MONITORING FERRY : SUIVI SAISONNIER DES POPULATIONS DE CETACES ET VALIDATION DE L'INTERET DE REPCET EN TERMES DE MONITORING

-

Convention n°11-011-83400

RAPPORT FINAL

Novembre 2012

Rédigé par :

Antonella Arcangeli[1], Simone Cominelli [2], Lea David[3,6], Nathalie Di-Meglio[3,6], Aurelie Moulins[2], Pascal Mayol[4,6], Luca Marini[5] , Massimiliano Rosso[2], Paola Tepsich[2]

1 ISPRA
2 CIMA Foundation
3 EcoOCean Institut
4 Souffleurs d'Ecume
5 Accademia del Leviatano
6 GIS3M

En partenariat avec :

Corsica Ferries Sardinia Ferries
SNCM
CMN

Programme financé par le Sanctuaire PELAGOS partie française, Ministère de l'environnement français, via le GIS3M.

LES PARTENAIRES DE CETTE ETUDE

Coordinateur :
Antonella ARCANGELI - ISPRA

Aurélie MOULINS, **Simone COMINELLI**, **Massimiliano ROSSO, Paola TEPSICH -** CIMA Foundation

Léa DAVID et **Nathalie DI-MEGLIO** - EcoOcéan Institut

Pascal MAYOL - Souffleurs d'Ecume

Luca MARINI – Accademia del Leviatano

LES PARTENAIRES LOGISTIQUES

Pour les embarquements :

- **Corsica and Sardinia Ferries**

Pour l'installation de REPCET :

- **CMN**
- **SNCM**

AUTRES PARTENAIRES

- **Chrisar Software technologies**

SOMMAIRE

I. CONTEXTE DE L'ETUDE 5

II. SUIVI EN MER DES CETACES, A "GRANDE ECHELLE" TEMPORELLE ET SPATIALE 6

1. OBJECTIFS GENERAUX 6

2. METHODE 7

3. RESULTATS 11
3.1. Fréquence d'observation des cétacés 13
3.2. Analyse spatiale 18
3.3. Etude critique des données collectées 26

4. CONCLUSIONS 34

5. AMELIORATION DU PROTOCOLE 36

6. VULGARISATION SCIENTIFIQUE DE LA PARTIE « MONITORING » 36

III. VALIDATION DE L'INTERET DU SYSTEME REPCET EN TERMES DE MONITORING 38

1. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE 38
1.1. Objectifs 38
1.2. Méthodologie 39

2. RESULTATS 40
2.1. Unités équipées de REPCET durant la période de l'étude 40
2.2. Monitoring 40
2.2.1. Difficultés rencontrées 40
2.2.2. Résultats exploratoires obtenus sur la base des données REPCET 2011 41
2.3. Evaluation des autres objectifs du travail 54

3. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 55

4. BIBLIOGRAPHIE 57

IV. ANALYSES « SITUATION A RISQUE DE COLLISION » 57

V. ANNEXES 59

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Lignes suivies pour le projet Monitoring. 7
Figure 2. Composition des espèces observées sur les deux lignes suivies de mars à mai 11
Figure 3. Taux de rencontre moyens de cétacés et par espèces de mars à mai. 11
Figure 4. Proportions des espèces observées sur les quatre lignes de juin à septembre. 12
Figure 5. Taux moyens de rencontre des cétacés et par espèces sur les 4 lignes en été. 13
Figure 6. Proportions des espèces observées sur les deux lignes suivies de mars à avril 14
Figure 7. Taux moyens de rencontre des cétacés et par espèces sur les deux lignes suivies d'octobre 2011 à avril 2012. 14
Figure 8. Distribution des transects et des distances parcourus en fonction des trois périodes de suivi 16
Figure 9. Cartes de distribution des observations et des taux de rencontre des cétacés 17
Figure 10. Distribution des observations réalisées sur les différentes lignes durant les trois périodes d'étude 18
Figure 11. Cartes de richesse des espèces durant les trois périodes d'étude.. 22
Figure 12. Histogramme des distances perpendiculaires calculées à partir de l'ensemble des données et courbe de probabilité de détection avec ESW obtenu. 23
Figure 13. Histogrammes des distances perpendiculaires calculées à partir des données de chaque ligne et courbes de probabilité de détection avec leur ESW respectifs. 24
Figure 14. Histogrammes des distances perpendiculaires calculées à partir des observations de rorquals communs de TA et NC et courbes de probabilité de détection avec leur ESW respectifs. 25
Figure 15. Histogrammes des distances perpendiculaires calculées à partir des observations de dauphins bleus et blancs de chaque ligne et courbes de probabilité de détection avec leur ESW respectifs. 26
Figure 16. Distances perpendiculaires des dauphins bleus et blancs et des rorquals communs en fonction des classes de hauteurs de pont d'observation des ferries par MMO. 28
Figure 17. Routes proposées pour les comparaisons entre les données récoltées via REPCET et les données récoltées via des observateurs embarqués. 32
Figure 18. Distribution des observations par catégorie de cétacés 36
Figure 19. Distribution des observations de grands cétacés par espèces 36
Figure 20. Distribution des observations de petits cétacés par espèces 37
Figure 21. Nombre d'individus par observation et par espèces 38
Figure 22. Distribution temporelle des observations de rorquals et cachalots 38
Figure 23. Cartographie toutes observations, par type d'observations 41
Figure 24. Cartographie grands cétacés 42
Figure 25. Cartographie petits cétacés 43
Figure 26. Cartographie toutes espèces, d'avril à septembre 44
Figure 27. cartographie toutes espèces, d'octobre à mars 45
Figure 28. Cartographie objets dérivants (dont carcasses de cétacés) 46
Figure 29. Cartographie tous signalements, par contributeur 47
Figure 30. REPCET à bord du Girolata 48
Figure 31. Rorqual commun (femelle) ramené par le cargo « Mont Ventoux » (CMA CGM) dans le port autonome de Marseille le 2 juin 2012. 51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Codification des appellations des lignes suivies pour la partie "Monitoring" 7
Tableau 2. Codification des espèces rencontrées durant l'étude. 11
Tableau 3. Taux de rencontre moyen obtenus sur les transects par ligne suivie. 12
Tableau 4. Tableau récapitulatif des ferries et des MMO utilisé pendant le projet 26
Tableau 5. Sortie des deux modèles linéaires retenus pour les dauphins bleu et blancbleu et blancs et pour les rorquals communs et significativité des deux modèles. 31
Tableau 6. Structures contactées durant l'étude 39
Tableau 7. Unités équipées de REPCET, dates d'installation et trajets. 40

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude s'articule sur deux axes de travail différents et complémentaires : (1) le premier est d'enrichir les connaissances sur les cétacés du Sanctuaire PELAGOS par la mise en œuvre d'un suivi en mer des cétacés à "grande échelle" temporelle et spatiale ; (2) le second a pour objectif de fournir des données pour valider l'instrument REPCET comme moyen pour limiter les collisions entre navires marchands et grands cétacés tout en renforçant la sensibilisation des équipages non adhérents à REPCET.

Concernant l'axe 1), l'étude est basée sur le protocole ISPRA pour le suivi des cétacés à bord des ferries. En 2007, ISPRA et la compagnie maritime «Corsica Ferries Sardinia Ferries» se sont associées pour entreprendre un suivi sur la ligne Civitavecchia-Golfo Aranci. Au vu des résultats très intéressants sur cette ligne, le suivi a été successivement étendu à d'autres lignes (gérées par d'autres institutions de recherche italiennes et étrangères) puis à de nouvelles compagnies.

Dans ce contexte, EcoOcéan Institut, Souffleurs d'écume, CIMA Foundation, Accademia del Leviatano et ISPRA se sont associés pour mener à bien la Convention n°11-011-83400 «*Monitoring ferry : suivi saisonnier des populations de cétacés et validation de l'intérêt de REPCET en termes de monitoring*» via le GIS3M et le Parc national de Port-Cros (PNPC). Ce projet prévoit de suivre quatre lignes joignant le continent français et italien à la Corse. La collecte de données *in situ* a pour objectif de mettre en évidence la saisonnalité, la distribution, la quantité et les mouvements des cétacés dans l'ensemble du Sanctuaire.

Concernant l'axe 2), le projet vise à valider l'intérêt du système REPCET en tant qu'instrument de suivi. Il est prévu d'équiper deux navires de la SNCM, compagnie partenaire de REPCET depuis plusieurs années de ce système sur des lignes similaires à celles suivies sans REPECT. Les deux jeux de données ainsi collectés sur des routes parallèles mais sur des plates-formes indépendantes permettront d'effectuer la phase validation de REPCET. Pour rappel, REPCET, imaginé en 2005 a été développé à partir de 2007 en partenariat avec la société Chrisar Software Technologies. Labellisé par le Pôle de Compétitivité Mer PACA, le système expérimental a été inauguré en 2010 au CROSSMED La Garde. Les tests et expérimentations effectués depuis ont permis de déboucher sur une version opérationnelle en juillet 2011. Une synthèse des observations réalisées en 2010 fait apparaître que, pour 5 mois d'utilisation par 4 navires équipés d'un système expérimental et le CROSSMED, le dispositif a permis de rapporter 78 occurrences dont 35 grands cétacés.

Enfin les observateurs à bord œuvrent également pour limiter directement les risques de collision avec les cétacés en étant à la passerelle avec le personnel naviguant. Ils collectent également des données sur les cas de collision avérés ou évités pour aider à une meilleure compréhension de ce type d'événement sur le terrain.

II. SUIVI EN MER DES CETACES, A "GRANDE ECHELLE" TEMPORELLE ET SPATIALE

Rédaction Antonella Arcangeli, Simone Cominelli, Aurelie Moulins, Luca Marini , Paola Tepsich

1. OBJECTIFS GENERAUX

Les objectifs généraux de l'étude sont[1] :

- l'analyse de la distribution et de l'abondance relative de toutes les espèces de cétacés dans l'ensemble du Sanctuaire pendant la saison estivale (4 transects) et à toutes les saisons (2 transects) :
  - description et analyse de la fréquence relative des espèces observées en fonction des aspects spatio-temporels ;
  - analyse de l'abondance relative des cétacés sur les différents parcours en fonction des aspects temporels ;
  - analyse spatiale pour la détermination des hotspots/coldspots ;
  - analyse inter-ligne de la variation de la distribution des espèces en fonction de la saison ;
- la mise en place d'un réseau systématique de monitoring sur l'ensemble du Sanctuaire ;
- l'aide à la limitation des collisions avec les cétacés (suite des études E1 et E2, en accord avec les recommandations émises lors du workshop conjoint IWC/ACCOBAMS de 2010) ;
- l'évaluation de l'utilisation des ferries en tant que plate-forme opportuniste pour mener à bien le monitoring régulier des populations de cétacés dans le Sanctuaire PELAGOS et amélioration du protocole.

Par ailleurs, même si cela n'était pas prévu dans le cadre du projet, les données collectées le long de la ligne Santa Teresa-Bonifacio, par l'association Accademia del Leviatano sont présentées en avant-première dans ce rapport en Annexe III.

[1] Les objectifs spécifiques de l'étude sont indiqués dans la « Note méthodologique » (voir Annexes IV)

2. METHODE

La méthode de la campagne d'échantillonnage a été celle décrite dans la « note méthodologique » envoyée en août 2011 (ISPRA prot.gen. 0027642 19/08/2011 ; Annexe 5).

Deux à quatre observateurs (MMO, Marine Mammal Observer) ont effectué le suivi sur chaque ligne (lignes jaunes et roses dans la Figure 1, Tableau 1) une fois par semaine, de début juin à fin septembre sur toutes les lignes et une à deux fois par mois durant le reste de l'année sur les lignes jaunes.

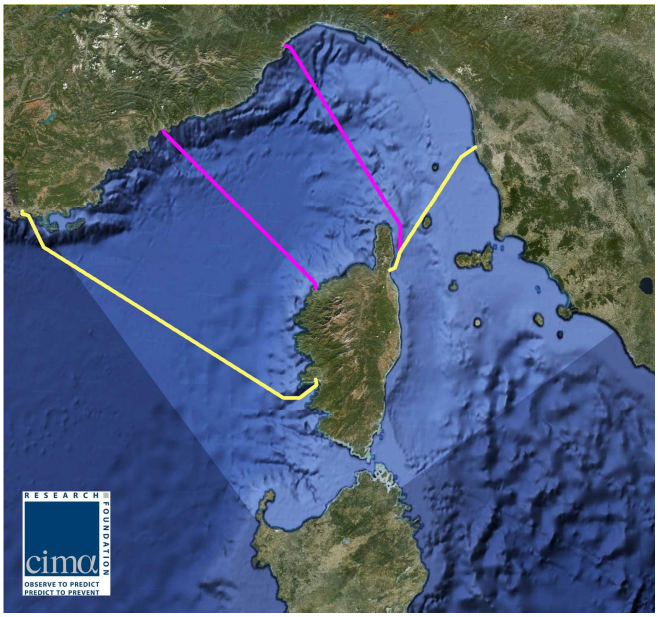


Figure 1. Lignes suivies pour le projet Monitoring. Les lignes en rose sont suivies de juin à septembre alors que celles en jaune sont suivies toute l'année.

Tableau 1. Codification des appellations des lignes suivies pour la partie "Monitoring".

Ligne	Abréviation	Code Couleur
Toulon - Ajaccio	TA	
Nice - Calvi	NC	
Savone - Bastia	SB	
Livourne - Bastia	LB	

Les observateurs ont collecté des données sur la présence des cétacés selon le mode « passage » (effort continu de prospection, sans se détourner pour approcher les animaux) en appliquant le protocole d'échantillonnage du transect de ligne lorsque les conditions météorologiques étaient favorables (vent <4 Beaufort). Les MMO se répartissent de chaque côté du pont de commande du ferry et collectent les données de présence des cétacés en continu des deux cotés. Les MMO scrutent avec attention les 270° situés vers l'avant du bateau, alternativement avec et sans les jumelles, de manière à détecter visuellement les cétacés présents en surface. Sur certains navires il est possible de faire une observation périodique sur l'arrière ce qui permet de repérer quelques grands plongeurs qui restent longtemps sous l'eau : baleine à bec de Cuvier et cachalot.

Lors de chaque observation, différentes données ont été notées : l'espèce, le nombre d'individus, la présence de jeunes (quantité estimée), le comportement, la direction suivie par les animaux et enfin l'angle d'observation et la distance d'observation. L'angle entre la route du bateau et l'observation est déterminé par un compas ; alors que la distance entre l'observation et le bateau est mesurée avec des jumelles graduées ou avec une règle de mesure.

Pour toutes les différentes analyses, les observations pour lesquelles l'espèce n'a pas été identifiée ont été exclues.

Durant la traversée, des données environnementales (état de la mer, direction et force du vent et couverture nuageuse) sont notées lorsque débute l'effort d'observation et à chaque fois qu'un changement se produit. La température de surface de la mer peut être également annotée durant le transect (si possible régulièrement à chaque heure, en fonction de la disponibilité de la donnée sur chaque navire). Le nombre de bateaux se trouvant dans le secteur est également relevé régulièrement sur le parcours et systématiquement lors d'une observation d'animaux (voir Annexe II).

Le taux de rencontre (ER) a été calculé comme le nombre d'observations sur 100 kilomètres parcourus en effort de prospection (*on-effort*) par transect. L'utilisation de ferries comme plate-forme fournit un échantillonnage systématique et reproductible dans le temps. La comparaison des taux de rencontre de différentes espèces entre les différentes lignes, fournit des informations utiles pour l'évaluation de la variabilité spatio-temporelle et ce à deux échelles : saisonnière et annuelle.

Les données des routes et des observations ont été archivées et géoréférencées grâce au logiciel *ArcGIS (9.2)*, permettant de créer des cartes de distribution et d'effort de prospection. Les analyses spatiales ont été réalisées sur une grille de résolution de 10 km de côté.

Pour chacune des mailles/cellules de la grille, différents paramètres statistiques ont été calculés :

- l'effort de prospection $\boldsymbol{d_i}$ (ou kilomètres parcourus *on-effort*) ;
- la quantité d'observation $\boldsymbol{n_i}$;
- le taux de rencontre $\boldsymbol{ER_i}$ équivalent à $\boldsymbol{n_i/d_i}$;
- la richesse en espèce $\boldsymbol{m_i}$ (équivalent au nombre d'espèces observées) ;
- le taux de richesse en espèces rencontrées, $\boldsymbol{TM_i}$ équivalent à $\boldsymbol{m_i/d_i}$.

Ces cartes ont été réalisées pour les trois périodes étudiées : de février à mai, de juin à septembre et d'octobre à avril.

Enfin, nous avons réalisé une étude critique de notre jeu de données pour évaluer la possibilité de calculer les densités des différentes espèces. En effet, même si le protocole de récolte de données est standard, les caractéristiques des plates-formes et les observateurs sont différents et donc ils peuvent introduire un biais aux résultats obtenus. Cette analyse a été réalisée en 3 étapes différentes.

Analyse de la largeur effective *ESW* (*Effective Strip Width*) du transect échantillonné

L'échantillonnage par le transect linéaire est couramment utilisé pour estimer la densité des cétacés sur les zones échantillonnées. Un des paramètres clés pour l'estimation des densités de cétacés est la largeur de la bande de terrain effectivement échantillonnée *ESW*. L'*ESW* est déterminé en fonction de la distance maximale pour laquelle 100 % des cétacés présents à cette distance sont tous détectés. Cela signifie également que quelques observations faites au-delà de l'*ESW* sont tronquées (car elles sont considérées comme non représentatives). La distance maximale est elle-même déterminée en fonction de la courbe de distribution des distances perpendiculaires obtenues lors de l'échantillonnage.

Beaucoup de paramètres ont une influence sur l'*ESW*, comme par exemple les caractéristiques des espèces (comportement, taille), le protocole de récolte de données, le type de plateforme d'échantillonnage, les conditions météorologiques. Malheureusement, la plupart du temps, la taille des échantillons obtenus n'est pas adaptée à effectuer une analyse de la variance multiple pour chaque espèce observée (Barlow *et al.*, 2011[2]).

En conséquence, notre étude a consisté à évaluer *ESW* pour toutes les lignes ensemble, toutes espèces confondues (comme le recommande Barlow *et al.*, 2001[3]). Successivement, nous avons également évalué la variation de l'*ESW* par ligne, toutes espèces confondues ; puis nous avons recalculé l'*ESW* par ligne par espèce (pour les deux espèces les plus observées ayant un minimum 30 observations par ligne, soit pour le rorqual commun, sur TA, NC et pour le dauphin bleu et blanc sur les quatre lignes).

Rappelons que pour l'évaluation de l'*ESW*, seules les données observées vers l'avant (sur les 180°) sont utilisées (nécessité imposée par la méthodologie du *Distance Sampling*). Théoriquement, 100 % des observations sont faites sur les 180° à l'avant, nous imposant donc de tronquer une partie des données.

L'évaluation de l'*ESW* a été effectuée à l'aide du logiciel *open source Distance (6.0)*.

Evaluation de l'influence de certains paramètres méthodologiques sur les distances perpendiculaires

Sachant que l'*ESW* est influencé par les caractéristiques des espèces observées et par la méthodologie employée, nous avons proposé d'étudier l'influence de certains paramètres de la méthodologie sur les distances perpendiculaires d'une même espèce. Les paramètres testés ont été les suivants : l'expérience de l'observateur (*j*, nombre consécutif de jours à partir du jour 0, le premier transect du projet), la hauteur de la plate-forme (*H*), la vitesse du navire (*v*) et l'observateur (*Observer*).

La régression linéaire recherchée est la suivante :

$$Distance = f(j, H, v, Observer)$$

Le modèle final est choisi en fonction du critère *AIC* (Akaike Information Criterion). L'*AIC* permet de comparer différents modèles en évaluant par chaque modèle la variance non-expliquée des données obtenues par les paramètres étudiés. Ainsi, nous avons suivi la procédure *stepwise-backward*, qui consiste à utiliser tous les paramètres ensemble et à évaluer l'*AIC* puis à supprimer paramètre par paramètre pour évaluer l'effet sur l'*AIC*. Le modèle final correspond au modèle ayant le plus faible *AIC*.

Les données utilisées pour la modélisation ont été sélectionnées de manière à avoir un minimum de dix observations d'un même observateur, d'une même espèce, sur au moins 5 transects, toutes lignes confondues. La modélisation a été effectué séparément sur les deux espèces les plus observées : le dauphin bleu-et-blanc et le rorqual commun.

L'analyse a été réalisée en utilisant le logiciel *open source R* (*2.15.1*).

Influence des capacités des MMO sur les distances perpendiculaires

Les modèles linéaires retenus en fonction du critère *AIC* indiquent quels paramètres représentent le mieux la variance des données récoltées. Cependant, il est possible que certains des paramètres exclus pour la modélisation puissent avoir une influence par interaction.

2 Barlow, Jay, Lisa T. Ballance, and Karin A. Forney. 2011. Effective strip widths for ship-based line-transect surveys of cetaceans. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-484, 28 p.

3 Barlow, J., T. Gerrodette, and J. Forcada. 2001. Factors affecting perpendicular sighting distances on shipboard line-transect surveys for cetaceans. J. Cetacean Res. and Manage. 3(2):201-212.

Ainsi, nous avons tenté de déterminer s'il existe une différence significative entre les capacités à observer des différents MMO à une hauteur de pont donnée. Pour cela, nous avons classé les données analysées par catégories de ferry et évalué les distances d'observations obtenues par un même observateur des deux espèces les plus fréquentes. Nous avons donc utilisé les données d'un même observateur ayant au minimum dix observations d'une même espèce sur au moins 5 transects, toutes lignes confondues.

Les résultats ont été présentés sous forme de box-plots de distances par MMO par type de hauteur de pont et par espèce.

L'analyse a été réalisée en utilisant le logiciel *open source R* (*2.15.1*).

3. RESULTATS

Le nombre de traversées effectivement réalisées est de :

- 18 transects sur Toulon-Ajaccio (de mars à février) ;
- 30 transects sur Nice-Calvi (de juin à septembre) ;
- 33 transects sur Savone-Bastia (de juin à septembre) ;
- 42 transects sur Livorno-Bastia (de mars à avril).

L'écart entre le nombre de transects effectués et le nombre de transects prévus est du :

1) au fait que l'on a inclus les résultats récoltés lors du retour (lorsque cela a été possible[4]),
2) aux conditions météorologiques non adaptées à la détection visuelle des cétacés.

L'analyse a été divisée en trois périodes :

- de mars à mai 2011 (2 lignes échantillonnées) ;
- en été 2011 (de début juin à fin septembre, soit 4 lignes échantillonnées) ;
- d'octobre 2011 à avril 2012 (2 lignes échantillonnées).

De mars à mai, sur les 2 lignes suivies pour le projet, 44 observations ont été réalisées (soit 295 animaux dénombrés) au cours des 18 transects parcourus et des 72 heures de suivi *on-effort*. De juin à septembre, le suivi sur les 4 lignes a permis de collecter 456 observations (soit 2 387 animaux dénombrés) lors des 105 transects parcourus et des 452 heures *on-effort*. De octobre 2011 à avril 2012 sur les 2 lignes suivies pour le projet, 54 observations ont été réalisées (soit 152 animaux dénombrés) au cours des 33 transects parcourus et des 111 heures de suivi *on-effort*.

Les 8 espèces qui fréquentent régulièrement les eaux du Sanctuaire PELAGOS ont été rencontrées (Tableau 2).

