

Navires de commerce et collisions avec les grands cétacés en Méditerranée nord-occidentale :

Les enjeux et les travaux d'une équipe de recherche

Par Pascal MAYOL(1), Frédéric CAPOULADE(2) et Pierre BEAUBRUN(3)

1- Association Souffleurs d'Ecume (www.souffleursdecume.com). pmayol@souffleursdecume.com

2- Armateurs de France (www.armateursdefrance.org). fredcap@wanadoo.fr

3- Ecole Pratique des Hautes Etudes (www.ephe.sorbonne.fr). beaubrun@crit.univ-montp2.fr



Démarche qualité en Méditerranée,
application à la sécurité, sécurité et
environnement dans le transport maritime

Alexandrie, 9 et 10 mai 2007

Les collisions entre navires de commerce et baleines sont une réalité de nature à porter atteinte à la sécurité du bord et des passagers de certains types d'unités. Récurrents en Méditerranée, ces événements sont également responsables de dommages aux populations de grands cétacés qui y vivent, s'y alimentent et s'y reproduisent. La communauté scientifique et certaines compagnies de navigation s'inquiètent de ces accidents, particulièrement au sein du Sanctuaire Pelagos, un espace protégé d'eaux internationales via un Accord franco-italo-monégasque récemment entré en vigueur. C'est pourquoi, depuis 1999, chercheurs et sociétés de transport maritime développent un programme de limitation des risques de collisions dans lequel s'inscrit la formation que nous proposons.

1- Contexte : le Sanctuaire Pelagos en méditerranée nord-occidentale

Le bassin Corso-Liguro-Provençal est le berceau d'une activité courantologique singulière qui, combinée au climat local, confère à la zone une productivité primaire particulièrement importante. De ces phénomènes découle un intérêt biologique remarquable pour les populations de cétacés de Méditerranée : dauphins et baleines trouvent en ces eaux des ressources alimentaires indispensables, particulièrement durant la saison estivale. En parallèle, ce secteur abrite une activité humaine extrêmement soutenue qui, si elle est essentielle à l'économie locale, peut aussi compromettre ce fragile équilibre écologique lorsqu'elle ne se développe pas de manière durable.

Pour ces raisons, le 25 novembre 1999 à Rome, la France, l'Italie et Monaco signaient un Accord relatif à la création d'un Sanctuaire pour les Mammifères Marins en Méditerranée dans cette zone (Figure 1). Nommé Pelagos et doté d'une superficie de 87 500 km², l'objectif de cet Accord est de maintenir les populations de mammifères marins dans un état de conservation favorable par la recherche, l'amélioration des relations avec les activités humaines, la proposition d'outils de gestion techniques et juridiques et l'information du public.

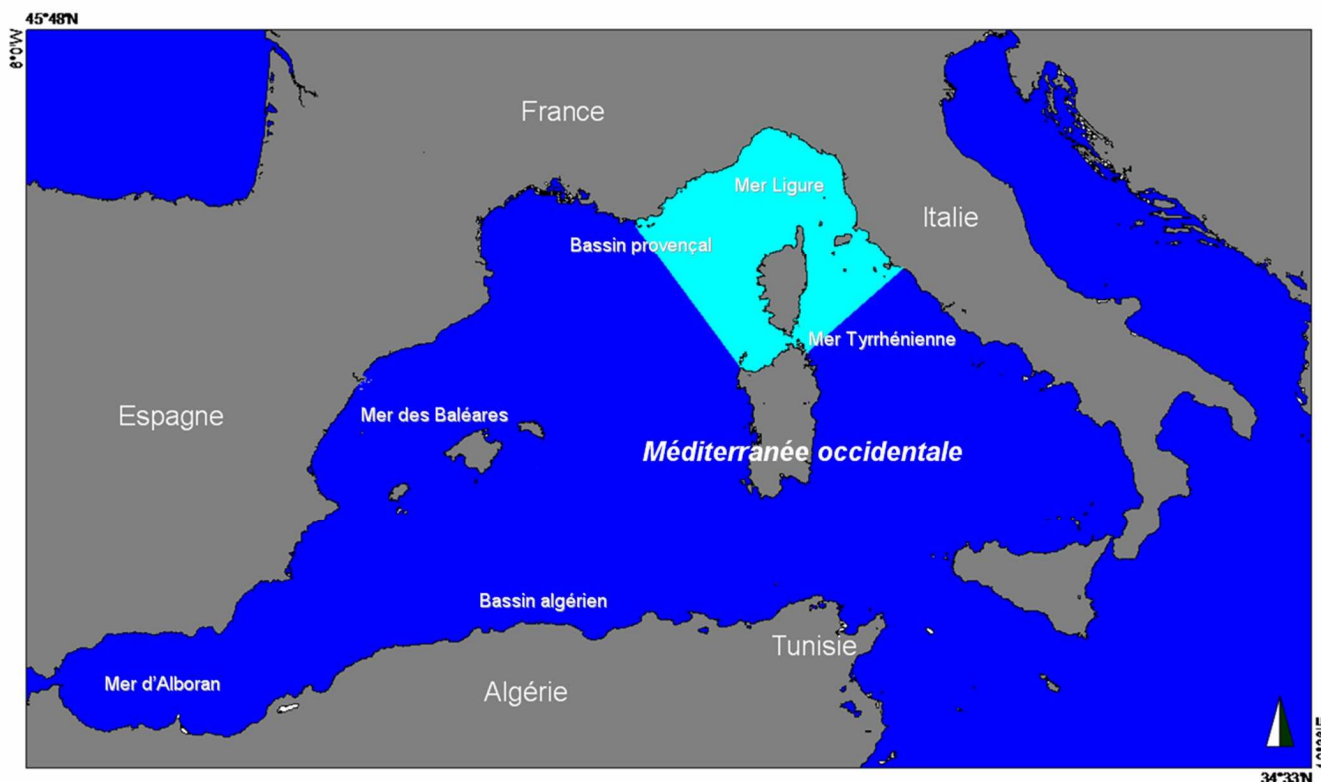


Figure 1 : Situation géographique du Sanctuaire Pelagos. © Pascal Mayol

Entré en vigueur le 21 février 2002 le Sanctuaire Pelagos est désormais inscrit sur la liste des ASPIM (Aire Spécialement Protégée d'Importance Méditerranéenne) dans le cadre d'un protocole relatif à la Convention de Barcelone. Ce statut confère à Pelagos une reconnaissance officielle des pays Méditerranéens en tant qu'aire d'un réseau ayant pour but la conservation efficace du patrimoine méditerranéen.

Plus largement, sous l'égide de la Convention de Bonn, l'Accord sur la Conservation des Cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS) a été signé en 1996 et est entré en vigueur en 2001. Les deux entités (Pelagos et ACCOBAMS) partagent les mêmes objectifs de conservation des cétacés avec des approches, Pelagos pouvant permettre de tester des mesures qui, à terme, seront appliquées à la zone ACCOBAMS.

2- Les collisions entre grands cétacés et navires de commerce

a- Pourquoi des collisions dans la zone ?

Avec une moyenne annuelle de 140 000 trajets pour plus de 10 000 navires (SCOT, 2004), la navigation commerciale est particulièrement intense en Méditerranée occidentale (Figure 2). Le Sanctuaire Pelagos regroupe 2 des 8 « nœuds de concentration du trafic maritime » (Gêne et Marseille) identifiés dans tout le bassin et 15 liaisons sont assurées par au moins 6 compagnies de transport de passagers entre le continent, la Corse et la Sardaigne. C'est en été que le trafic y est le plus intense avec 700 000 à 900 000 personnes en transit continent-corse par an. La concentration estivale de plusieurs centaines de gros cétacés (Figure 3) est à mettre en concomitance à cette densité de navires pour expliquer les risques élevés de collision. La croissance du trafic dans la zone, notamment en matière de transport de marchandises (autoroutes de la mer) appuie la nécessité de développer des mesures pour limiter ces risques de collisions.

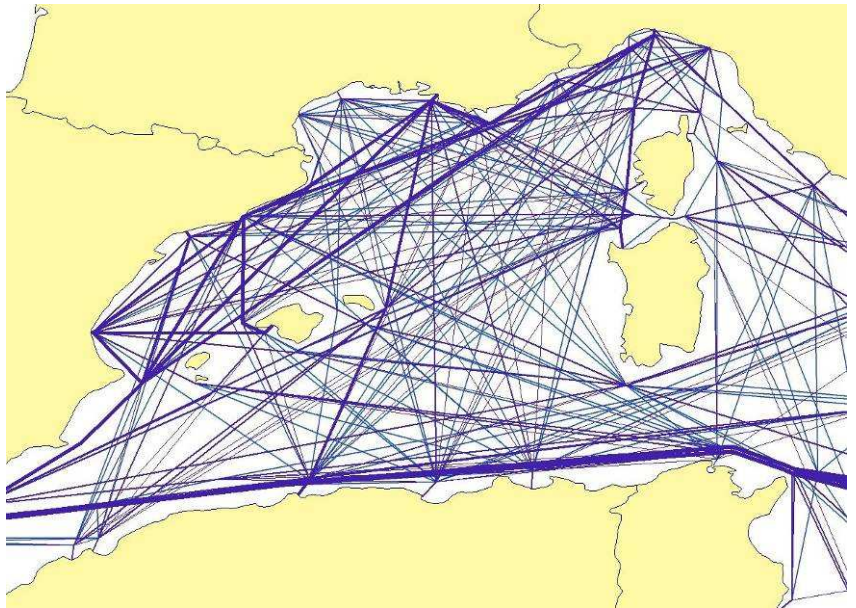


Figure 2 : Maillage créé par le trafic maritime en Méditerranée. In Di-Méglio et David (2006), d'après les données du SCOT (2002).

