



WWF®

RAPPORT

FR

2016



# CARACTERISATION DU TRAFIC MARITIME ET RISQUES DE COLLISIONS AVEC LES GRANDS CETACES DANS LE SANCTUAIRE PELAGOS







# CARACTERISATION DU TRAFIC MARITIME ET RISQUES DE COLLISIONS AVEC LES GRANDS CETACES DANS LE SANCTUAIRE PELAGOS

---

Thea Jacob et Denis Ody, WWF-France

A partir des travaux et du rapport de Quiet Oceans et Insitut EcoOcéans.



---

## Table des matières

Chapitre I. Contexte, objectifs et approche de l'étude.....	4
I.1. Contexte de l'étude .....	4
I.2. Objectifs de l'étude .....	4
I.3. Zone d'étude .....	4
Chapitre II. Méthode.....	5
II.1. Méthode de caractérisation du trafic .....	5
II.1.1. Données de trafic maritime .....	5
II.1.2. Estimation des distances parcourues .....	7
II.2. Méthode d'évaluation des enjeux de collision .....	7
II.2.1. Indicateur d'enjeu de collision .....	7
II.2.2. Données sur les grands cétacés dans le Sanctuaire Pelagos.....	8
II.2.3. Estimation des nombres d'observations et de « Near Miss Event » .....	10
Chapitre III. Caractérisation du trafic maritime et des enjeux de collision.....	11
III.1. Le trafic maritime dans la zone "ZMPV" .....	11
III.2. Les enjeux de collision dans le sanctuaire Pelagos.....	13
III.2.1. Les enjeux de collision par pays .....	14
III.2.2. Les enjeux de collision par catégories de navires.....	14
III.3. Stratégie de déploiement de systèmes anticollision de type REPCET .....	17
III.3.1. Les enjeux par navires .....	17
III.3.2. Les enjeux par compagnies .....	20
Chapitre IV. Conclusion.....	21
Chapitre V. Bibliographie .....	22

---

## Chapitre I. Contexte, objectifs et approche de l'étude

### I.1. Contexte de l'étude

La mer Méditerranée est un écosystème unique, un des plus dynamiques et sensibles au monde. Mais cet écosystème est aussi l'un des plus menacés. Des populations riches et diversifiées de cétacés utilisent cet habitat fermé. C'est parce que plusieurs espèces méditerranéennes présentent des divergences génétiques avec les populations d'Atlantique que leur conservation doit être renforcée.

Le Sanctuaire Pelagos est la première aire transfrontalière de la Méditerranée destinée à la protection des mammifères marins. Son territoire de 87.500km<sup>2</sup> s'étend bien au-delà de la zone côtière des trois pays, ce qui en fait l'un des plus gros défis de conservation jamais lancé en Méditerranée. Il abrite une grande diversité d'espèces de cétacés qui y trouvent un espace privilégié pour se nourrir et se reproduire, en particulier le Rorqual commun, second plus grand animal sur notre planète.

Trente pourcents du trafic maritime mondial transitent en Méditerranée et le sanctuaire Pelagos connaît également un trafic intense, notamment en été. Les risques de collisions associés à ce trafic important sont significatifs.

Les collisions avec les navires représentent la première cause de mortalité non naturelle pour les grands cétacés. Les rorquals communs et les cachalots communs sont les principales espèces concernées par cette menace. Les globicéphales et autres delphinidés, de par leur plus petite taille et leur vitesse de nage, sont moins impactés. On a observé en Méditerranée que 16 à 20 % des Rorquals communs retrouvés morts ont été tués suite à une collision, et beaucoup d'individus vivant présentent des traces de ces accidents. Les scientifiques estiment ainsi que 8 à 40 Rorquals communs sont tués chaque année dans la seule Méditerranée Nord-Occidentale, ce qui est considérable pour cette population classée comme vulnérable par l'IUCN.

Des travaux scientifiques ont identifié un seuil de vitesse de navigation entre 10 et 13 Nœuds (18 et 24 km/h) en dessous duquel le risque et les conséquences de collisions diminuent sensiblement, soit que les animaux deviennent capables d'éviter les navires, soit que les conséquences de ces collisions ne soient plus létales.

Il n'existe pas à ce jour de système embarqué permettant de détecter automatiquement les cétacés à bord des navires de commerce. La meilleure technologie disponible aujourd'hui pour réduire les risques est le système REPCET. Il permet de mutualiser les observations de cétacés entre les navires équipés du système qui pourront ainsi prendre les meilleures mesures d'évitement.

A moyen terme, l'inscription de la zone du Sanctuaire Pelagos sur la liste des Zones Maritimes Particulièrement Vulnérables permettrait de fournir les bases réglementaires pour une meilleure protection des cétacés vis-à-vis des collisions.

WWF France, WWF Medpo et WWF Italie sont parties prenantes du Sanctuaire Pelagos depuis sa création, et sont des acteurs majeurs au travers des actions de recherche scientifique, de gestion et de gouvernance.

### I.2. Objectifs de l'étude

L'étude vise à répondre aux questions suivantes :

- 1- Quels sont les navires et les affréteurs les plus concernés par l'enjeu collision vis-à-vis du Cachalot et du Rorqual commun ?
- 2- Quel est le risque de collision des acteurs les plus concernés ?

### I.3. Zone d'étude

Deux zones d'étude ont été définies (Figure 1) :

- ✓ Une zone correspondant au Sanctuaire Pelagos au sein de laquelle les risques sont évalués ;
- ✓ Une zone dite "ZMPV" élargit au port de Marseille sur laquelle le trafic maritime est caractérisé.



Figure 1 : Zone d'étude : la zone "ZMPV" est délimitée par les points A, C, D et E ; le Sanctuaire Pelagos est délimité par les points B, C, D et E.

## Chapitre II. Méthode

La méthode est pluridisciplinaire : elle couvre des traitements du type *big data* (II.1. ), des traitements de données biologiques d'abondance des cétacés (II.2. ), des modèles mathématiques et statistiques et traitements cartographiques.

### II.1. Méthode de caractérisation du trafic

La caractérisation du trafic est réalisée à partir d'un jeu de donnée issu du système *Automatic Identification System* (AIS) qui permet de décrire les mouvements des navires pendant une période donnée et identifier les navires présents sur la zone d'étude. Ce chapitre décrit le jeu de données AIS utilisé et détaille les traitements réalisés.

#### II.1.1. Données de trafic maritime

Les données de trafic sont issues des informations AIS (*Automatic Identification System*). L'usage de l'AIS est obligatoire pour les navires de plus de 300 tonnes effectuant des navigations internationales et pour les navires de passagers (International Maritime Organisation 2004) et préconisé pour les navires de taille inférieure (navires de commerce, pêche et plaisance). Les antennes AIS terrestres couvrent des distances de 70 à 90 milles nautiques, ce qui est suffisant dans le cas du périmètre du Sanctuaire Pelagos. Ces données permettent notamment d'obtenir des informations sur la vitesse des navires. Le jeu de données d'origine se caractérise de la façon suivante :

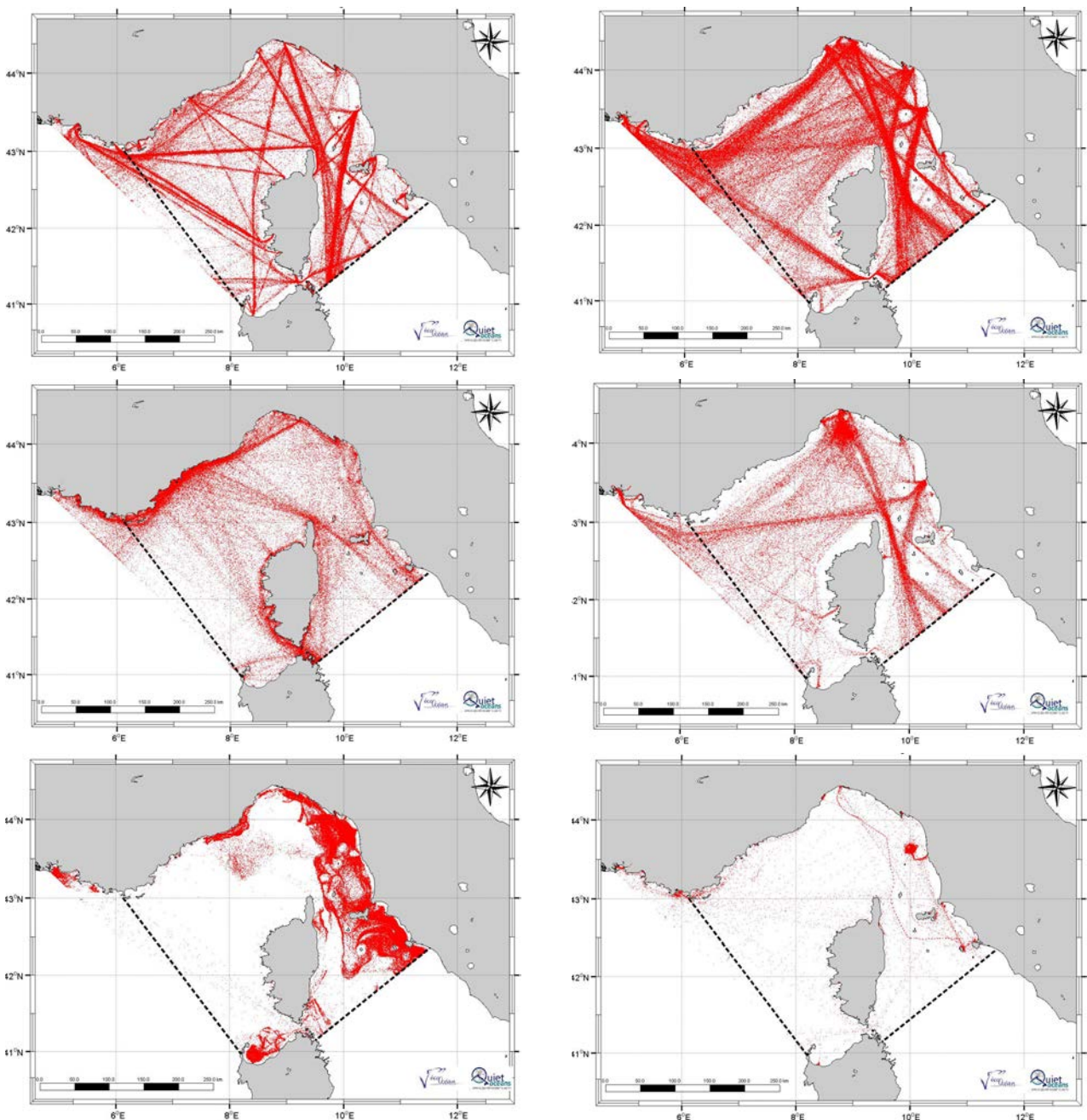
- ✓ Fournisseur : Vessel Finder (Astra Paging)
- ✓ Couverture spatiale : Zone Large "ZMPV"
- ✓ Résolution temporelle : 1 heure
- ✓ Période : 01/06/2013 – 01/06/2015 (réduite à 2014 pour les études d'impacts)
- ✓ Type de navires : Toutes les classes
- ✓ Volume initial : # 1.8 Go (> 14 millions de lignes)