Tableau 2. Codification des espèces rencontrées durant l'étude.

Nom commun	Nom scientifique	Abréviation	Code Couleur
Rorqual commun	*Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758)	BP	
Dauphin commun à bec court	*Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758)	DD	
Dauphin de Risso	*Grampus griseus* (Cuvier, 1812)	GG	
Globicéphale noir	*Globicephala mela* (Traill, 1809)	GM	
Dauphin bleu et blanc	*Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)	SC	
Cachalot	*Physeter macrocephalus* (Linnaeus, 1758)	PM	
Grand dauphin	*Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)	TT	
Baleine à bec de Cuvier	*Ziphius cavirostris* (Cuvier, 1823)	ZC	

[4] Sur la ligne Toulon-Ajaccio, la traversée dure près de 8h00, donc le retour se fait de nuit, sans effort d'observation possible.

Tableau 3. Taux moyens de rencontre par transect par ligne suivie calculés sur 100 km.

		_SC	se(±)	_BP	se(±)	_TT	se(±)	_PM	se(±)	_ZC	se(±)	_GG	se(±)	_DD	se(±)	_GM	se(±)	total	se(±)
	Mars-Mai 2011	**1,411**	0,489	**0,425**	0,152	~~Obs~~	-	**0,069**	0,069	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	**2,375**	0,567
ER_{TA}	Jun-Sept 2011	**1,138**	0,288	**1,312**	0,263	~~Obs~~	-	**0,417**	0,129	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	**0,029**	0,29	**3,617**	0,306
	Oct-Avril 2012	**1,186**	0,795	**0,501**	0,134	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	**1,879**	0,974
	Mars-Mai 2011	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-
ER_{NC}	Jun-Sept 2011	**3,765**	0,578	**2,139**	0,388	**0,043**	0,030	**0,154**	0,067	**0,020**	0,020	**0,067**	0,039	**0,039**	0,214	**0,057**	0,042	**6,284**	0,674
	Oct-Avril 2012	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-
	Mars-Mai 2011	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-
ER_{SB}	Jun-Sept 2011	**1,079**	0,216	**0,088**	0,045	**0,116**	0,056	**0,044**	0,031	~~Obs~~	-	**0,017**	0,017	~~Obs~~	-	**0,032**	0,022	**1,377**	0,226
	Oct-Avril 2012	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-	**-**	-
	Mars-Mai 2011	**0,322**	0,138	**0,077**	0,077	**0,299**	0,174	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	**0,768**	0,220
ER_{LB}	Jun-Sept 2011	**0,368**	0,103	**0,030**	0,030	**0,186**	0,082	**0,062**	0,043	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	**0,796**	0,153
	Oct-Avril 2012	**0,606**	0,208	**0,274**	0,107	**0,145**	0,068	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	~~Obs~~	-	**1,233**	0,262

~~Obs~~ indique qu'aucune observation n'a été faite.

3.1. Fréquence d'observation des cétacés

a) Période de mars à mai 2011

De mars à mai, au total, trois espèces différentes ont été recensées sur TA et SB. L'espèce la plus rencontrée est le dauphin bleu et blanc sur les deux lignes (Figure 2) ; cependant les proportions des deux autres espèces rencontrées diffèrent en fonction de la ligne suivie comme l'indique la Figure 2 : rorqual commun puis cachalot sur la ligne TA, grand dauphin puis rorqual commun sur la ligne SB.

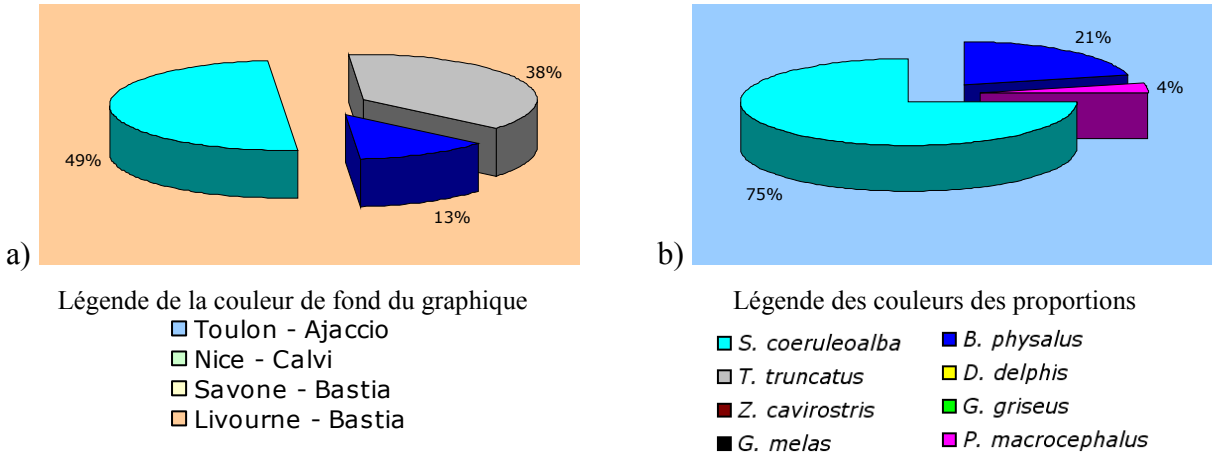


Figure 2. Composition des espèces observées sur TA et LB de mars à mai 2011 (NTA=35 et NLB=9)

En général, les cétacés ont été plus fréquemment observés le long de la ligne TA (ER_{TA}=2,375±0,567) que sur la ligne LB (ER_{LB}=0,768±0,220) (Figure 3a). Les taux moyens de rencontre de dauphins bleus et blancs obtenus par ligne sont ER_{TS_SC}=1,411±0,489 et ER_{LB_SC}=0,322±0,138.

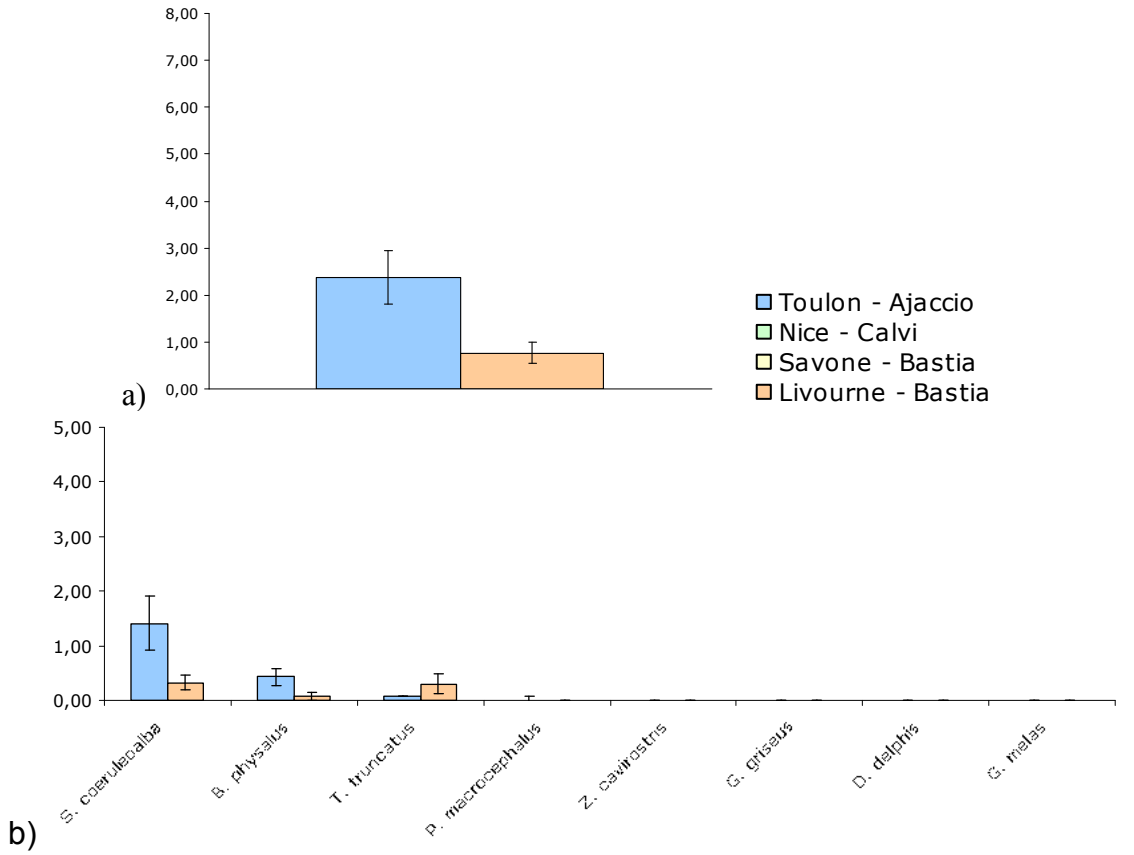


Figure 3. a) Taux moyens de rencontre de cétacés sur 100 km par ligne et b) par espèces de mars à mai *(Livourne-Bastia et Toulon-Ajaccio).*

b) Durant l'été 2011 (de juin à septembre)

Au cours de l'été, la quantité d'observations effectuées varie fortement d'une ligne à l'autre et indépendamment de la distance parcourue *on-effort* (en km) : N_{TA}=107, N_{NC}=262, N_{SB}=72, N_{LB}=26. Chacune des huit espèces communément observées en Méditerranée a été rencontrée durant le suivi. La proportion d'observations diffère énormément selon les lignes suivies (Figure 4).

Seule la ligne NC a permis d'observer l'ensemble des huit espèces ; six espèces ont été observées le long de la ligne SB ; tandis que sur les autres lignes TA et LB, seulement quatre espèces ont été recensées.

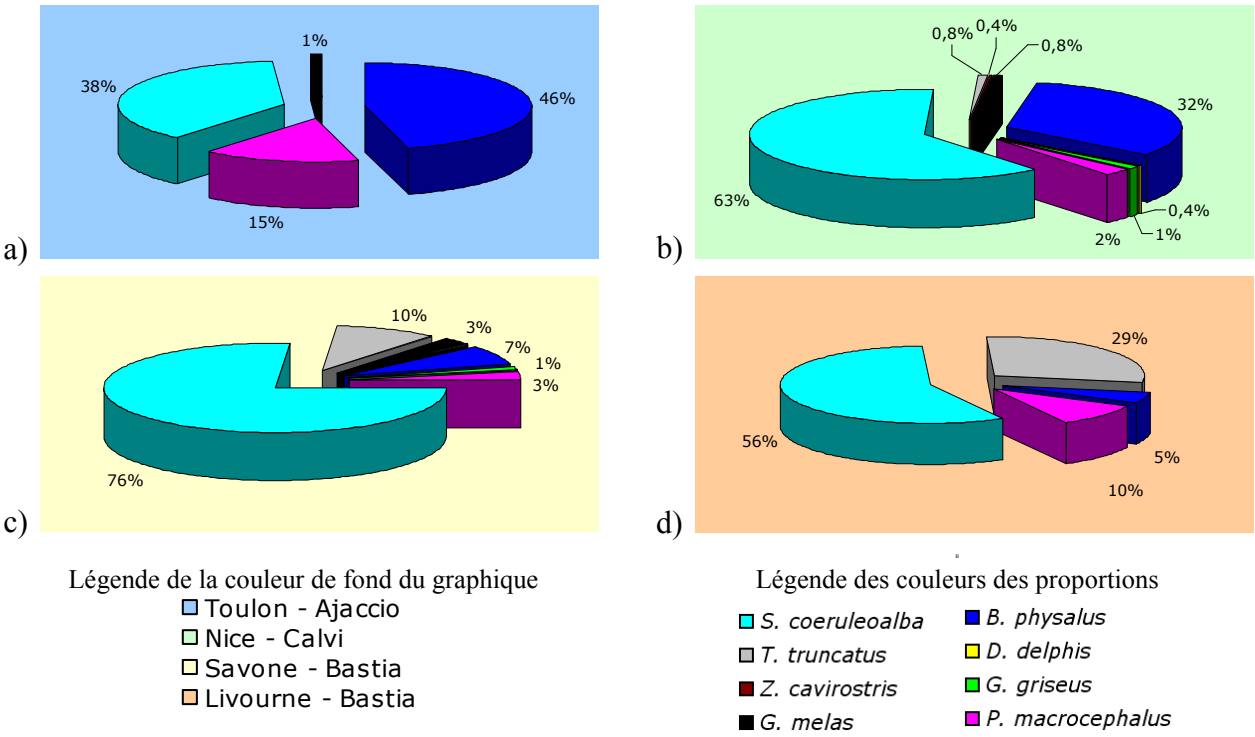


Figure 4. Proportions des espèces observées sur les quatre lignes durant l'été 2011 *(N_{TA}=107, N_{NC}=262, N_{SB}=72 et N_{LB}=26).*

Durant l'été, les cétacés ont surtout été observés à l'Ouest du Sanctuaire PELAGOS (Figure 5a), sur les lignes NC et TA où les taux moyens de rencontre ont été ER_{NC}=6,284±0,674 et ER_{TA}=3,617±0,306. Dans les parties centrale et orientale du Sanctuaire PELAGOS, les taux moyens obtenus ont été significativement plus bas : ER_{SB}=1,377±0,226 et ER_{LB}=0,796±0,153.

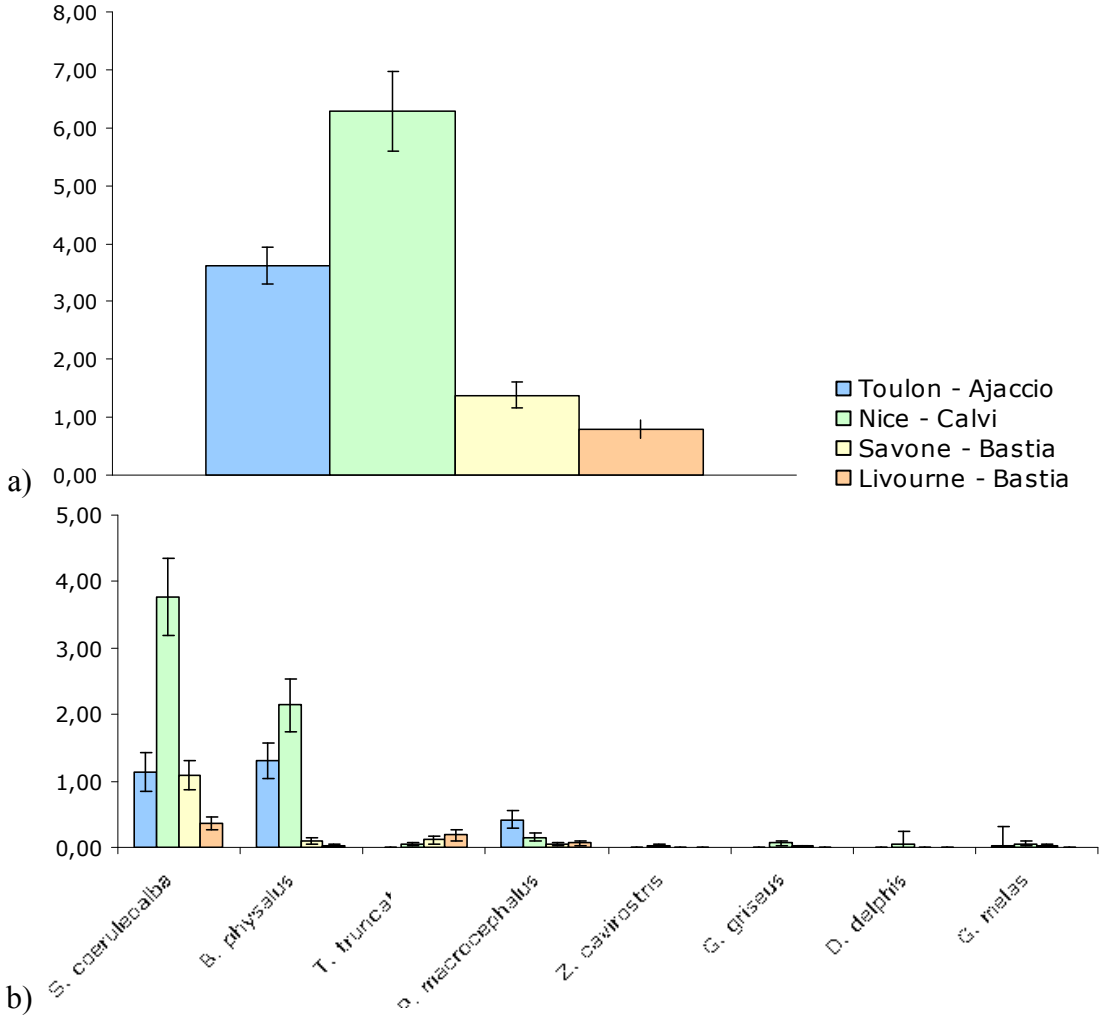


Figure 5. Taux moyens de rencontre des cétacés sur 100 km (a) par ligne et (b) par espèces sur les 4 lignes suivies l'été.

Le dauphin bleu et blanc est l'espèce la plus fréquemment observée sur chacune des lignes exceptée sur la ligne TA pour laquelle le taux moyen de rencontre du rorqual commun est supérieur à celui du dauphin bleu et blanc : ER_{TA_SC}=1,138±0,288, ER_{NC_SC}=3,765±0,578, ER_{SB_SC}=1,079±0,216, ER_{LB_SC}=0,368±0,103 (Figure 5b).

Le rorqual commun a surtout été observé à l'Ouest du Sanctuaire PELAGOS (étant l'espèce la plus observée sur la ligne TA, ER_{TA_BP}=1,312±0,263 et avec ER_{NC_BP}=2,139±0,388). Cependant l'espèce a également été observée dans les autres parties du Sanctuaire.

Le grand dauphin a surtout été rencontré sur la ligne LB (ER_{LB_TT}=0,186±0,082) ; résultat peu surprenant sachant que la ligne traverse surtout le plateau continental.

Le taux moyen de rencontre le plus élevé de cachalots est obtenu dans la partie sud-ouest du Sanctuaire, sur la ligne TA (ER_{TA_PM}=0,417±0,129) tandis que sur les autres lignes le taux de rencontre est inférieur à 0,2 (ER_{NC_PM}=0,154±0,067 ; ER_{SB_PM}=0,044±0,031; ER_{LB_PM}=0,062±0,043).

Les dauphins de Risso, les globicéphales, les baleines à bec de Cuvier et les dauphins communs sont des espèces relativement plus rares (ER<0,1).

c) Période d'octobre 2011 à avril 2012

D'octobre à avril, les deux lignes suivies ont été TA et LB. Les résultats sont similaires à ceux obtenus de mars à mai (

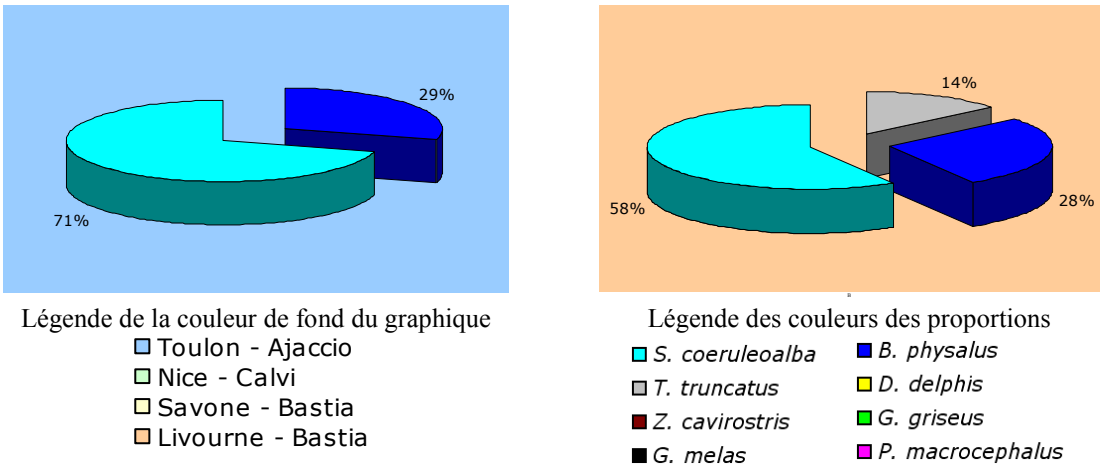


Figure 6). Sur LB, les trois espèces observées sont le dauphin bleu et blanc, le rorqual commun et le grand dauphin. Sur TA, seuls les dauphins bleus et blancs et les rorquals communs ont été rencontrés.

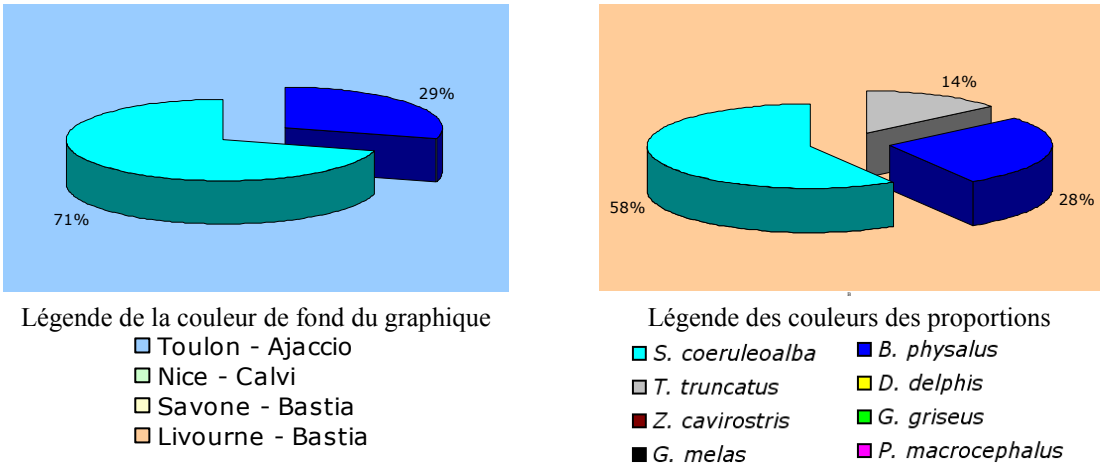
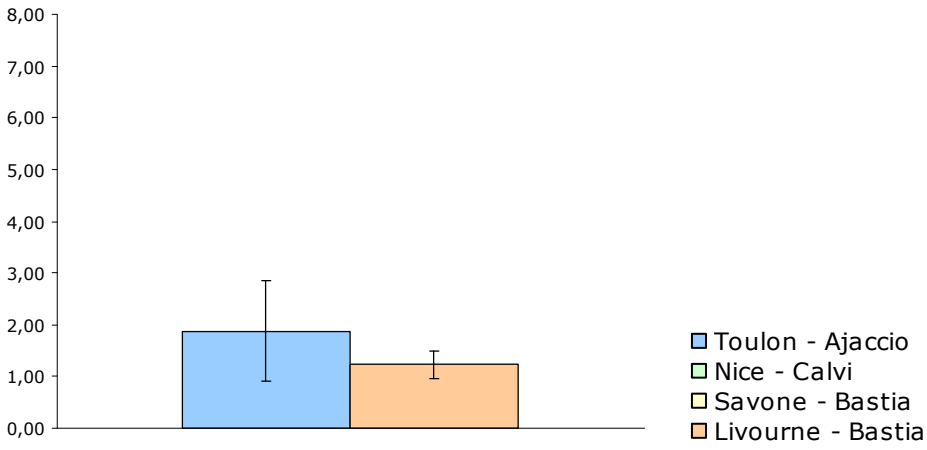


Figure 6. Proportions des espèces observées sur TA et LB d'octobre 2011 à avril 2012
(N_{LB}=35 et N_{TA}=19)

Les taux moyens de rencontre de cétacés sont plus élevés sur TA que sur LB : ER_{TA}=1,879±0,974, ER_{LB}=1,233±0,262 (Figure 7a).

a)



b)

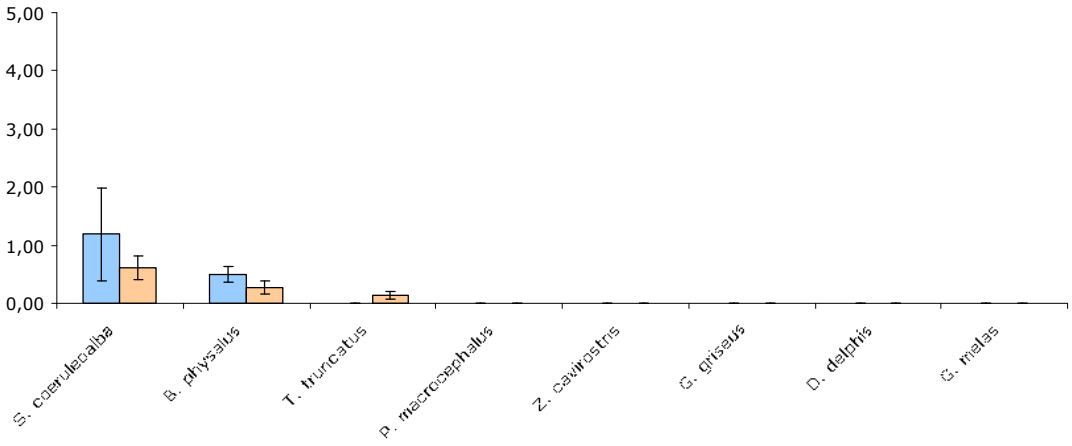


Figure 7. Taux moyens de rencontre de cétacés sur 100 km (a) par ligne et (b) par espèces sur TA et LB d'octobre 2011 à avril 2012.

