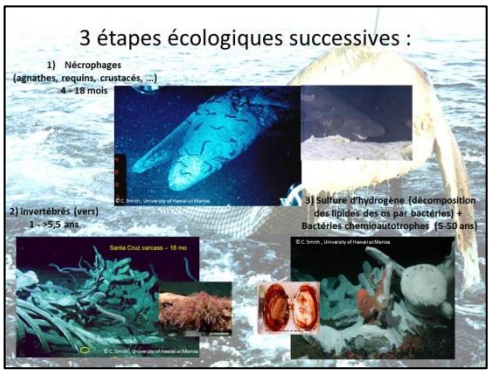
Susan Gallon, GIS3M

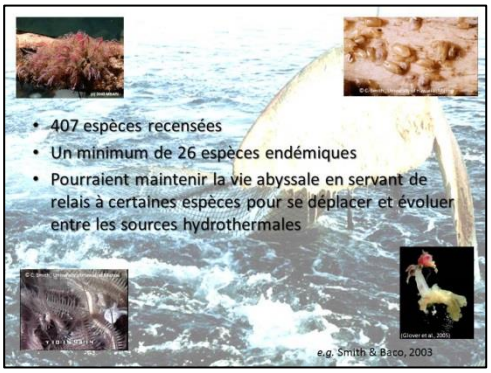
ANNEXE 1
Compte-rendu de la réunion de lancement du projet IMMERCET
2 juillet 2015 - Hyères

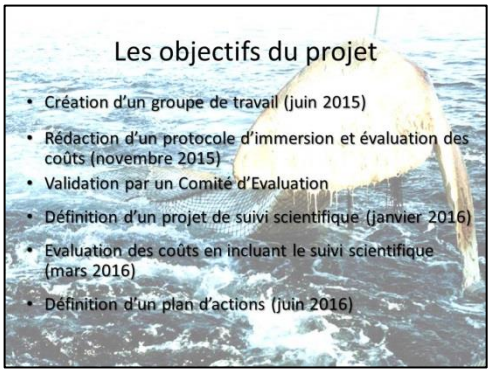
Annexe 2

Présentation du projet IMMERCET (Jérôme Couvat)