### II.1.1.a. Identification des navires

Les navires sont identifiés via leur MMSI ou IMO (MMSI, numéro d'identification des bateaux, IMO : International Maritime Organisation). Compte tenu de la définition de ces identificateurs, nous privilégions le MMSI dans les traitements ultérieurs, le numéro d'IMO n'étant pas obligatoire pour tous les navires. Les navires sont caractérisés par un ensemble de propriétés qui permettent notamment :

- ✓ de valider leur statut (MMSI incorrect par exemple) ;
- ✓ de catégoriser les navires par activité ;
- ✓ de reconstruire les mouvements de ces navires.

Afin de favoriser une lecture plus simple des jeux de données, Quiet-Oceans a regroupé un certain nombre de catégories par classes ayant une homogénéité en termes d'activités. Les positions brutes par classe de navire sont représentées Figure 2.





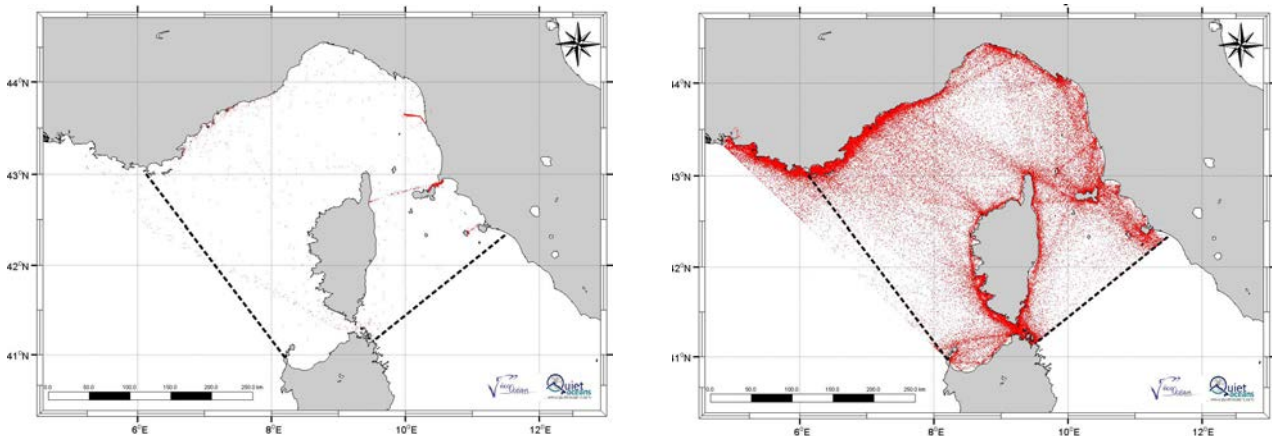


Figure 2 : Distribution des données AIS brutes de janvier à décembre 2014 pour les classes (de gauche à droite et de haut en bas) : navires passagers, cargos, croisière, tanker, pêche, remorqueurs, navires à grande vitesse, et plaisance.

### II.1.2. Estimation des distances parcourues

Le maillage utilisé pour les calculs est celui imposé par les données disponibles pour l'abondance des cétacés soit 0.1° (environ 11 km).

La route de chaque navire est reconstruite à partir des positions AIS fournies toutes les heures. La trajectoire complète est constituée d'une série de sous-trajectoires interceptant chacune une maille donnée. Les distances parcourues sont calculées pour chaque navire identifié dans le jeu de données AIS et pour chaque maille afin de pouvoir estimer des distances cumulées :

- ✓ le jour et la nuit, en été et en hiver ;
- ✓ par catégorie de navire ;
- ✓ de façon spatialisée pour aboutir à des cartes.

L'algorithme de calcul des distances cumulées a été validé selon deux méthodes :

- ✓ Comparaison avec des calculs de distance réalisés par GoogleEarth,
- ✓ Comparaison avec des données réelles transmises par un opérateur maritime.

## II.2. Méthode d'évaluation des enjeux de collision

### II.2.1. Indicateur d'enjeux de collision

L'enjeu collision vis-à-vis des cétacés dépend de plusieurs facteurs :

- ✓ la distance parcourue par les navires ;
- ✓ la vitesse des navires ;
- ✓ la présence des cétacés en surface et leur abondance.

Afin de hiérarchiser les enjeux par navire, un indicateur d'enjeux de collision a été défini. Indépendant de la probabilité de présence des cétacés en surface, il permet de caractériser l'activité maritime selon son risque de collision. On utilise la loi de probabilité de blessure par collision proposée par (Vanderlann et Taggart 2007) appliquée à chaque portion de trajectoire de chaque navire  $v$  dans chaque maille  $m$  traversée. L'indicateur d'enjeux de collision est le produit entre le nombre cumulé de km parcouru dans la maille et la probabilité de blessure létale par collision. Cet indicateur est calculé à partir d'une distance pondérée par le risque de collision (IWTD, Integrated Weighted Travelled Distance) :

$$E(m) = \sum_n \sum_{s=1}^{S(n,m)} D_c(s) \cdot Cs(s) = \sum_n \sum_{s=1}^{S(n,m)} \frac{D_c(s)}{1 + e^{(4.89 - 0.41V_s(s) )}}$$

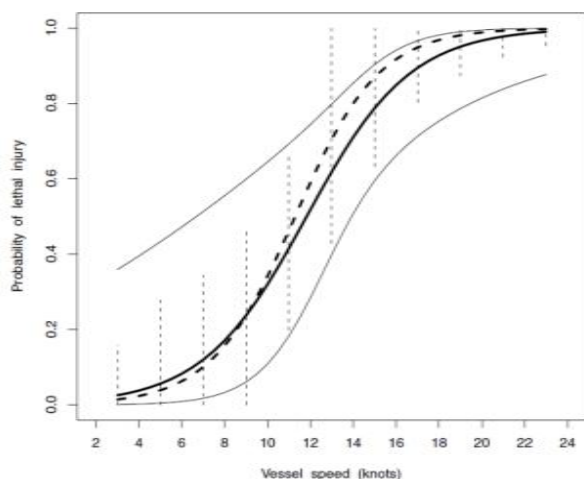


Figure 3 : Probabilité de collision létale en fonction de la vitesse du navire. D'après (Vanderlaan and Taggart, 2007).

### II.2.2. Données sur les grands cétacés dans le Sanctuaire Pelagos

Afin d'identifier les secteurs géographiques préférentiels des deux espèces de cétacés impliqués dans les risques de collision, le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*, ou Bp) et le Cachalot commun (*Physeter macrocephalus*, ou Pm) nous avons utilisé les données estivales existantes sur les 15 dernières années de 8 structures françaises et italiennes (Delacourtie, et al. 2009), aboutissant à une carte de référence sur le taux de rencontre (en surface) de chacune de ces deux espèces. La comparaison avec de récentes publications dans ce domaine montre que ces cartes de références sont toujours d'actualité.

Les taux de rencontre krigés (nombre d'observation.km<sup>-1</sup>, (Delacourtie, et al. 2009)) constituent donc les données de référence utilisées pour l'estimation des risques de collision. Ces données ont l'avantage d'être représentatives, quantitatives, spatialisées avec une résolution relativement fine basée sur une grille régulière de mailles de 0.1° x 0.1° de côté, soit environ 90 km<sup>2</sup> de surface chacune, couvrant l'ensemble du Sanctuaire Pelagos.

Les différentes études hivernales concernant le Rorqual commun et le Cachalot ont été comparées. Ainsi, (Panigada, et al. 2011) ne peuvent pas calculer de densité hivernale par manque d'observations, tandis que Laran *et al.* (soumis) obtient un chiffre global de densité pour le Sanctuaire Pelagos en hiver (Tableau 1). D'après ces auteurs, il est probablement raisonnable d'estimer qu'un tiers de la population estivale de Rorqual commun et la moitié de la population estivale de Cachalot sont présents en hiver.

Face à ce manque de données en période hivernale et au regard de notre objectif, nous avons fait le choix d'utiliser uniquement les données estivales car elles ont une distribution spatiale très semblable à la distribution hivernale. De plus, le fait que l'été constitue la période de plus fortes abondances pour les deux espèces, nous permet de travailler sur l'hypothèse « haute » des risques, comme si les animaux restaient toute l'année dans le Sanctuaire avec la même abondance.

Tableau 1 : Estimation de la densité et des abondances estivales et hivernales de Rorqual commun (corrige pour les biais de disponibilité) dans le Sanctuaire Pelagos. Issu de (Laran, et al. soumis).

Saison	Densité	CV (%)	Abondance (nb d'individus)	95% Confidence Interval	
Hiver	0.002	39%	194	61	658
Été	0.005	24%	594	340	1,075



Tableau 2 : Densité de Cachalot (individual.km-1) avant la correction et après correction de la disponibilité et abondance en hiver et été. Issu de Laran et al., soumis.