L'espèce la plus commune sur les deux lignes est le dauphin bleu et blanc (Figure 7b), avec ER_{TA_SC}=1,186±0,795 et ER_{LB_SC}=0,606±0,208. La seconde espèce la plus fréquente est le rorqual commun avec ER_{LB_BP}=0,274±0,107 et ER_{TA_BP}=0,501±0,134. Le grand dauphin a été observé seulement sur LB avec ER_{LB_TT}=0,145±0,068. Comme nous l'avons précisé précédemment, la présence des grands dauphins est liée à l'étendue du plateau continental sur la ligne. Cette espèce n'a jamais été observée sur TA et aucune autre espèce n'a été observée durant cette période.

3.2. Analyse spatiale

a) Carte de distribution des cétacés

La Figure 8 représente la distribution des transects et des distances *on-effort* parcourues au cours des trois périodes étudiées. Les cartes indiquent que sur une même ligne, les ferries ne parcourent pas toujours la même route, permettant ainsi d'échantillonner une zone étendue approximativement sur plusieurs cellules (correspondante à une surface d'environ 20-40 km de largeur).

Concernant l'effort de prospection, il varie spatialement en fonction des lignes et en fonction des périodes. Certaines cellules sont peu échantillonnées (moins de 24 km), alors que d'autres ont été échantillonnées avec plus de 100 km. Ces différences sont particulièrement visibles en comparant l'effort de prospection sur TA et LB, durant les trois périodes d'étude. TA est également moins échantillonnée que NC et SB, en période estivale. Rappelons, en effet, que NC, SB, LB sont les trois lignes pour lesquelles il a été possible de récolter des données durant l'aller ET le retour alors que la durée de la traversée de TA étant de 8h, il est impossible de faire l'aller et le retour le même jour pendant la période diurne. Donc seule une traversée se fait de jour en effort d'observation.

La Figure 9 représente les cartes de distribution des observations et des taux de rencontre des cétacés obtenus par cellule sur chaque ligne au cours des trois périodes étudiées. De manière générale, les observations des cétacés ne sont pas distribuées de manière uniforme dans le temps et dans l'espace. La différence entre l'été et les deux autres périodes de suivi est particulièrement marquée (surtout sur TA). Le nombre d'observations est fortement lié à l'effort d'échantillonnage, le calcul du taux de rencontre prenant en compte l'effort, pondère ainsi le nombre brut d'observation par le nombre de kilomètres parcourus.

Le taux de rencontre par cellule le plus élevé se retrouve sur la ligne Ajaccio-Nice, ligne parcourue une seule et unique fois. Le taux obtenu sur tout le transect est donc biaisé. D'une part les observations réalisées étaient groupées donc très localisées et ce pour un effort faible (de 0-24 km parcourus) ; d'autre part, l'absence d'observation sur le reste du transect se traduit par un taux de rencontre de 0 dans les autres cellules. Or il est évident qu'un seul transect ne peut pas être retenu comme significatif. Par conséquent, les cellules échantillonnées seulement une fois durant le suivi sont à considérer avec précaution.

Globalement les taux de rencontre oscillent entre la première classe (0,2-5 observations.100 km^{-1}) et la troisième (10-15 observations.100 km^{-1}) sur 6 classes comprises entre 0 et 30 obs. 100 km^{-1} (Figure 9). Proche de la côte, les cétacés sont souvent absents : à proximité de Toulon, de Calvi, d'Ajaccio (en dehors de l'été) et proche de Savone et de Livourne. Pour ce qui est de LB, les cétacés sont rencontrés soit de manière relativement homogène d'octobre à avril, soit proche de la Corse durant les deux autres périodes. Dans les cellules les plus prospectées, les taux de rencontre les plus élevés sont obtenus au niveau des eaux les plus profondes.

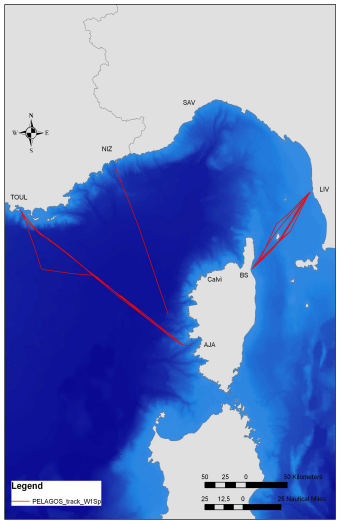
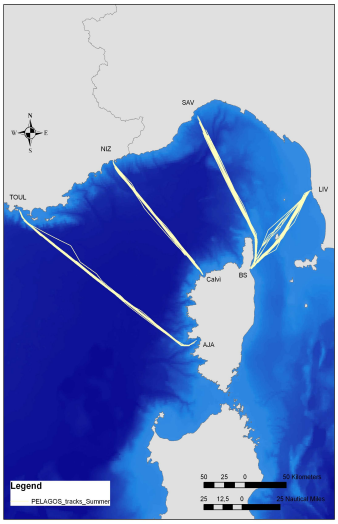
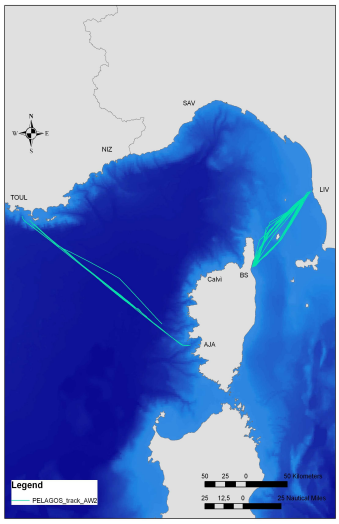
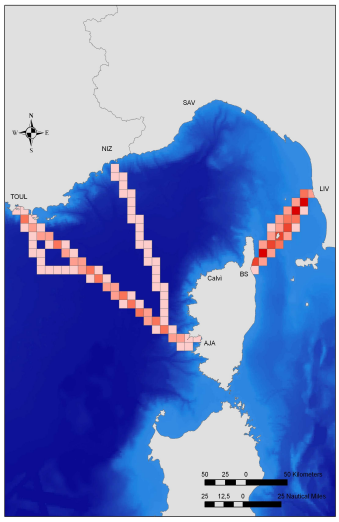
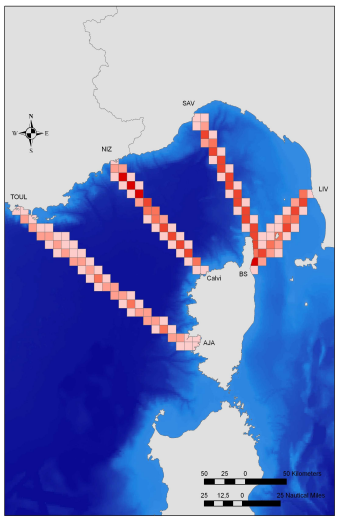
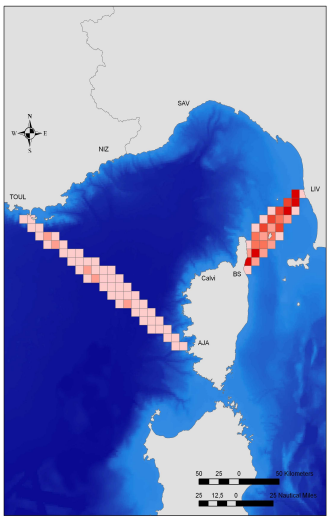
	mars à mai 2011	juin à septembre 2011	octobre à avril 2011-2012	Légende de la grille
Transects				
Effort				

Figure 8. Distribution des transects et des distances parcourus en fonction des trois périodes de suivi
(Effort : kilomètres parcourus on-effort *par cellule de 10 km de côté)*

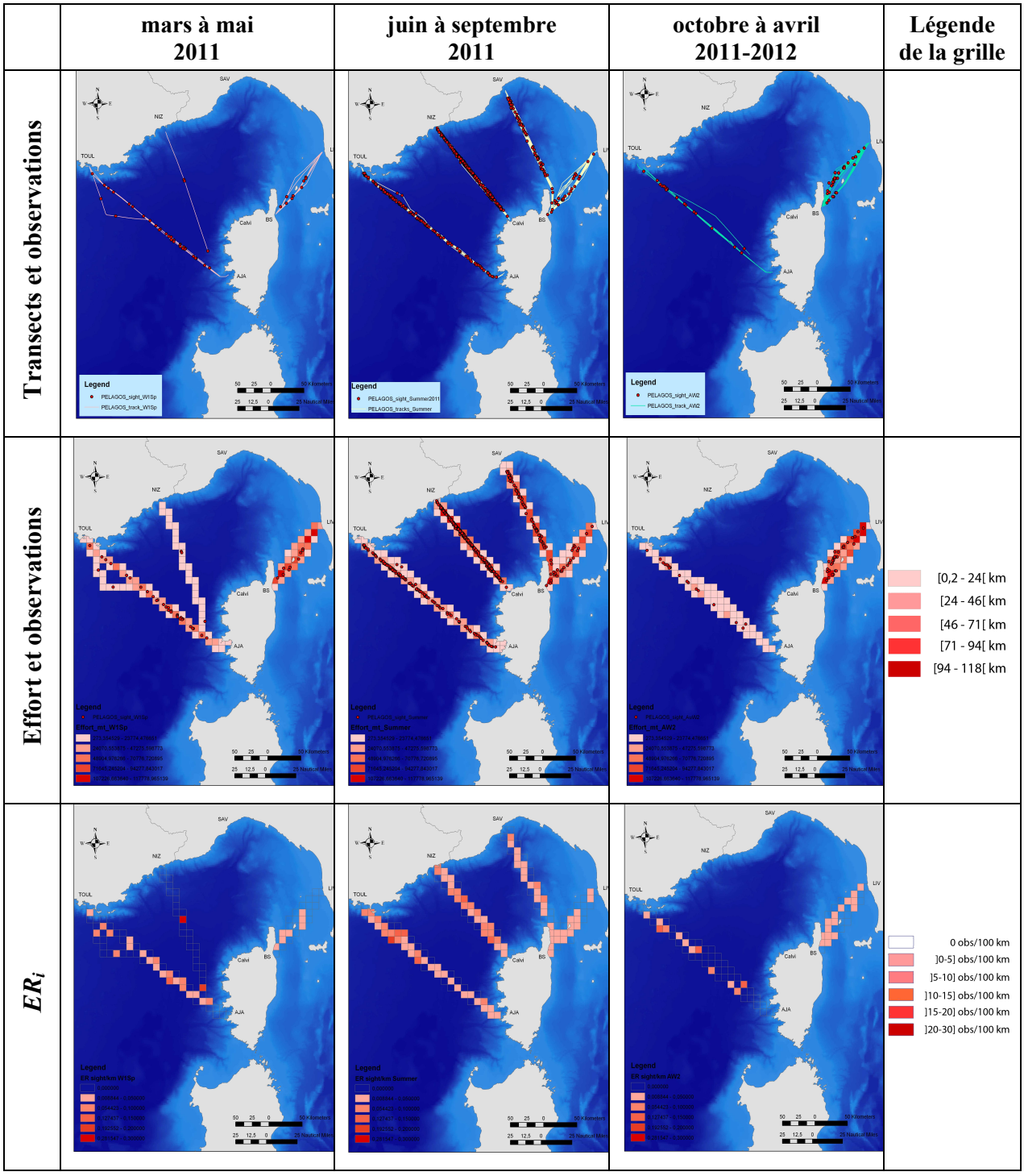


Figure 9. Cartes de distribution des observations et des taux de rencontre des cétacés
(ER_i, Encounter rate calculé par cellule où les cellules font 10 km de côté)

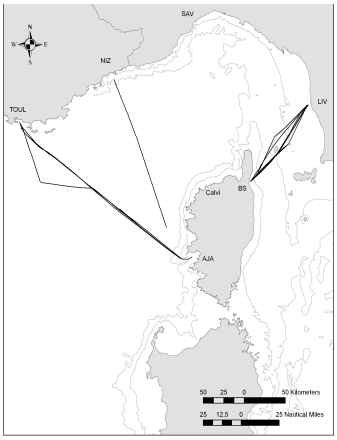
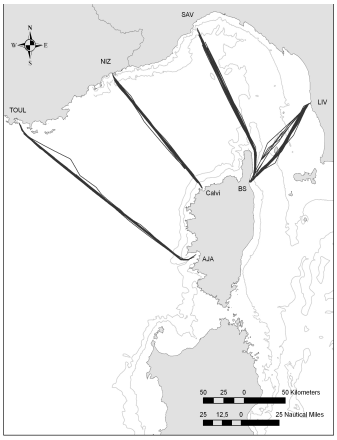
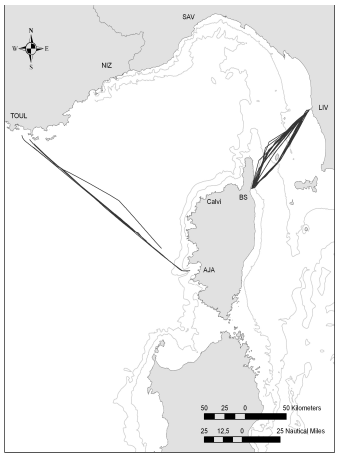
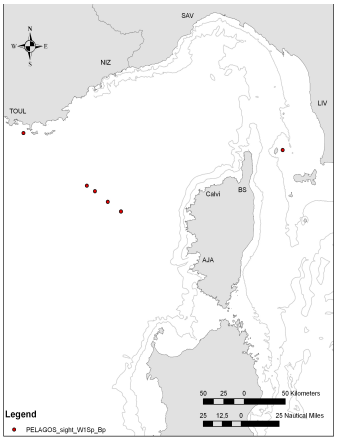
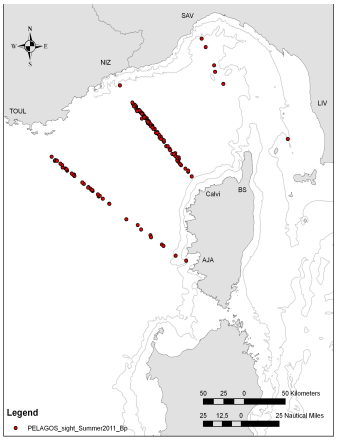
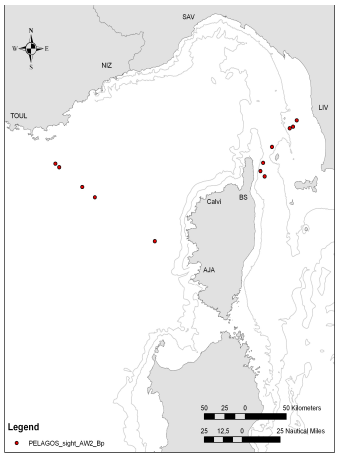
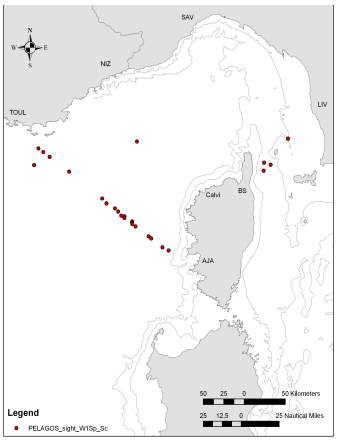
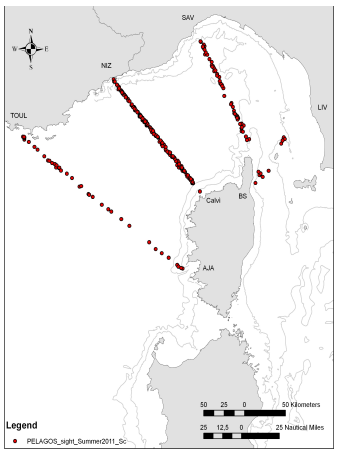
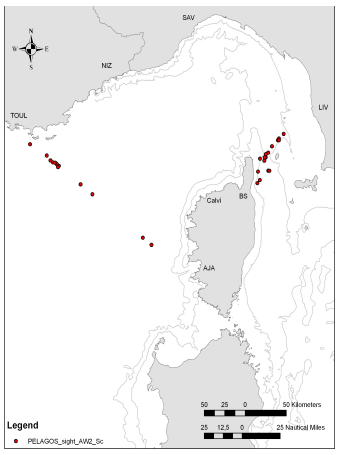
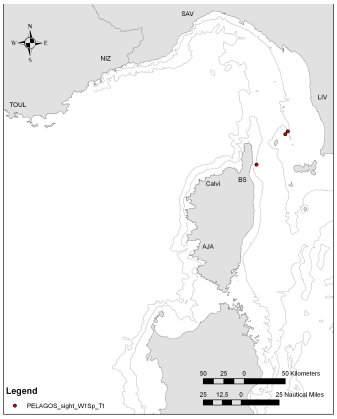
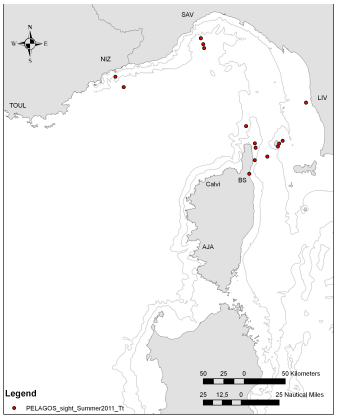
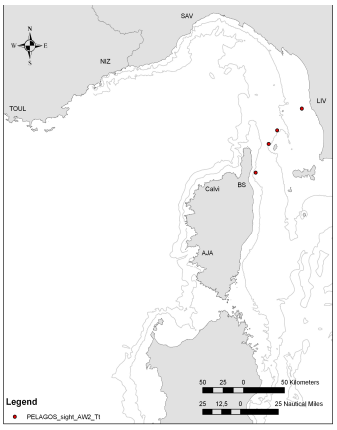
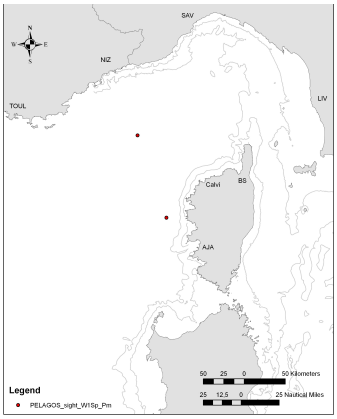
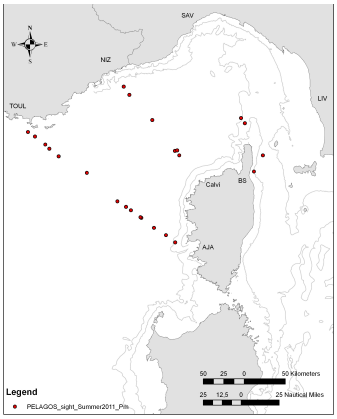
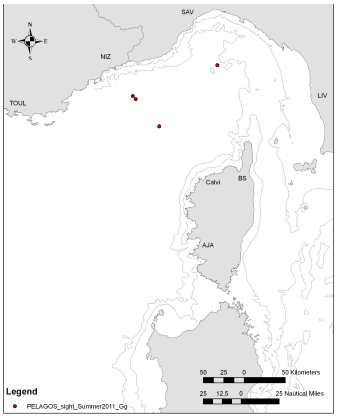
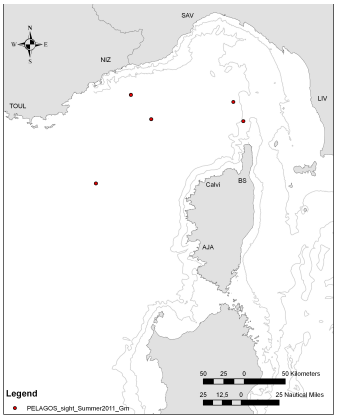
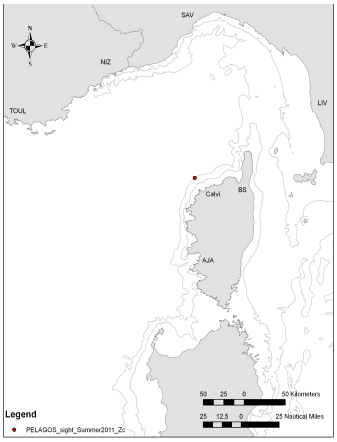
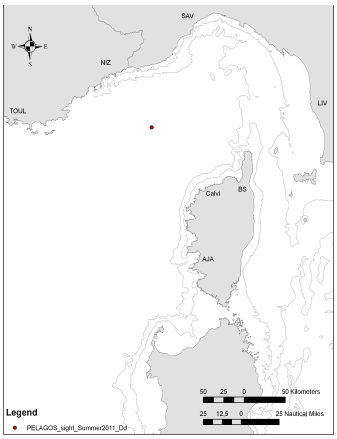
	mars à mai 2011	juin à septembre 2011	octobre à avril 2011-2012
Transects			
B. physalus			
S. coeruleoalba			

Figure 10. Distribution des observations par espèce réalisées sur les différentes lignes durant les trois périodes d'étude

T. truncatus			
P. macrocephalus			~~Obs~~
G. griseus	~~Obs~~		~~Obs~~
G. melas	~~Obs~~		~~Obs~~

~~Obs~~ indique qu'aucune observation n'a été faite.

Figure 10. suite

Z. cavirostris	~~Obs~~		~~Obs~~
D. delphis	~~Obs~~		~~Obs~~

~~Obs~~ indique qu'aucune observation n'a été faite.