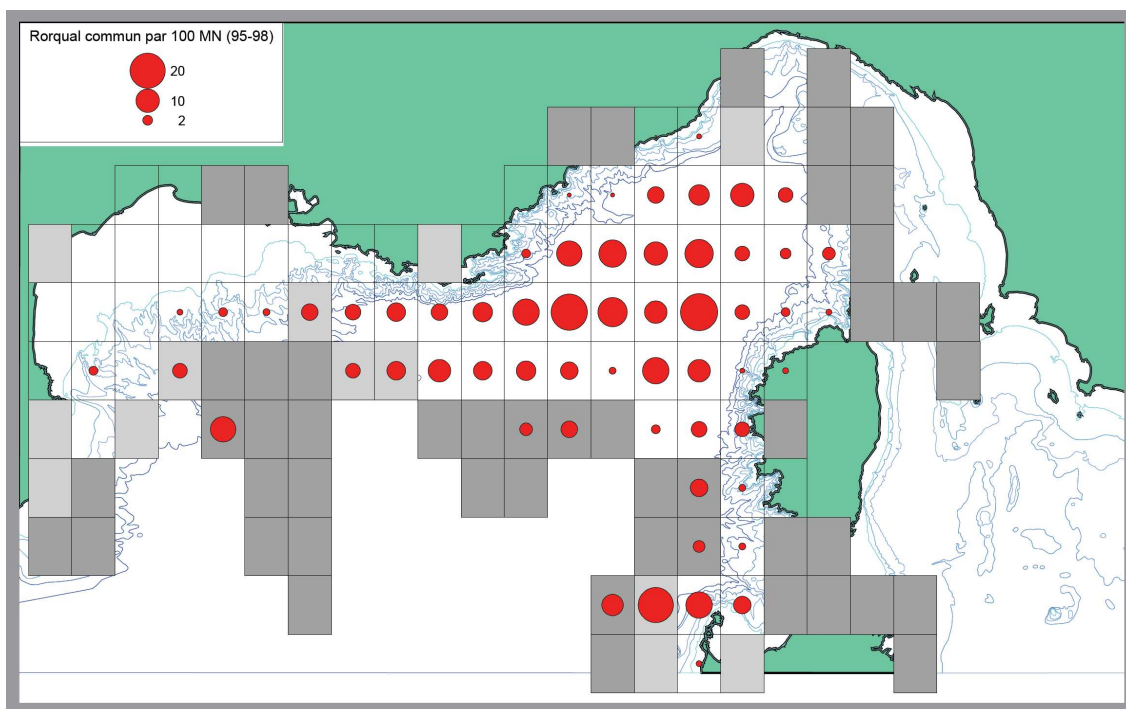


Figure 3 : Distribution estivale des indices relatifs d'abondance du Rorqual commun en Méditerranée nord-occidentale. Les quadrilatères blancs correspondent aux zones où l'effort d'observation permet une exploitation fiable des données et le gris informe d'un manque de sûreté accompagnant l'information. On constate une distribution générale des animaux concentrée au centre du bassin liguro-provençal, au dessus de 2 000 m, bien que quelques observations attestent de la présence d'individus près de secteurs côtiers. Carte issue du Programme Poséidon (Roussel et coll., 2000).

b- Atteinte à la sécurité des navires et des passagers

La littérature ne mentionne aucun incident ayant pu mettre en danger les passagers de navires traditionnels (ferries ou cargos) qui, de par leur faible vitesse, leur structure renforcée et leur masse imposante, ne ressentent que très exceptionnellement le choc d'une collision avec un grand cétacé et de manière peu intense. Les risques d'enfoncement de tôle suivant l'endroit du choc existent cependant, mais l'intégrité de la coque n'est pas atteinte. Sur certains navires, les propulseurs doivent être mensuellement nettoyés et il peut arriver que l'on y retrouve des morceaux de chair appartenant à diverses espèces de cétacés.

Les aléas relatifs à des collisions impliquant des navires rapides sont bien plus conséquents puisque, lors d'un heurt à 30 ou 40 nœuds avec une baleine de 40 à 70 tonnes, des brèches sont parfois ouvertes dans la coque et une voie d'eau est alors possible. C'est précisément ce qui s'est produit en août 1998 et 1999 à bord des navires rapides *NGV Asco* et *NGV Aliso* de la SNCM entre la Corse et le continent français où des appendices de stabilisation ont été endommagés (T-foil en particulier, cf. Figure 4).

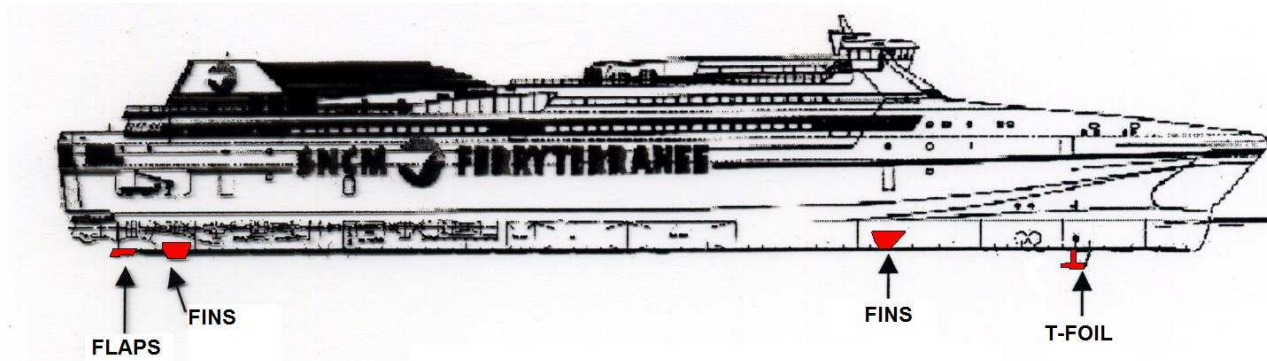


Figure 4 : les appendices de stabilisation de certains monocoques rapides utilisés entre la Corse et le continent. © SNCM

Bien plus grave, en février 1992, l'un des passagers d'un jet-foil a été mortellement blessé suite à la violence d'une collision avec un Cachalot aux îles Canaries. L'atteinte aux personnes est restée marginale jusqu'à une période récente (2004 à 2006) où une série de 7 collisions (dont 5 entre mars et avril 2006) impliquant des Baleines à bosse et des Baleines à bec de Baird ont engendré des blessures, parfois graves, pour plusieurs dizaines de passagers des jet-foils navigant dans les eaux japonaises.

c- Ennuis pour les compagnies exploitantes et les ports

Lors d'un heurt avec un grand navire, une baleine peut rester empalée sur le bulbe d'étrave jusqu'à l'accostage du bateau. Ce dernier connaît alors une réduction d'allure et un retard à l'arrivée, avec les ennuis que cela représente. En outre, un animal mort de quarante tonnes pose de graves risques sanitaires et doit être éliminé rapidement, aux frais du port concerné et selon des méthodes très coûteuses: plus de 25 000 € pour un «pétardage» de l'animal au large. Communément employée, soulignons que cette méthode est la source de graves perturbations acoustiques pour les cétacés alentours lors de l'explosion.

Figure 5 : Rorqual commun ramené sur le bulbe d'étrave d'un cargo en 2001 dans le port autonome de Marseille à la suite d'une collision. © Pascal Mayol



D'autres techniques sont parfois essayées, comme en 2001, où le port autonome de Marseille a fait appel à une équipe de bouchers professionnels pour découper la carcasse d'un Rorqual commun éperonné par un porte container afin de répondre aux exigences des services d'équarrissage (Figure 5) ! Les autorités et les scientifiques se penchent sur cette problématique mais aucune solution vraiment satisfaisante des points de

vue économique, sanitaire et écologique n'a encore été trouvée. Par ailleurs, lorsqu'un navire ramène un cétacé mort sur son bulbe, les médias se font souvent le relais de l'accident en diabolisant parfois les compagnies « responsables » et en omettant de citer les efforts des autres dans ce domaine.

En ce qui concerne les navires rapides, lors d'une collision, le personnel de bord est confronté à une situation d'urgence délicate et extrêmement pénalisante au niveau des horaires d'accostage prévus. Qui plus est, si le navire est endommagé, son exploitation doit être suspendue pendant plusieurs jours et la compagnie doit faire face à d'importants et coûteux travaux de réparation : plus de 3 500 000 € ont ainsi été dépensés depuis 2004 par l'une des compagnies exploitant des navires rapides entre le Japon et la Corée. En mer Ligure, de tels événements ont eu lieu en pleine période d'exploitation et les passagers se sont vus orientés vers des unités traditionnelles qui ne correspondaient pas forcément à leurs besoins.

d- Impacts sur les populations de cétacés

Le nombre de collisions ainsi que leurs impacts sur les populations de grands cétacés en Méditerranée restent difficiles à évaluer avec précision. Néanmoins, l'avènement récent du Sanctuaire Pelagos a permis une meilleure collaboration entre les chercheurs et les compagnies de navigation dont découle une amélioration progressive de nos connaissances du phénomène. Ainsi, on peut aujourd'hui avancer avec certitude que deux espèces sont concernées : le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) et le Cachalot (*Physeter macrocephalus*). Pourquoi protéger ces espèces ? D'un point de vue pragmatique, la préservation de ces super-prédateurs est une nécessité en matière de maintien des équilibres écologiques en Méditerranée. Mais leur valeur patrimoniale doit aussi être considérée puisque tous deux se classent parmi les plus gros animaux que la Terre est jamais porté et jouent de fait un rôle majeur dans le développement du tourisme d'observation des cétacés sur la zone. Enfin, d'un point de vue de la biodiversité, nous savons depuis peu que les populations de ces deux espèces sont isolées en Méditerranée, *i.e.* génétiquement différentes de celles de l'Atlantique. Ce statut particulier impose aux gestionnaires de l'environnement une attention toute particulière pour leur préservation, d'autant qu'elles sont déjà soumises à toute une batterie de perturbations d'origine humaine, que leurs populations sont réduites : environ 3 500 individus pour le Rorqual et quelques centaines pour le Cachalot) et que leurs taux de reproduction sont très bas.

De récentes avancées ont permis de déterminer qu'au moins 1,3 Rorquals sont tués chaque année en Méditerranée nord-occidentale à la suite d'une collision (Panigada & *al.*, 2006). Mais toute la communauté scientifique s'accorde sur le fait que ce chiffre est très largement sous-estimé (peut-être d'un facteur 20 à 30 selon les auteurs !) puisqu'il ne prend en compte que les collisions connues. Si le nombre de baleines réellement tuées reste à préciser, on a pu estimer, grâce à des travaux de photo-identification, un taux de mortalité situé entre 16% et 19% des animaux percutés (Figure 6). En constante progression depuis les années 70, cette valeur se place parmi les plus élevées au monde, juste après le taux de mortalité des Baleines franches de l'Atlantique nord gravement menacées par les collisions.