Saison	Densité	CV (%)	Densité corrigée pour la disponibilité	Abondance	95% Confidence Interval	
Hiver	0.0003	50%	0.0017	314	96	1,109
Eté	0.0006	71%	0.0030	537	122	2,430

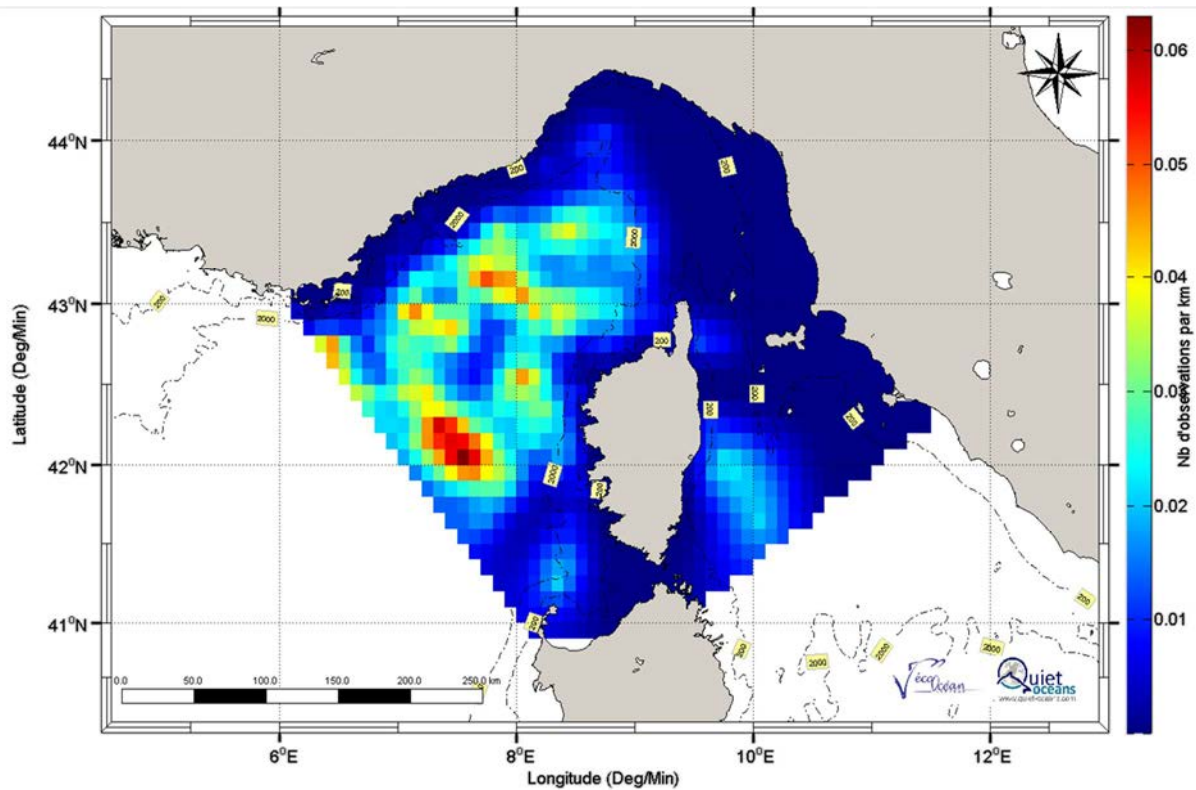


Figure 4 : Carte estivale krigée (non lissée) des taux de contact (nombre d'observation.km-1) du Rorqual commun (Delacourtie, et al. 2009).

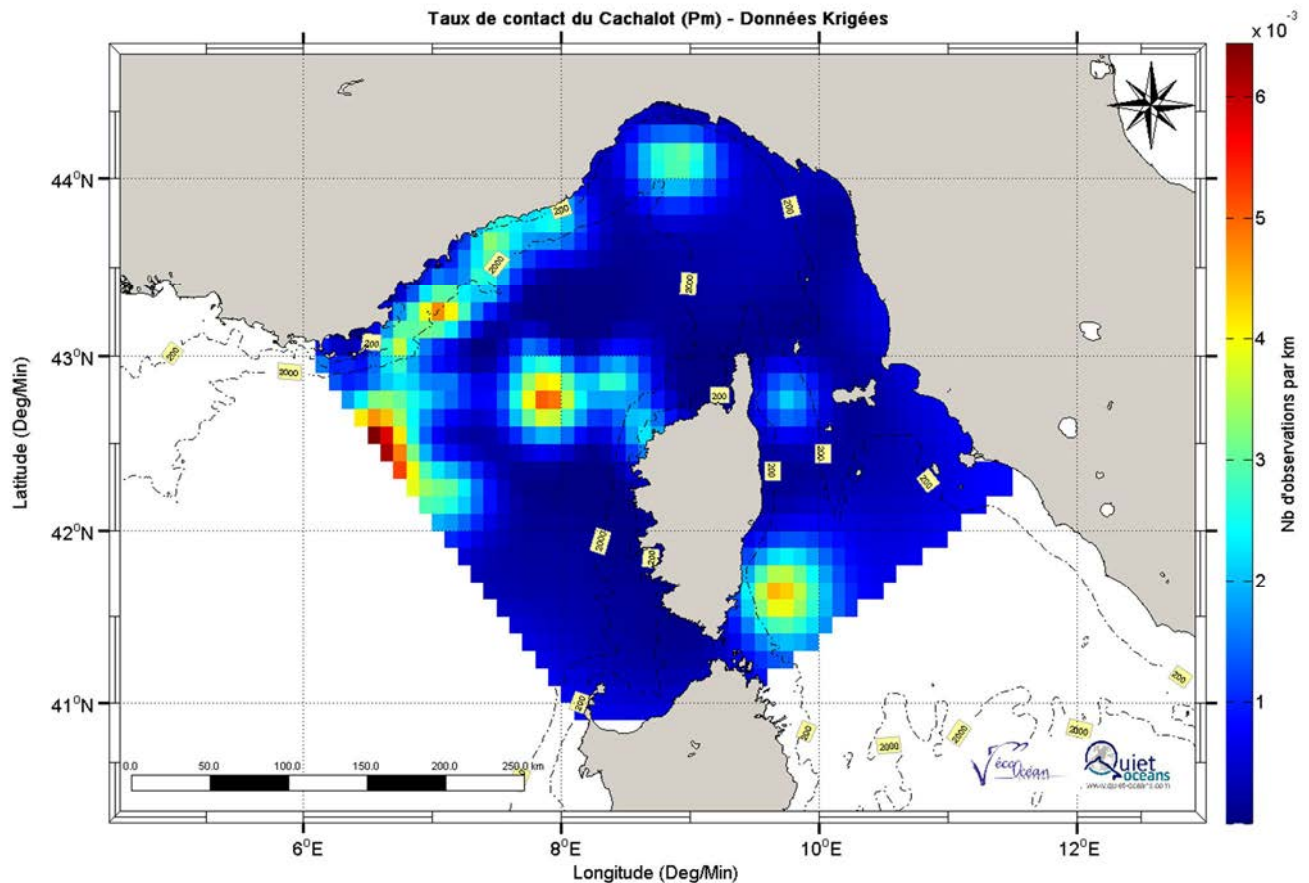


Figure 5 : Carte estivale krigée (non lissée) des taux de contact (nombre d'observation.km<sup>-1</sup>) du Cachalot (Données issues du travail mené par EcoOcéan Institut dans le cadre de l'étude collaborative (Delacourtie, et al. 2009).

### II.2.3. Estimation des nombres d'observations et de « Near Miss Event »

Le risque de collision correspond au nombre de situations où la route d'un navire et d'un cétacés se croisent, situations appelées "Near Miss Event" ou "situation de collision". Ce modèle inclut le taux de contact en surface des cétacés dans Pelagos. Il a été quantifié à l'aide du modèle de Trezenga (Tregenza, et al. 2000) adapté par (David 2005) :

$$N_{NearMissEvent}(v) = \sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^{S(v,m)} \frac{(W(v) + 0.64L)}{1000} \cdot D_c(m) \cdot \frac{A(m)}{F}$$

Les résultats ont été confronté pour validation par des données réelles d'observation fourni par le réseau « Fix Line Transect » (FLT) qui regroupe des organismes qui effectuent des collectes de données scientifiques à partir de plates-formes opportunistes que sont les ferries et selon un protocole standard et commun, coordonné par l'ISPRa. Le nombre de "Near Miss Event" ou "situations de collision" recensés au cours de ces traversées a été comparé au taux calculé pour les navires et trajets correspondants.

### Chapitre III. Caractérisation du trafic maritime et des enjeux de collision

La caractérisation du trafic maritime a été réalisée dans la zone élargie "ZMPV" à partir du jeu de données AIS d'une durée de deux années entre le 01/06/2013 et le 31/05/2015. L'analyse des enjeux de collision repose sur un jeu de données AIS et de distribution des cétacés centré sur le sanctuaire Pelagos et l'année 2014.

#### III.1. Le trafic maritime dans la zone "ZMPV"

Le trafic maritime (navires équipés d'un système AIS) est composé de 13 856 navires différents pendant la période entre le 01/06/2013 et le 31/05/2015, dont 9218 pour la seule année 2014. Il y a donc eu 4 635 navires présents le dernier semestre 2013 et/ou le premier semestre 2015 qui n'ont pas fréquentés la zone en 2014. Une volatilité importante caractérise donc une partie du trafic.

62% des navires fréquentant la zone entre le 01/06/2013 et le 31/05/2015 battent pavillon européen (Figure 6). Ils représentent 75% de la distance totale parcourue par les navires dans la zone. Ce résultat suggère qu'une réglementation européenne peut s'avérer relativement efficace dans cette zone.

La cartographie des nombres de kilomètres parcourus par cellule de 0,1° par 0,1° est fournie Figure 8 pour l'ensemble des navires battant pavillon français, et Figure 9 pour l'ensemble des navires battant pavillon italien. Elles démontrent que le trafic des navires battant pavillons français concerne essentiellement des liaisons entre la métropole et la Corse sur la partie ouest du Sanctuaire. Le trafic des navires italiens concerne les liaisons entre la Corse et la France et l'Italie, les liaisons entre l'Italie et la Sardaigne, et les liaisons côtières le long de la Ligurie et de la Toscane. Le trafic des navires italiens est distribué sur l'ensemble du Sanctuaire.