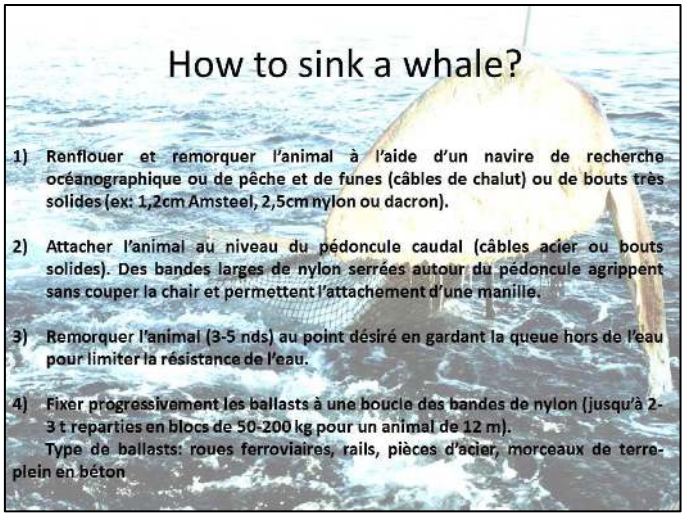


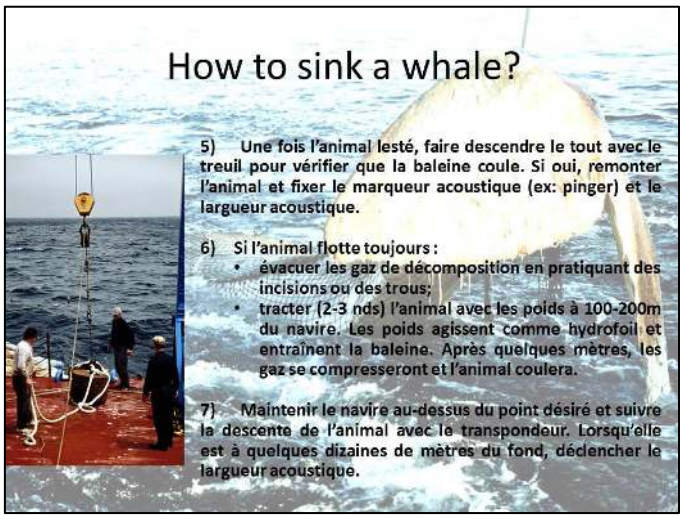


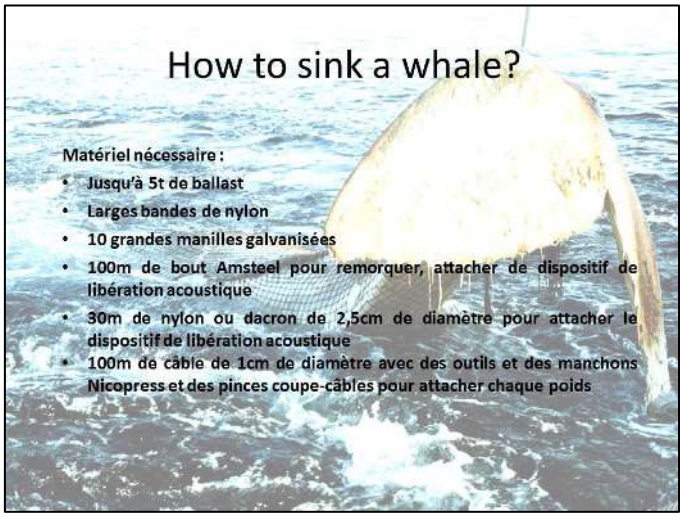


Annexe 3

Présentation du protocole d'immersion du Professeur Craig Smith (Jérôme Couvat)







Annexe 4

Technique alternative d'immersion (Frédéric Bassemayousse)

Utilisation d'enrochements de digue comme lests dans un souci de cohérence écologique.

Avantages de ce lest :

- Matière inerte
- Facilité de stockage : Granit : 2,7 tonnes = 1m3 (similaire pour le grès et le calcaire)
- Facilement transportable
- Source : sociétés d'enrochement facilement identifiables et déjà connues

Percer les blocs avec un perforateur et insérer un tirant de 35 cm avec anneau et sceller le tout avec un scellement chimique (coefficient 3-4 pour 2 tonnes). Durée du scellement : 45 min à 20 °C. Exemple : *shop.berner.eu/berner/fr/scellement-chimique*

Utiliser plusieurs blocs de masse dégressive (ex : 3 blocs de 2 tonnes, 1,5 tonne et 1 tonne) reliés en chaîne par du bout en polyamide 18 mm (25% d'élasticité amortissant la tension sur le tirant).

Attacher une sangle de levage à passer en étranglement autour du pédoncule caudal. La sangle peut être passée depuis une petite annexe sans avoir besoin de se mettre à l'eau. Pour éviter le maximum de contact, la sangle peut être bouclée avec une manille plutôt que sur elle-même. Passer la sangle sur le pédoncule, s'écarter de l'animal et revenir vers la sangle, maniller sur la sangle et tirer pour serrer.

Relier le plus gros bloc à la sangle de levage par un bout tressé (possibilité de faire des épissures) de 50-100 mètres.

Tracter l'animal à faible vitesse 50-100 mètres derrière le navire jusqu'au point d'immersion.

Deux options se présentent alors :

- Si le navire dispose d'un marqueur acoustique et d'un câble grand fond : descendre l'ensemble du lest et le déposer sur le fond avec un point précis ;
- Si le navire n'est pas équipé comme tel, larguer en utilisant la technique du « coup de pied » : le premier bloc est levé à poste près du bateau. Effectuer une reprise de charge avec un bout sur le navire. Retirer le crochet du câble qui maintient le bloc (celui-ci ne tient plus que par la reprise de charge). Couper le bout de reprise pour larguer. Le 1er bloc entraîne les autres et l'ensemble entraîne la baleine. Prendre le point GPS au moment du largage.