Tous ces éléments réunissent scientifiques et gestionnaires autour d'une idée claire : il est indispensable de développer rapidement des dispositifs permettant de limiter les risques de collisions qui font peser une grave menace sur les populations de Rorquals et de Cachalots de Méditerranée.



Figure 6 : La photo-identification permet d'obtenir un taux de mortalité à la suite d'une collision (par comparaison des animaux blessés identifiés avec les collisions létales connues). On ne connaît rien des impacts à long terme engendrées par de telles blessures même si l'on peut douter des capacités de ces animaux assumer correctement leurs besoins vitaux. © Tethys Research Institute.

3- Des solutions ?

31- Etat de l'art

Un tour état de l'art sur les solutions existantes ou à l'étude pour limiter les risques de collisions était un préalable à toutes investigations. Différentes méthodes sont proposées à travers le monde et nous les résumons ici pour l'intérêt qu'elles peuvent présenter dans le cadre de la problématique locale.

Tout d'abord, plusieurs chercheurs travaillent sur l'émission de **signaux répulsifs**. Un tel procédé est largement dépendant des conditions physique de propagation du son et plusieurs chercheurs ont montré que celle-ci-était très aléatoire, particulièrement dans des secteurs aux masses d'eaux non homogènes (cas du Sanctuaire Pelagos) et à 40 nœuds (*e.g.* Bondaryk, 2001). Par ailleurs, s'il fonctionne, ce système pourrait limiter le problème sécuritaire mais détournerait le problème écologique : compte tenu de l'intense trafic maritime au sein de Pelagos, il nuirait sérieusement à la population de Rorquals communs sur ce lieu de nourrissage essentiel. De plus, des phénomènes d'accoutumance ou de tolérance de la part des cétacés ont été constatés par certaines équipes (parfois liés à la perte de sensibilité aux fréquences perturbatrices comme le détaillent André & *al.* 2001a), ainsi que des réactions aléatoires et imprévisibles des animaux à certains stimuli et en certaines conditions (André & *al.*, 1997b). Pour exemple, lors d'une expérimentation en Atlantique nord, des chercheurs ont testé des stimuli précis d'alerte ayant pour but de prévenir les Baleines franches de la présence d'un danger. Cinq baleines sur six répondent à ces stimuli par une remontée rapide et une nage vive en surface ce qui augmente le risque de collisions au lieu de le diminuer (Nowacek & *al.*, 2004). En l'état actuel de nos connaissances, aucun système sonore « répulsif » ou « informatif » n'offre donc de possibilité d'application.

Ensuite, plusieurs mesures destinées à limiter les risques de collision avec les Baleines franches du nord de l'Amérique ont été proposées par les Etats-Unis et le Canada. Ainsi, les **survolés aériens**, s'ils représentent un outil d'éducation, sont onéreux et se révèlent inefficaces en tant que méthode ayant pour but la réduction de la mortalité : les commandants de navires ne modifient pas leur route ou leur allure même s'ils sont informés de la présence de baleines (Claphman, 2001). En Floride, un **système de report de navires** (*Mandatory Ship Reporting*) exige, depuis 2001, que les unités de plus de 300 tonneaux se connectent à un dispositif automatique avant d'entrer dans deux aires particulièrement fréquentées par les Baleines franches. Il fournit d'importantes données sur la distribution et les mouvements de la navigation qui permettent d'obtenir une image des navires sur zone durant la saison de présence des baleines et d'effectuer certaines analyses (*e.g.* la fréquentation mensuelle, l'utilisation de l'espace, les angles de pénétration des limites de la zone, ...). En échange de la transmission (par INMARSAT C) des données sur leur navire, leur vitesse et leur route, les officiers reçoivent des informations sur les Baleines franches (positions des observations les plus récentes) et sont invités à assurer une veille attentive et à diminuer leur allure dans la zone. Bien que tous les navires ne se soumettent pas au système et que ses bénéfices soient difficiles à quantifier (Silher & *al.*, 2002), il présente au moins l'intérêt de sensibiliser le personnel des navires traversant les habitats des Baleines franches et apportera, dans l'avenir, des éléments sur la navigation utilisables pour limiter le problème des collisions.

Entré en vigueur en 1983, le DST (Dispositif de Séparation du Trafic) de la baie de Fundy au Canada traversait l'habitat essentiel de la population de Baleines franches. En 2002, un amendement a été proposé pour modifier ce DST en fonction des connaissances sur la distribution des baleines (13 années d'observation) et les impératifs liés à la navigation. Ce dispositif entré en vigueur le 1^{er} juillet 2003 est couplé à diverses **dispositions de sensibilisation** (*e.g.* informations et recommandations à l'arrière des cartes de navigation, avis réguliers des services du trafic maritime sur les emplacements saisonniers des baleines fondés sur des relevés périodiques, distribution de documents par les pilotes). En s'inspirant du principe, on peut aussi envisager des **modifications temporaires et dynamiques des routes de navigation**, en relation avec les mouvements et abondances connus des animaux (Porter, 2001). De tels projets imposent toutefois une connaissance fine et dynamique de la distribution des populations concernées (les travaux en cours pour la Méditerranée ne déboucheront pas sur des applications concrètes avant une dizaine d'années) ainsi que le développement de vastes programmes de sensibilisation des personnels de quart. Dans le même ordre d'idée, des **zones mobiles de limitation de vitesse** pourraient aider à réduire le nombre et la sévérité des collisions. Mais cette solution reste difficilement applicable car elle est très impopulaire auprès des compagnies, d'autant que la tendance dans l'industrie est au développement de navires rapides.

Depuis les années 90, des appareils de vision nocturne (**NVS = Night Vision System**) sont proposés à destination de la navigation civile et rendus obligatoires par l'Organisation Maritime Internationale à bord des navires rapides (selon le code HSC). Il en existe deux principes. Le premier exploite les radiations infrarouges par le biais de caméras spécifiques. Il offre la possibilité d'intégrer une alarme qui évite la présence d'un opérateur permanent. Les constructeurs annoncent une sensibilité thermique de 0,03°C (*in* Capoulade, 1999). Une étude sur les radiations thermiques des baleines (« Thermal infrared radiation from free living whales ») a été réalisée en Norvège en 1992 (*in* Capoulade, 1998). Elle fait apparaître que la température entre la surface

du corps des baleines et la surface de l'eau varie de 0 à 1 °C. La littérature ne mentionne pas ces valeurs pour des mers tempérées comme la Méditerranée et, bien qu'une expérience indique qu'un appareil infrarouge binoculaire pourrait permettre d'avoir des applications en matière de détection des cétacés (Baldaccia & *al.*, 2005). En l'absence d'études approfondies, des interrogations persistent donc sur l'efficacité des dispositifs commercialisés, d'autant qu'elles restent dans tous les cas très largement dépendante de l'état de la mer. Le second principe, appelé « amplificateur de lumière », se base sur le fait que tous les objets émettent ou reflètent de l'énergie à une certaine fréquence. Une unité d'amplification d'image récupère cette énergie photonique qui se transforme en électrons sur une photocathode. Les électrons sont alors amplifiés de 25 000 à 250 000 fois et passent au travers d'un champ électrostatique avant d'être renvoyés sur un écran monochrome en passerelle (Revue *Speed at Sea* de février 1998, extraits de l'article de David James Seeing in the dark, *in* Capoulade, 1998). En 2001, notre équipe a travaillé sur un appareil de ce genre (marque *Vistar*, modèle IM 223) mais dans de mauvaises conditions d'exploitation (phase de test ou l'appareil n'a pu être veillé qu'une douzaine d'heures) qui justifieraient une étude complémentaire. Néanmoins, et malgré une observation permanente (conformément aux recommandations du constructeur) durant ces douze heures, aucun cétacé n'y a jamais été détecté. Les seuls objets vus ont été des sacs plastique et des oiseaux blancs, à environ une encablure (180 m) du navire, distance théoriquement trop faible pour effectuer une manœuvre d'évitement (347 m minimum pour le *NGV Liamone*). En outre, lors d'une mer > 2 Beaufort, il semble difficile de pouvoir différencier le signal émis par un dos de baleine de celui émit par une vague vu la faible définition de l'écran et l'absence de couleurs. Des commandants expérimentés attestent d'ailleurs que le principal défaut des NVS est leur faible performance par mauvaises conditions atmosphériques (Capoulade, 2001b). Enfin, l'angle visible de part et d'autre de la ligne de foi de l'appareil étudié n'est que de 11° ce qui diminue très nettement les possibilités de détecter un animal dangereux à temps (à 40 nœuds, un angle de 30° minimum est indispensable). Ainsi, suite à notre étude, la compagnie a continué à exploiter l'appareil (mais sans opérateur attiré) et, à notre connaissance, aucune baleine n'a jamais été vue depuis par ce vecteur. Le Président de Mc Lennan Marine Ltd, fabricant du système de vision de nuit utilisé par la SNCM (T. Hywell *in* Capoulade, 1998) estime que la combinaison des deux principes (IR et amplification de lumière) constituerait une réponse idéale pour une bonne détection, l'intensification d'image étant utilisée pour les courtes distances et les images thermiques pour les localisations à plus grande distance. La présence d'un opérateur dédié resterait toutefois requise pour un tel dispositif. En synthèse, aucun système NVS n'a prouvé ses capacités à diminuer sensiblement les risques de collisions. Pour ces raisons, tout en préconisant aux compagnies équipées d'optimiser leurs appareils (notamment par la présence d'un opérateur dédié), nous privilégierons d'autres pistes (détaillées plus loin), potentiellement plus efficaces pour limiter les risques de collision nocturne.

En mars 2003, l'Office of National Research (USA) et la société Areté Associates Inc. (spécialisée dans le traitement de signaux) ont testé un nouveau **traitement du signal émis par un radar** traditionnel dans l'optique de détecter des Baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*). Portant le nom de « Project Humpback », l'expérience a été réalisée à Hawaii, depuis la terre ferme. Capable de détecter des baleines jusqu'à 10 km (DeProspro & *al.*, 2003) les concepteurs ont choisi de poursuivre leur expérimentation sur les Rorquals communs de Méditerranée depuis un dispositif embarqué à bord du navire de recherche. Le travail s'est déroulé en mai et juin 2005, au large du Golfe du Lion et en Mer Ligure. Les résultats de ce premier essai en mer sont attendus.