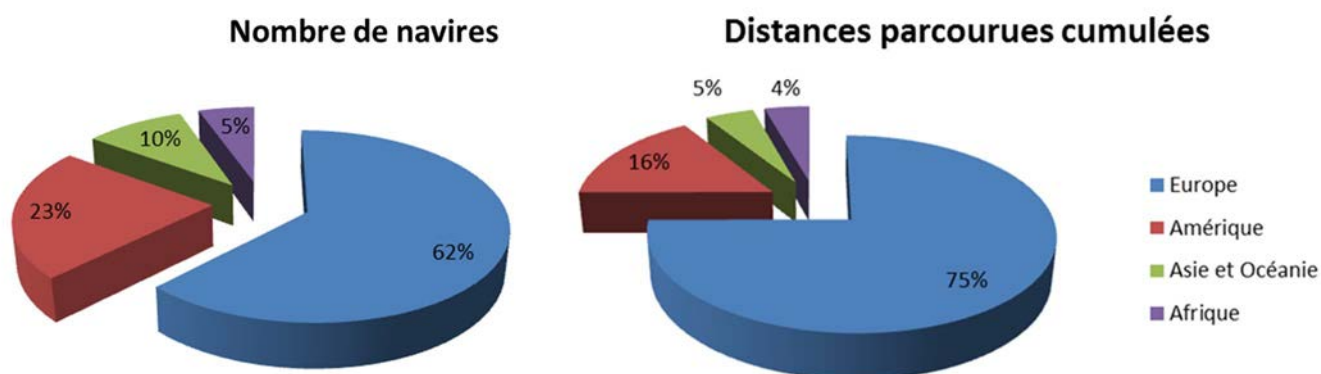


Figure 6 : Fréquentation et distance parcourue par continent dans le Sanctuaire Pelagos entre le 01/06/2013 et le 31/05/2015

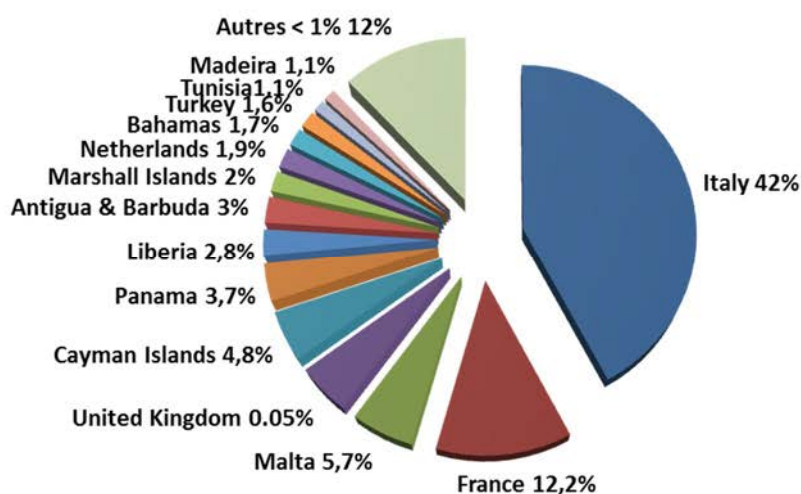


Figure 7 : Fréquentation (en kilométrage) par pavillon dans le Sanctuaire Pelagos en 2014



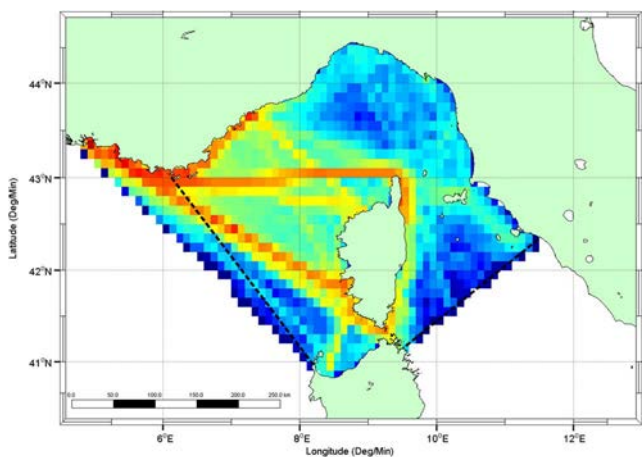


Figure 8 : Distances parcourues des navires battant pavillon français.

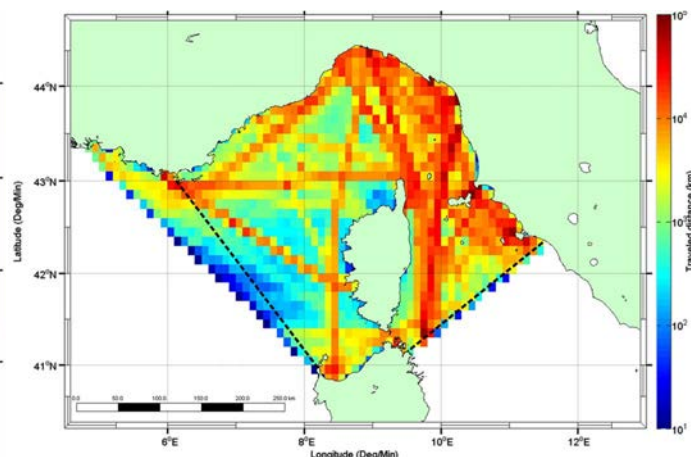


Figure 9 : Distances parcourues des navires battant pavillon italien.

Les navires passagers et cargos parcourent de loin le plus de distance dans la zone, suivis par les navires de croisière et les navires de pêche (Figure 10). Les navires passagers cumulent 34% du cumul des distances parcourues toutes catégories confondues. Les navires cargo cumulent 28% du cumul des distances parcourues toutes catégories confondues.

Le trafic des navires passagers et cargo se distribue de façon très différente, comme le démontre les Figure 11 et Figure 12. Le trafic cargo se concentre principalement sur la partie Est du Sanctuaire entre la Corse et l'Italie et le long des côtes italiennes, monégasques et françaises. Le trafic de passagers, au contraire, est très structuré, autour des liaisons entre les ports principaux de France et d'Italie d'une part, et la Corse et la Sardaigne d'autre part.

La fréquentation du Sanctuaire Pelagos présente une variabilité temporelle (en termes de distances parcourues) importante (Figure 13). Cette variabilité s'explique principalement par l'intensification de l'activité des navires de passagers en été.

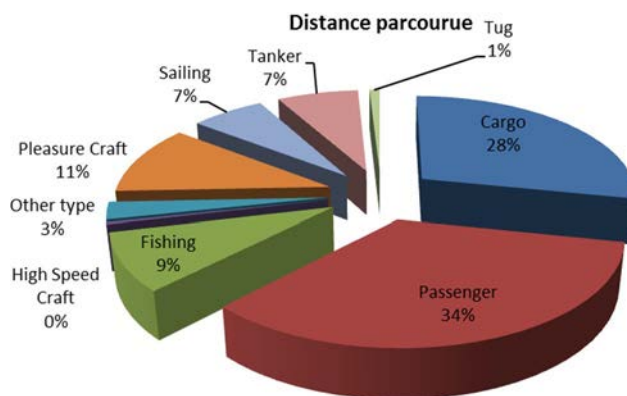


Figure 10 : Distances parcourues par type de navire.

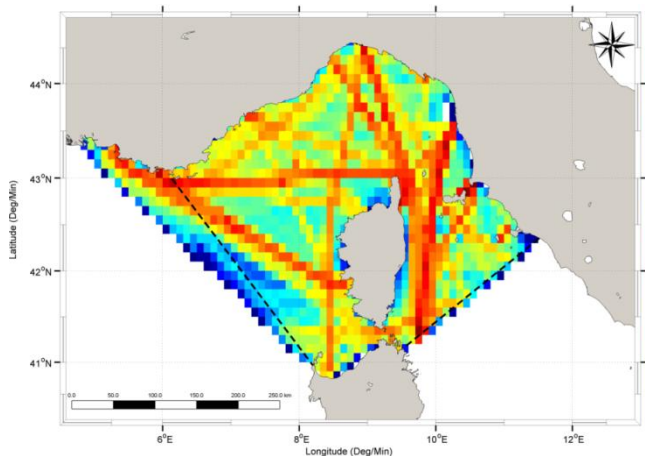


Figure 11 : Distances parcourues par les navires de passagers en 2014.

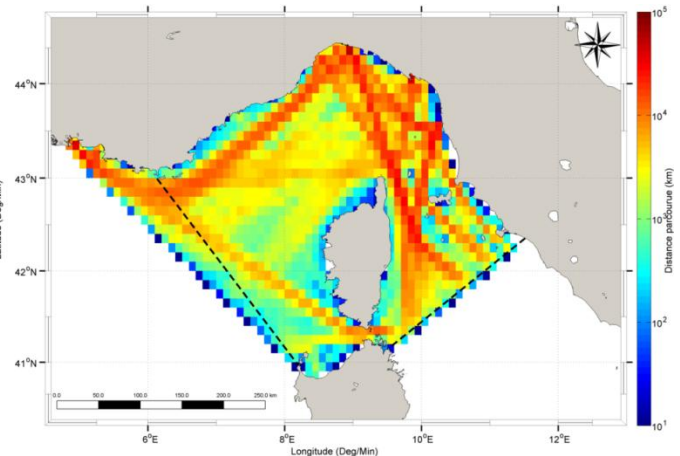


Figure 12 : Distances parcourues par les navires cargo en 2014.

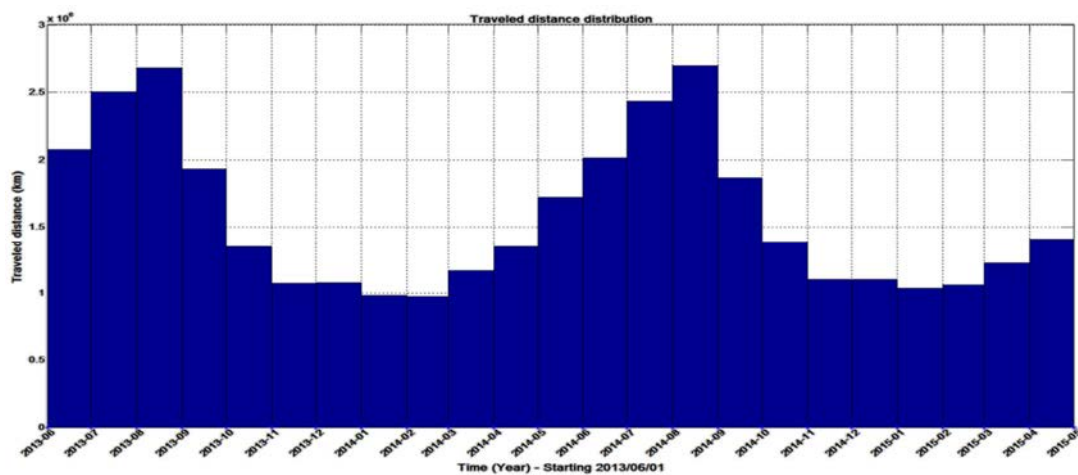


Figure 13 : Variabilité des distances parcourues cumulées pour tous les navires fréquentant le Sanctuaire Pelagos entre le 01/06/2013 et le 31/05/2015 et équipé d'AIS.