Afin de prévenir tout risque d'explosion due à la compression soudaine des gaz ou de percussion du navire lorsque l'animal se redresse avant de plonger, la baleine doit rester à 50-100 mètres du navire.

Cette manœuvre est très utilisée notamment pour le mouillage de bouée. Elle est commune pour les chefs de pont et très simple.

Si une balise doit être attachée pour un suivi ROV ultérieur, veiller à ce qu'elle soit au-dessus de la carcasse pour ne pas qu'elle se retrouve écrasée par l'animal lors de la chute.

Si la position exacte de l'animal sur le fond ne peut être identifiée avec exactitude, placer en amont une série de flotteurs sur le bout reliant la baleine au lest afin de pouvoir retrouver plus facilement l'animal sur le fond lors du suivi ROV. En effet, si le lest coulera à pic, la baleine va se déposer dans un rayon de 100m (longueur du bout) et les flotteurs faciliteront sa découverte.

ANNEXE 2
Calcul de la masse de lest nécessaire selon le matériau utilisé

Lorsqu'un objet est utilisé comme lest, il est important d'en dissocier le poids réel (dans l'air) et le poids apparent (dans l'eau). Le poids apparent correspond au poids réel de l'objet moins la poussée d'Archimède. La poussée d'Archimède définit la flottabilité des objets, donc leur densité, et se calcule de la façon suivante :

$$Poussée\ d'Archimède = \frac{m}{\rho}$$

où m désigne la masse de l'objet et ρ sa masse volumique.

Exemples de masse volumique pour différents matériaux

Matériau	**Densité**	**Masse volumique (ρ)**
Acier	7,5	7,5 tonnes / m^3
Granit	2,8	2,8 tonnes / m^3
Calcaire	2,6	2,6 tonnes / m^3
Béton	2,2	2,2 tonnes / m^3

Pour un objet de masse *m*, le poids apparent *Pa* se calcule de la façon suivante :

$$Pa = m - Poussée\ d'Archimède = m - \frac{m}{\rho}$$

Dans le protocole pour immerger une carcasse de grand cétacé en Méditerranée française, il est convenu d'utiliser l'équivalent de 8 tonnes d'acier. Ce poids réel correspond à un poids apparent de :

$$Pa = 8 - \frac{8}{7{,}5} = 6{,}93\ tonnes$$

Pour connaître le poids réel de lest en calcaire correspondant à un poids apparent de 6,93 tonnes, il faut résoudre le système suivant :

$$\begin{cases} PA = \dfrac{m}{2{,}6} \\ m - PA = 6{,}93 \end{cases}$$

où m représente le poids réel de lest calcaire et PA la Poussée d'Archimède.

$$\begin{cases} PA = \dfrac{m}{2{,}6} \\ m - PA = 6{,}93 \end{cases} \qquad \begin{cases} m = 2{,}6\ PA \\ 2{,}6\ PA - PA = 6{,}93 \end{cases} \qquad \begin{cases} m = 2{,}6\ PA \\ PA = \dfrac{6{,}93}{1{,}6} \end{cases} \qquad \begin{cases} m = 11{,}26 \\ PA = 4{,}33 \end{cases}$$

Pour obtenir un poids apparent de 6,93 tonnes, il faut immerger 11,26 tonnes de calcaire, qui auront une poussée d'Archimède équivalente à 4,33 tonnes.