Des **sonars** (SOund NAvigation Ranging) actifs ont aussi été proposés pour tenter de répondre à la problématique des collisions avec des cétacés. Les premiers modèles (*e.g.* sonar Petrel de Thomson) ne permettaient pas une détection fiable en sub-surface et ne fonctionnaient pas grande vitesse (*in* Capoulade, 2001b). Plus tard sont apparus d'autres appareils exploitables jusqu'à à 40 nds mais n'offrant que de faibles distances de détection (*e.g.* 150 m pour le sonar WDA de Kawasaki installé sur les jet-foils de la Transmediterranea aux îles Canaries). Pour ce genre de modèle, la détection tardive d'un objet (dont on ignore la nature) impose une manœuvre d'urgence violente vers une zone non prospectée, ce qui augmente les risques de collision, et plusieurs spécialistes mettent en doute l'intérêt de ce dispositif (*in* Capoulade, 2001a). Enfin, sont apparus plus récemment des systèmes plus performants en matière de détection des objets dans la colonne d'eau, tels que le sonar du Saclant Undersea Research Centre (Bondaryk, 2001) ou le modèle de la société Farsounder (2006). Si les spécificités annoncées par les concepteurs de ces nouveaux dispositifs semblent mieux répondre à des exigences de limitation des risques de collision que leurs précurseurs, leurs principaux inconvénients sont liés à la faible force de renvoi des sons des cétacés (*target strength*) due à l'élasticité et la densité de leur corps, proches de celles de l'eau. Ce phénomène nécessite d'augmenter la source d'émission avec pour conséquence des risques de perturbations comportementales et de graves déficiences physiologiques pour les cétacés, particulièrement sensibles aux émissions acoustiques (André, 1997 ; André & *al.*, 1997a ; André & *al.*, 2001a ; Roussel, 2002).

Si la généralisation de systèmes de détection acoustiques actifs semble peu envisageable, il existe une autre piste de recherche prometteuse, basée sur l'**acoustique passive** : le WACS (*Whale Anti Collision System*), un système de détection des cétacés par une chaîne de capteurs acoustiques (André & al., 2001b, 2004a, 2004b ; Delory & al., 2003). Il constitue un couloir de protection pour les mammifères marins à l'intérieur duquel ces derniers peuvent être détectés, répertoriés, localisés et leurs positions transmises aux navires utilisant ce couloir (Figure 7).

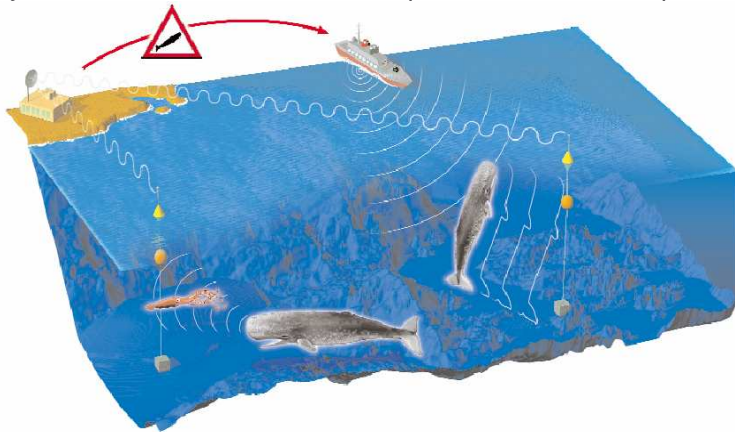


Figure 7 : Fonctionnement schématique du Whale Anti Collisions System (© Rolex Award for Entreprise). Le dispositif, totalement passif, isole des couloirs de navigation dans lesquels tous les cétacés (vocalisant ou non) peuvent être repérés grâce à l'imagerie par bruit ambiant (A.N.I.).

différents cétacés et offre l'immense avantage de déceler les animaux qui ne vocalisent pas régulièrement (cas des Rorquals commun en Méditerranée) grâce à la technique de l'imagerie par bruit ambiant (A.N.I. = Ambient Noise Imaging) : les émissions d'origine anthropiques (e.g. navires sur zones) ou biologiques (e.g. clicks de cachalots) se répercutent sur les grands cétacés non vocalisant (et sur les animaux morts, qui constituent des dangers difficilement repérables pour les navires rapides) et permettent leur détection.

Un prototype de démonstration traîné à l'arrière d'un navire est aujourd'hui en fonction et un second prototype *in situ* est en projet aux îles Canaries. De par leurs détections exhaustives et leur caractère non intrusif, les techniques de détection passive et A.N.I. sont très prometteuses. Cependant, elles demandent encore un grand développement et un investissement scientifique important pour définitivement en contrôler tous les paramètres et ne seront donc pas applicables avant plusieurs années.

En synthèse de cet état de l'art on retient qu'il n'existe aucune solution technologique globale qui, à elle seule, permettrait de détecter ou d'éloigner les cétacés sans risquer de nuire aux populations de ces animaux. Des dispositifs de vision nocturnes existent mais n'ont pas fait leurs preuves ou fonctionnent mal en eaux tempérées. D'autres systèmes en cours de développement à l'étranger sont prometteurs mais ne seront pas applicables avant de longues années (e.g. *Whale Anti Collision System* aux îles Canaries). Certains pays disposent de routes alternatives pour éviter les noyaux de concentration de baleines (modification du Dispositif de Séparation du Trafic en Baie de Fundy au Canada). En Méditerranée, une telle solution pourrait-être envisageable à plus ou moins long terme, mais elle implique de mieux connaître les dynamiques qui régissent la distribution des cétacés, ce sur quoi plusieurs groupes de recherche travaillent efficacement. Néanmoins, nous pouvons nous inspirer de plusieurs éléments des expériences étrangères pour développer des systèmes en Méditerranée (système de report et actions de sensibilisation en particulier précédemment détaillés).

S'il reste donc impossible, à court terme, de ramener le risque de collision à un taux zéro, des études appliquées et le développement de certains outils doivent permettre, progressivement, de tendre vers cet objectif. C'est pourquoi, depuis 2000, notre équipe composée d'ingénieurs écologues, de chercheurs et de sociétés de transport maritime développent un programme de limitation des risques de collisions au travers de diverses applications détaillée ci-après

Quelques éléments techniques sur le WACS :

Une antenne, utilisée seule, est capable de détecter, par acoustique passive, des cachalots (vocalisant) à une distance d'environ 5 km (rayon de détection) et en condition de mer 3 Beaufort. Pour créer un couloir de sécurité, les antennes horizontales doivent être séparées les unes des autres de 10 km. Pour détecter les rorquals qui vocalisent, l'ouverture horizontale devra être beaucoup plus large compte tenu de la longueur d'onde plus grande que celle des clicks de cachalots. Pour compenser l'impossibilité technique de fabriquer une antenne de plusieurs centaines de mètres, le concepteur préconise alors d'utiliser deux antennes et de les écarter d'une valeur donnée (cette valeur n'est pas encore connue). Ceci permet d'obtenir l'ouverture horizontale nécessaire au calcul des différences de temps d'arrivée des signaux de grande longueur d'onde émis par les rorquals. Pour détecter les animaux qui ne vocalisent pas ou qui vocalisent de manière irrégulière, le dispositif doit être utilisé en mode A.N.I. Dans ce cas, le rayon d'action de chaque antenne est réduit à 2,5 km par force 3 Beaufort. Dans le cadre d'un couloir de sécurité, il sera ainsi nécessaire de disposer d'une antenne tous les 5 km. Les deux techniques (passive et A.N.I.) travaillent en même temps et se complètent, l'une prenant « le relais » de l'autre quand les animaux ne vocalisent pas et vice-versa.

32- Etude de la « détectabilité » des grands cétacés depuis les navires de commerce (navires rapides en particulier).

Une étude (Mayol & *al.*, 2005) menée à bord de 3 Navires à Grande Vitesse (NGV) au sein du Sanctuaire Pelagos et des compléments rapportés par des travaux depuis les car-ferries et cargos traditionnels ont montré que plusieurs facteurs limitent les capacités de des personnels de quart à détecter les cétacés depuis les postes de navigation. Les raisons de cette « détectabilité » réduite sont d'ordres divers : impératifs de veille liés à la navigation, ergonomie de la passerelle, vitesse du navire, météo locale, reconnaissance et interprétation des signaux visuels émis par les cétacés ou encore sensibilité à la problématique. Des préconisations sont faites pour améliorer cette « détectabilité » et, en parallèle, envisager des dispositifs de monitoring de grands cétacés depuis des navires de transport réguliers.

321- Matériels et méthodes

Durant toute une saison d'exploitation (d'avril 2001 à janvier 2002), un scientifique a embarqué à bord des Navires à Grande Vitesse de la SNCM (monocoques capables de naviguer à 40 nœuds). La technique du transect de ligne (outil standard appliqué par la majorité des cétologues dans le domaine des estimations d'abondance spatio-temporelle ou de densité à grande échelle) a été appliquée sur 24 000 milles nautique (Figure 8) sur trois radiales principales (Nice vers Bastia, Balagne et Ajaccio) et une radiale secondaire (Marseille vers Propriano).

L'exploitation des données a principalement concerné la comparaison entre les détections de grands cétacés (Rorquals commun essentiellement) faites par deux « équipes » : le scientifique d'une part et, d'autre part, les deux officiers en permanence de quart à bord de ce genre d'unités.