Figure 10. suite

b) Cartes de distribution d'espèces

La Figure 9 illustre la distribution de chaque espèce durant les trois périodes de suivi. De manière générale, chaque espèce est plus observée durant l'été que durant les deux autres périodes étudiées. En revanche, les distributions obtenues de mars à mai et d'octobre à avril semblent assez différentes.

De mars à mai, le rorqual commun a été observé six fois sur TA et seulement une fois sur la LB. Il est à noter que sur TA, cinq observations sont faites au centre de la plaine bathyale. L'été, les observations sont principalement concentrées côté Ouest du Sanctuaire PELAGOS (sur TA, 42 observations et sur NC, 85 observations). Côté Est, les rorquals sont moins fréquents sur SB, 55 observations, et presque absents sur LB (une seule observation). Sur NC et TA, les observations sont plus concentrées au large (au delà des 2000 mètres). D'octobre à avril, les rorquals sont de nouveau moins fréquents cependant, il n'y a plus de différences significatives entre TA et LB (N_{LB}=8, N_{TA}=5).

La distribution des dauphins bleus et blancs durant les trois périodes d'étude est assez proche de celle des rorquals. Cependant, pendant l'été, les quantités d'observations sont supérieures au centre du Sanctuaire PELAGOS (N_{NC}=162 et N_{SB}=72) que sur les bords (N_{TA}=38, N_{LB}=12).

Peu d'observations de grand dauphin ont été faites (N_{NC}=2, N_{SB}=5, N_{LB}=13). Aucune observation n'a été faite sur TA. Les cartes confirment que l'espèce fréquente surtout le plateau continental et en particulier l'Est du Sanctuaire PELAGOS (au Nord de la Corse et autour de l'île de Capraia). Les résultats de LB ne semblent pas indiquer de différence significative entre les différentes périodes.

Le cachalot a été relativement peu observé (N_{TA}=14, N_{SB}=7, N_{NC}=6 et 2 sur Toulon-Nice). Ces observations sont toutes faites durant l'été à l'exception de celles sur le trajet exceptionnel Toulon-Nice. Les animaux sont en général au niveau des eaux profondes et au niveau du talus continental. Il ne semble pas y avoir d'agrégation particulière.

Pour les autres espèces (le dauphin de Risso, le globicéphale noir, la baleine à bec de Cuvier et le dauphin commun), il est impossible de donner une analyse spatiale et temporelle. Les observations n'ont été faites que durant la période estivale et leur nombre est insuffisant pour être significatif. Cependant, nous notons que les observations ont été réalisées surtout sur NC et sur SB, deux lignes centrales du Sanctuaire PELAGOS.

c) Cartes de la richesse spécifique

La Figure 11 illustre la distribution de la richesse en espèces de cétacés sur les lignes suivies durant les trois périodes d'étude. En dehors de l'été, un maximum de deux espèces est obtenu sur une même cellule alors qu'en été, le maximum devient cinq espèces. Cela se note d'autant plus pour NC. La richesse au-delà de deux espèces est évidement liée à la distribution sur l'ensemble du transect des nombreuses observations de dauphin bleu et blanc et de rorqual commun, comme on le voit pour les lignes TA, NC et SB. La ligne la moins riche est LB. De manière générale, les cellules où sont observées plus de deux espèces sont au large, au delà de l'isobathe des 1000 mètres.

En pondérant la richesse en espèces par l'effort de prospection, les cartes mettent en valeur certaines cellules qui présentent des taux bien plus élevés. En particulier de mars à avril, sur TA, les taux sont assez élevés sur le talus continental de la Corse et au centre de la plaine bathyale. Rappelons également que deux cellules ont des taux particulièrement hauts à cause d'un effort de prospection très faible (sur Toulon-Nice et au Sud de Toulon). En été, les taux les plus forts sont au large de Toulon alors que d'octobre à avril, les espèces semblent se concentrer sur des petites zones. Concernant NC et SB, les taux semblent plus hauts au large de la Corse et sur les zones avoisinant l'isobathe des 2 000 mètres. Sur LB, le taux est relativement stable durant les différentes périodes ; en effet, le nombre d'espèces ne varie pas beaucoup, tout comme l'effort de prospection.

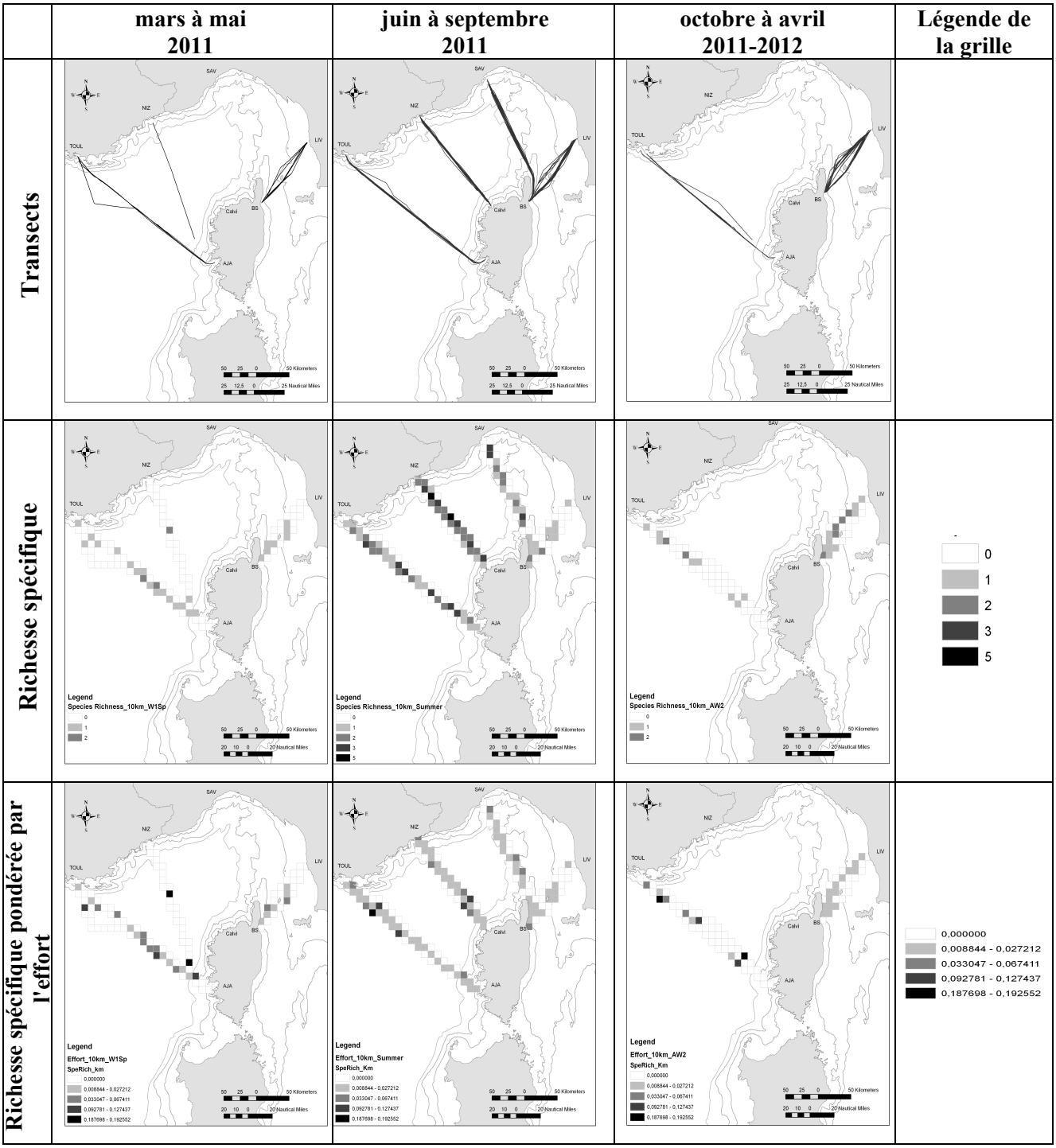


Figure 11. Cartes de richesse spécifique durant les trois périodes d'étude.
(Richesse spécifique=nombre d'espèces observées par cellule de 10 km ; Richesse spécifique pondérée par l'effort = nombre d'espèces par km parcourus on-effort *par cellule de 10 km).*

3.3. Etude critique par rapport aux données collectées

Cette étude critique a été organisée sachant que le suivi a été réalisé à bord de dix ferries sur lesquels 32 différents MMO ont récolté des données. Le tableau 4 récapitule les informations au sujet des ferries : hauteur des ponts d'observations (*H*), nombre de transects parcourus, et le nombre de MMO pour chaque ligne. Précisons que les MMO de la ligne NC et de la ligne SB sont les mêmes. Ces caractéristiques ont permis de classer les ferries en trois groupes en fonction de leur hauteur de pont : Type I (12-15 mètres), Type II (20-22 mètres) et Type III (25 mètres).

Tableau 4. Tableau récapitulatif des ferries et des MMO.

Ligne	Nom du ferry	H (m)	Transects	MMO
TA	Mega Smeralda	25	8	14
	Mega Express 5	22	3	
	Mega Express	20	5	
	Mega Express 4	22	4	
	Mega Express 2	20	2	
	Mega Express 3	20	1	
NC	Sardinia Vera	15	29	14
	Mega Smeralda	25	1	
SB	Corsica Victoria	12	14	
	Sardinia Regina	12	19	
LB	Corsica Marina II	15	30	6
	Sardinia Regina	12	14	
	Mega Express 2	20	6	
	Mega Express 3	20	10	
	Sardinia Vera	15	8	
	Corsica Victoria	12	2	

Analyse de la largeur effective *ESW* du transect échantillonné

Rappelons que l'*ESW* est un paramètre fondamental pour calculer les densités des espèces observées lors du suivi. L'*ESW* obtenu en prenant en compte toutes les données utilisables du suivi récoltées l'été s'élève à 738 m (Figure 12). En conséquence, la surface échantillonnée est équivalente à environ 1,5 km^2 par kilomètre de transect parcouru.

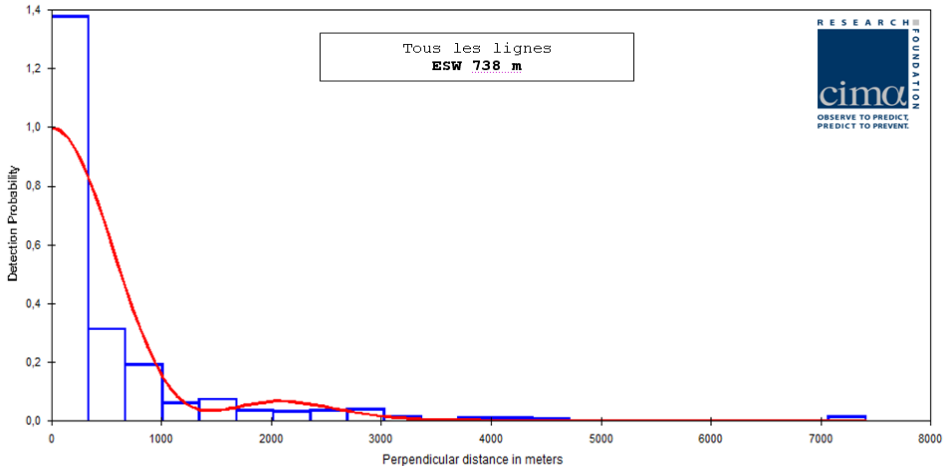


Figure 12. Histogramme des distances perpendiculaires calculées à partir de l'ensemble des observations (toutes lignes comprises) et courbe de probabilité de détection (en rouge) avec* ESW *obtenu.

En séparant les données par ligne, nous notons des différences significatives entre les *ESW*: ESW_{NC}=1 355 m (soit une surface de 2,7 km^2 par kilomètre parcouru) et ESW_{TA}=965 m (soit 2 km^2 par kilomètre parcouru) sont largement plus grands que ceux des deux autres lignes : ESW_{LB}=515 m (soit une surface de 1 km^2) et ESW_{SB}=294 m (soit 0,6 km^2, Figure 13).

Les différences d'*ESW* sur les quatre lignes peuvent être expliquées d'une part, par la variation des caractéristiques des ferries (hauteur de pont). Cependant, les caractéristiques des ferries ne suffisent pas à expliquer les variations obtenues. En effet, sur NC et SB, les ferries appartiennent tous au Type I, dont la hauteur de pont est comprise entre 12 et 15 m (excepté un jour d'échantillonnage de NC fait sur ferry de Type III, dont le pont est à 25 m) et l'ESW_{NC} est presque le triple de l'ESW_{SB}. D'autre part, nous pourrions supposer que les capacités des MMO à détecter les cétacés à grande distance jouent une influence sur l'*ESW* obtenue par ligne ; or toujours sur NC et SB, les MMO étaient les mêmes donc les capacités des MMO n'expliquent pas les variations observées sur ces deux lignes.

Un autre paramètre qui influence l'*ESW* est la typologie des espèces observées. En effet, les deux lignes n'ont pas les mêmes proportions respectives d'espèces or toutes les espèces n'ont pas les mêmes probabilités d'être détectées au loin. Pour vérifier cette hypothèse, l'*ESW* a donc été recalculé par espèce. Précisons cependant que l'*ESW* ne peut être calculé que pour les espèces ayant plus de 30 détections par ligne (quantité minimale imposée par le logiciel *Distance*). En conséquence, nous n'avons pu déterminer ESW que pour les dauphins bleu et blancs et pour les rorquals communs. Les lignes présentant suffisamment d'observations sont TA et NC (pour les deux espèces), et SB et LB pour les dauphins bleus et blancs.

Les deux *ESW* calculées pour le rorqual sont les suivants: ESW_{NC_BP}=1 847 m et ESW_{TA_BP}=1 434 m (Figure 14). Concernant le dauphins bleus et blancs, l'*ESW* obtenues sont les suivants : ESW_{TA_SC}=524 m, ESW_{NC_SC}=571 m, ESW_{SB_SC}=333 m, ESW_{LB_SC}=338 m, Figure 15). La comparaison entre espèces démontre que la surface échantillonnée varie selon l'espèce et *ESW* est presque trois fois plus grande pour les rorquals que pour les dauphins. Cependant l'*ESW* pour une même espèce varie par ligne (par exemple pour les dauphins bleus et blancs) et en particulier varie entre NC et SB sur lesquelles les MMO étaient les mêmes et les hauteurs de pont appartenaient au Type I.

D'autres paramètres ont donc probablement une influence sur l'*ESW*, comme par exemple, les conditions météorologiques ou la variation de la distribution des espèces au niveau des lignes. Toutefois, l'analyse est relativement limitée sachant que les observations récoltées sur une année par ligne sont trop peu nombreuses pour être ultérieurement subdivisées en jeux de données de manière à tester d'autres paramètres.

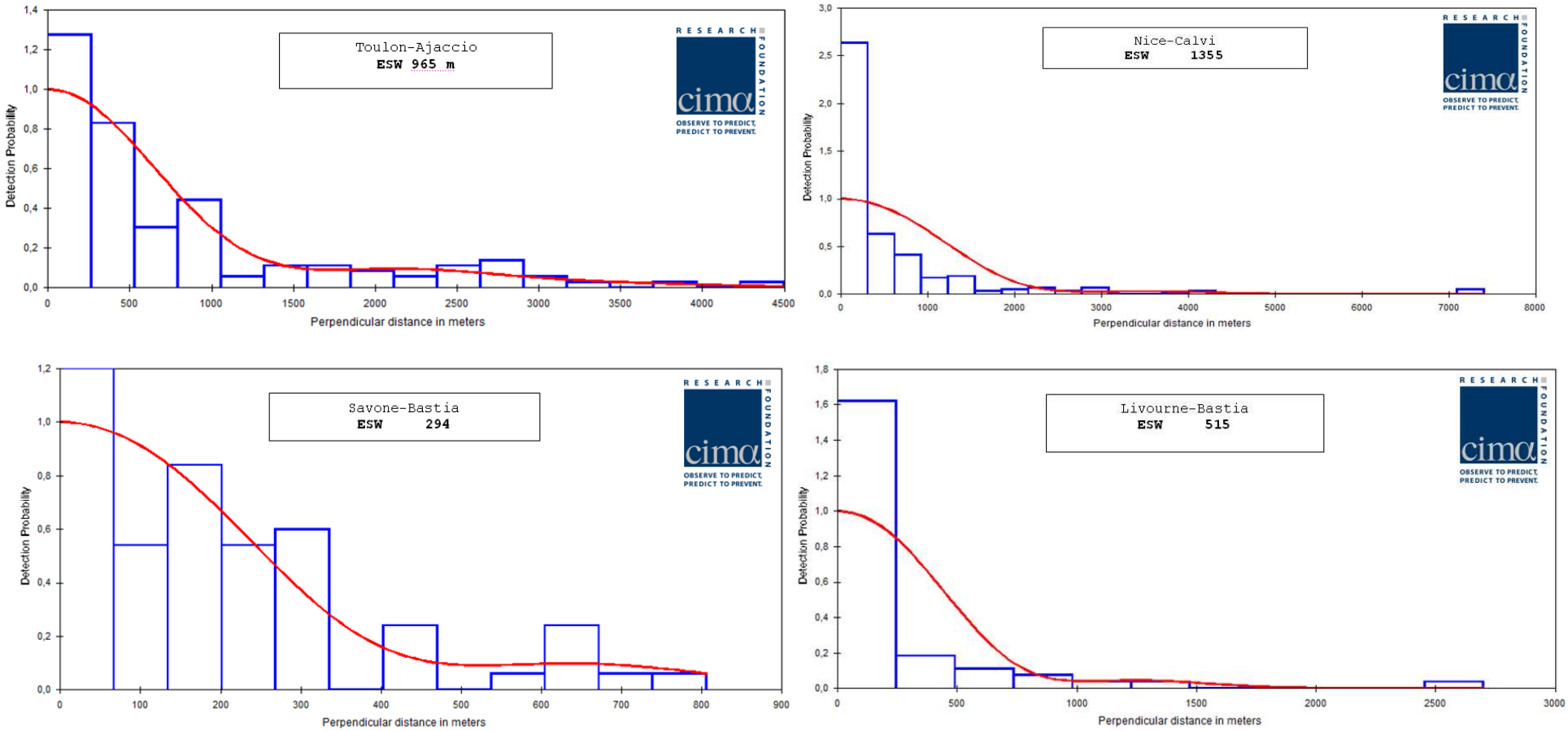


Figure 13. Histogrammes des distances perpendiculaires calculées à partir des observations de chaque ligne et courbes de probabilité de détection (en rouge) avec leur* ESW *respectifs.

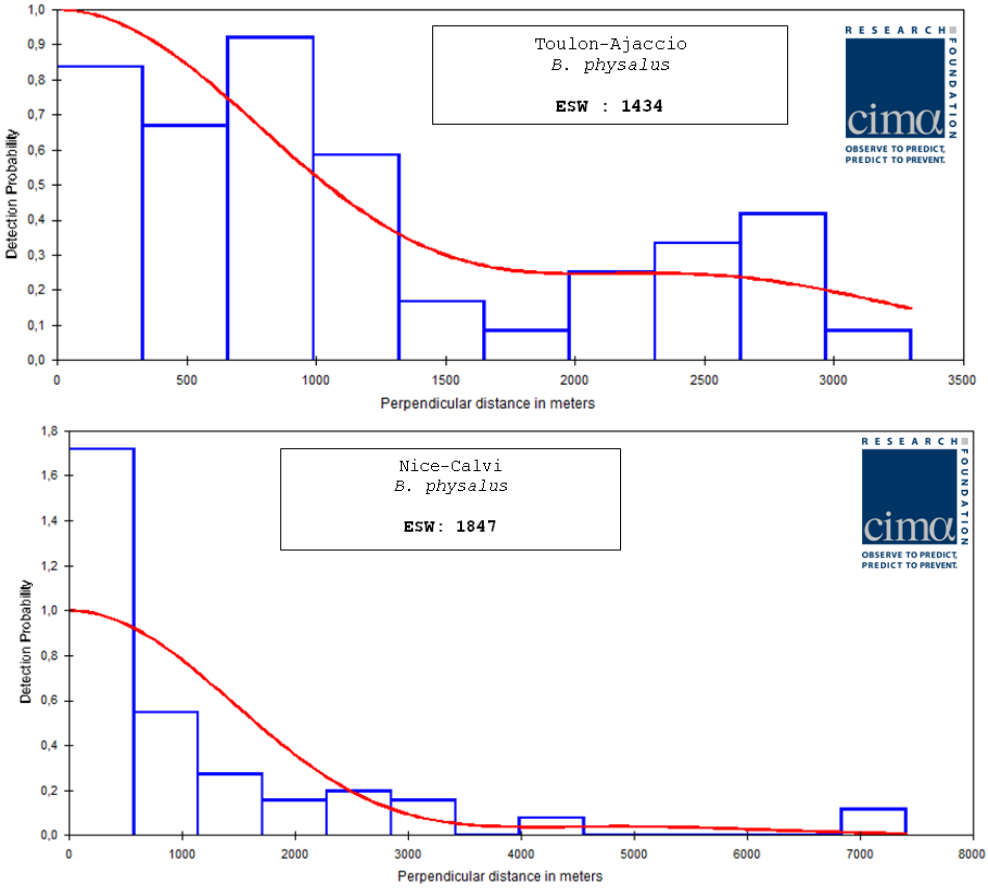


Figure 14. Histogrammes des distances perpendiculaires calculées à partir des observations de rorquals communs de TA et NC et courbes de probabilité de détection (en rouge) avec leur ESW respectifs.