ANNEXE 3
Liste des carriéristes de la façade méditerranéenne française identifiés pour fournir des blocs d'enrochement

La réalisation de cette liste s'est effectuée en grande majorité avant que la Préfecture Maritime ne fasse part de son choix de stocker les blocs dans les bases de Toulon et Ajaccio. Certains tarifs de transport sont donc obtenus pour d'autres villes de la façade méditerranéenne. Par ailleurs, une fois l'avis de la Préfecture Maritime connu, certaines entreprises éloignées n'ont pas été contactées pour obtenir leurs tarifs. Les entreprises sont classées par département, avec le Var et la Corse du Sud en premier car les plus concernées par les points de stockage.

Entreprise	Ville	Carrière	Commune de la carrière	Dép.	Taille des blocs	Prix des blocs	Coût du transport	Coût total à la tonne
Carrrière de la Péjade	Fayence	Carrière de la Péjade	Fayence	83	1-4 tonnes	47 € / t HT	600 € / jour HT	97 € / t HT
Durance Granulats Calcaires du Mt Aurélien	Peyrolles en Provence	Le Garragaï	Pourcieux	83	1-4 tonnes	15 € / t HT	30 € / t HT	45 € / t HT
Provence Granulats	Le Cannet des Maures	-	-	83	1-4 tonnes	21 € / t HT	?	?
SOMECA	Brignoles	Le Revest	Le Revest-les-Eaux	83	1-4 tonnes	-	-	45 € / t HT
SOMECA	Brignoles	La Catalane	Callas	83	1-4 tonnes	-	-	45 € / t HT
SOMECA	Brignoles	Chibron	Signes	83	1-4 tonnes	-	-	45 € / t HT
SOMECA	Brignoles	Le Juge	Le Val	83	1-4 tonnes	-	-	45 € / t HT
SOMECA	Brignoles	La Granégone	Draguignan	83	1-4 tonnes	-	-	45 € / t HT
SARL Alfonsi Frères	Sagone	-	Sagone	2A	1-4 tonnes	-	-	79,88 € / t HT
SECA	Ajaccio	Carrière Caldaniccia	Ajaccio	2A	1-4 tonnes	42,75 € / t HT	143 € HT	54,88 € / t HT
Société des Granulats et Bétons Corses SGBC	Ajaccio	Carrière de Baléone	Mezzavia	2A	1-4 tonnes	32,43 € / t HT	100,43 € HT	40,80 € / t HT
Calcaires Régionaux		Bouc Bel Air	Bouc Bel Air	13	1-3 tonnes	25 € / t HT	?	?
Carrière Cidale	La Ciotat	Carrière Cidale	La Ciotat	13	1-4 tonnes	-	-	40-65 € / t HT
Carrière Vila	Vitrolles	-	Vitrolles	13	1-4 tonnes	50€ / t HT	Pas de livraison	
EJL Méditerranée	Chateauneuf-les-Martigues	Carrière de Chateauneuf-les-Martigues	Chateauneuf-les-Martigues	13	1-3 tonnes	24 € / t HT	37,50 € / t HT pour le Port Autonome de Marseille (52 km A/R)	61,50 € / t HT
GSM Granulats Secteur Languedoc	St Jean de Vedas	Carrière de Salon-Lançon de Provence	Lançon de Provence	13				
Perasso	Marseille	Perasso St Tronc	Marseille	13	1-4 tonnes	20 € / t HT	?	?
Perasso	Marseille	Perasso Ste Marthe	Marseille	13	1-4 tonnes	20 € / t HT	?	?
Perasso	Marseille	Perasso Aubagne	Aubagne	13	1-4 tonnes	20 € / t HT	?	?