### III.2. Les enjeux de collision dans le sanctuaire Pelagos

Plusieurs indicateurs permettent d'identifier les enjeux de collision dans le sanctuaire Pelagos :

- la distance pondérée par le risque de collision (IWTD, Integrated Weighted Travelled Distance) donne une vision globale du risque liée aux caractéristiques principales du trafic (distance, vitesse),
- le nombre de Near Miss Event théorique (NME) s'approche au plus près de l'enjeu collision en intégrant la probabilité de présence des animaux,
- enfin, le nombre de NME de jour permet d'identifier les navires où l'installation du système REPCET serait le plus profitable pour réduire les risques de collision.

De façon globale, l'ensemble du trafic 2014 dans Pelagos a généré une probabilité théorique de collision de 3520 NME dont 3168 pour les Rorquals et 297 pour les Cachalots. La différence entre les deux espèces est liée à leur abondance respective. Ce nombre est très supérieur à celui des collisions connues, même en prenant en compte une sous-estimation probable de ce chiffre (entre 8 et 40 rorquals par an). Cela s'explique en partie par le fait que le calcul des NME théoriques est fondé sur l'abondance estivale des animaux. (faute de données), probablement plus importante qu'en hiver. Mais cela suggère également que les animaux seraient capables d'esquiver les navires, plus que ne pouvaient le laisser penser les statistiques sur les collisions.

Parmi ces 3520 probabilités de collision, 1523 (43%) se produiraient de jour et pourraient être évitées avec des systèmes anti-collisions de type REPCET.

### III.2.1. Les enjeux de collision par pays

Les navires battant pavillons français et italien, deux pays signataires de l'Accord Pelagos, portent plus de la moitié des enjeux globaux de collision (57 % du trafic à risque, Figure 14) . La probabilité théorique de collision est de 1916 animaux par an pour les navires appartenant à ces deux pavillons (Italie : 1263 soit 36% du total ; France : 654 soit 19% du total).

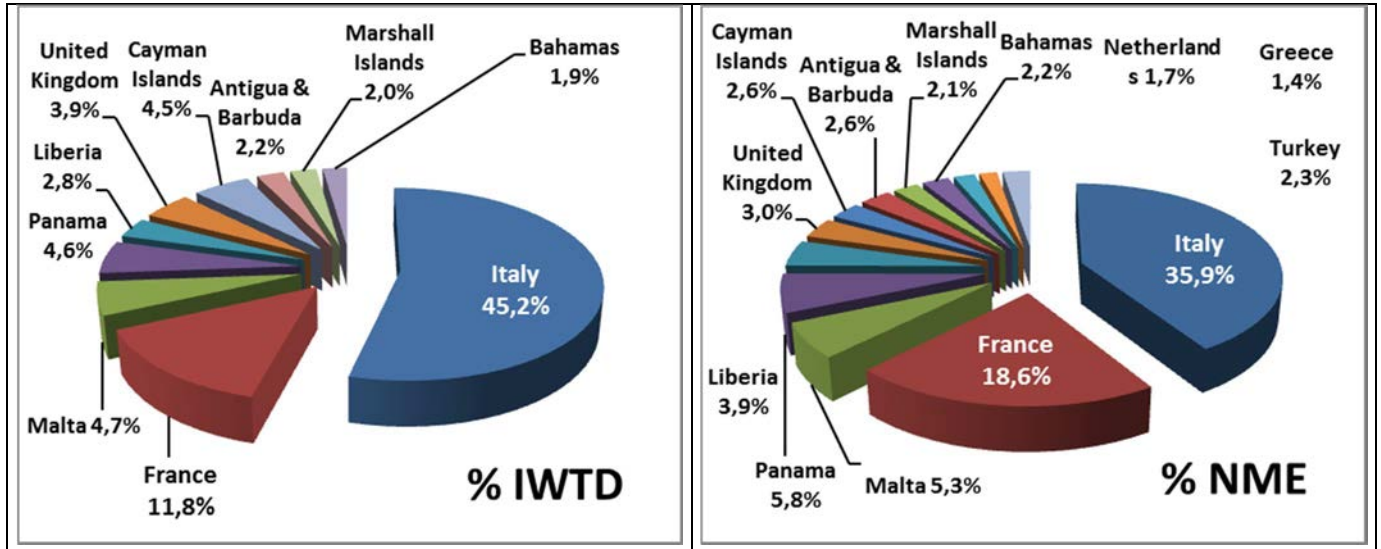


Figure 14 : Enjeux globaux de collision (trafic pondéré par le risque de collision, IWTD) et probabilités théoriques de collisions (NME) par pays.

### III.2.2. Les enjeux de collision par catégories de navires

Ce sont les navires des catégories "passager" et "cargos" qui portent l'essentiel du trafic à risque avec environ 50% du trafic à risque et des collisions théoriques pour les premiers et 30% pour les seconds (Figure 15). Le trafic "passager" est à la fois saisonnier, sa fréquence double en été, et rapide avec des vitesses qui dépassent les 20 nœuds (37 Km/h). Ce résultat suggère que les navires pour lesquels un système d'alerte serait le plus utile sont les navires de passagers en premier lieu, et les cargos en second lieu.

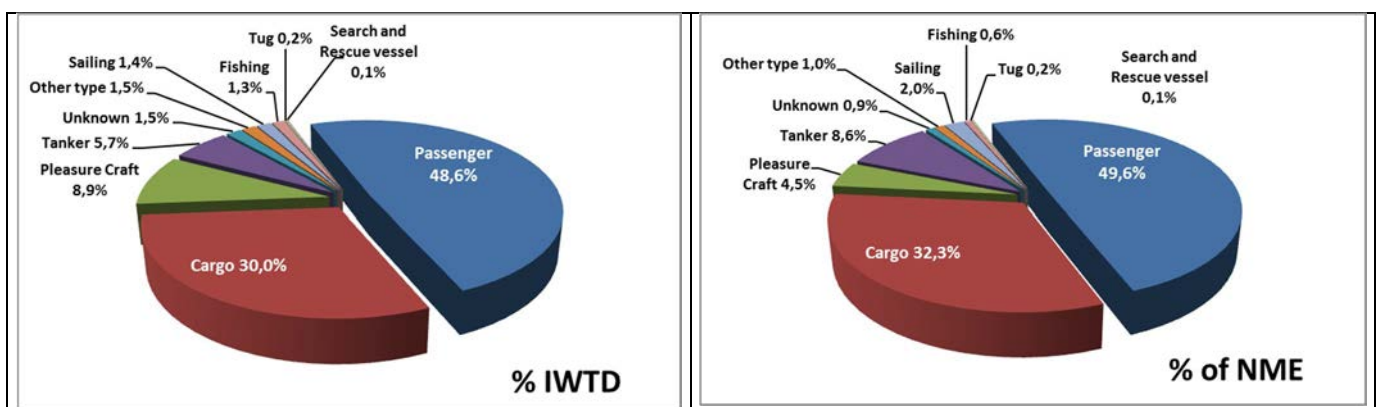
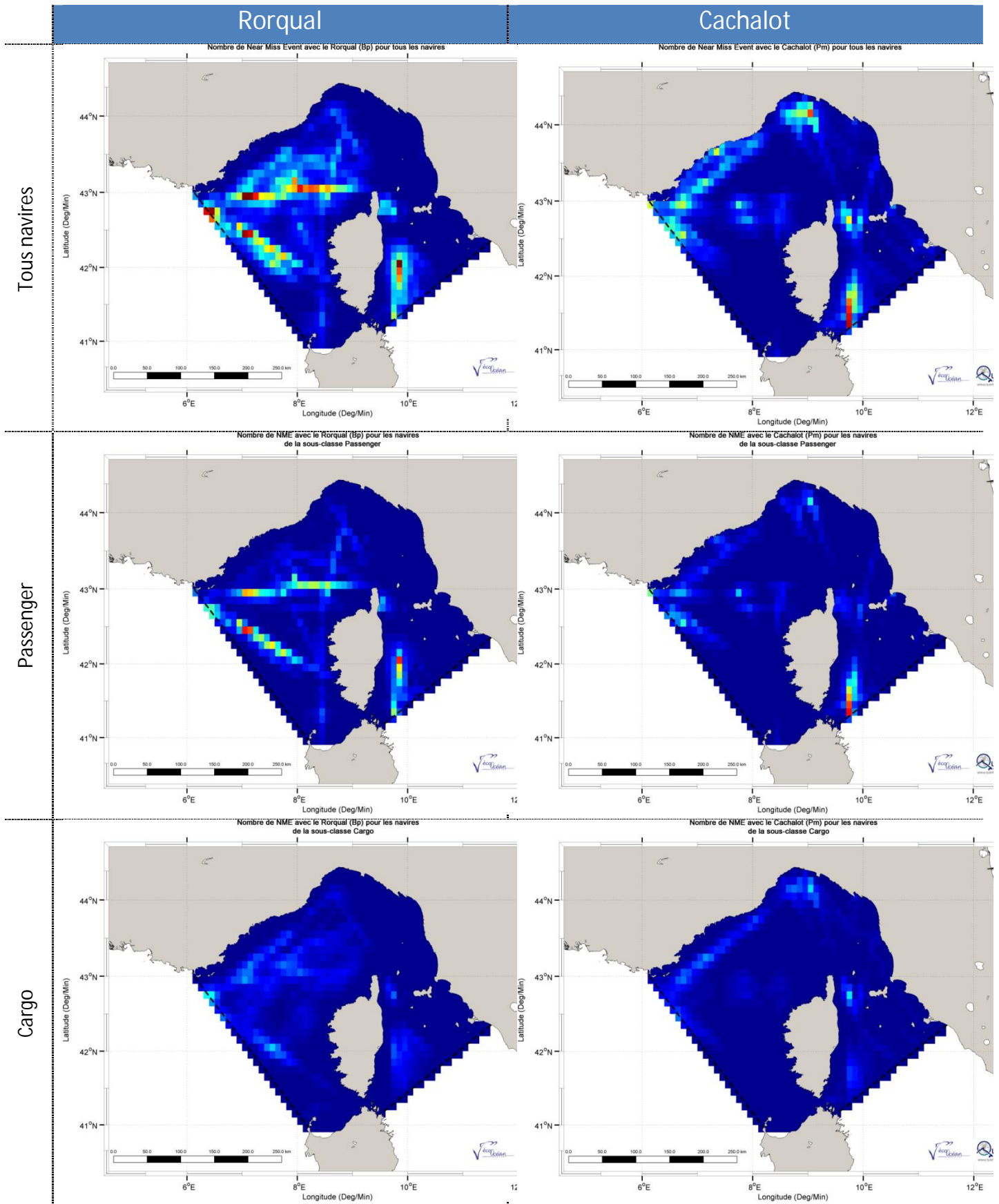


Figure 15 : Enjeux globaux de collision (trafic pondéré par le risque de collision, IWTD) et probabilités théoriques de collisions (NME) par catégories de navires.