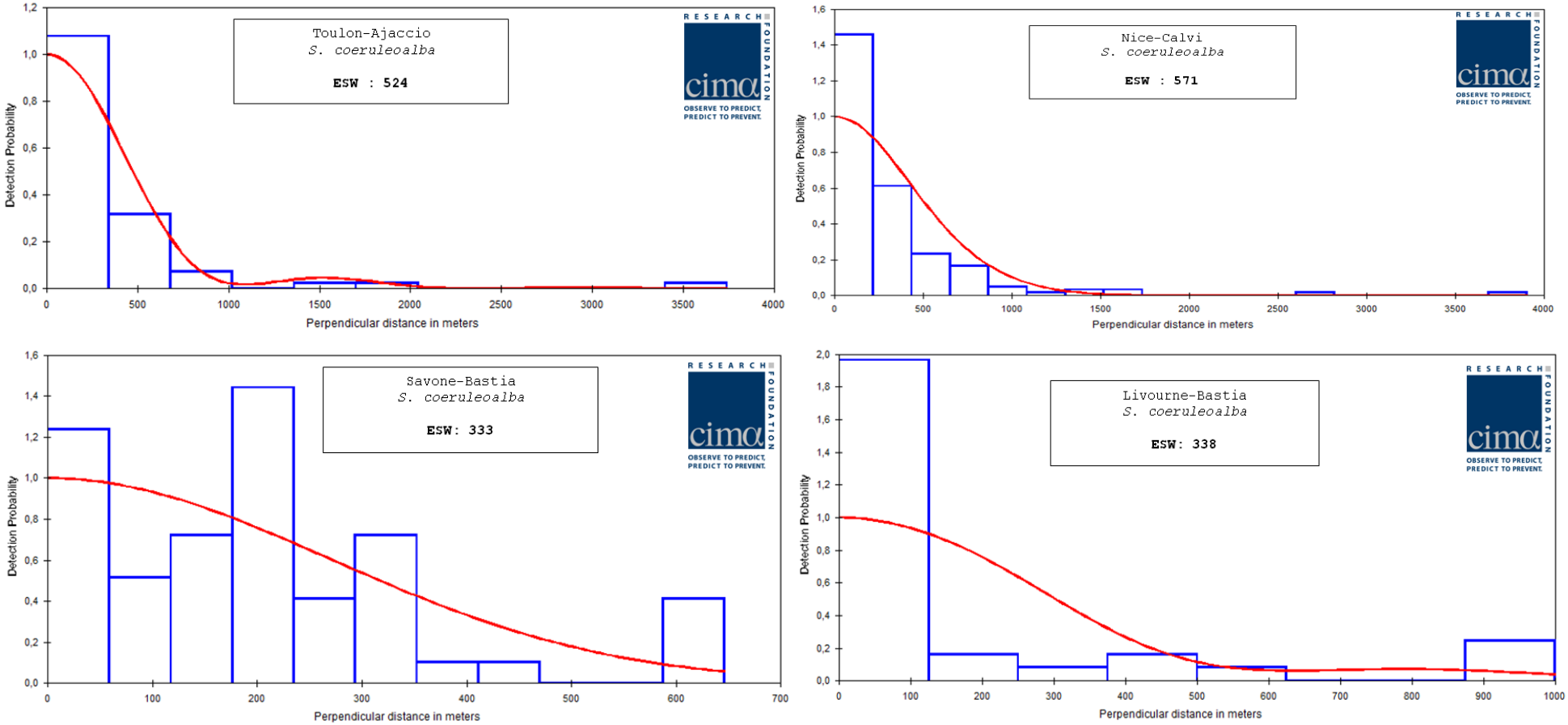


Figure 15. Histogrammes des distances perpendiculaires calculées à partir des observations de dauphins bleus et blancs de chaque ligne et courbes de probabilité de détection (en rouge) avec leur* ESW *respectifs.

Evaluation de l'influence de certains paramètres méthodologiques sur les distances perpendiculaires

Sachant que l'*ESW* est influencée par toute une série de paramètres, la deuxième partie de cette étude a consisté à modéliser l'influence de certains d'entre eux sur les distances perpendiculaires d'observation. En effet, ce sont ces distances d'observations qui permettent de déterminer à leur tour l'*ESW*.

La variation des distances perpendiculaires des observations a été étudiée en fonction des variations des paramètres suivants : la hauteur de pont d'observation des ferries (*h*), la vitesse des ferries (*v*), les MMO (*Observer*) et leur expérience respective en jours (*j*).

Les régressions linéaires ont été effectuées à partir des données de distances des dauphins bleus et blancs (soit un échantillon de 252 observations) et de celles des rorquals communs (soit 123 observations).

Pour les deux espèces, le modèle le plus significatif selon *AIC* n'a retenu qu'une seule variable prédictive : la hauteur du pont d'observation (Tableau 5). Des deux modèles obtenus, celui des distances perpendiculaires des dauphins bleus et blancs est plus significatif que celui des rorquals communs. Cela est probablement lié à la taille de l'échantillon testé respective pour les deux espèces.

Tableau 5. Sortie des deux modèles linéaires retenus (avec AIC mineur) pour le dauphin bleu et blanc et pour le rorqual commun et significativité des deux modèles.

		Valeur	Deviation Standard	T value	P value	Significativité
SC	**Intersection**	-205	119	-1.73	0.085	*
	Coef. *H*	40	7	5.49	1.01 E-07	***
BP	**Intersection**	772	822	0.94	0.349	
	Coef. *H*	84	48	1.76	8.05 E-02	*

H: hauteur du pont d'observation.

Influence des capacités des MMO sur les distances perpendiculaires

L'évaluation des capacités des MMO a été effectuée à travers l'analyse des distances perpendiculaires d'observations d'une même espèce par MMO en fonction des différents types de ferries. Rappelons que pour cette analyse nous n'avons considéré que les MMO ayant recueilli au moins 10 observations de dauphins bleus et blancs ou de rorquals sur au moins 5 transects différents (toutes lignes confondues).

Les résultats sont présentés sur la Figure 16. Il n'y a pas de différences significatives entre les observateurs lorsque le pont d'observation est de 12-15 mètres (Type I). Quand le pont est plus haut (hauteur supérieure à 19 m), les distances perpendiculaires par MMO varient de manière significative. Néanmoins, le nombre de MMO pour les Types II et III est beaucoup plus bas que celui pour le Type I, il est donc possible que ces différences ne soient pas totalement représentatives. Par ailleurs, sur TA (ferries de Types II et II), le trajet durant 8 heures si bien que les quatre MMO ont observé en permanence. De ce fait, l'angle couvert sur TA est plus restreint que celui sur les autres lignes (couvert par deux MMO). Cela induit forcément un biais dans les distances perpendiculaires relevées par chacun d'entre eux.

Nous pouvons donc conclure qu'outre la hauteur du pont, la capacité des MMO a une influence sur les distances perpendiculaires si les ponts sont du Type II ou III.

L'ensemble de l'étude critique sur l'analyse des paramètres, qui ont une influence sur la variation des distances perpendiculaires et de l'*ESW*, est limitée aux possibilités de subdiviser notre échantillon. Toutefois, il est important d'évaluer les possibilités d'utilisation de l'*ESW* pour le calcul des densités des cétacés. Or d'après la première partie de notre étude critique, l'*ESW* semble varier considérablement en fonction de la détectabilité des espèces et de leur distribution sur chaque ligne. D'autre part, la hauteur du pont est un paramètre qui influence significativement l'*ESW*, tout comme les MMO. L'analyse des données sur plusieurs années permettrait une étude critique plus poussée des autres paramètres qui ont une influence sur l'*ESW* et en conséquence sur les calculs des densités par espèce.

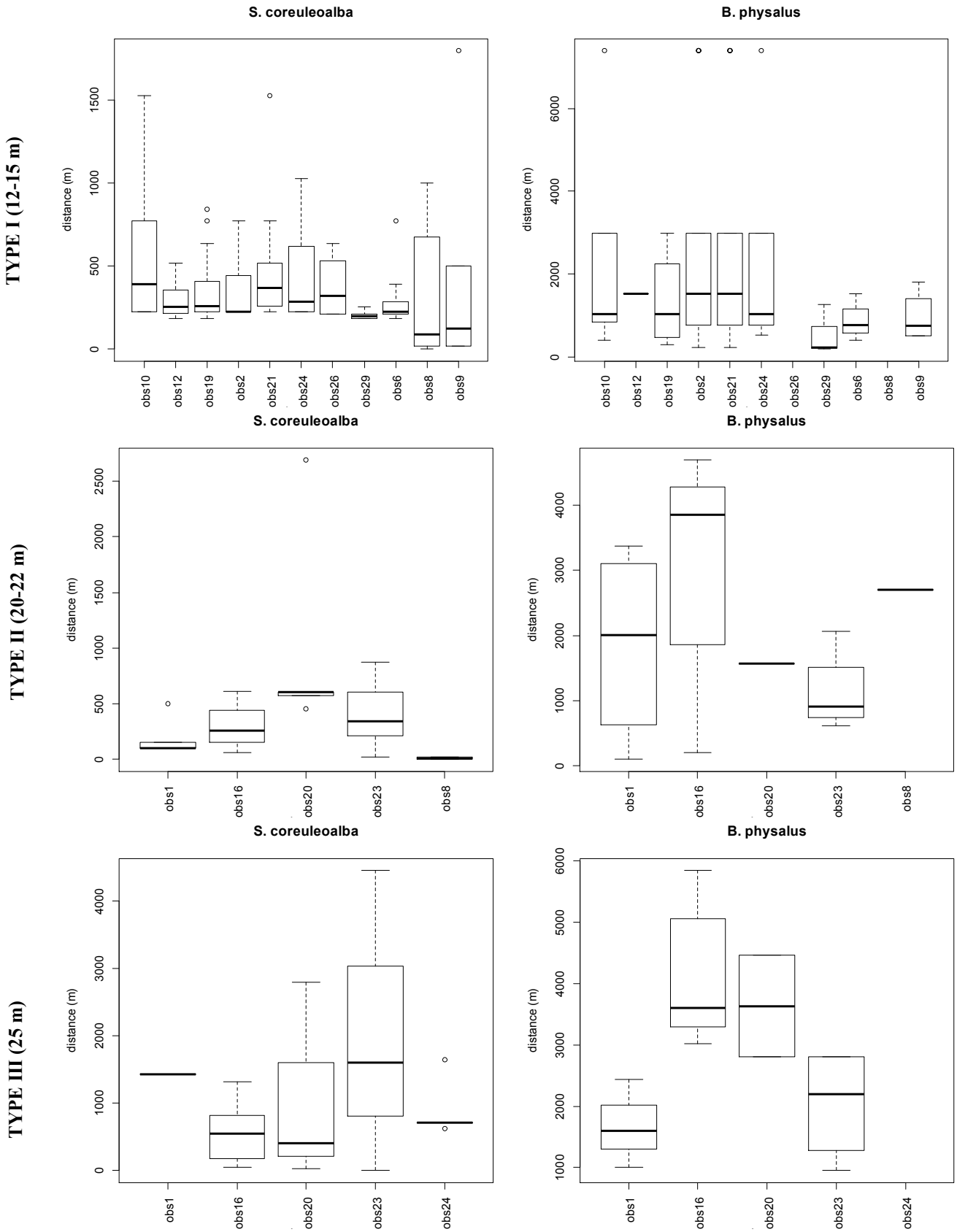


Figure 16. Distances perpendiculaires des dauphins bleus et blancs et des rorquals communs en fonction des classes de hauteurs de pont d'observation des ferries et par MMO.

4. CONCLUSIONS

Le suivi en mer à "grande échelle" temporelle et spatiale a apporté un certain nombre (voir plus bas) d'informations sur la distribution d'au moins trois des huit espèces fréquentes dans le Sanctuaire PELAGOS : le rorqual commun, le dauphin bleu et blanc et le grand dauphin. Pour ce qui concerne les autres espèces, le nombre d'observations est plus réduit. Sur les *deep-divers*, espèces qui passent plus de temps sous l'eau qu'en surface (cachalot, baleine à bec de Cuvier, dauphin de Risso et globicéphale noir), ce suivi a permis de récolter un certain nombre d'observations. Cela confirme donc que ces espèces sont abondantes dans le Sanctuaire PELAGOS. Cependant, il est évident que pour ces espèces, un suivi dédié est plus adapté pour obtenir des informations plus significatives.

Chaque ligne a mis en évidence des résultats différents, cela aussi bien au niveau du peuplement (proportion des espèces), qu'au niveau des taux de rencontres ou de la distribution sur les trois périodes. **Ces résultats confirment l'hétérogénéité spatiale à grande échelle (inter-ligne) et à échelle locale (intra-ligne) et l'hétérogénéité temporelle (entre l'été et en dehors de l'été) du Sanctuaire Pelagos**. Sur les trois périodes, seules TA et LB ont été suivies ; en effet, NC et SB ne pouvaient l'être en dehors de l'été car les ferries naviguent alors de nuit.

Lors des trois périodes étudiées sur les deux lignes suivies, les taux de rencontre sur TA sont toujours supérieurs à ceux de LB. **Cependant, les résultats intra-lignes indiquent que sur TA, l'été est plus riche alors que, sur LB, c'est la période d'octobre à avril qui est la plus riche**.

Durant l'été, sur les 4 lignes suivies, les résultats inter-lignes indiquent que la ligne la plus riche en observation est NC avec 6,3 observations de cétacés sur 100 km. **Les deux taux moyens de rencontre par espèce les plus élevés sont celui des dauphins bleus et blancs sur NC (3,8 observations sur 100 km) et celui des rorquals sur NC (2,1 observations sur 100 km).**

Concernant la richesse spatiale en espèces, sur TA et LB, lors de la première période et lors de la troisième, le maximum d'espèce par cellule est 2 ; alors qu'en été, sur les 4 lignes, le maximum d'espèces par cellule est 5 et les lignes les plus riches sont NC et SB. Les zones les plus riches (en pondérant par l'effort de prospection) sont situées au Sud de Toulon (sur les trois périodes), au milieu de la plaine bathyale entre Toulon et Ajaccio (au printemps), au nord de la Corse (sur NC et SB, en été) et au large d'Ajaccio (sur les trois périodes).

L'analyse spatiale des taux de rencontre indique que, sur l'ensemble des lignes, ils sont généralement compris entre 0,2 et 10 observations sur 100 km. **Les zones du Sanctuaire PELAGOS localement plus riches en observations avec des taux de rencontre par espèce élevés** (ER_i>10 obs.100 km^{-1}sur une même cellule) **sont peu nombreuses ; il est probable qu'elles soient liées aux caractéristiques de l'habitat** (profondeur, concentration en chlorophylle, concentration en sels minéraux). Il semble donc nécessaire de poursuivre l'analyse des données récoltées pour le présent projet en tentant de modéliser les distributions observées (grâce à des modèles du type GAMs) en utilisant des paramètres environnementaux. Comprendre la distribution des espèces est en effet un point clé du plan stratégique de PELAGOS pour la mise en œuvre d'une politique de conservation des différentes espèces.

Il est toutefois raisonnable de penser que la distribution des espèces est variable inter-annuellement ; ces variations devraient donc être prise en considération. PELAGOS pourrait donc envisager de poursuivre ce suivi de manière à obtenir des données sur plusieurs années avec la même méthodologie. Les résultats attendus seraient d'obtenir une vision sur deux années à grande échelle, résultats directement comparables. L'augmentation de la quantité d'observations pourrait également permettre de renforcer les résultats obtenus par les modèles d'habitat.

D'un autre côté, l'analyse pluri-annuelle (sur quatre années) pourrait être envisagée par PELAGOS à partir des données appartenant à ISPRA (pour LB) et à CIMA research Foundation (NC et SB) de manière à étudier les tendances d'évolution des peuplements et populations de cétacés. Précisons qu'habituellement les études à moyen terme sont réalisées sur une fenêtre de 5 années et celles au long terme sur une fenêtre de dix années minimum. Pour réunir une base de données comprenant 5 années de suivi sur 3 lignes, il faudrait poursuivre le suivi durant l'été 2013 sur NC, SB et LB.

D'autre part, les nombreuses observations faites hors saison estivale sur TA et LB rappellent que le Sanctuaire constitue une aire privilégiée pour les cétacés tout au long de l'année. Poursuivre le suivi entrepris par le présent projet permettrait à PELAGOS d'augmenter la quantité de données hors de la saison estivale (saisons peu prospectées). De plus, PELAGOS devrait envisager d'étendre le suivi à la zone centrale du Sanctuaire car en effet, TA et LB ne reflètent que les parties Ouest et Est du Sanctuaire Pelagos. Rappelons que Nice-Bastia est une ligne qui pourrait être suivi sachant qu'elle est régulièrement parcourue de jour par Corsica Ferries tout au long de l'année**.**

Les résultats du suivi soulignent l'importance de la mer Ligure au sein du Sanctuaire PELAGOS, zone particulièrement riche en cétacés (aussi bien en quantité d'animaux qu'en termes d'espèces) durant l'été. **Ajoutons que le suivi réalisé l'été sur les 4 lignes a donné une vision synoptique sur l'ensemble du Sanctuaire PELAGOS**, une information qu'il n'est pas facile d'obtenir à des coûts réduits. Or cette étude bénéficiant d'embarquement sur des plateformes opportunistes tout en appliquant un protocole scientifique strict permet une collecte de données fiables et à moindre coût sur une vaste zone et tout au long de l'année. **Cette vision est d'autant plus intéressante qu'elle est le fruit de la répétition de l'échantillonnage, elle limite donc les conclusions hâtives proposées en cas d'échantillonnage sur une courte période ou sur un espace réduit, qui peuvent parfois indiquer une fausse absence ou une forte abondance de cétacés ou d'une espèce néanmoins non représentative**.

Les données récoltées pour le projet peuvent être également utilisées pour estimer les densités des différentes espèces. Ainsi à partir de toutes les observations faites sur les quatre lignes ensemble, nous avons établit que la surface échantillonnée par kilomètre parcouru est de 1,5 km^2. Cependant, si les données sont divisées ligne par ligne, toute espèce confondue, les surfaces échantillonnées deviennent 2,7 km^2 pour NC et 2 km^2 pour TA, 1 km^2 pour LB et 0,6 km^2 pour SB. De plus, les surfaces échantillonnées dépendent également des pourcentages des animaux observables à grande distance sur chaque ligne. Il serait donc nécessaire de faire des estimations par ligne et par espèce ce qui est impossible, vue la quantité réduite de données disponibles par lignes pour la plupart des espèces.

Certains biais liés à l'hétérogénéité des plateformes d'échantillonnage (types de ferry) et aux observateurs (expérience et aptitude) ont également une influence sur le calcul des surfaces échantillonnées. Les résultats indiquent que la hauteur du pont est le paramètre qui a le plus d'influence et que, plus le pont est haut, plus la capacité à détecter les animaux diffèrent entre observateurs.

Globalement, le suivi en mer à "grande échelle" temporelle et spatiale a apporté des résultats (voir plus haut) comparables entre eux grâce à un protocole commun qui limite en partie la variabilité de la collecte des données. Plus de cent traversées ont été suivies par des observateurs experts. **La présence des MMO à la passerelle de navigation des ferries a contribué à favoriser les contacts entre le personnel chargé de la navigation et les scientifiques**. Les MMO ont également permis de sensibiliser ceux-ci à la présence des cétacés et l'importance de leur conservation. Enfin, la collecte de témoignage sur trois cas de collision potentielle, avec des animaux très proche de l'étrave ou sur la trajectoire du ferry, contribue à une meilleure compréhension de ce phénomène et des solutions pour éviter le choc meurtrier.

5. AMELIORATION DU PROTOCOLE

Après le suivi effectué pour PELAGOS, le protocole de collecte des données a été standardisé avec le protocole mis en place par l'*ARC* (*Atlantic Research Coalition*), opérant également à bord des ferries. Une nouvelle version, en anglais, a été adoptée par l'ISPRA et ses partenaires italiens.

D'une part, le protocole encadre plus précisément les objectifs du *Réseau Méditerranéen du suivi des cétacés à bord des ferries* en fonction des priorités nationales italiennes, du Protocole ASPIM, des priorités d'ACCOBAMS et priorités européennes (par exemple, la Directive Européenne de la Stratégie Marine).

D'autre part, pour diminuer l'hétérogénéité des résolutions spatiales, il a été convenu que le tracé GPS des ferries devaient être enregistré en continu à la plus haute précision possible (avec un minimum d'un point GPS toutes 5 minutes). Cela est d'autant plus nécessaire que les lignes suivies en continue avec GPS ont démontré que les ferries ne parcourent pas toujours le même trajet. Le protocole indique également que les observations doivent également être retranscrites à la meilleure résolution possible.

6. VULGARISATION SCIENTIFIQUE DE LA PARTIE « MONITORING »

La liste des articles et des présentations effectuées lors de conférences nationales et internationales est présentée ci-dessous :

Rome, Italie	04/2011	*Meeting for IT-FR cooperation on aerial surveys organized by the French program on seabirds and marine mammals (Natura 2000)*
Riccione, Italie	11/2011	*9th conference on cetacean and marine mammals organised by Centro Studi Cetacei*
El Jadida, Maroc	10/2011	*Second biennial conference on cetacean conservation in South Mediterranean Countries (CSMC2) organised by ACCOBAMS*
Ischia, Italie	11/2011	*First International Workshop on Mediterranean Sperm whale organised by UniGenova, Menkab, Oceanomare Delphis.*
Ireland	03/2012	*Conference of the European Cetacean Society*
Turin, Pisa, Italie	22-23/11/12	*Séminaires à l'Université de Turin et Pise, Département de Biologie.*

Portugal	soumis	*Conference of the European Cetacean Society*

Ajoutons qu'en 2012, Corsica Ferries Sardinia Ferries a accueilli à bord de leur bateau pour la première fois une sortie scolaire dédiée à la sensibilisation sur les cétacés. Le principe est de présenter aux élèves par un cours *ad hoc* le suivi réalisé à bord par les scientifiques et l'importance du Sanctuaire PELAGOS. Au même moment, des MMO effectuent le suivi de telle sorte qu'en cas d'observations, les élèves peuvent sortir sur le pont et observer par eux-mêmes.

Deux classes d'un lycée de Savone ont participé, accompagnées par 4 chercheurs de la Fondazione CIMA. Au cours de la sortie, les lycéens ont vu 8 rorquals communs et 5 groupes de dauphins bleus et blancs. Vu le succès de cette sortie, Corsica Ferries Sardinia Ferries renouvellera cette proposition. Les ferries constituent donc une plateforme optimale pour un travail de sensibilisation auprès du grand public.

Hyères, France	15/11/2011	*Bulletin PELAGOS*
Italy	07-09/2011	*The Italian Maritime Journal, Anno X (3), 6-9*

Deux articles ont également été écrits pour vulgariser le projet :

III. VALIDATION DE L'INTERET DU SYSTEME REPCET EN TERMES DE MONITORING

Rédaction Pascal Mayol, Léa David et Nathalie Di-Méglio

1. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1.1. Objectifs

La seconde partie de l'étude exposée ici devait permettre de valider l'intérêt du système REPCET en termes de monitoring. Deux jeux de données devaient être collectés sur des routes similaires (tronçon commun aux lignes Toulon-Ajaccio *versus* Marseille-Ajaccio et aux lignes Nice-Calvi *versus* Nice-Ile Rousse, Figure 17) mais sur des plates-formes indépendantes (des navires de la SNCM équipés de REPCET et des navires da Corsica Ferries avec des observateurs à bord).