ANNEXE 3
Liste des carriéristes de la façade méditerranéenne française identifiés pour fournir des blocs d'enrochement

Entreprise	Ville	Carrière	Commune de la carrière	Dép.	Taille des blocs	Prix des blocs	Coût du transport	Coût total à la tonne
Perasso	Marseille	Site de Vitrolles	Vitrolles	13	1-4 tonnes	20 € / t HT	?	?
Perasso	Marseille	Site d'Aix les Milles	Aix les Milles	13	1-4 tonnes	20 € / t HT	?	?
Calcaires Régionaux		Fons	Fons	30	1-4 tonnes	21 € / t HT	?	?
GSM Granulats Secteur Languedoc	St Jean de Vedas	Carrière de Caveirac	Caveirac	30				
GSM Granulats Secteur Languedoc	St Jean de Vedas	Carrière de Montfrin	Montfrin	30				
GSM Granulats Secteur Languedoc	St Jean de Vedas	Carrière de Beaucaire	Beaucaire	30				
GSM Granulats Secteur Languedoc	St Jean de Vedas	Carrière de Poussan	Poussan	34				
GSM Granulats Secteur Languedoc	St Jean de Vedas	Carrière de Castries	Castries	34				
Bermont et Fils	Colomars	Carrière de Vescorn	Massoins	06		16 € / t HT	?	?
Granulats Vicat		Site d'Antibes	Antibes	06				
Granulats Vicat		Carrière de la Courbaisse	Tournefort	06				
Granulats Vicat		Site de Nice-Var	Nice	06				
Les Carrières de Mougins	Mougins	-	Mougins	06				
SEC - Société d'Exploitation de Carrières		-	Le Bar sur Loup	06	1-4 tonnes	28,50 € / t HT	42,82 € / t HT max	71,32 € / t HT
SEC - Société d'Exploitation de Carrières		-	St André de la Roche	06	1-4 tonnes	28,50 € / t HT	42,82 € / t HT max	71,32 € / t HT
Somat	La Turbie		La Turbie	06	1-4 tonnes	28 € / t HT	20 € /t HT en moyenne	48 € / t HT
TONSO S.E.E	Roquebilière	-	-	06				
Mauri	Couffoulens	Carrière de La Caunette	Lastours	11	1-3 tonnes	10,50 € / t HT	25,10 € / t HT pour transport à Gruissan (174 km A/R)	35,60 € / t HT
Mauri	Couffoulens	Carrière de Moussoulens	Moussoulens	11	1-3 tonnes	10,50 € / t HT	25,10 € / t HT pour transport à Gruissan (174 km A/R)	35,60 € / t HT
Société des Carrières de la 113	Montredon des Corbières		Montredon des Corbières	11	1-4 tonnes	-	-	25 € / t HT avec transport à Gruissan (50 km A/R)
Agrégats Béton Corse	Aléria		Aléria	2B	1-4 tonnes	30 € / t HT	?	?

ANNEXE 3
Liste des carriéristes de la façade méditerranéenne française identifiés pour fournir des blocs d'enrochement