Le risque de rencontre dépend de la combinaison entre la fréquentation par les cétacés et les zones parcourues par les navires. La Figure 16 représente le résultat du modèle d'estimation du nombre de NME entre un navire et un Rorqual ou un Cachalot ou un groupe de ces animaux, pour tous les navires confondus et pour les principales catégories de navires fréquentant le Sanctuaire Pelagos en 2014.



Les habitats préférés des Rorquals communs et des Cachalots sont assez similaires, aussi le risque de collision avec l'une ou l'autre espèce est proportionnel à leur abondance relative.



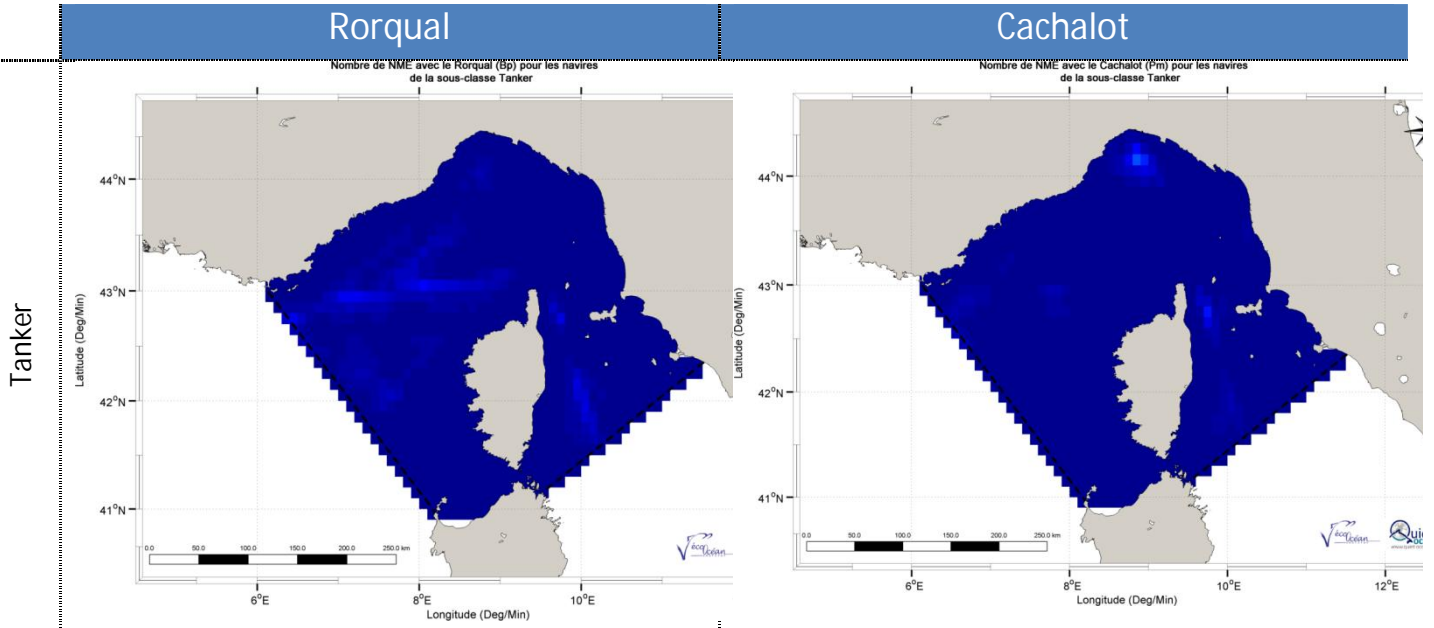


Figure 16 : Probabilité de collisions théoriques (NME) de Rorqual et de Cachalot par type de navire dans le Sanctuaire Pelagos en 2014.

### III.3. Stratégie de déploiement de systèmes anticollision de type REPCET

#### III.3.1. Les enjeux par navires

Les enjeux de collision sont concentrés sur un nombre assez réduit de navires. Si l'on considère l'indicateur global "trafic à risque" (IWTG), 26 navires cumulent 30% du trafic à risque total sur le sanctuaire Pelagos (2014), 84 navires pour 50% du trafic à risque (IWTG).

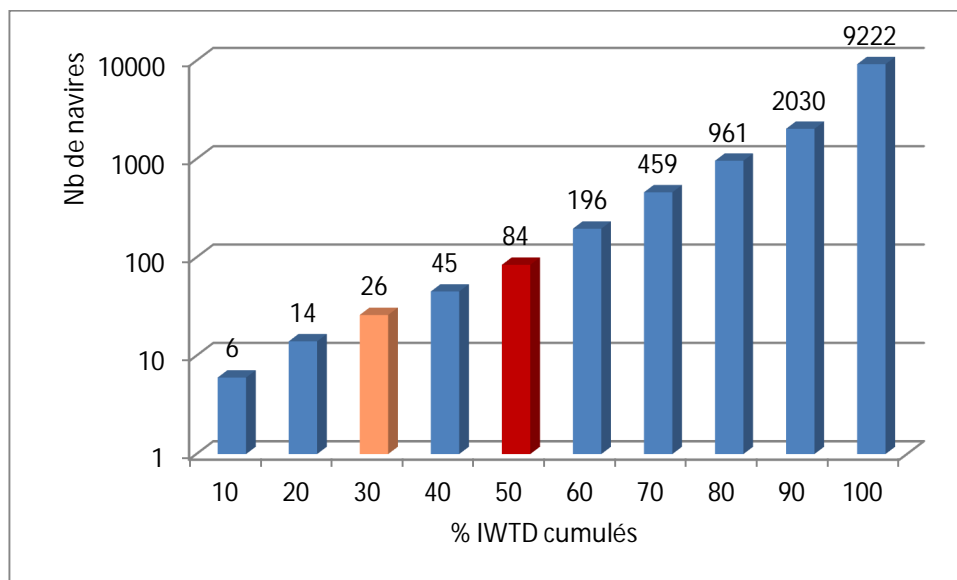


Figure 17 : Nombre de navires en fonction du pourcentage cumulé du "trafic à risque" (IWTG).

Tableau 3 : Principales caractéristiques des navires à plus fort enjeu de collision (30% et 50% du trafic à risque (IWTG)).

30% IWTG - 26 navires	50% IWTG - 84 navires																								
1 Catégorie : "passager"	4 catégories : <table border="1"> <tr><td>PASSENGER</td><td>60</td></tr> <tr><td>CARGO</td><td>22</td></tr> <tr><td>TANKER</td><td>1</td></tr> <tr><td>HIGH SPEED CRAFT</td><td>1</td></tr> </table>	PASSENGER	60	CARGO	22	TANKER	1	HIGH SPEED CRAFT	1																
PASSENGER	60																								
CARGO	22																								
TANKER	1																								
HIGH SPEED CRAFT	1																								
2 Pays : <table border="1"> <tr><td>ITALY</td><td>17</td></tr> <tr><td>FRANCE</td><td>9</td></tr> </table>	ITALY	17	FRANCE	9	10 Pays dont 2 regroupe 75% des navires <table border="1"> <tr><td>ITALY</td><td>51</td></tr> <tr><td>FRANCE</td><td>13</td></tr> <tr><td>TUNISIA</td><td>6</td></tr> <tr><td>PANAMA</td><td>4</td></tr> <tr><td>MADEIRA</td><td>3</td></tr> <tr><td>GREECE</td><td>2</td></tr> <tr><td>UNITED KINGDOM</td><td>2</td></tr> <tr><td>CYPRUS</td><td>1</td></tr> <tr><td>ANTIGUA &amp; BARBUDA</td><td>1</td></tr> <tr><td>LUXEMBOURG</td><td>1</td></tr> </table>	ITALY	51	FRANCE	13	TUNISIA	6	PANAMA	4	MADEIRA	3	GREECE	2	UNITED KINGDOM	2	CYPRUS	1	ANTIGUA & BARBUDA	1	LUXEMBOURG	1
ITALY	17																								
FRANCE	9																								
ITALY	51																								
FRANCE	13																								
TUNISIA	6																								
PANAMA	4																								
MADEIRA	3																								
GREECE	2																								
UNITED KINGDOM	2																								
CYPRUS	1																								
ANTIGUA & BARBUDA	1																								
LUXEMBOURG	1																								
7 Compagnies maritimes : <table border="1"> <tr><td>TOURSHIP ITALIA</td><td>8</td></tr> <tr><td>MOBY SPA</td><td>5</td></tr> <tr><td>SNCM</td><td>4</td></tr> </table>	TOURSHIP ITALIA	8	MOBY SPA	5	SNCM	4	23 compagnies - 10 premières : <table border="1"> <tr><td>GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)</td><td>12</td></tr> <tr><td>TOURSHIP ITALIA</td><td>11</td></tr> <tr><td>MOBY SPA</td><td>9</td></tr> </table>	GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)	12	TOURSHIP ITALIA	11	MOBY SPA	9												
TOURSHIP ITALIA	8																								
MOBY SPA	5																								
SNCM	4																								
GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)	12																								
TOURSHIP ITALIA	11																								
MOBY SPA	9																								



MERIDIONALE DE NAVIGATION, COMPAGNIE, (CMN)	3	COMPAGNIA ITALIANA DI NAVIGAZ	8
COMPAGNIA ITALIANA DI NAVIGAZ	2	SNCM	7
GRANNAVI	2	COTUNAV	6
GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)	2	GRANNAVI	6
		MSC MEDITERRANEAN SHIPPING CO	3
		COSTA CROCIERE SPA	3
		RUSS, ERNST, GMBH & CO. KG	3
		MERIDIONALE DE NAVIGATION, (CMN)	3

Si l'on considère les probabilités de collisions théoriques de jour, 29 navires génèrent 30% des probabilités de collision, il en faut 172 pour atteindre 50% (Figure 18).