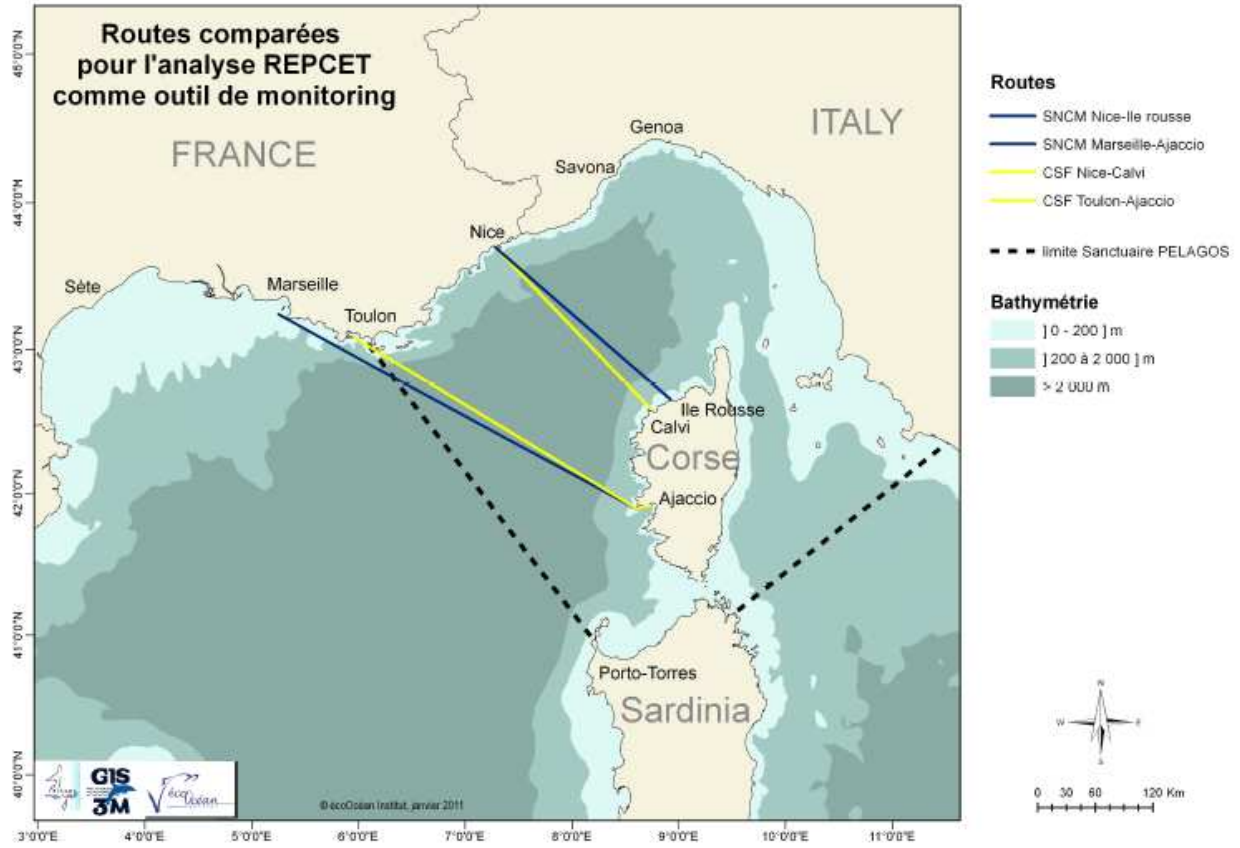


Figure 17. Routes proposées pour les comparaisons entre les données récoltées via REPCET et les données récoltées via des observateurs embarqués.

Cette démarche devait permettre d'établir si les données récoltées par l'équipage *via* REPCET sont exploitables en tant que données associées à un effort d'observation (« en transect ») ou si elles constituent uniquement des données ponctuelles et aléatoires, complémentaires aux données « en transects ».

L'analyse devait également porter sur la détection de tendances similaires ou non obtenues par les deux méthodes de monitoring (REPCET *versus* observateurs qualifiés). Le cas échéant, l'étude devait mettre en lumière les paramètres qui influent sur des différences dans la collecte de données (notamment la notion de sensibilisation de l'équipage) dans l'objectif d'améliorer la fonctionnalité du système en termes de monitoring.

Enfin, la démarche devait permettre d'émuler les collaborations entre les activités de PELAGOS et les armateurs, de favoriser l'essaimage de REPCET au sein du Sanctuaire PELAGOS et de contribuer à améliorer ses fonctions de recueil de données de distribution.

1.2. Méthodologie

Afin de mener à bien le projet, des rencontres ont été organisées avec des responsables des compagnies maritimes et autres structures susceptibles d'être équipées de REPCET (CROSSMED et Marine Nationale), conformément au Tableau 6.

Tableau 6. Structures contactées durant l'étude. *Les noms et coordonnées des référents n'ont pas été rapportés dans ce rapport mais sont mis à disposition de PELAGOS sur simple demande auprès de Souffleurs d'Ecume.*

Armateurs :	Autre :
- France Telecom Marine - La CMA CGM - La Compagnie du Ponant - La Corsica Ferries - La Méridionale - La SNCM - Louis Dreyfus Armateurs	- Armateurs de France - CROSSMED - Marine Nationale

L'objectif de ces rencontres était d'étudier la faisabilité du déploiement de REPCET et, le cas échéant, de conclure les conventions associées puis, à l'issue d'aboutir à l'installation de REPCET à bord des unités concernées (PC, antenne IRIDIUM avec GPS et câblage).

Dans un second temps des formations ont eu lieu pour les équipages, sur les cétacés, les risques de collision et l'utilisation de REPCET.

Enfin, le protocole prévoyait une comparaison entre les données récoltées *via* REPCET sans observateur spécialisé sur deux lignes desservies par la SNCM (Marseille-Ajaccio et Nice-Ile Rousse) et les données récoltées par des observateurs spécialisés sur des plates-formes indépendantes (Corsica Sardinia Ferries) sur des tronçons communs aux deux précédentes lignes (Toulon-Ajaccio et Nice Ile-Rousse). La démarche devait permettre de définir si les données collectées par les équipages sont représentatives de celles collectées par les observateurs qualifiés. Ensuite, un travail de calibrage des données devait différencier celles susceptibles d'être utilisées en tant que « données avec effort » des données aléatoires : comparaison au niveau des espèces rencontrées, du peuplement, des taux de contact et des abondances relatives ainsi qu'au niveau de la distribution spatiale des animaux (analyses par le biais des logiciels Excel et SIG ArcGis).

Malheureusement, des contraintes exogènes n'ont pas permis d'atteindre ce dernier objectif (cf. § 2.2.1). De ce fait, les auteurs proposent, à titre exploratoire, une simple analyse statistique des données REPCET récoltées en 2011 (§ 2.2.2).

2. RESULTATS

2.1. Unités équipées de REPCET durant la période de l'étude

Neuf systèmes ont été installés durant la période de l'étude, conformément au tableau 7. Parmi eux, deux systèmes ont été financés par le Sanctuaire PELAGOS.

Les versions « shore » sont composées d'une seule et même interface dans laquelle l'opérateur saisit manuellement la position de l'animal, ainsi que l'heure d'observation, alors que les versions équipant des navires disposent d'une interface de saisie (avec mire de positionnement relatif de l'animal) et une interface de cartographie.

Les versions « shore » sont utilisées pour saisir des positions de baleines transmises par des tiers en mer. Le CROSSMED en particulier, l'utilise pour transmettre des positions fournies par des plaisanciers (cf. § 2.2.2) et Souffleurs d'Ecume l'exploite pour saisir les observations des opérateurs de *whale-watching*.

Tableau 7. Unités équipées de REPCET, dates d'installation et trajets.

Date	Unité	Type	Compagnie	Trajets principaux
01/01/11	*CROSSMED*	*Shore*	*CROSSMED*	-
01/01/11	Tamory	Voilier	Privé	Méditerranée occident.
20/07/11	Kalliste	Ropax	La Méridionale	Propriano - Porto Torr.
22/07/11	Girolata	Ropax	La Méridionale	Marseille - Ajaccio
28/07/11	Napoléon B. puis Monte d'Oro	Ferry	SNCM	Marseille - Ajaccio
01/01/12	*Souffleurs d'Ecume*	*Shore*	*Souffleurs d'Ecume*	-
31/01/12	Piana	Ropax	La Méridionale	Marseille - Bastia
04/04/12	Raymond Croze	Câblier	FTM	Méditerranée
14/09/12	*PNPC*	*Shore*	*PNPC*	-

En italique, les équipements version « shore », en caractères droits, les équipements en mer. En jaune, les systèmes financés sur un an par le Sanctuaire PELAGOS. Le tableau fait état des unités nouvellement équipées ainsi que des unités précédemment équipées d'un « système expérimental » et ayant accepté de s'équiper d'un « système opérationnel ».

A ce jour, ce sont donc 5 navires de commerce, 1 navire privé et 3 unités à terre qui sont équipés.

2.2. Monitoring

2.2.1. Difficultés rencontrées

Plusieurs difficultés ont empêché de déboucher sur les objectifs envisagés en termes de monitoring.

Tout d'abord, le premier système REPCET financé pendant un an dans le cadre de cette étude devait équiper un car-ferry de la SNCM, partenaire historique de REPCET. Initialement, le navire envisagé devait couvrir la ligne Nice-Balagne ou Marseille-Ajaccio. Néanmoins, pour des raisons liées à des incertitudes à court ou moyen terme sur l'avenir des navires concernés par ces lignes, le choix prioritaire de la SNCM a été porté sur la ligne Marseille-Ajaccio (Napoléon Bonaparte). Par ailleurs, nous comptions sur le fait qu'en échange de la gratuité d'un premier

système, la SNCM puisse en installer un second sur fonds propres. Or, le contexte économique et la politique de réduction budgétaire de la compagnie sont des impondérables qui ont rendu impossible le projet.

Le second système financé par PELAGOS a été installé à bord du Girolata, navire de La Méridionale, également partenaire historique de REPCET. Cette installation ne pouvait servir l'objectif lié au monitoring dans la mesure où La Méridionale ne dessert pas la ligne Nice-Balagne et qu'en plus la majorité du trajet a lieu la nuit. Néanmoins, cette action a largement servi l'objectif d'essaimage de REPCET (cf. § 2.2.3).

Ensuite, l'équipe a été confrontée à une discordance de calendrier. En effet, la période initialement retenue pour la collecte de donnée *via* REPCET s'étendait de juin à septembre. Ce créneau permettait à la fois de couvrir la saison de forte abondance et de disposer des données d'un plus grand nombre de traversées faites avec des observateurs à bord des ferries de la Corsica Sardinia Ferries (1 par semaine). Or, ce projet a été contraint par le retard d'un fournisseur d'approvisionnement matériel de la société Chrisar Software Technologies, chargée des aspects informatiques et industriels du projet. Ainsi, les installations n'ont pas pu se faire avant fin aout, donc très tardivement par rapport à la période prévue.

Le cumul de ces difficultés fait qu'il n'a pas été possible de répondre à l'objectif initial de validation du système REPCET en termes de monitoring. Néanmoins, l'analyse des données récoltées en 2011 *via* le système apporte des éclairages exploratoires qu'il nous semblait utile de rapporter ici (§ 2.2.2).

2.2.2. Résultats exploratoires obtenus sur la base des données REPCET 2011

Le bilan proposé ici regroupe les observations diffusées *via* REPCET du 1er janvier au 31 décembre 2011. Ces observations ont été fournies au moyens des systèmes opérationnels équipant le CROSSMED, 3 navires de La Méridionale, 1 navire de la SNCM et 1 bateau privé équipé dans le cadre de travaux de recherche. Un navire de France Télécom Marine et 1 navire de Costa Croisière étaient encore équipés de la version expérimentale de REPCET ; les données relatives ont également été intégrées aux analyses.

Le chapitre se divise en deux parties : les statistiques des observations et la cartographie des observations. Des comparaisons sont proposées avec les observations réalisées en 2010 (cf. Mayol *et al*., 2010). Notons qu'il ne s'agit là que d'une approche exploratoire dans la mesure où les observations 2010 étaient réparties sur 5 mois uniquement et concernaient des dispositifs expérimentaux équipant seulement 3 navires et le CROSSMED.

a. Statistiques des observations

Cent quarante cinq occurrences ont été relevées durant la période (soit 86 % de plus qu'en 2010), distribuées selon la Figure 18. Les trois classes se répartissent de manière à peu près homogène, avec toutefois une légère sous représentation des objets dérivants au regard des deux autres classes (n = 53 pour les grands cétacés, n = 52 pour les petits cétacés et n = 40 pour les objets dérivants).

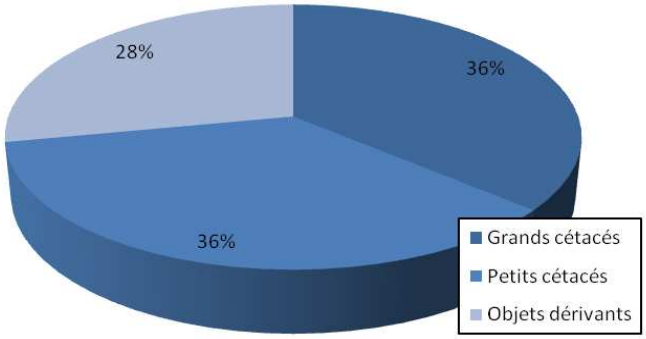


Figure 18. Distribution des observations par catégorie en 2011 (n = 145)

Cette distribution semble plus proche de la réalité que le schéma observé en 2010 qui faisait état d'un taux de petit cétacés largement sous représentés (9%) par rapports aux grands cétacés et aux objets dérivants (44% pour chacun d'entre eux). Ces nouveaux rapports peuvent s'expliquer par l'équipement d'un plus grand nombre de navires en 2011, mais aussi par une sensibilisation plus efficiente des contributeurs quant à l'intérêt scientifique de signaler les petits cétacés.

Le CROSSMED reste un contributeur majoritaire dans la mesure où il est à l'origine de 54% des observations. Le volume de signalements à mettre à son crédit a augmenté en 2011 (n = 79 contre n = 54 en 2010) bien que le pourcentage vis-à-vis des autres contributeurs ait très significativement diminué (72% en 2010). Ce constat tout à fait normal est lié à l'augmentation du nombre de contributeurs et à leur implication.

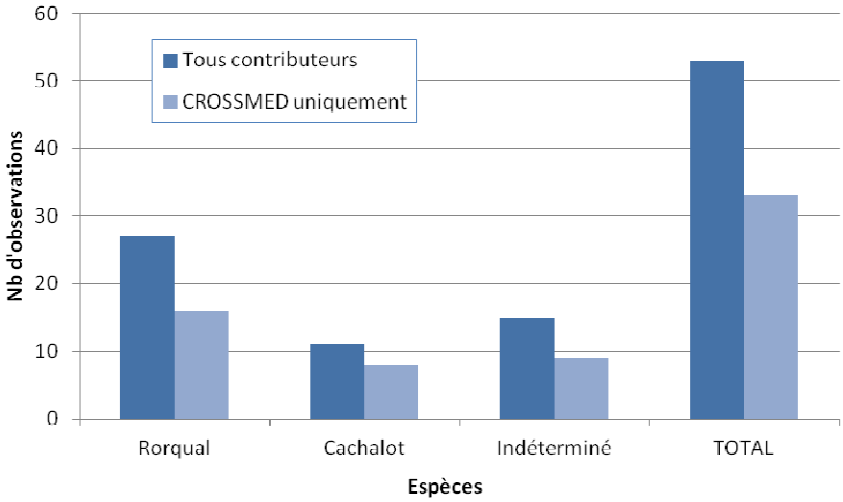


Figure 19. Distribution des observations de grands cétacés par espèces

Comme en 2010, la Figure 19 montre que la majorité des grands cétacés observés sont des rorquals communs, ce qui est conforme avec nos connaissances sur le peuplement du bassin nord occidental de la Méditerranée. Les alertes diffusées par le CROSSMED constituent une part importante des observations dans chaque catégorie de grands cétacés : 59% pour les rorquals, 73% pour les cachalots et 60% pour les espèces non déterminées. Cette dernière valeur est conséquente mais tend à montrer que le protocole appliqué par le CROSS permet de classer les observations dans cette catégorie lorsqu'il qu'il y a un doute. Pour autant, certaines observations traitées plus loin sont surprenantes et à défaut de pouvoir remonter à la source de l'information en l'état des fonctionnalités du système, il est difficile de dire si elles constituent des cas

particuliers ou si elles sont erronées. Au total, 62% des observations de grands cétacés ont été diffusés par le CROSSMED. L'ensemble de ces valeurs est tout à fait comparable à celles calculées en 2010. Dans la mesure où, dans le même temps, le nombre de contributeurs a augmenté, cette constante pourrait traduire une plus grande sensibilisation des plaisanciers et/ou une marge de manœuvre encore significative quand à l'implication des armateurs équipés. Dans tous les cas, elle rappelle la forte implication du CROSS dans le dispositif.

Une évolution notable du nombre de signalements de petits cétacés est à souligner en 2011 (52 observations contre seulement 9 en 2010). Chaque contributeur semble intégrer progressivement l'intérêt scientifique de la démarche bien que ces valeurs, au regard de la densité des populations, restent très faibles et ne reflètent donc pas la réalité. A noter que le CROSS est à la source de 8 signalements cette année (Figure 20) contre 0 en 2010. Les Dauphins bleus et blancs (n = 33) constituent la majorité des signalements, ce qui est conforme à nos connaissances sur le peuplement de Méditerranée : cette espèce est la mieux représentée en termes de population. Cinq observations concernent des globicéphales (absents des signalements en 2011), et 5 autres les grands dauphins. Dix observations concernent des espèces non identifiées.

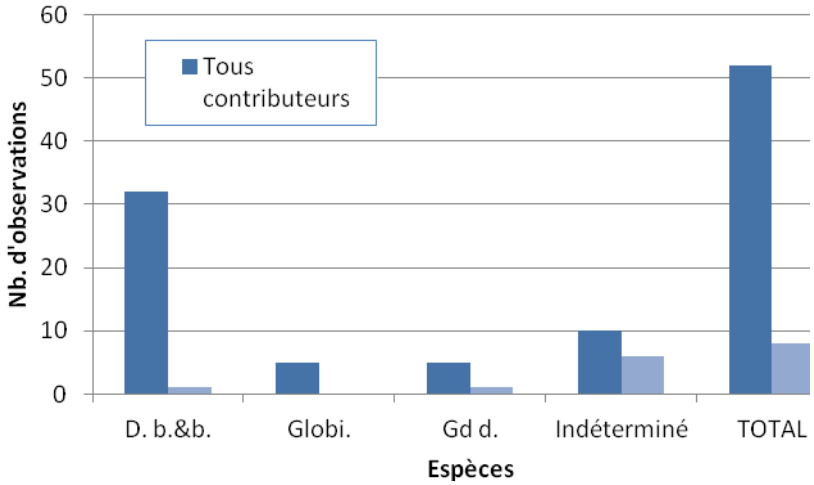


Figure 20. Distribution des observations de petits cétacés par espèces

Enfin, tout comme en 2010, l'année 2011 ne bénéficie que d'un nombre trop réduit de contributeurs pour se lancer dans une étude détaillée en termes de monitoring et lisser le biais lié simplement au nombre d'observateurs en mer (plus on est nombreux à regarder, plus on voit des animaux alors qu'il n'y en n'a pas forcément plus). Néanmoins, nous proposons une analyse des données à titre exploratoire en deux étapes : une présentation du nombre d'individus par espèce et par observation, et une présentation de la distribution temporelle des espèces observées.

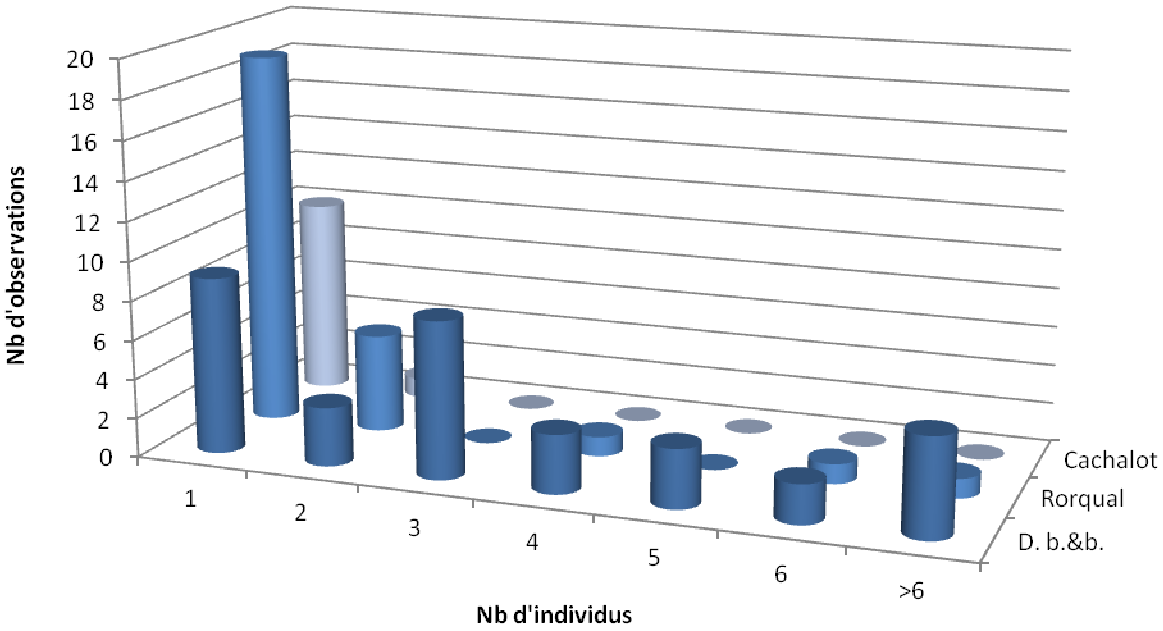


Figure 21. Nombre d'individus par observation et par espèces

La Figure 21 offre un panorama de la situation. Les effectifs concernant les observations de grands dauphins et de globicéphales noirs (n = 5 pour chacun) sont trop faibles pour se risquer à une quelconque analyse. Concernant les dauphins bleus et blancs, la tendance traduit bien leur caractère grégaire. Le nombre d'observations ne regroupant qu'un seul individu n'est pas incohérent en tant que tel, mais il semble surreprésenté en comparaison avec les autres classes. Les signalements relatifs aux rorquals communs, pour leurs parts se situent dans les tendances connues (animaux peu sociaux ne se regroupant que pour des raisons alimentaires ou la reproduction). Deux observations sont néanmoins remarquables : un groupe de 6 individus en août (rapporté par la SNCM) et un groupe de 10 individus fin octobre (rapporté par le CROSSMED). Cette dernière observation soulève des questions compte tenu de son caractère très tardif dans l'année, et il aurait été fort utile de pouvoir remonter à la source de l'information.

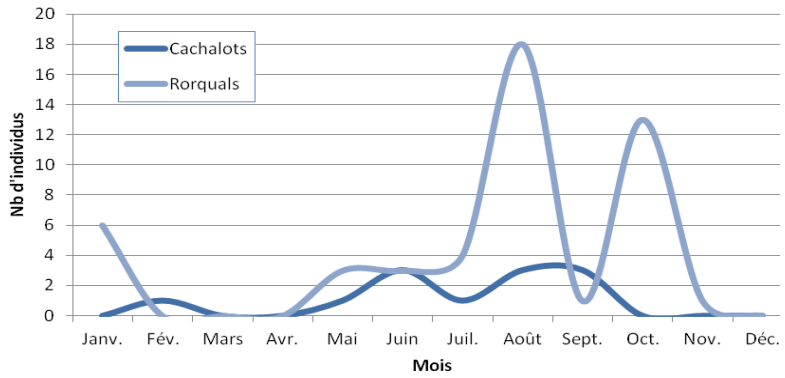


Figure 22. Distribution temporelle des observations de rorquals et cachalots

La distribution spatio-temporelle des rorquals présente une structure en deux pics (Figure 22). Traditionnellement, cette variabilité est expliquée par les conditions sur la zone : un premier bloom planctonique a lieu au printemps, suivi d'un second en automne. Si ce premier point semble globalement conforme à nos connaissances, le départ de la courbe est, pour sa part, plus étonnant : l'observation de 6 individus au mois de janvier n'est, en soi, pas une surprise puisque

nous savons qu'un petit nombre d'individus hivernent sur la zone. Mais cette valeur semble anormalement élevée par rapport au reste de la courbe. Ce phénomène peut s'expliquer par trois hypothèses :

- un manque d'homogénéité dans l'échantillonnage, lié au nombre encore faible d'unités équipées de REPCET,
- une observation inhabituelle en janvier (en l'occurrence, le signalement d'un groupe de 4 individus *via* le CROSSMED),
- des conditions hivernales particulières que seule la comparaison avec d'autres données recueillies sur la zone pourrait confirmer.