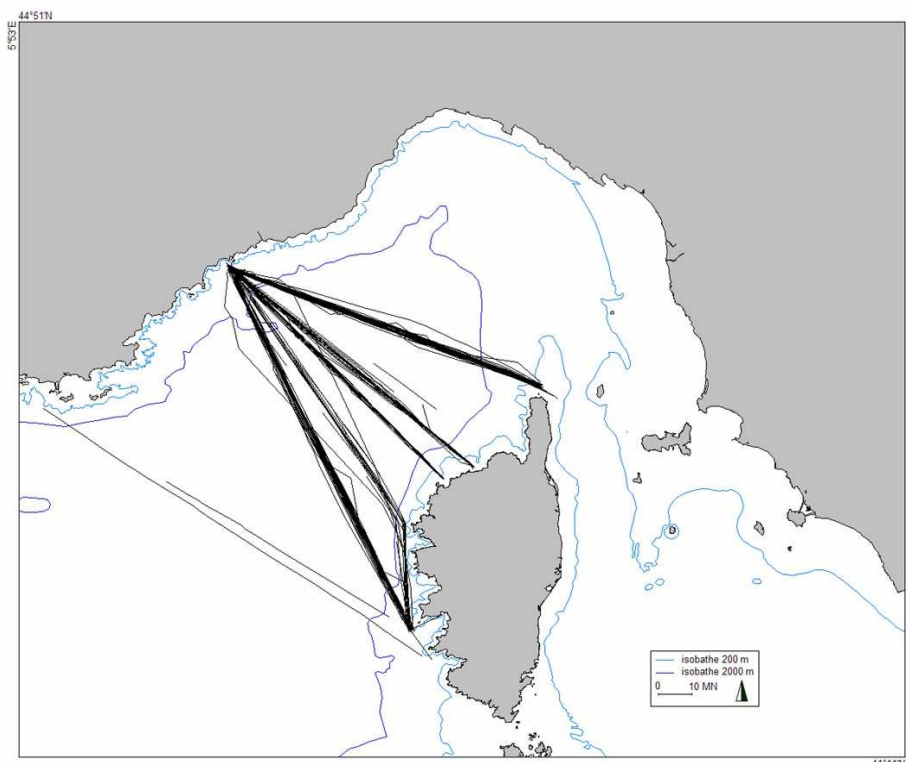


Figure 8 : Les routes réalisées avec effort d'observation.

322- Principaux résultats

Pour bien comprendre la démarche, il faut considérer la grande vitesse des plates-formes d'étude. Cet aspect implique que quelques secondes d'inattention ou de veille inappropriée sont de nature à « rater » une observation de grand cétacé ou de tout autre objet susceptible de constituer une entrave à la navigation et un risque en matière de sécurité à bord (c'est en partie pour cette raison que l'Organisation Maritime Internationale impose, sur ce genre d'unité, la présence de deux officiers de quart en permanence). A titre d'exemple, un NGV parcourt 5,7 milles nautiques durant la sonde d'un Rorqual, on comprend donc l'importance de concentrer sa veille sur un secteur adéquate pour pouvoir repérer les animaux de loin. Face à ces éléments, un gisement de détection utile doit être calculé, fonction des vitesses maximales du navire et des animaux (il est de 30° de part et d'autre de l'axe de navigation pour un NGV à 42 nœuds et un Rorqual commun à 20 nœuds) dans lequel il s'agit de focaliser sa veille si l'objectif recherché est d'optimiser les détections des grands cétacés. Bien évidemment, si le scientifique pouvait concentrer ses détections dans cet angle, ce n'était pas le cas des officiers qui, confrontés aux impératifs de navigation, doivent veiller un angle beaucoup plus large. Ce fait explique en partie les différences observées entre les deux équipes, détaillées ci-dessous.

La comparaison des **gisements des détections initiales de grands cétacés** entre les deux équipes (Figure 9) montre que le scientifique veille surtout sur un angle de 30° de part et d'autre de la route puisqu'il y réalise 65 à 70 % des détections. Les zones latérales sont essentiellement veillées par les officiers et il apparaît que la quasi-totalité des rorquals qui se sont présentés sur les côtés du navire ont été détectés par cette équipe.

Un travail du même ordre a été réalisé sur les **distances de détection**, montrant que les observations du scientifique sont réparties de manière homogène sur la gamme des distances, les plus lointaines atteignant 6 milles nautiques. A l'opposé, la distribution des contacts de grands cétacés pour les officiers montre que leur concentration de veille est importante dans une zone s'étendant jusqu'à 0,5 mille du navire (61% de leurs repérages). Elle est encore soutenue jusqu'à 2 milles du bateau (36% supplémentaires). Cependant, la gamme d'étendue de l'effort n'excède pas 3 milles puisque les 3% supplémentaires ont été faits en deçà de cette limite.

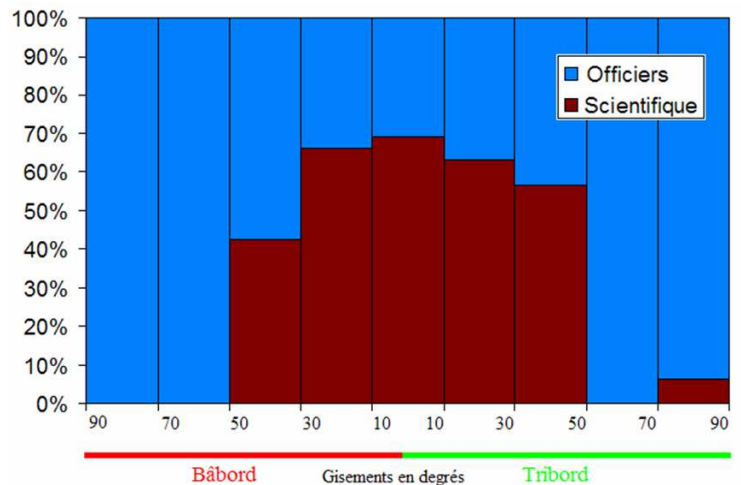


Figure 9 : Comparaison des taux de gisements des détections initiales de grands cétacés par catégorie d'observateurs et par classe de gisement.



Figure 10 : Impacts des zones d'ombres de la passerelle (fond © Alstom) sur les gisements des détections de grands cétacés effectuées par les officiers (gisements en abscisses et pourcentages de détections en ordonnées).

Parmi différents facteurs ergonomique étudiés, notre travail a permis de montrer un impact important des montants de sabord sur la détectabilité des grands cétacés. Ainsi, la Figure 10 montre des lacunes dans les détections pour les gisements de 20° de part et d'autre de l'axe étroitement associées aux zones d'ombre créées par les montants de sabords.

Enfin, sans entrer dans les détails complexes d'une étude éthologique nous avons pu, au cours de nos observations, constater des modifications de comportement chez certains Rorquals (sonde alors que l'animal suivait une route établie, virement de cap ou manifestation aérienne subite). La Figure 11 présente l'évolution du taux de changement de comportement en fonction de la distance minimale à laquelle le NGV est passé du rorqual, relation confirmée par un test de chi carré ($\chi^2 = 15,737$; D.L. = 3 ; $P < 0,001$).

On constate qu'au-delà de 1,5 MN, 18 % des individus observés changent de comportement et cette valeur augmente peu entre 1,5 MN et 0,5 MN. La valeur s'élève à 33 % entre 0,5 et 0,3 MN et devient forte (62 %) à moins de 0,3 MN. Une analyse quantitative complémentaire des « Résidus Standardisés » (précision du χ^2) permet de connaître précisément le seuil de cette association entre distance et taux de changement de comportement. Elle fait très nettement ressortir la classe des [0 ; 0,3[MN comme zone de modification importante du comportement au passage du NGV ($RS < -1,96$ ou $> 1,96$). Ces éléments méritent d'être confirmés par un travail circonstancié sur le thème, mais permettraient d'ores et déjà de proposer une distance minimale de 0,3 à 0,5 milles nautique à respecter pour éviter une modification comportementale de nature à aggraver les risques de collisions (route en zigzags, fuite hésitante, réaction en sursaut, ...).

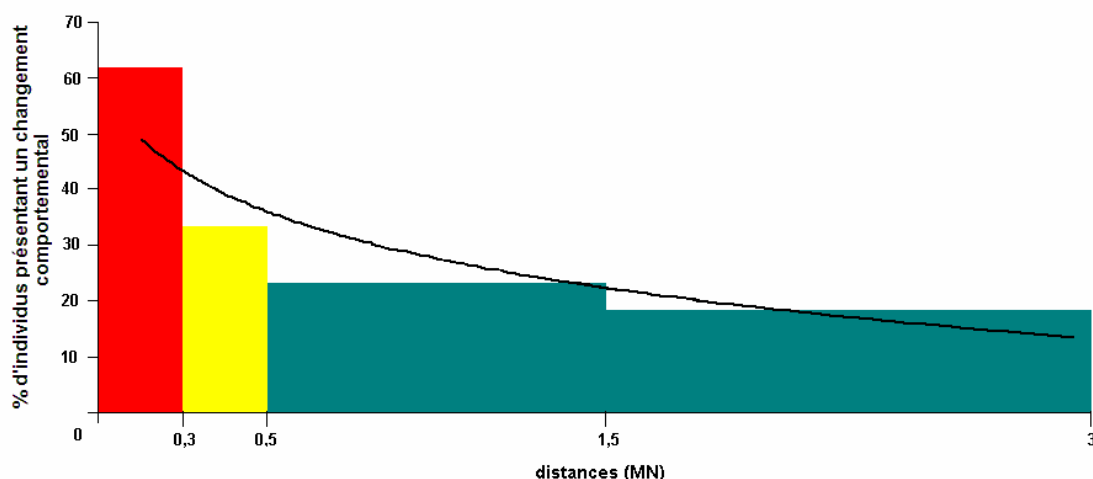


Figure 11: Changements de comportement observés en fonction de la distance (en milles nautiques) de passage entre le NGV et le Rorqual.

323- Préconisations pour limiter les risques de collisions

Les rôles de chaque équipe (scientifique / officiers) à bord impliquent des façons différentes et complémentaires de détecter les grands cétacés en matière de distances et de gisements. Ainsi, les deux équipes se complètent parfaitement sur une **plage de veille utile pour la détection des grands cétacés** caractérisée par des observations échelonnées sur la gamme des éloignements (jusqu'à 6 MN) et la présence des détections lointaines au sein d'un angle ne dépassant pas 30° de part et d'autre du navire (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Un observateur spécialisé à bord de navires de commerce, détaché des impératifs de la navigation et placé stratégiquement pour limiter les impacts ergonomiques, améliorerait ainsi la détectabilité des grands cétacés de jour et, de nuit, constituerait l'opérateur nécessaire à l'optimisation des systèmes de détection nocturnes (amplificateurs de lumière ou systèmes infrarouge). Un tel dispositif permettrait d'améliorer la sécurité à bord des navires rapides et, s'il est étendu à l'ensemble des unités commerciales, contribuerait significativement à une meilleure conservation des populations de grands cétacés¹.