Entreprise	Ville	Carrière	Commune de la carrière	Dép.	Taille des blocs	Prix des blocs	Coût du transport	Coût total à la tonne
Carrière Centre Corse	Poggio-di-Venaco	Carrière Centre Corse	Poggio-di-Venaco	2B	1-4 tonnes	33,20 € / t HT	Pas de livraison	
Corse Agrégats	Biguglia		Biguglia	2B				
Sablière Calenzana Balagne	Calenzana		Calenzana	2B	0,5-2 t et 2-5 t	0,5-2 t : 45 € / t HT 2-5 t : 40 € / t HT	130 € HT de trajet pour Ile Rousse (60km A/R)	50,83-55,83 € / t HT
SARL Leygue Henri	Thoiras	Carrière de la Ferrière	Thoiras	30	1-4 tonnes	34,20 € / t HT		
Carrières Farrusseng	Beaulieu	Carrières Farrusseng	Beaulieu	34				
Carrières Roches Bleues	Saint-Thibéry	Carrières Roches Bleues	St Thibéry	34	1-4 tonnes	16,56 € / t HT	150 € HT jusqu'à Sète (82 km A/R)	29,06 € / t HT
Castille SA	Thézan-les-Béziers	Carrière de la Galiberte	Béziers	34				
Languedoc Granulats	Murles	-	Murles	34	1-2 tonnes	16,12 € / t HT	376 € HT pour Sète (100 km A/R)	47,45 € / t HT
Languedoc Roussillon Matériaux LRM	Saturaragues	Carrière des Garrigues	Saturargues	34	1-4 tonnes	17,55 € / t HT		
SAS Nouvelle Carrière du Pic Saint Loup CPSL	Viols-le-Fort	Carrière du Pic St Loup	Viols-le-Fort	34	1-2,5 tonnes	17 € / t HT	20 € / t HT pour le transport pour Agde (150 km A/R)	37 € / t HT
STPC	Brissac	-	Brissac	34	1-4 tonnes	20,85 € / t HT	32,70 €/t HT pour Sète (130 km A/R)	53,55 € / t HT
Roussillon Agrégats	Thuir	-	Thuir	66	1-4 tonnes	?	?	?
Vaills SAS	Le Boulou	-	Le Boulou	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT
Vaills SAS	Le Boulou	-	Saint Jean Pla de Corts	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT
Vaills SAS	Le Boulou	-	Vinça	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT
Vaills SAS	Le Boulou	-	Baho	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT
Vaills SAS	Le Boulou	-	Vingrau	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT
Vaills SAS	Le Boulou	-	Salses	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT
Vaills SAS	Le Boulou	-	Estagel	66	1-4 tonnes	11,93 € / t HT	23,50 € / t HT pour livraison sur Port-Vendres (58 km A/R)	35,43 € / t HT

ANNEXE 4
Courrier envoyé aux communes de la façade méditerranéenne française
Cas des communes signataires de la Charte Pelagos

Association Souffleurs d'Ecume
Hôtel de ville
83170 La Celle
Tél. : 04.94.69.44.93

Hôtel de ville
222 Esplanade du Levant
06700 Saint-Laurent-du-Var

A l'attention de Monsieur le Maire.

Objet : Sollicitation dans le cadre d'un projet d'immersion de carcasses de grands cétacés

Monsieur le Maire,

Votre commune, riveraine du Sanctuaire Pelagos, a choisi de s'engager dans une démarche partenariale en signant la Charte Pelagos. En veillant et en contribuant aux objectifs de la Charte Pelagos, votre commune est devenue "Porte du Sanctuaire", se distinguant ainsi comme une commune pilote contribuant activement à la préservation des mammifères marins. Comme vous le savez, l'action du Sanctuaire repose sur trois axes principaux : la sensibilisation et la promotion de comportements respectueux, l'implication des acteurs de la mer pour la recherche de solutions visant à réduire les causes de perturbation et enfin, la recherche.

Dans ce cadre, nous pilotons pour le compte du Groupement d'Intérêt Scientifique pour les Mammifères Marins de Méditerranée (GIS3M) une étude de faisabilité pour immerger les carcasses de grands cétacés à la dérive en Méditerranée française. Cette technique, déjà utilisée dans plusieurs régions du monde, est une alternative écologique et potentiellement économique aux méthodes actuelles d'élimination de ces carcasses (équarrissage et pétardage). Des études ont ainsi montré que la quantité de matière organique ainsi déposée sur le fond peut bénéficier à l'ensemble des communautés biologiques profondes pendant plusieurs dizaines d'années.

L'objectif du projet est de répondre à l'ensemble des questions qui se posent pour la mise en place d'une telle opération (Où immerger ? Comment immerger ? Avec quels navires ? etc.) en mobilisant et en collaborant avec l'ensemble des acteurs concernés.

La réalisation de cette étude de faisabilité n'est pour l'instant qu'une étape théorique mais elle doit permettre la mise en place de réelles opérations d'immersions de carcasses de grands cétacés à la dérive. Ces opérations seront pilotées par la Préfecture Maritime et financées par l'Etat. Cette étude s'effectue également en collaboration avec le Réseau National Echouages, coordonné au niveau national par l'Observatoire Pelagis à La Rochelle.