La courbe de distribution des cachalots ne présente pas d'anomalie caractérisée mais est basée sur un nombre très faible de données (11 observations) ne permettant pas d'interprétation.

b. Cartographie des observations

Les cartes qui suivent permettent de visualiser géographiquement les observations transmises *via* REPCET. L'analyse est présentée comme suit :

- cartographie toutes observations, par type d'observations (Figure 23)
- cartographie grands cétacés (Figure 24)
- cartographie petits cétacés (Figure 25)
- cartographies toutes espèces, avril à septembre (Figure 26)
- cartographies toutes espèces, octobre à mars (Figure 27)
- cartographie objets dérivants (Figure 28)
- cartographie toutes observations, par contributeur (Figure 29)

L'analyse de ces cartes montre que la majorité des observations, partagées entre le domaine côtier et le large, sont regroupées au sein du Sanctuaire Pelagos. Un nombre significatif de signalements concerne le plateau continental entre Hyères et Marseille. Le Golfe du Lion, depuis la côte jusqu'au large, regroupe également quelques observations. Les signalements plus au sud sont rares mais en augmentation par rapport à 2010 (4 contre 15 en 2011) : une observation de dauphins bleus et blancs dans le bassin tyrrhénien, la même espèce observée au nord de l'Algérie et, plus à l'Est, 4 autres observations en mer ionienne puis une bouée en Mer Egée signalée par le CROSSMED (non visible sur la carte). On note enfin une observation d'objet flottant sur terre liée à une erreur de saisie.

Comme en 2010, on remarque une part importante de rorquals communs en deçà de la bathymétrie 2 000 m. alors que l'habitat préférentiel de cette espèce est pélagique. Ce constat pourrait être lié au fait que les plaisanciers s'éloignent au final peu des côtes (Mayol *et al.,* 2012) et relaient donc des observations côtières au CROSSMED. Il s'agit alors plus d'une cartographie des contributeurs ou de l'effort d'observation que d'une cartographie de la distribution réelle de l'espèce. Néanmoins on sait que certains rorquals fréquentent des secteurs côtiers tout l'été (Mayol *et al*., 2012), mais qu'ils sont ici surreprésentés par rapport à la grande majorité d'entre eux qui exploitent plutôt le large. En parallèle, les plaisanciers ont sans doute été motivés par Monaco Radio qui diffusait durant tout l'été un message de sensibilisation par VHF sur la problématique des collisions et l'intérêt du système REPCET. Enfin on peut aussi envisager que, confrontés à des conditions particulières, les rorquals aient étendu leur prospection alimentaire au domaine côtier, hypothèse que la comparaison des données REPCET avec des données récoltées suivant un protocole scientifique cette même année pourra confirmer ou infirmer.

Les cachalots ont essentiellement été signalés sur le talus continental. On sait qu'il s'agit là de l'un des secteurs de prédilection de l'espèce dans lequel elle vient rechercher les céphalopodes

qui constituent l'essentiel de son alimentation. Quelques observations concernent aussi le large, également habituellement fréquenté par cette espèce.

Les cartes de distribution par période de l'année ne s'opposent pas à nos connaissances de la distribution du peuplement de Méditerranée. Les observations hivernales présentent des cas étonnant déjà traités précédemment (2 groupes importants de rorquals commun). Encore une fois, il est dommage de ne pas pouvoir remonter à la source de l'information pour la confirmer ou l'ignorer. En effet, si ces observations pouvaient être confirmées, elles offriraient un intérêt scientifique tout à fait notable. Globalement, de par leur rareté, les observations hivernales peuvent être très intéressantes si elles sont fiables car les connaissances hivernales sont encore limitées. Mentionnons à ce titre les 4 groupes de dauphins bleus et blancs signalés par le Costa Pacifica en mer Ionienne ainsi que 3 groupes de la même espèce et deux rorquals communs entre Corse et continent signalés par les navires de la Méridionale.

Les alertes concernant les objets dérivants se situent essentiellement à proximité de la côte, avec toutefois quelques mentions au large, parfois très loin, jusqu'à plusieurs dizaines de milles nautiques. Les informations relatives aux carcasses d'animaux sont transmises au GECEM (Groupe d'Etude des Cétacés de Méditerranée), responsable du Réseau Echouage pour la Méditerranée française.

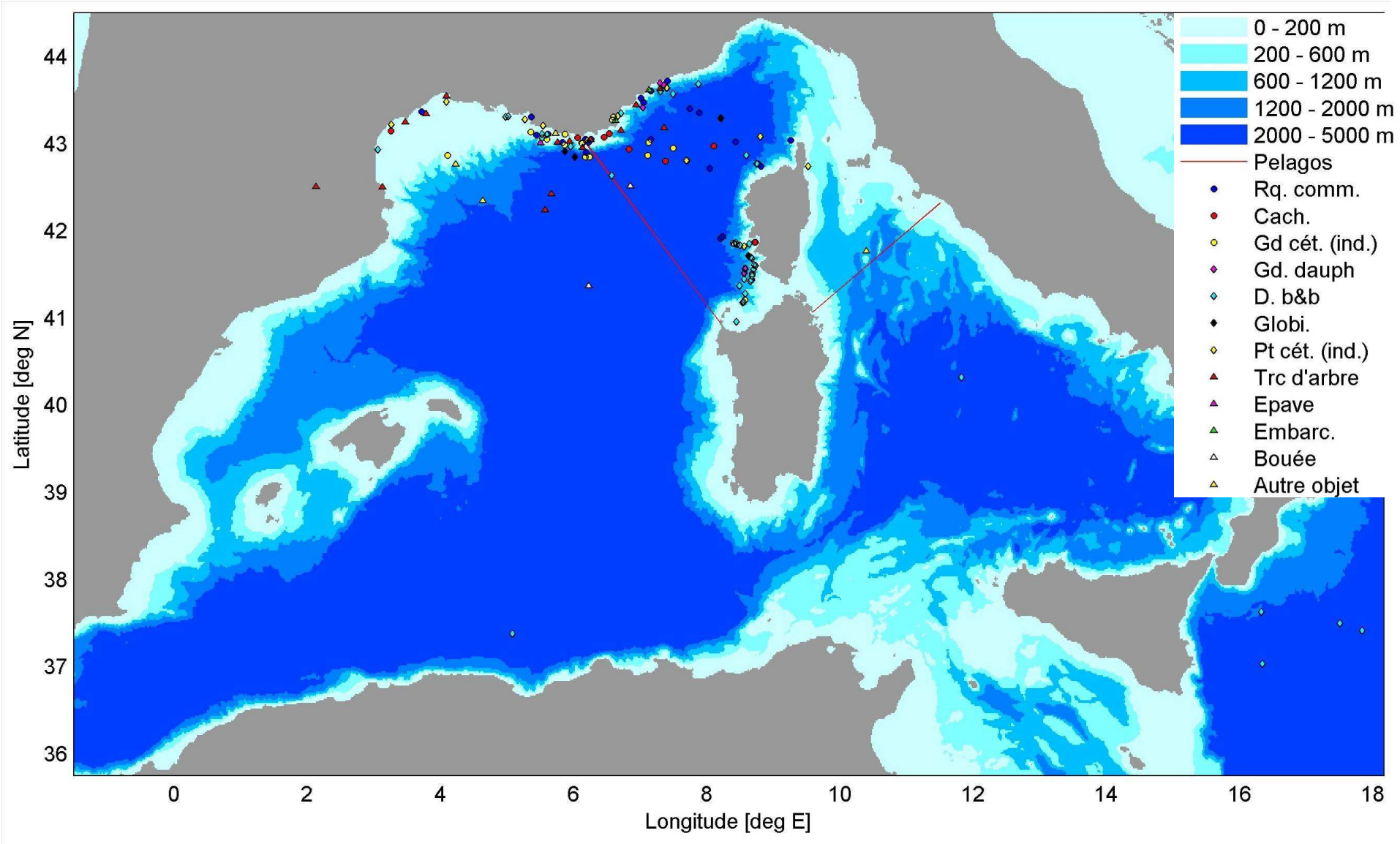


Figure 23. Cartographie toutes observations, par type d'observations

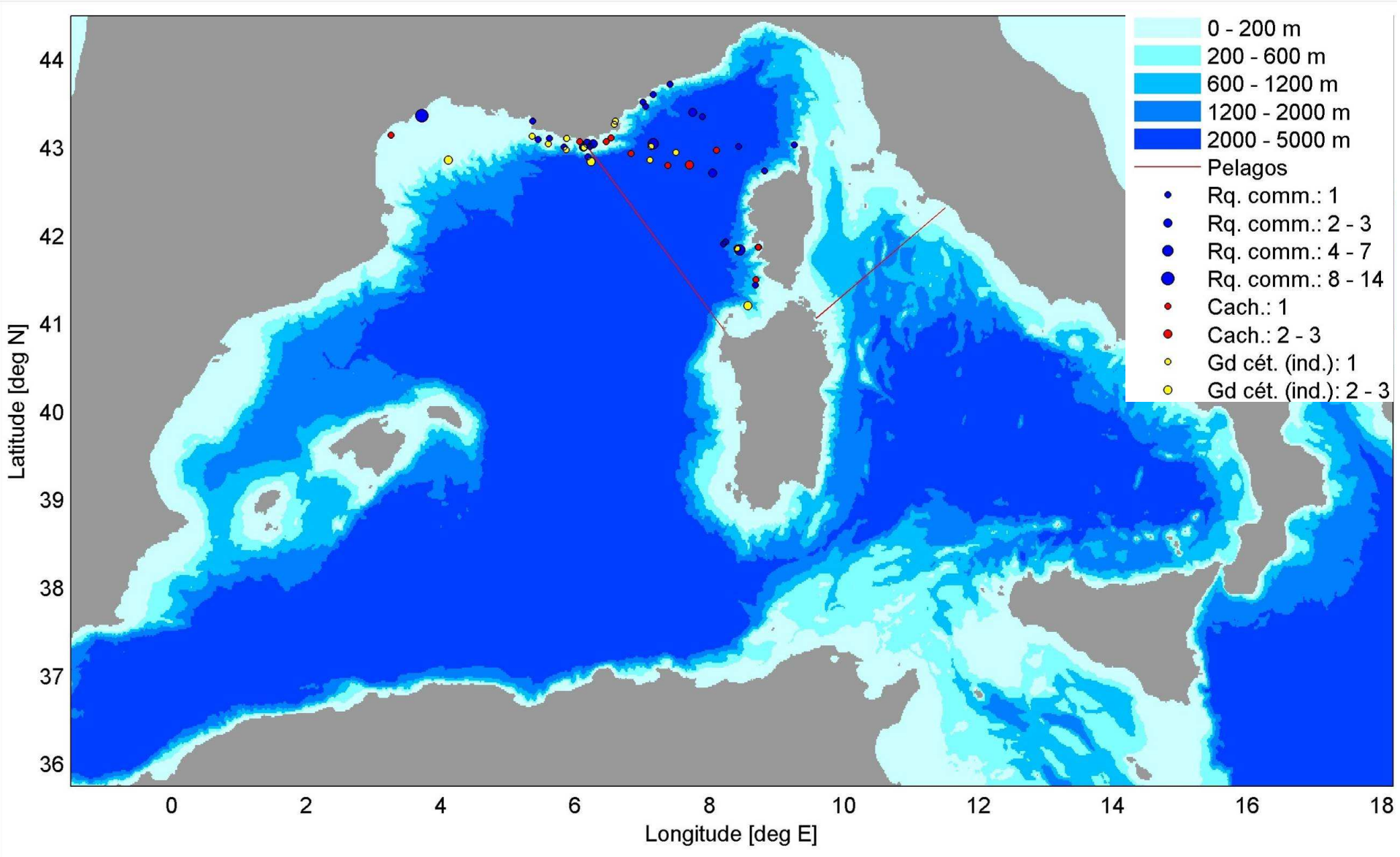


Figure 24. Cartographie grands cétacés

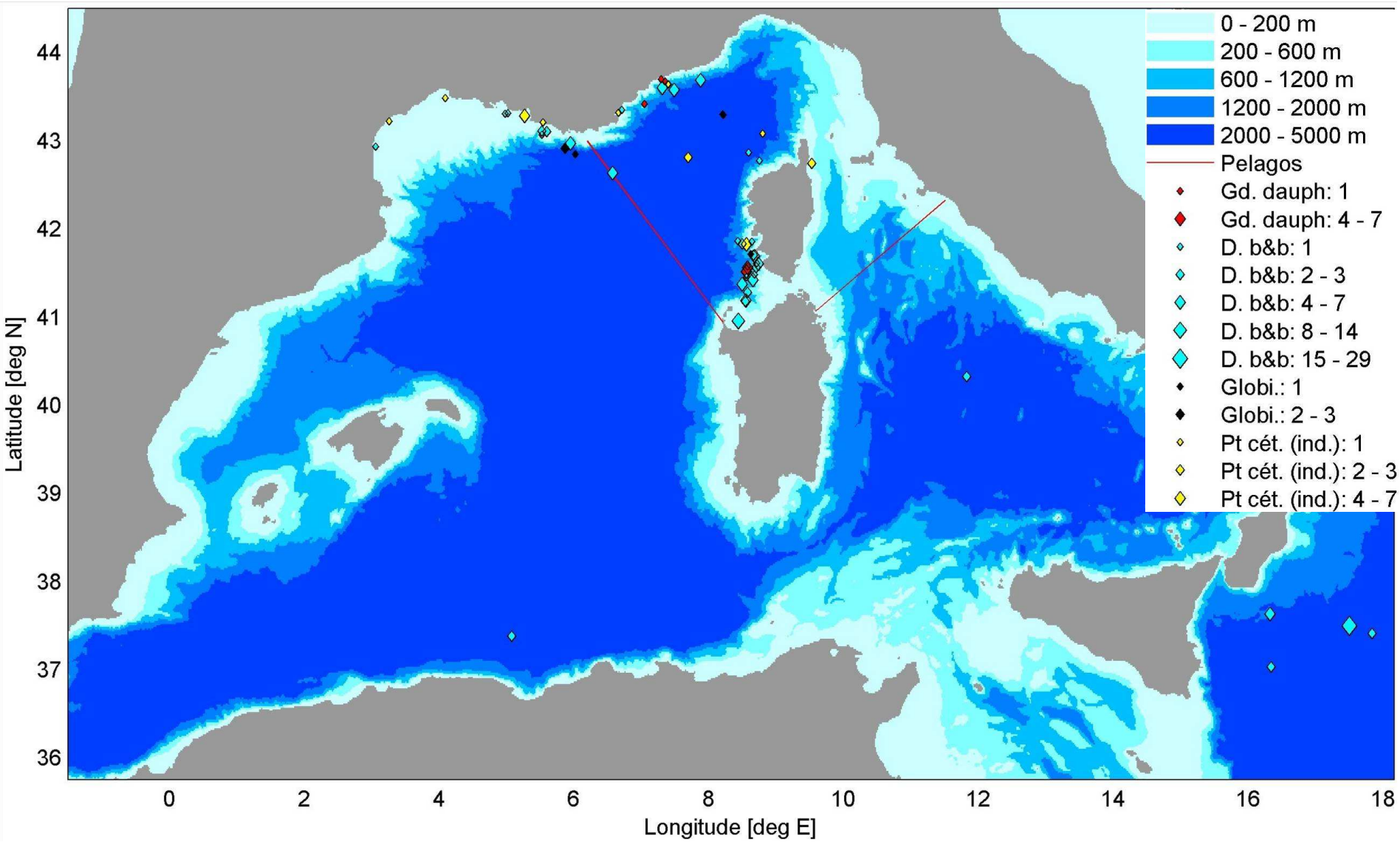


Figure 25. Cartographie petits cétacés

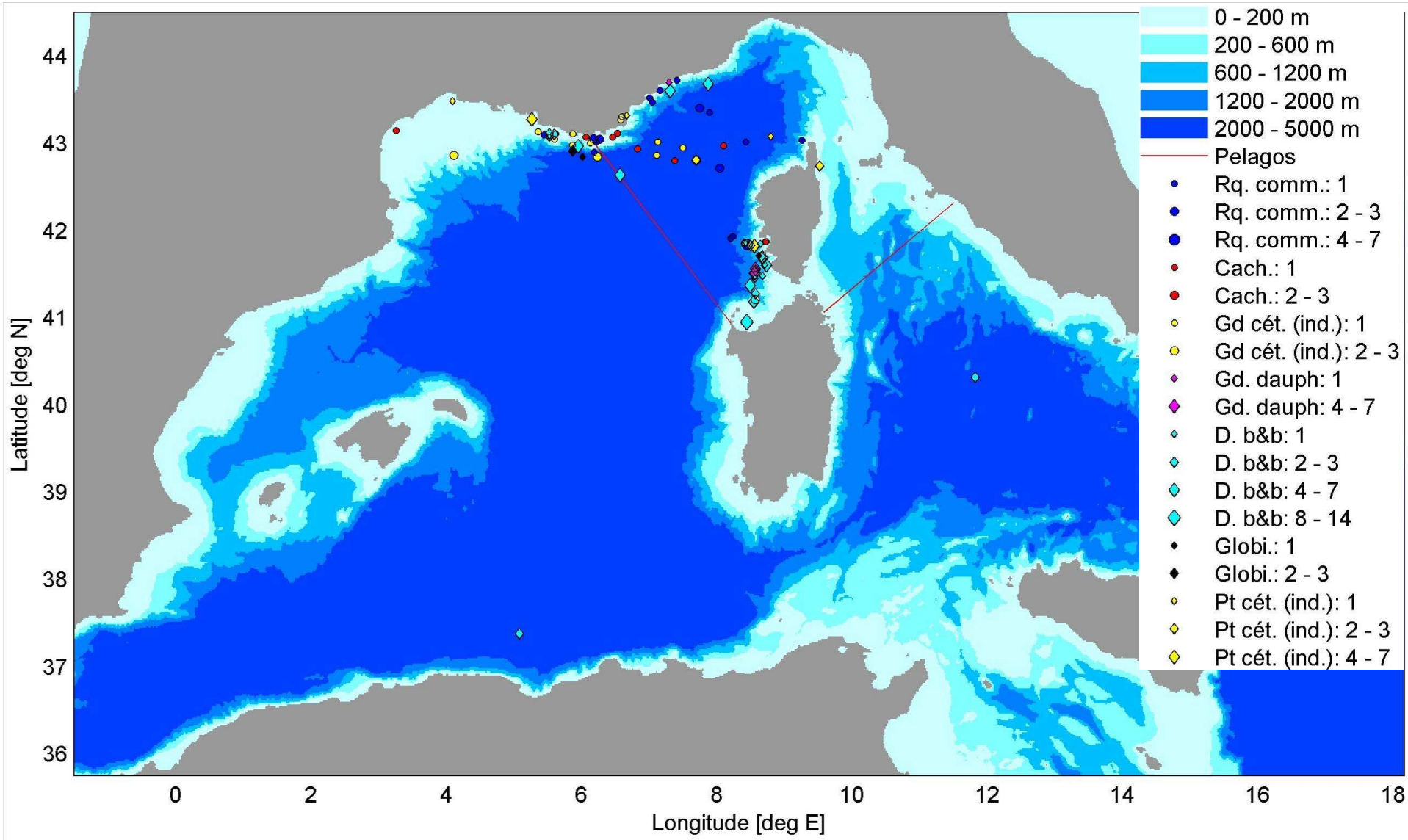


Figure 26. Cartographie toutes espèces, d'avril à septembre (2011)

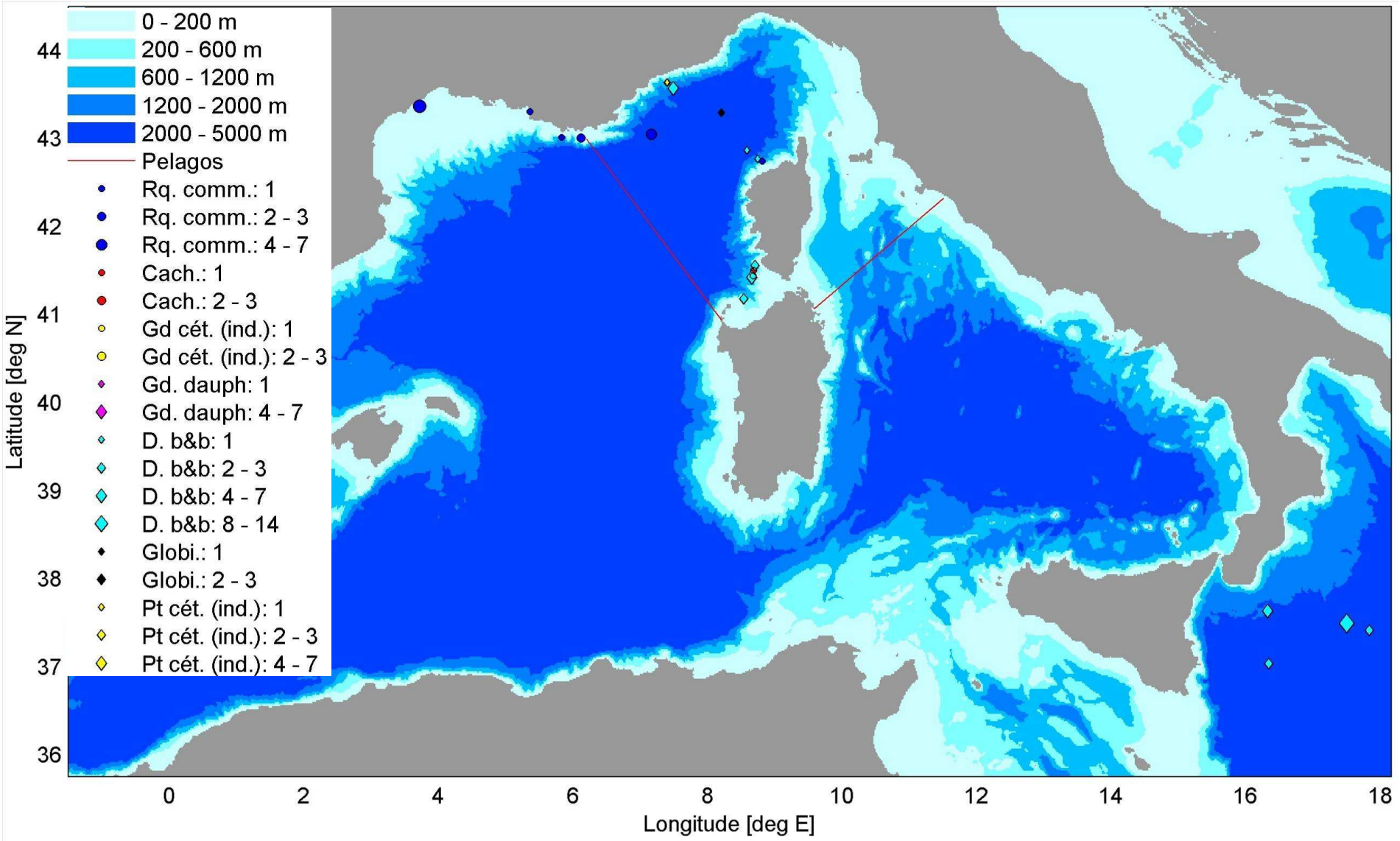


Figure 27. cartographie toutes espèces, d'octobre à mars (2011)