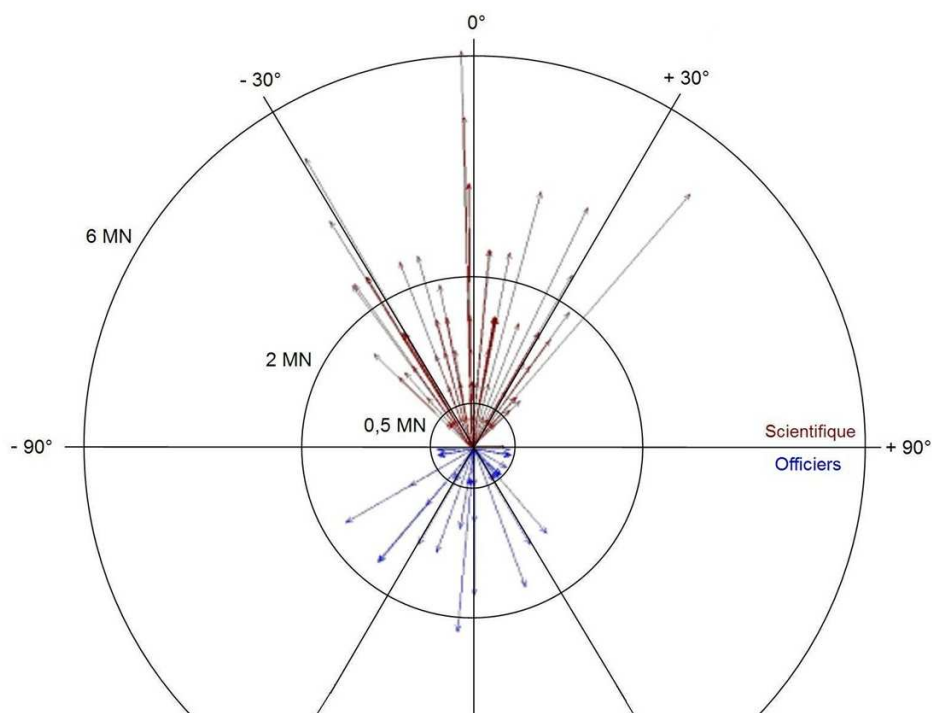


Figure 12 : Gisements et distances des détections de grands cétacés par catégorie d'observateurs. En haut sont représentés les gisements notés par le scientifique et, en bas et inversés, ceux détections par les officiers.

A l'heure où les besoins en connaissance sur l'écologie des cétacés du Sanctuaire Pelagos, mais plus largement de toute la Méditerranée, sont immenses pour proposer des mesures de gestion efficaces et

¹ Les données présentées ici ont été recueillies par force 4 Beaufort. Au-delà, la perturbation visuelle liée à l'état de la mer engendre une division par 2 du nombre de détections sans pour autant remettre en question la complémentarité des deux types d'observation.

cohérentes, ce travail a également montré la capacité de l'observateur spécialisé à mener des travaux de recherche (monitoring des populations de grands cétacés en méditerranée).

Ce travail préconise également la prise en compte du facteur « détectabilité des grands cétacés » dans les études ergonomiques des passerelles des navires (limitation des zones d'ombre dans l'angle de détection utile, placement des principales commandes pour limiter les temps de non veille et dispositif de réglage électrique des sièges pour compenser la profondeur des pupitres, en particulier pour les unités rapides, efficacité des systèmes de nettoyage des sabords pour améliorer les possibilités de détection lointaines des souffles et dos de baleines, placement stratégique des appareils de vision nocturne).

L'étude a également montré qu'un personnel sensibilisé améliorerait très significativement ses facultés à détecter les grands cétacés par rapport aux équipes moins sensibles et contribuait plus volontiers à des programmes de recherche (le nombre de détections de cétacés rapportées sur des fiches d'observation disponibles en passerelle peut ainsi varier d'un facteur 4 !). Ce constat est à la base de la mise en place d'une formation à l'Ecole Nationale de la Marine Marchande depuis 2005 (détaillée dans chapitre suivant).

S'inspirant des systèmes de « ship reporting » existant en Atlantique nord, cette étude débouche également sur un programme de report des positions de grands cétacés (REPCET) entre les navires pour en améliorer leur détectabilité, programme en cours de développement (cf. § 34).

Enfin, dans l'attente de dispositifs efficaces pour limiter les collisions de nuit, il est fortement conseillé de limiter les rotations nocturnes pour les navires à grande vitesse, en particulier pour des raisons de sécurité.

33- Formation à l'Ecole Nationale de la Marine Marchande (ENMM) de Marseille intitulée « Navigation commerciale, cétacés et collisions : Quels enjeux, comment limiter les risques ? »

331- Raisons du dispositif

Depuis 2005, pour faire face au risque de collisions, l'alliance entre notre équipe de recherche et les compagnies de navigation a donné jour à une formation du personnel de quart (en activité et en devenir) navigant en Méditerranée. Ce dispositif gratuit a lieu chaque année à l'Ecole Nationale de la Marine Marchande de Marseille et est ouvert aux personnels des compagnies de navigation commerciale. Il se base sur les constats suivants :

- Les personnels de quart sensibilisés à la problématique des collisions affichent de meilleures performances en matière de détection des grands cétacés,
- Des protocoles permettant de limiter les risques de collision existent (cf. § précédent) mais doivent trouver un vecteur pour être diffusés,
- Les compagnies de navigations concernées par le développement durable sont demandeuses d'informations globales sur l'écosystème marin et les impacts de leur activité,
- De nouvelles approches fédératrices doivent être engagées pour développer les relations entre la navigation commerciale et les gestionnaires de l'environnement en Méditerranée.

332- Intérêt du dispositif pour les compagnies de navigation et les ports

- Amélioration de la sécurité du bord (pour le cas des navires rapides),
- Promotion de la politique de développement durable de la compagnie et diminution des impacts négatifs matière d'image lorsqu'une baleine ramenée jusqu'au port sur le bulbe d'étrave.
- Limitation des risques sanitaires et des coûts liés à l'élimination de l'animal mort

333- Intérêt du dispositif pour les populations de grands cétacés et les gestionnaires de l'environnement

- Limitation de la mortalité liée au risque de collisions
- Dynamisation des collaborations avec les compagnies de navigation pour contribuer aux programmes de recherche (rapports de données écologiques sur les cétacés croisés par le personnel de quart).

334- Contenu, intervenants, partenaires et inscriptions

Le Tableau 1 présente le contenu et les intervenants de la formation 2007 et la Figure 13 l'affiche de communication et les partenaires de l'action. Les inscriptions se font auprès de Souffleurs d'Ecume (www.souffleursdecume.com)

Tableau 1 : Programme de la formation 2007

Thème	Sous-thème	Début	Fin	Intervenant	Organisme de dépendance	Contact
Accueil des participants		8h00	8h30			
La mer Méditerranée		8h30	9h50	Dr Alain RIVA	Institut Océanographique Paul Ricard	ariva@institut-paul-ricard.org
Les cétacés de Méditerranée		10h00	11h30	Pascal MAYOL	Souffleurs d'Ecume	pmayol@souffleursdecume.com
La navigation commerciale en Méditerranée nord occidentale : caractéristiques et juxtaposition avec les habitats des cétacés		11h40	12h00	Dr Nathalie Di Meglio	EcoOcean	nathalie.di-meglio@wanadoo.fr
Le Sanctuaire Pelagos et les outils juridiques de protection des cétacés		12h10	12h30	M. Philippe ROBERT et Mlle Delphine MAURICE	Secrétariat Permanent du Sanctuaire Pelagos	philippe.robert@espaces-naturels.fr
12h40 REPAS (le Yachting, Pointe Rouge / pris en charge par Souffleurs d'Ecume)						
Les collisions	L'expérience d'un Commandant, les enjeux pour les compagnies, pour la sécurité des navires rapides et des passagers	14h10	14h55	Cdt Frédéric CAPOULADE	Armateurs de France	fredcap@wanadoo.fr
	Les impacts sur les populations de cétacés	15h00	15h45	Pascal MAYOL	EPHE / Souffleurs d'Ecume	pmayol@souffleursdecume.com
Café						
Les collisions (suite)	Comment limiter les risques ?	15h50	16h35	Pascal MAYOL	EPHE / Souffleurs d'Ecume	pmayol@souffleursdecume.com
Les impacts acoustiques de la navigation sur les cétacés de Méditerranée		16h40	17h40	Dr Olivier ADAM	Université de Paris XII	adam@univ-paris12.fr
Les fiches d'observation CIESM		17h45	18h00	Pascal MAYOL	Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE)	beaubrun@crit.univ-montp2.fr

NAVIGATION COMMERCIALE CÉTACÉS ET COLLISIONS

Quels enjeux ?
Comment limiter les risques ?



Formation du personnel des compagnies
navigant en Méditerranée nord-occidentale
et des élèves officiers de 5^{ème} année

Le 2 février 2007

ÉCOLE NATIONALE DE LA MARINE MARCHANDE DE MARSEILLE

Renseignements et inscriptions :
www.souffleursdecume.com
04 94 69 44 93



Figure 13 : Affiche de présentation de la formation 2007

34- Programme REPCET

341- Description générale

Nommé REPCET (REPort CETAceans system), un autre outil, en cours de développement, utilisera la densité du maillage créé par la navigation en Méditerranée française pour améliorer la « détectabilité » des grands cétacés depuis les unités de transports réguliers par le biais d'un réseau informatisé (Figure 14).

Un dispositif préliminaire de report des positions de grands cétacés par Internet et INMARSAT C avait été testé entre 4 navires de commerce par Capoulade et Mayol (2004). Suite aux résultats positifs de cette expérience, il a été décidé de développer ce concept pour déboucher sur la création d'un outil de limitation des risques de collision.