Un protocole technique pour l'immersion d'une carcasse est actuellement en cours de finalisation. Basée sur des immersions dans d'autres régions du monde et l'expérience de professionnels locaux, la méthode consisterait de façon succincte à lester l'animal avec plusieurs blocs d'enrochement de 1 à 4 tonnes.

ANNEXE 4
Courrier envoyé aux communes de la façade méditerranéenne française
Cas des communes signataires de la Charte Pelagos

Etant donné les manipulations nécessaires et la vitesse de décomposition de la carcasse, l'objectif est de pouvoir réagir le plus rapidement possible entre le moment où l'animal est détecté et où il est immergé. L'optimisation de ce temps de réaction et donc le succès de l'opération repose notamment sur un réseau fourni de points de stockage de blocs d'enrochement le long du littoral méditerranéen français.

Je me permets donc de vous solliciter pour savoir si votre commune serait prête à mettre à disposition un espace de stockage pour entreposer l'équivalent de 5 à 10 m^3 de blocs d'enrochement dans le cadre de ce projet, et à quelles conditions.

Nous sommes par ailleurs très preneurs de contacts que votre commune pourrait avoir déjà établis avec des carriéristes de la région afin de mettre en place une chaîne d'approvisionnement.

Restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, et vous remerciant de l'intérêt que vous porterez à notre projet, je vous prie d'agréer, Monsieur le Maire, l'expression de mes meilleurs sentiments.

Jérôme Couvat
jerome.couvat@souffleursdecume.com

ANNEXE 5
Retour des capitaines de navires mobilisables sur le protocole d'immersion

Capitaine	**Navire**	**Commentaires**
Vincent Leducq	Provence	• Protocole bien adapté au Provence ; • Recommande l'utilisation d'un bout 56-60 mm plutôt que 20 mm. De sa propre expérience, il a vu des bouts de 20 mm rompre lors de remorquages de grands cétacés ; • Estime qu'en tenant compte de la dégradation de la carcasse lors du déplacement, le remorquage peut s'effectuer jusqu'à 8h à la vitesse de 4-5 nœuds dans des conditions idéales (carcasse très fraiche et mer très calme).
Elisabeth Giroud	Ailette	• Protocole viable ; • Le plus gros bloc de lest ne doit pas dépasser 4 tonnes ; • S'interroge sur une assistance des plongeurs démineurs pour passer la sangle autour du pédoncule caudal.
Eric Taurel (gérant)	Castor II	• Protocole réalisable ; • Inconnue sur la disponibilité du navire en cas de besoin et sur le temps de réactivité.
Gilles Gaucel, (rencontré avec Hervé Jégo, Commandant du Jason)	Abeille Flandre	• Largage possible uniquement sur le côté du navire ; • Mieux vaudrait un seul gros bloc que plusieurs petits ; • Préférer des bouts en polypropylène qui flottent aux bouts en nylon (polyamide) qui coulent pour éviter une prise dans les hélices ; • S'orienter vers un bout de 48 ou 52 mm ; • Souligne la présence d'un important gisement de chaînes d'ancrage hors d'usage sur les quais du Port militaire de Toulon, qui lui semble plus facilement manipulables sur l'Abeille Flandre.
Hervé Jégo et Didier Irrese-Igor	Jason	• Protocole réalisable ; • Préférer une manille textile (plus légère, moins chère, flottante) et plus grande (15 T) ; • Besoin d'augmenter la taille du bout en 48 mm plutôt que 20 mm ; • Préfèreraient un largage en laissant filer les blocs plutôt qu'en les levant car le bras de la grue est trop court pour atteindre l'arrière du navire ; • L'intervention de plongeurs pour attacher la sangle à la queue semble indispensable car celle-ci ne flotte pas toujours ; • Souligne la présence d'un important gisement de chaînes d'ancrage hors d'usage sur les quais du Port militaire de Toulon, qui lui sembleplus facilement manipulables sur le Jason.
Denis Metzger	André Malraux	• *Pas de retour*