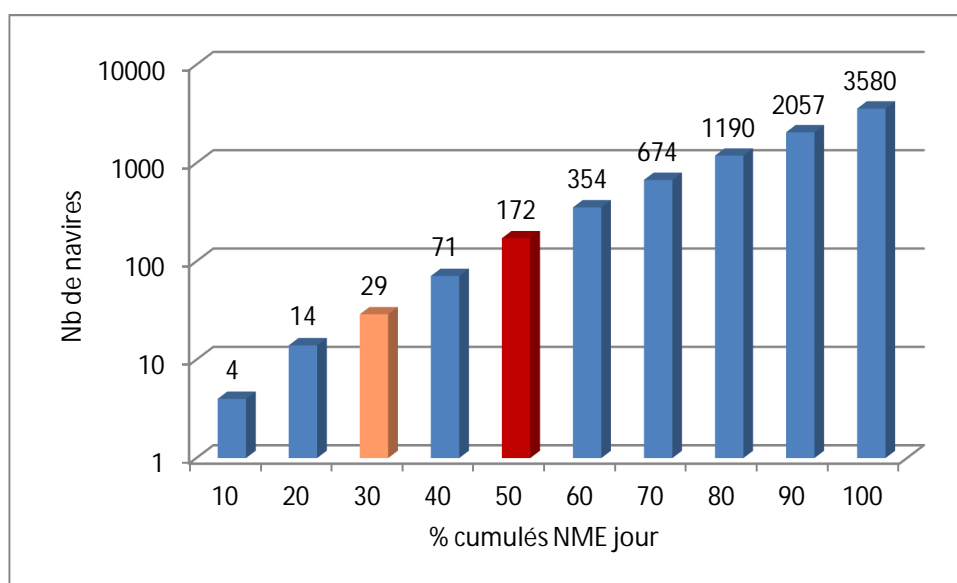


Figure 18 : Nombre de navires en fonction du pourcentage cumulé de probabilité de collision théorique de jour (NME jour).

Tableau 4 : Principales caractéristiques des navires à plus forte probabilité théorique de collision de jour (30% et 50% NME jour).

30% NME jour – 29 navires	50% NME jour – 172 navires
2 catégories :	5 catégories :
PASSENGER 28	CARGO 91
CARGO 1	PASSENGER 66
	TANKER 13
	TUG 1
	SEARCH AND RESCUE VESSEL 1
4 pays :	27 pays (10 premiers) :
ITALY 16	ITALY 53
FRANCE 11	FRANCE 19
UNITED KINGDOM 1	PANAMA 15
GREECE 1	LIBERIA 15
	MALTA 13
	BAHAMAS 9
	ANTIGUA & BARBUDA 8
	TUNISIA 6

	TURKEY	5		
	DENMARK	3		
10 compagnies :			94 compagnies dont 13 avec plus de 2 navires :	
TOURSHIP ITALIA	8		TOURSHIP ITALIA	10
SNCM	7		GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)	10
MOBY SPA	4		MOBY SPA	8
MERIDIONALE DE NAVIGATION, (CMN)	3		MSC MEDITERRANEAN SHIPPING CO	8
GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)	2		SNCM	7
GRANNAVI	1		GRANNAVI	6
STENA LINE SCANDINAVIA	1		MAERSK LINE A/S	5
MINOAN LINES SHIPPING SA	1		COTUNAV	5
ALISCAFI SNAV S.P.A.	1		COMPAGNIA ITALIANA DI NAVIGAZ	5
COMPAGNIA ITALIANA DI NAVIGAZ	1		COSTA CROCIERE SPA	4
			MERIDIONALE DE NAVIGATION, (CMN)	3
			OFFEN C-P	3
			MARNAVI SPA	3

Les navires ayant le risque le plus important se placent dans le quart en haut à droite d'un graphique représentant en abscisse la probabilité théorique de collision de jour, et en ordonnée la distance parcourue "à risque" (IWTD) (Figure 19). Ces navires sont les meilleurs candidats pour la mise en place de systèmes anticollision et sont principalement des navires de passagers.

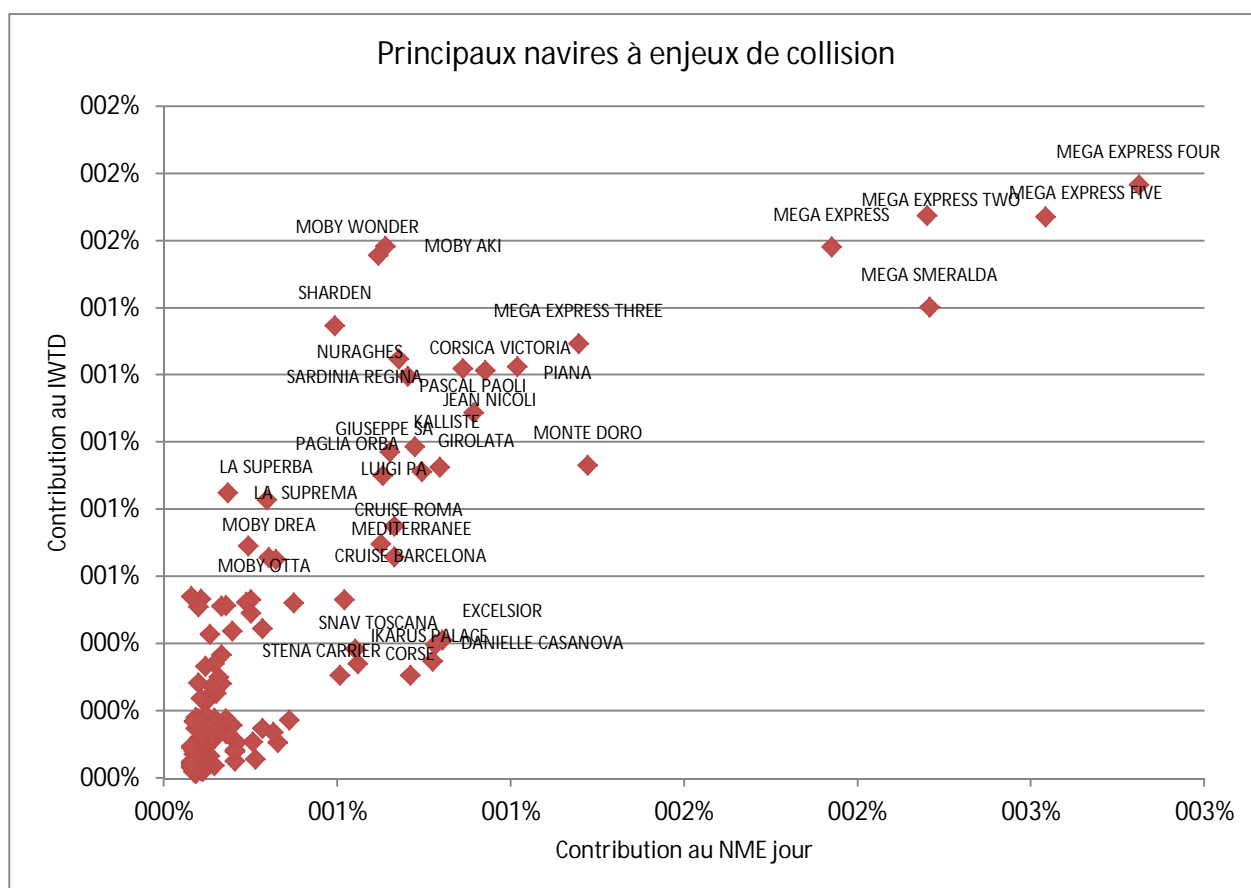


Figure 19 : Identification des navires présentant les risques les plus importants.

### III.3.2. Les enjeux par compagnies

Afin d'identifier les entreprises qui opèrent les navires les plus concernés par les collisions et donc par la mise en place de systèmes anticollision de type REPCET, celles-ci sont placées sur un échiquier croisant d'une part le risque de collision et d'autre part le nombre de navires opérés par l'entreprise (Figure 20). Le nombre de navires opérés par une entreprise est un indicateur de l'investissement que devra faire cette entreprise pour s'équiper. Le risque de collision cumulé par les navires d'une même entreprise est un indicateur de l'efficacité potentielle de la mise en œuvre d'un système de réduction des risques de collisions à l'échelle de l'activité de l'entreprise. Cet échiquier permet d'identifier quatre zones stratégiques :

- ✓ La zone en haut à gauche correspond aux entreprises qui devront effectuer un investissement considérable pour des navires ayant peu de risques ;
- ✓ La zone en bas à gauche correspond aux entreprises qui opèrent peu de navires et contribuant faiblement au risque total ;
- ✓ La zone en haut à droite correspond aux quelques entreprises qui devront effectuer un effort considérable pour équiper toute leur flotte, mais qui auront un impact significatif sur la réduction des collisions ;
- ✓ La zone en bas à droite correspond aux entreprises qui devront effectuer un effort raisonnable pour équiper leur flotte et qui auront un impact significatif sur la réduction des collisions.