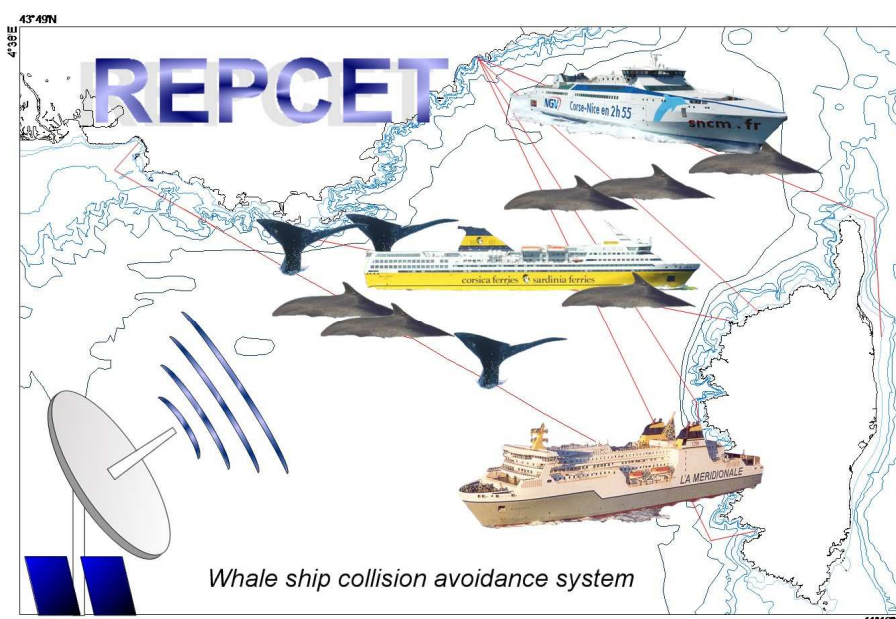


Figure 14 : Schématisation du dispositif REPCET appliqué au Sanctuaire Pelagos. © Souffleurs d'Ecume

Le projet vise au développement d'un logiciel couplé à une base de données et un Système d'Information Géographique (SIG) à l'usage de la navigation commerciale régulière sur le secteur français de Pelagos, extensible aux trois pays puis à l'ensemble de l'aire ACCOBAMS à moyen terme. Le principe est simple et se base sur les éléments suivants : le personnel de quart, entraîné à la détection et à la reconnaissance des grands cétacés dans le cadre de la formation à l'Ecole Nationale de la Marine Marchande de Marseille susmentionnée, transmet à un serveur les positions des grands cétacés au moment de leur détection, via le réseau internet disponible en mer par satellite ou INMARSAT. Les positions ainsi transmises sont automatiquement cartographiées puis renvoyées en temps réel à l'ensemble des navires réguliers sur zone, les bords étant équipés d'un dispositif de lecture des cartes (intégré au logiciel de navigation). La navigation commerciale régulière sera ainsi tour à tour « informatrice » et « exploitante » du système REPCET qui permettra aux personnels de quart de connaître les positions des baleines récemment vues sur leur route de navigation.

342- Objectifs

REPCET vise à contribuer à la diminution des risques de collision (diurnes dans un premier temps, puis nocturnes dans un second) entre navires de transports réguliers et grands cétacés :

- par l'amélioration de la détectabilité des grands cétacés grâce à la diffusion en temps réel des positions récemment vues sur les routes de navigation,
- par une dynamisation de l'implication des sociétés de navigation aux travaux du Sanctuaire Pelagos,
- par la poursuite de la sensibilisation du personnel de quart à la problématique des collisions,
- et grâce à la synergie entre ce dispositif et les autres mesures mises en place telles que la formation à l'ENMM de Marseille ou la proposition (à l'étude) d'un observateur spécialisé à bord.

343- Présentation de l'outil

Ce projet de signalisation automatique des positions de grands cétacés nécessite trois éléments principaux :

1. la réalisation d'une interface conviviale entre les navires qui repèrent les animaux,
2. un site internet hébergeant un SIG capable de traiter les informations envoyées par ces navires,
3. un système de restitution des données traitées en temps réel sur le site internet et un système d'alerte à destination des autres navires pouvant opérer dans la zone où des animaux ont été signalés.

Le développement d'une telle interface se fait en plusieurs étapes :

1. définir quelles informations doivent être transmises par le personnel de quart et simplifier au maximum la saisie de ces données (nom de l'espèce vue, position GPS, indications sur son comportement, identité de la personne qui a fait le signalement, etc.)
2. définir quelles informations peuvent être envoyées directement du bateau au SIG (position GPS du bateau au moment de la signalisation, heure de la signalisation, vitesse du bateau, cap suivi, données météo, etc.),
3. définir les étapes du traitement des données qui parviennent au SIG et en particulier la capacité pour celui-ci de fournir en retour des informations dont la fiabilité diminuera nécessairement au cours du temps,
4. définir quels modes d'alertes seront mis en place à destination des autres navires opérant dans la zone,
5. prédéfinir des possibilités d'évolution du système (e.g., intégration de données acoustiques).

Enfin, il serait intéressant que le SIG qui gère ces signalisations en temps réel soit aussi capable, par des requêtes en ligne, de fournir différentes « statistiques » ou informations sur la biologie et l'écologie des espèces observées.

343- Partenaires (ouvert à d'autre) et comité de pilotage

<u>Expertise scientifique et technique</u>			
Nom de l'organisme	Description et compétences	Rôles dans le projet	Personnes ressource
Souffleurs d'Ecume (Association loi 1901)	Organisme à caractère scientifique agréé pour la conservation de l'environnement. Personnel diplômé, spécialisé en céologie méditerranéenne. Partenaire du Sanctuaire Pelagos, travaille en collaboration avec l'ACCOBAMS. Responsable de la formation à l'Ecole Nationale de la Marine Marchande de Marseille : « Navigation et collisions : quels enjeux, comment limiter les risques ». www.souffleursdecume.com	Porteur du projet. Expertise technique en matière de détectabilité des cétacés depuis les navires de commerce (problèmes d'ergonomie, protocoles de veille), spécialement pour le cas des unités rapides. Relations avec les partenaires et gestion administrative.	Pascal MAYOL, Directeur
Ecole Pratique des Hautes Etudes	Etablissement d'enseignement public. Le Laboratoire de Biogéographie et d'Ecologie des Vertébrés (Montpellier) dispose d'une spécialité en écologie des cétacés. www.ephe.sorbonne.fr	Expertise scientifique en matière de céologie méditerranéenne (biologie, écologie et comportement) et de détectabilité des cétacés depuis les navires de commerce et intérêt de dispositif pour l'enrichissement des bases de données.	Pierre BEAUBRUN, Dr en écologie, Maître de Conférences.
Armateurs de France (Association loi 1901)	Organisation professionnelle des entreprises française de transport et de services maritimes. http://www.armateursdefrance.org	Expertise professionnelle en matière d'impératifs liés à la navigation commerciale vis-à-vis du dispositif proposé.	Frédéric Capoulade, Cdt 1 ^{ère} Classe de la Marine Marchande.
Université de Nice Sophia Antipolis (Etablissement d'enseignement public)	Laboratoire Environnement Marin Littoral avec l'appui du département Sciences Informatiques (SI) de l'Ecole Polytechnique de l'Université (EPU) de Nice. http://portail.unice.fr	Expertise scientifique et technique en matière d'informatique appliquée à l'écologie, relation avec le développeur informatique.	Jean de Vaugelas. Maître de Conf. spécialisé en SIG des biocénoses marines.
Compagnie Méridionale de Navigation (CMN)	Compagnie de navigation. www.cmn.fr	Appui logistique et retour d'expérience.	Cdt Olivier Varin, Chef de l'Armement.
Société Maritime de Navigation Corse Méditerranée (SNCM)	Compagnie de navigation. www.sncm.fr	Appui logistique et retour d'expérience.	Mme Béatrice Alexis, (Sce Sécurité Environnement) et M. Stéphane Denis (Sce Communication)

Soutien officiel

REPCET reçoit le soutien scientifique de Pelagos France ainsi que du Secrétariat Exécutif et du Président du Comité Scientifique d'ACCOBAMS. Météo-France accorde gracieusement la possibilité d'utiliser les données collectées à bord.

Financements

Le comité de pilotage est actuellement dans une phase de recherche de partenaires financiers pour développer le projet.

REPCET est un projet basé sur une technologie simple qui présente l'avantage de pouvoir fonctionner à très court terme, notamment grâce aux partenariats obtenus avec les compagnies de navigation française depuis 1999. Il vient ainsi compléter les actions existantes et celles en cours d'étude. Une fois que le dispositif de liaison entre les navires et le serveur internet sera au point et en action, REPCET pourra évoluer vers plus d'efficacité, notamment de nuit. Il est prévu l'intégration d'un système de détection acoustique passive ou encore la mention de zones dynamiques de concentration potentielle de baleines grâce à des paramètres océanographiques tels que la salinité, la température, la chlorophylle ou la encore la bathymétrie (plusieurs équipes travaillent sur cette thématique). A terme, les informations recueillies devraient également être accessibles aux navires de commerce non réguliers (via INMARSAT Standard C par exemple), accompagnées d'un message d'information sur les enjeux des collisions et la nécessité d'effectuer une veille attentive. Soulignons aussi que, dans le cadre de la mise en place d'un programme de gestion du *whale-watching* en Méditerranée, les opérateurs touristiques formés à la reconnaissance des cétacés pourraient également contribuer à renseigner le dispositif afin d'en améliorer l'efficacité.

REPCET est donc un dispositif évolutif qui contribuera à diminuer les risques de collisions à court terme et qui pourra les limiter très significativement à moyen terme en fonction de l'avancée de nos connaissances. Mais au-delà de ces aspects très pragmatiques, REPCET vise aussi à maintenir et à dynamiser les collaborations essentielles entre compagnies de navigation, chercheurs et gestionnaires de l'environnement.

Enfin, REPCET pourrait aussi trouver des applications en matière de monitoring des grands cétacés qu'il reste à évaluer précisément.

Conclusions générales

Les travaux de notre équipe s'inscrivent dans les recommandations de haute priorité du workshop conjoint ACCOBAMS / Pelagos pour limiter les risques de collision qui s'est tenu les 14 et 15 novembre 2005 à Monaco (ACCOBAMS, 2005) :

- Formation du personnel de quart.
- Mise en place d'observateurs spécialisés indépendants.
- Formation des forces de l'ordre maritime et des gestionnaires du trafic.
- Fournir aux gestionnaires des éléments sur l'abondance spatio-temporelle des baleines.
- Fournir des avis aux navires en présence
- Tester des mesures de limitation des risques au sein du Sanctuaire Pelagos Sanctuaire et du détroit de Gibraltar
- Proposer des routes de navigation à éviter
- Dissuader des traverses nocturnes pour les NGV
- Mettre en place des systèmes d'alerte en temps quasi-réel pour signaler les positions des baleines aux car-ferries.