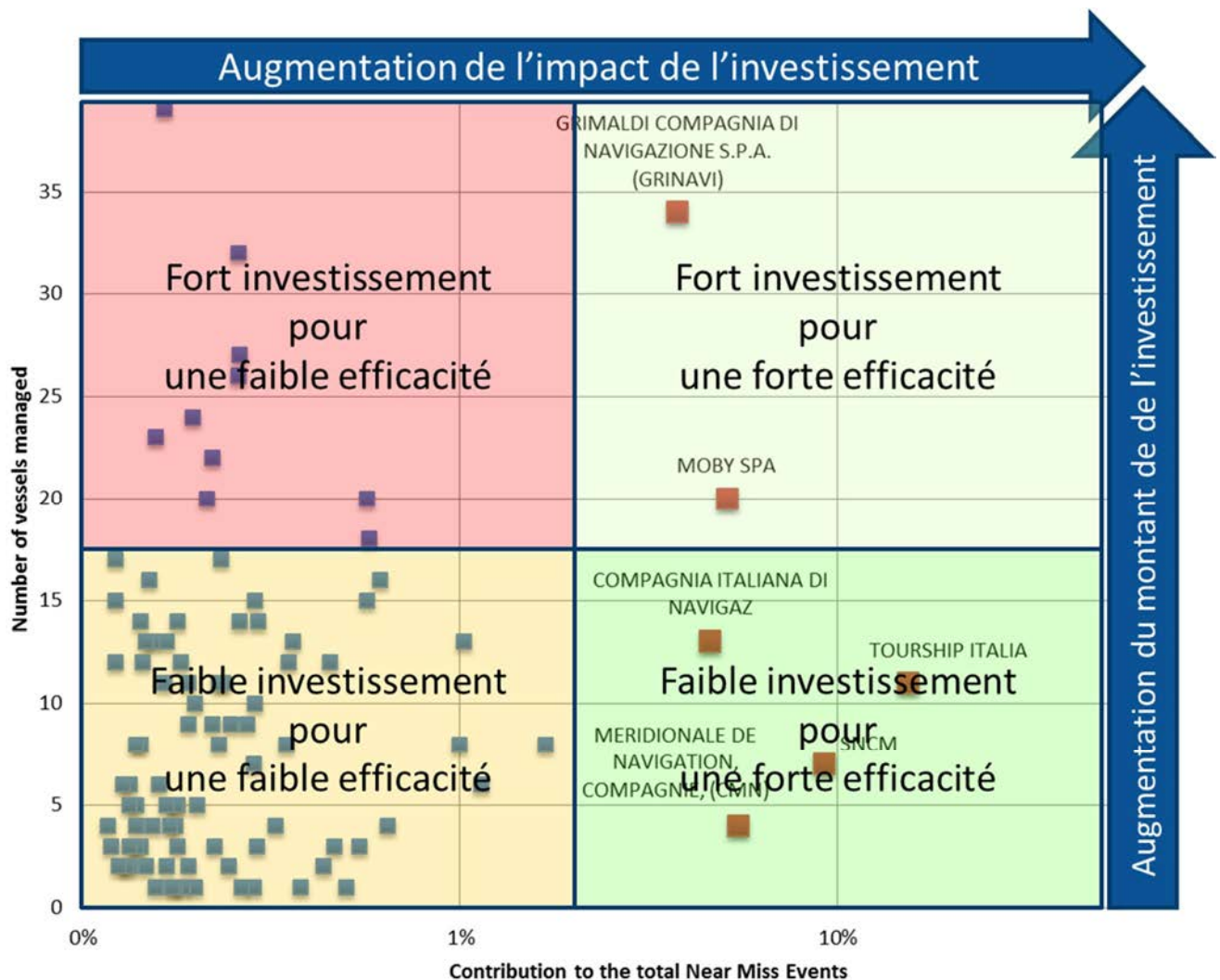


Figure 20 : Analyse stratégique pour le déploiement de systèmes de réduction du risque de collision.



On peut ainsi identifier 7 compagnies qui sont principalement concernées (Tableau 5). Les 96 navires de ces compagnies portent presque la moitié du trafic à risque au sein du sanctuaire Pelagos, et un tiers des probabilités théoriques de collision. Deux de ses compagnies sont françaises, les 5 autres sont italiennes. Les navires de la compagnie "La Meridionale" sont déjà tous équipés du système REPCET. Les navires desservant la Corse dans le cadre de la délégation de service public (DSP) devraient être équipés de ces systèmes selon les termes de la DSP.

Tableau 5 : Les enjeux de collision des 7 compagnies principalement concernées.

Compagnies	Nb navires	% IWTD	% NME jour
TOURSHIP ITALIA	11	13,10%	15,15%
SNCM	7	5,51%	5,94%
MOBY SPA	20	7,81%	3,76%
GRIMALDI COMPAGNIA DI NAVIGAZIONE S.P.A. (GRINAVI)	34	6,65%	3,64%
MERIDIONALE DE NAVIGATION, (CMN)	3	3,13%	2,38%
GRANNAVI	8	3,33%	1,91%
COMPAGNIA ITALIANA DI NAVIGAZ	13	4,82%	1,82%
<b>Totaux</b>	<b>96</b>	<b>44%</b>	<b>35%</b>

## Chapitre IV. Conclusion

Le sanctuaire Pelagos est très sévèrement impacté par le trafic maritime : plus de 18 millions de kilomètres y ont été parcourus en 2014 par des navires équipés du système AIS, soit 460 fois le tour de notre Terre. Si l'on considère une largeur moyenne de 25 m par navire c'est plus de 5 fois la surface totale du sanctuaire Pelagos (87500 km<sup>2</sup>) qui a été couverte par les sillages des navires en une année. Avec un taux de croissance moyen stabilisé de 4 % par an, ce trafic est amené à doubler tous les 17-18 ans.

Ce trafic génère des nuisances pour les populations de cétacés (dérangement, bruit) mais aussi des risques plus sérieux de collisions. Le taux de collision est 3,25 fois plus élevé dans Pelagos qu'ailleurs car ce secteur cumule une forte abondance de cétacés (qui justifie son existence) et un trafic très dense, notamment de desserte des îles françaises et italiennes.

Le modèle de calcul de probabilité théorique aboutit à un nombre annuel de 3520 collisions potentielles (3168 pour les Rorquals et 297 pour les Cachalots). Ce chiffre très supérieur aux estimations réelles suggère une capacité d'esquive de la part des animaux, dont le coût écologique (nourrissage, reproduction, socialisation, etc.) est inconnu mais potentiellement non négligeable.

Si plusieurs milliers de navires ont parcouru le sanctuaire Pelagos en 2014, un assez petit nombre concentre les enjeux de collision. Ainsi une petite centaine de navire porte la moitié du trafic à risque et génère un peu moins de la moitié des probabilités de collision de jour. C'est donc un contexte assez favorable à l'installation de systèmes anticollision de type REPCET.

Pour ces 100 navires, un budget annuel de 360 000 € (3600 € par navire) permettrait de les équiper d'un système anticollision de type REPCET et de réduire de près de 50% les risques de collision. C'est un budget modeste et tout à fait abordable puisqu'il ne représente que 0.01% des coûts opérationnels des navires. Un investissement très rentable en regard des enjeux de conservation et des engagements des états pour la protection des cétacés dans le sanctuaire Pelagos.

---

## Chapitre V. Bibliographie

- Arcangeli, A., et al. «Monitoring ferry : suivi saisonnier des populations de cétacés et validation de l'intérêt de REPCET en termes de monitoring.» Rapport Final du Programme de recherche 2010/2012 de PELAGOS France. GIS 3M / EcoOcéan Institut / ISPRA / CIMA Foundation, 65p, 2012.
- Buckland , S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers, et L. Thomas. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford. 432 p., 2001.
- Comber, F., et al. «Noise impact on sperm whale (*P. macrocephalus*) and Cuvier's beaked whale (*Z. cavirostris*), estimated from the marine traffic.» Report. Convention PELAGOS Sanctuary No.2014-01. pp.94., 2015.
- Couvat, Jérôme, Pascal Mayol, et Delphine Gambaiani. *Étude des déplacements des grands cétacés dans le sanctuaire Pelagos*. Souffleurs d'écume, 2014.
- David, L. «Rorqual commun et transport maritime. Quel enjeu ? Quelles solutions ? Evaluation des zones à risque de collisions entre le rorqual commun et le trafic maritime commercial en Méditerranée nord-occidentale.» CEBC-CNRS, écoOcéan, 2005.
- Delacourtie, Fabienne, Sophie Laran , Léa David, et N. Di-Méglio. *Analyse spatio-temporelle de la distribution des cétacés en relation avec les paramètres environnementaux*. Rapport Final du Programme de recherche 2007/2009 de PELAGOS France. GIS 3M / CRC / EcoOcéan, 2009.
- International Maritime Organisation. *Recommendation on Performance Standards for Universal Automatic Identification System (AIS)*. London: International Maritime Organisation, 2004.
- IOC, IHO, et BODC. *Centenary Edition of the GEBCO Digital Atlas*. CD-ROM on behalf of the Intergovernmental Oceanographic Commission and the International Hydrographic Organization as part of the General Bathymetric Chart of the Oceans. British Oceanographic Data Centre, 2003.
- Laran, S., et al. «Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters: Part I: How many they are in the northwestern Mediterranean Sea (including the Pelagos Sanctuary)?» *Deep sea Resaerch, Part II*, soumis.
- Notteboom, T., et P. Carriou . «Fuel surcharge practices of container shipping lines: Is it about cost recovery or revenue making?» *International Association of Maritime Economists (IAME)*. Copenhagen, Denmark, 2009.
- Panigada, S., G. Lauriano, L. Burt, N. Pierantonio, et G. Donovan. «Monitoring Winter and Summer Abundance of Cetaceans in the Pelagos Sanctuary (Northwestern Mediterranean Sea) Through Aerial Surveys.» *PLOS ONE*, 2011: 6(7): e22878. doi:10.1371/journal.pone.0022878.
- Pettex , E., et al. «Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine.» Rapport final Univ. Rochelle UMS 3462 169p., 2014.
- Souffleurs d'écume. «Présentation générale du système REPCET.» 2015.
- Tregenza, N., et al. «Potential impact of fast ferries on whale populations a simple model with examples from the Canary Islands.» *Proceedings of the 14th Annual Conference of the European Cetacean Society. Cork, Ireland, 2-5 April. 2000*. [http://www.chelonia.co.uk/collision\\_prediction.htm](http://www.chelonia.co.uk/collision_prediction.htm). 2000.
- Vanderlann, A. S.M., et C. T. Taggart. «Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed.» *Mar. Mamm. Sci.* 23 (2007): 144-156.
- Wiesmann, A. «Slow steaming – a viable long term option?» *Wärtsilä technical journal* . 2010.