Le problème des collisions est complexe car confronté à une multitude de spécificité (type de navire et aspect sécuritaire, statut de conservation des populations soumises et mesure de l'impact des collisions, comportement des espèces concernées, statut juridique de la zone touchée, implication et pavillon des compagnies, efficacité des actions menées, ...). La réduction du risque ne se fera donc pas au travers d'une seule action mais par le biais d'un programme global comportant de multiples propositions qui aborderont chacune le thème en un domaine et en des régions ciblés. Ainsi, nos travaux visent à proposer des solutions concrètes et applicables rapidement pour limiter les risques de collision existant entre les grands cétacés et les navires rapides de transport régulier en Méditerranée nord occidentale. La plupart sont pilote et susceptibles d'être adaptés sur d'autres secteurs.

PRINCIPAUX DOCUMENTS UTILISÉS POUR LA REDACTION DE CE DOCUMENT

- ACCOBAMS (2005) – *Report of the Joint ACCOBAMS/Pelagos Workshop on Large Whale Ship Strikes in the Mediterranean Sea*. Monaco, 12-15 November 2005. 35 p.
- ANDRÉ M. (1997) - Background noise from shipping and fishing operations may induce acoustic trauma in marine mammals. *International Council for the Exploration of the Sea, 85th Statutory Meeting, Baltimore, Maryland*. Communication orale.
- ANDRÉ M., DELLOGADA E. et FERNÁNDEZ A. (2001a) – Hearing Loss in Long-Term Low Frequency Sounds Exposed Sperm Whales. *Poster presented for the XIVth Conference of the Society of Marine Mammalogy, Vancouver, November 2001*
- ANDRÉ M., DELORY E. et VAN DER SCHAAR M. (2004a) - A Passive Acoustic Solution to 3D Whale Monitoring. *7th French Workshop on Underwater Acoustics, Sea-Tech Week, Brest, France*. Com. or.
- ANDRÉ M., DELORY E., et VAN DER SCHAAR M. (2004b) - A passive mitigation solution to the effects of human-generated sound on marine mammals. *Policy on Sound and Marine Mammals: an International Workshop*, London, United Kingdom.
- ANDRÉ M., KAMMINGA C. et KETTEN D. (1997a) - Are Low Frequency Sounds a Marine Hearing Hazard : A Case Study in the Canary Islands. *Underwater Bio-Sonar Systems and Bioacoustics Symposium, Loughborough University, UK*. Com. or.
- ANDRÉ M., POTTER J.R., DELORY E., DEGOLLADA E., KAMMINGA C. et VAN DER WEIDE J.A.M. (2001b) – A passive sonar system to prevent ship collisions with cetaceans. *Proceedings of the workshop “collisions between cetacean and vessels: can we find solutions?” of the 15th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Rome, Italie, 6 mai 2001*. ECS newsletter n° 40, Mars 2002, édition spéciale. PESANTE G., PANIGADA S. et ZANARDELLI M. Ed., **40** : 34-40.
- ANDRÉ M., TERADA M. et WATANABE Y. (1997b) – Sperm Whale (*Physeter macrocephalus*) Behaviour Response after the Playback of Artificial Sounds. *Rep. Int. Whal. Comn*, **14** : 499-504.
- BALDACCI A., CARRON M. et PORTUNATO, N. (2005) – Infrared detection of marine mammals. *Résumé du poster présenté à la 19^{ème} conférence de l'European Cetacean Society, La Rochelle, France, avril 2005*. p.101–102. [En ligne] ; consulté le 16 avril 2005.
- BEAUBRUN P., CAPOULADE F., et DAVID L. (2001) – First experiment on the fin whale (Balaenoptera physalus) visual detectability on board of a French high speed craft in the N.-W. Mediterranean Sea. *Poster presented at the 15th European Cetacean Society Conference, Roma, 6-10 may 2001*, **15** : 289-291.
- BEAUBRUN P., CAPOULADE F. & MAYOL P. (2005) - Visual detection of large cetaceans from High Speed Crafts in order to limit the risks of collision: Context, results and applications. *Joint ACCOBAMS/Pelagos workshops on fin whale and collisions*. Monaco, 12 - 15 November 2005 (com. or).
- BONDARYK J.E. (2001) - Benefits and limitations of active sonar for marine mammal ship collision avoidance. *15th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Rome, Italie, 6 mai 2001*. ECS newsletter n° 40, Mars 2002, édition spéciale. PESANTE G., PANIGADA S. et ZANARDELLI M. éd, **40** : 26-33.
- CAPOULADE F. (1998) - *Etude Cétacés-Navires*, Rapport de synthèse du Groupe de Travail Cétacés-Navires de la S.N.C.M., 41 p.
- CAPOULADE F. (1999) – *Présentation des Navires à Grande Vitesse*, [En ligne] ; consulté le 20 février 2003. Adresse URL : <http://perso.wanadoo.fr/fcapoulade>.
- CAPOULADE F. (2001a) – Whales and ferries in Ligurian Sanctuary: Captain's experience and owner's actions. *Proceedings of the workshop “collisions between cetacean and vessels: can we find solutions?” of the 15th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Rome, Italie, 6 mai 2001*. ECS newsletter n° 40, Mars 2002, édition spéciale. PESANTE G., PANIGADA S. et ZANARDELLI M. éd., **40** : 18-25.
- CAPOULADE F. (2001b) – Whales and ferries in Ligurian Sanctuary : Captain's experience and owner's actions. *Proceedings of the workshop “collisions between cetacean and vessels: can we find solutions?” of the 15th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Rome, Italie, 6 mai 2001*. ECS newsletter n° 40, Mars 2002, édition spéciale. PESANTE G., PANIGADA S. et ZANARDELLI M. éd., **40** : 18-25.
- CAPOULADE F. et MAYOL P. (2004) - *Compte-rendu de l'opération REPCET 2004 au Directeur de l'Armement et de la Sécurité Maritime Terrestre de la SNCM*. 4p.
- CLAPHAM P.J. (2001) – Are ship-strikes mortalities affecting the recovery of the endangered whale population off north America? *Proceedings of the workshop “collisions between cetacean and vessels: can we find solutions?” of the 15th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Rome, Italie, 6 mai 2001*. ECS newsletter n° 40, mars 2002, édition spéciale, PESANTE G., PANIGADA S et ZANARDELLI M. éd, **40** : 13-15.
- DEPROSPO DOUGLAS F., MOBLEY JR., JOSEPH R., FORSYTH C.HARLES P., CHINN C., HOM W., SOTO A. et DEAKOS M. (2003) – Using Radar to Detect and Track Humpback Whales : Results of « Project Humpback ». *15th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Greensboro, North Carolina, 2003.
- DELORY E., NAVARRO-MESA J.L. et ANDRÉ M. (2003) - Using Sperm Whale Clicks to Detect Silent Whales. *Proceedings of the 17th Annual Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas de Gran Canaria*, **17**.

- DI-MÉGLIO N. et DAVID L. (2006) – Etude préliminaire du trafic maritime en vue d'une meilleur gestion de son impact dans le Sanctuaire Pelagos. 3^{ème} Journée Nationale Pelagos, 4 mars 2006, Hyères. Com. or.
- FARSOUNDER (2006) – *Farsounder, a whole new vision underwater*. Site internet de la société Farsounder Inc. [En Ligne] ; consulté le 27 mars 2006. Adresse URL : <http://www.farsounder.com/>
- PANIGADA S., PESANTE G., ZANARDELLI M., CAPOULADE F., GANNIER A. et WEINRICH M.T. (2006) - *Marine Pollution Bulletin*. **52** : 1287–1298.
- NOWACEK D.P, JOHNSON M.P et TYACK P.L. (2004) - North Atlantic Right Whales (*Eubalaena Glacialis*) Ignore Ships But Respond To Alerting Stimuli, *Proceedings of the Royal Society of London - B - Biological Sciences*, **271** : 227-232.
- MAYOL P. (2005) - Enjeux des collisions entre grands cétacés et navires de commerce en Méditerranée et moyens de limiter les risques. *Actes des 4ème Rencontres Régionale de la Mer. Atelier n°1 (Ports – Transports maritimes – Sécurité Maritime)*. 15 novembre 2005, Marseille. **4** : 19-21
- MAYOL P., CAPOULADE F., BEAUBRUN P. (2004) – Déteçtabilité Visuelle des Grands Cétacés à Bord des Navires à Grande Vitesse (NGV) pour Limiter les Risques de Collision. Journées Nationales PELAGOS, Hyères-les-Palmiers, 7 et 8 mai 2004. 1 : 20 et com. or.
- MAYOL P., CAPOULADE F. & BEAUBRUN P. (2005) – Comment améliorer la Déteçtabilité Visuelle des Grands Cétacés depuis les NGV pour limiter les Risques de Collision ? *Sciences et technologies marines du futur : Un enjeu pour la Méditerranée (Toulon Var Technologie)*. 19 mai 2005, Marseille. Poster.
- PORTER L.J. (2001) - Mobile marine protected areas: a solution to conserving a dynamic dolphin population in an energetic ecosystem. *Proceedings of the 15th annual conference of the European Cetacean Society*, Rome, Italy, 6-10 May 2001, **15** : 199.
- ROUSSEL E. (2002) – Disturbance to Mediterranean cetaceans caused by noise. In: G.L Notarbartolo di Sciara (Ed.), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: States of knowledge and conservation strategies*. Rapport du Secrétariat ACCOBAMS, Monaco, Février 2002. Section 13, 18p
- ROUSSEL E., BEAUBRUN P., DAVID L., DI-MÉGLIO N., AIROLDI S., ZANARDELLI M., NOTARBARTOLO DI SCIARA et coll. (2000) – *Programme POSEIDON (1995-1998) : Distributions des cétacés et des activités humaines en Méditerranée nord-occidentale*. 104p.
- SCOT (Services et Conception de systèmes en Observation de la Terre) (2004) – *Etude du trafic maritime en Méditerranée*. Pour le Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer et la Direction des Affaires Maritimes et des Gens de Mer, 60 p. + annexes.
- SILHER G.K., WARD L.I., CLARKE Lt. R., SHUMACHER K.L. et SMITH A.J. (2002) - *Ship Traffic Patterns in Right Whale Critical Habitat: Year One of the Mandatory Reporting System*. Rapport de U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration ; National Marine Fisheries Service. 10 p. + annexes.