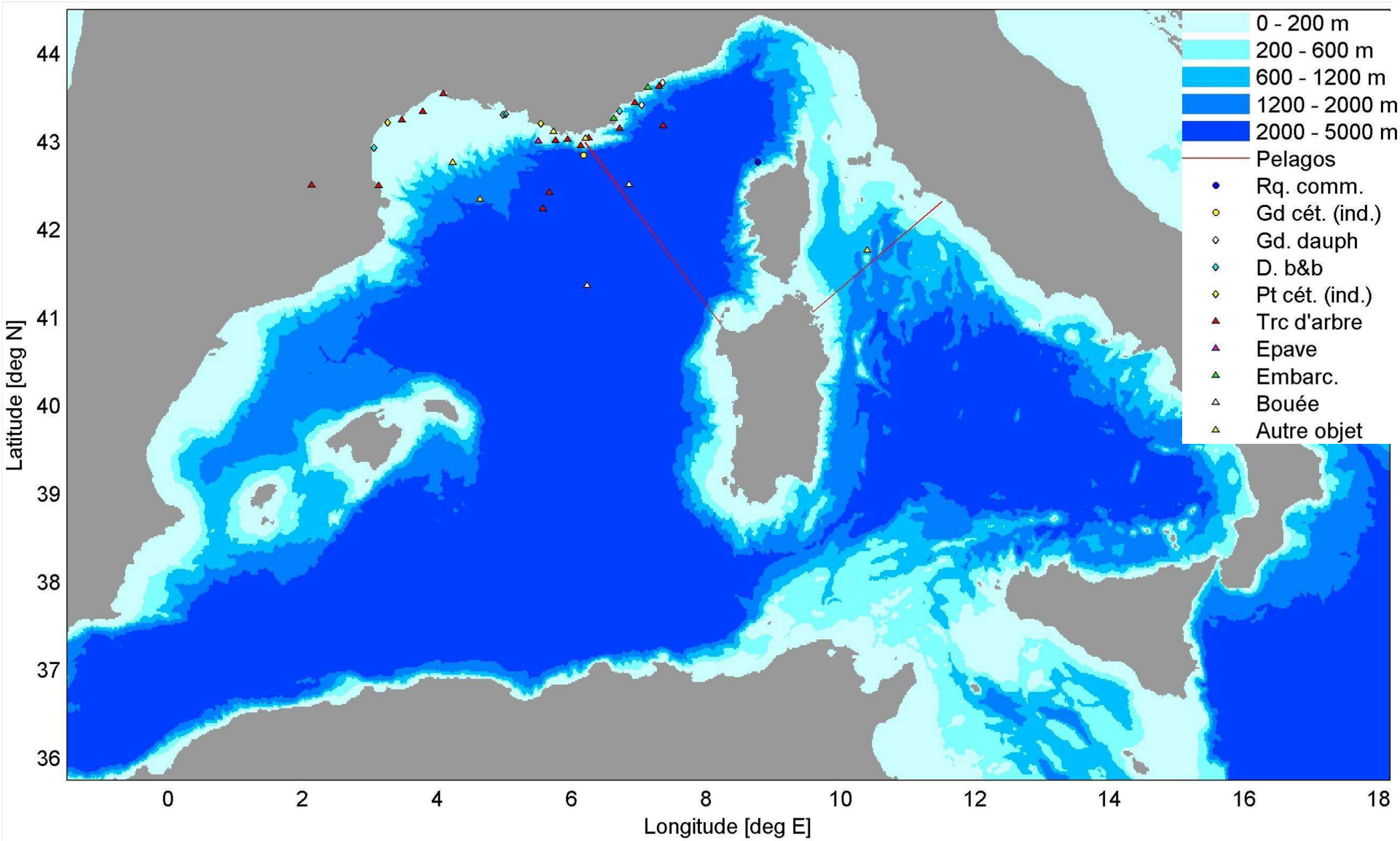


Figure 28. Cartographie objets dérivants (dont carcasses de cétacés)

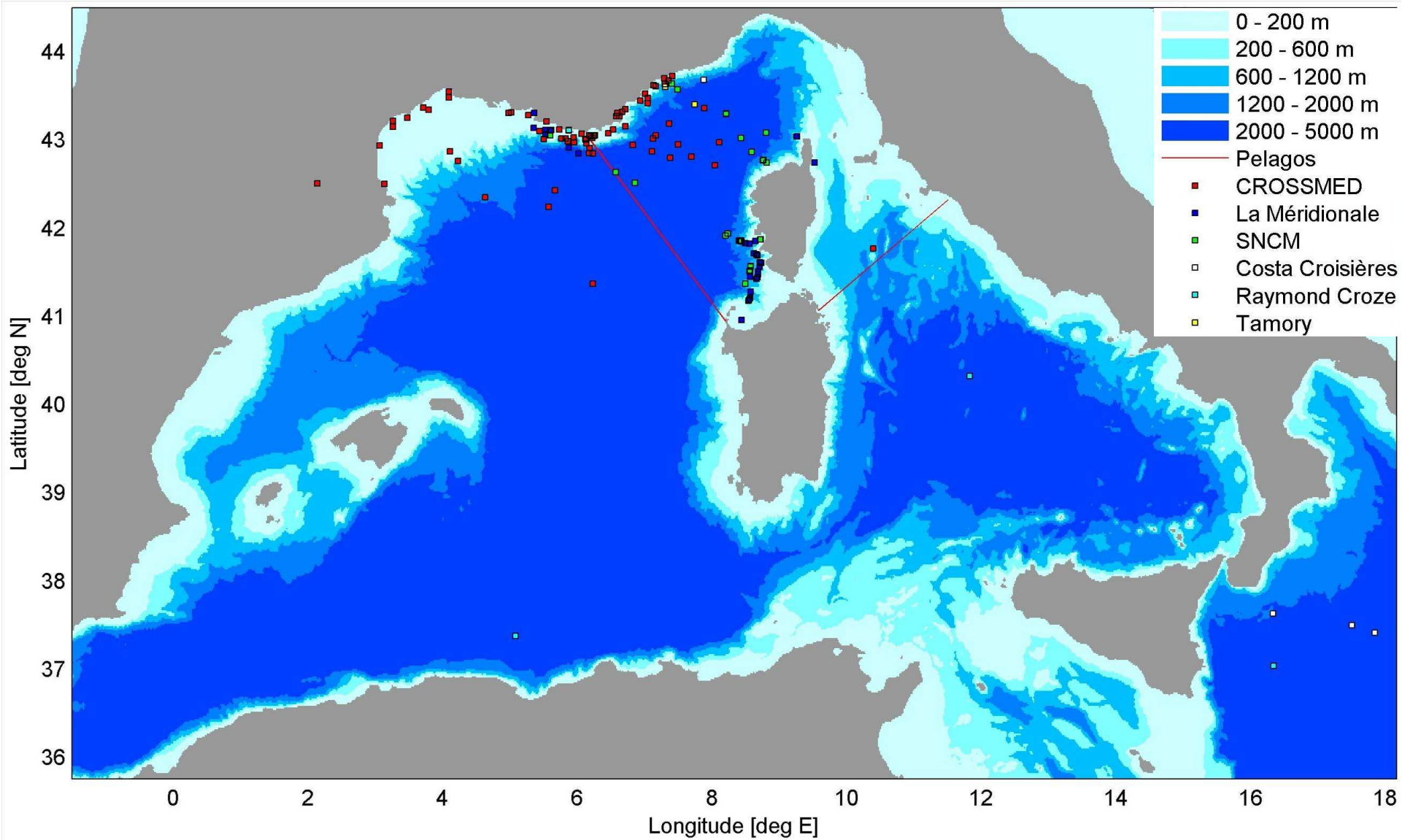


Figure 29. Cartographie tous signalements, par contributeur

2.3. Evaluation des autres objectifs du travail

Le travail relatif à REPCET et la possibilité d'équiper deux navires pendant un an au travers d'un financement PELAGOS, devaient également permettre de contribuer à émuler les collaborations entre les activités de PELAGOS et les armateurs et favoriser l'essaimage de REPCET au sein du Sanctuaire.

La SNCM tout d'abord, a reconduit son abonnement à bord du Monte d'Oro à l'issue du contrat financé par PELAGOS. Des discussions sont en cours pour, le cas échéant, installer le dispositif à bord de trois autres navires.

Le partenariat avec la Méridionale ensuite, a été très efficace : la compagnie a non seulement renouvelé l'abonnement du système financé (à bord du Girolata) mais s'est engagée sur une période de 24 mois à équiper ses autres navires (le Kalliste et le Piana). A ce jour, la Méridionale constitue ainsi la première compagnie à disposer de REPCET sur l'intégralité de sa flotte. La Figure 30 offre quelques visuels de l'installation à bord du Girolata.

L'étude exposée au sein de ce rapport a également permis un rapprochement avec la Corsica Ferries par l'intermédiaire de l'équipe italienne de la CIMA Research Foundation. Ainsi, une rencontre a eu lieu en Italie le 29 septembre 2011. Tout en faisant part de leur intérêt pour le système REPCET, les responsables rencontrés ont estimé que le coût d'équipement pour l'ensemble de leur flotte (14 navires) ne serait pas supportable pour la compagnie (environ 4 900 € mensuels). N'équiper qu'une partie de la flotte, quitte à commencer avec un seul navire (environ 350 € par mois), a été proposé en tant que solution alternative, mais n'a pas retenue l'attention de la Corsica Ferries à cette heure.

Enfin, les travaux ont permis de toucher d'autres partenaires potentiels susceptibles d'équiper leurs unités de REPCET dans un avenir proche :

- La CMA CGM (un rendez-vous est programmé avec un responsable en octobre)
- La Compagnie du Ponant (un entretien avec un responsable a permis d'étudier la faisabilité de l'installation de REPCET à bord d'un navire)
- La Costa Croisière (reprises des échanges en août 2013 avec un projet d'envergure, après une année de rupture)
- La Moby Lines (les contacts n'ont, à ce jour, pas débouché)
- Louis Dreyfus Armateurs (les relances n'ont, à ce jour, pas débouché)
- La Marine Nationale (un rendez-vous est programmé en octobre 2012 avec un Lieutenant de Vaisseau).

Figure 30. REPCET à bord du Girolata (un officier utilisant l'interface de saisie sur la première photo, et l'antenne Iridium sur la seconde).

3. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'analyse exploratoire des données REPCET 2011 apporte de nouveaux éclairages sur les potentialités scientifiques offertes par le système. Ainsi, l'augmentation du nombre de contributeurs et d'observations, la distribution de ces dernières, les informations hivernales, les positions de carcasses de cétacés ou encore la régularité spatio-temporelle potentiellement offerte par les contributeurs sont autant d'éléments encourageants.

Le principal questionnement quant à l'usage scientifique des données récoltées concerne la capacité des contributeurs à identifier correctement les espèces et à compter le nombre d'individus. On retombe dans les problématiques typiques d'une information collectée par des personnes non formées et présentant des niveaux de compétences naturalistes très hétérogènes. Une étude circonstanciée avec un plus grand nombre de données reste à conduire pour y répondre. Même si les données récoltées en 2010 et 2011 ne montrent pas d'aberration vis-à-vis de nos connaissances, et ceci constitue un point positif, quelques observations soulèvent des questions auxquelles il sera difficile de répondre sans pouvoir communiquer avec l'observateur source. Si pour les compagnies maritimes il est possible de retrouver la bordée émettrice de l'information en fonction de la date et de l'heure, le dispositif ne permet pas, aujourd'hui, d'en faire de même avec les observations des plaisanciers rapportées via le CROSS. Ainsi, pour faciliter le traitement de ces données, l'ajout d'un champ « nom du navire » s'avèrerait fort utile : il permettrait aux scientifiques chargés de dépouiller les données d'éprouver leur fiabilité en fonction des sources. Enfin, rappelons que les efforts de formation réalisés par PELAGOS depuis dix ans maintenant à l'endroit des professionnels de la mer sont de nature à améliorer la qualité des données recueillies par ces derniers et devraient donc être poursuivis. Une autre solution consisterait à faire passer ces données d'observation ponctuelles et aléatoires collectées par les plaisanciers via le CROSS par un programme de science participative basé sur un protocole scientifique simple et surtout cadré par des livrets d'accompagnement (identification des espèces, comptage des individus dans un groupe, paramètres minimum à noter, etc.). En Méditerranée française le programme « Cybelle Méditerranée » propose aux plaisanciers désireux de collecter des informations sur les cétacés des fiches types, des informations utiles, un relais direct via Internet pour saisir ses propres données, une homogénéité dans les types et le format de données à collecter, et une coordination globale pour les côtes françaises. Ce programme est réalisé sous l'égide d'un comité scientifique. Faire concorder ces deux systèmes de collecte reviendrait à gagner en fiabilité et en quantité de données, donc en utilité pour améliorer les connaissances sur les cétacés.

Concernant le système REPCET embarqué il en est autrement. On n'aura de cesse de répéter que plus le nombre de contributeurs sera élevé, plus l'effort sera homogène et plus intéressant sera le jeu de données récolté. D'où l'intérêt primordial de développer le réseau de contributeurs au système REPCET embarqué sur les navires qui naviguent de façon régulière tout au long de l'année. D'abord les lignes suivies sont les mêmes, donc il est plus facile de déceler des évolutions temporelles sur un secteur géographique fixe. Par ailleurs les équipages utilisant REPCET sont accompagnés par une formation à l'identification des espèces et à l'utilité de la démarche, donc ont peut-être une certaine motivation à maintenir une veille attentive et le plus souvent possible.

Néanmoins en l'état actuel de développement et de fonctionnement du réseau REPCET, l'équipage même formé ne peut remplacer une équipe de spécialistes (MMO) embarquant et assurant une veille continue et une collecte de données fiables (type réseau « Fixed Line Transect », étude présente) pour suivre l'évolution des populations dans le Sanctuaire PELAGOS.

En revanche, l'utilisation du système comme appui technique au monitoring (données associées à un effort d'observation) peut d'ores et déjà s'envisager pour des équipes scientifiques à bord : REPCET constituant alors un outil facilitant l'ergonomie de la saisie des données. Pour aller plus loin, une implication stricte de personnels de quart, connus et spécifiquement formés, pourrait également permettre de conduire un suivi des populations de cétacés via REPCET. Mais ce projet nécessitera une

volonté contractualisée de la part des armateurs concernés pour éviter l'écueil connu durant cette étude. Il faudra également s'assurer d'un effort constant de veille, ce qui peut être contraignant lorsque les équipages ont chacun déjà une tâche à bord lors de la navigation.

Les perspectives d'essaimage et les propositions d'amélioration formulées dans ce rapport devraient permettre, dans un avenir proche, un outil encore plus performant et des collectes de données toujours plus fiables via REPCET.

Parmi les perspectives d'évolution du système, on note aussi la possibilité d'intégrer un modèle de prévision de présence, ce qui améliorerait de manière conséquente l'efficacité de REPCET et amorcerait la réduction du risque de collision lors des périodes nocturnes. Un tel modèle existe, développé par Jean-Noël Druon, chercheur au Joint Research Center et calibré notamment au travers de données fournies par différents contributeurs dont le GIS3M (cf. Druon *& al.,* 2012). Utilisé par plusieurs membres du GIS3M lors des missions en mer, ce modèle, dont les résultats sont émis quotidiennement et de manière automatique, a fait la preuve de son efficacité. A ce jour, aucune contrainte technologique ne limite son intégration à REPCET. Il reste néanmoins à convaincre l'intégralité des contributeurs de l'utilité d'un tel projet, ce qui pourrait être fait au travers d'une rencontre et d'un échange entre les différents protagonistes, conduits sous l'égide de PELAGOS.

Le développement d'une interface de saisie (et uniquement de saisie) pour smart phone permettrait également d'augmenter le nombre de contributeurs en mettant REPCET à disposition des opérateurs de *whale-watching* labellisés, par exemple, mais aussi de plaisanciers formés et identifiés, au moins dans les zones couvertes par le réseau GSM.

En conclusion, rappelons que l'été 2012 a été lui aussi marqué par une collision entre un cargo et un rorqual commun, ramené sans vie dans le port autonome de Marseille (Figure 31). Tout concorde pour supposer que cet accident est responsable, en réalité, de la disparition de deux baleines puisque l'animal tué était une femelle allaitante. Pour ces deux seuls cas connus en Méditerranée française, combien de cas avérés dans toute la Méditerranée ? Malgré une progression et des indices encourageants, le déploiement de REPCET continue à prendre beaucoup de temps et force est de constater que l'implication de nouvelles compagnies reste compliquée. La ressource règlementaire pourrait elle venir au secours des baleines ? La collectivité de Corse a prévu d'imposer un système pour limiter les collisions à bord des navires qui assureront le transit entre l'île et le continent au titre de la délégation de service public. C'est une avancée de poids, mais seuls quelques navires seront concernés, peut être parmi ceux déjà équipés. Il faudra sans doute aller plus loin, peut-être par le biais de la loi, au moins pour que les compagnies engagées depuis le lancement ne se lassent pas d'être les seules à faire des efforts pour limiter les collisions.

Figure 31. Rorqual commun (femelle) ramené par le cargo « Mont Ventoux » (CMA CGM) dans le port autonome de Marseille le 2 juin 2012.

4. BIBLIOGRAPHIE

Druon J.N., Panigada S., David L., Gannier A., Mayol P., Arcangeli A., Cañadas A., Laran S., Di Méglio N., Gauffier P. (2012) - Feeding habitat of fin whales in the western Mediterranean Sea: an environmental niche model. *Marine Ecology Progress Series. Vol. 464: 289-306, 2012*

Mayol P., Schneider M., Gadaix B. (2010) – *Bilan 2010 des observations REPCET.* Rapport Souffleurs d'Ecume réalisé pour le compte du CROSSMED. 11 p.

Mayol P., Di-Méglio N., David L., Serre S., Dhermain F., 2012. Whale-watching et plaisance : précision des connaissances et des mesures de gestion. Rapport final GIS3M/Souffleurs d'Ecume/EcoOcéan Institut, PELAGOS, xx pages.

IV. ANALYSES « SITUATION A RISQUE DE COLLISION »

Afin d'avoir de nouveaux éléments pour comprendre les causes de collision entre grands navires et grands cétacés, les observateurs embarqués à bord des ferries collectent toutes les informations sur les cas potentiels et évités de collision lors des traversées. Ils indiquent également toute observation d'animaux détectés sur la trajectoire du navire à l'équipage afin que le navire puisse éviter une collision potentielle.

Sur l'ensemble des trajets effectués durant cette étude, soit février 2011, trois fiches sur des cas de collisions évitées ont été remplies. Toutes ces observations ont été réalisées par *EcoOcéan Institut* : deux sur la ligne Toulon-Ajaccio et une sur le trajet exceptionnel Ajaccio-Nice (Figure 32). Il est important de signaler que dans les trois cas, le comportement des animaux (remontée en surface devant le bateau ou comportement de repos (animal en sub-surface)), ainsi que de mauvaises conditions d'observation lors de la navigation à vitesse élevée (un vent important ou une visibilité réduite par le brouillard), font que les animaux ont été détectés très proches du bateau. Cela laisse très peu de temps à l'équipage pour réagir et entamer une manœuvre d'évitement et par conséquent d'éviter une collision si l'animal ne plonge pas ou se situe parfaitement sur l'axe du navire. Ces informations sont

actuellement trop rares pour permettre une quelconque analyse. Il sera nécessaire de poursuivre les traversées et les observations ou de collecter ce type d'information sur d'autres navires afin d'avoir plus de données. Par ailleurs, la présence des observateurs à bord et le signalement en passerelle de ces trois cas a certainement contribué à sensibiliser les équipages présents au fait que le risque de collision est réel. Quoiqu'il en soit au fur et à mesure des embarquements nous avons pu constater une attention de plus en plus grande de la part des équipages à la détection des cétacés petits ou grands.

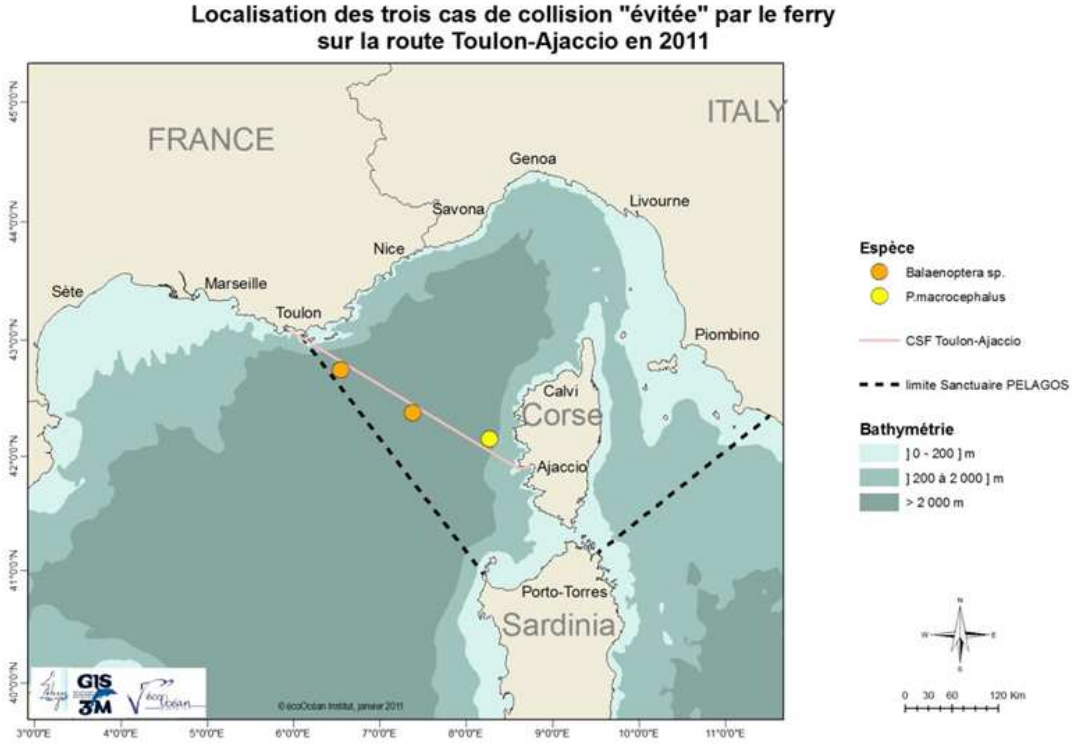


Figure 32. Positionnement sur les lignes Toulon - Ajaccio et Nice - Ajaccio des trois cas de collision évitée.

A ce jour, en plus des signalements de risque de collision effectués par les observateurs, une discussion de spécialistes a vu le jour à ce sujet, en vue de préciser ce qui est pris en compte lorsque l'on parle de « cas de collision évitée » et la discussion n'est toujours pas close. Ce qui semble évident c'est que le fait d'apporter ces témoignages fait avancer la compréhension de la problématique et notamment les idées pour faire en sorte de diminuer ces risques de collision. Il paraît clair que la vitesse du navire, l'observation continue et les conditions de détection ainsi que le comportement des espèces entrent en jeu de façon prépondérantes.

V. ANNEXES

Annexe I : Formulaire sur les conditions météo

Campagne Monitoring Ferries 2011

Meteo
Nice-Calvi

Transect # _____ **Date** _____ **MMO** _____

Bateau _____

	Etat de la mer	Force du vent	Direction vent	Pluie			Visibilité	Couverture nuageuse	Autres observations
Heure de début				L	M	F	(optimale, bonne, moyenne, faible)	%	(activités peches, poissons, ect.)
Heure de changement									
Heure de fin									

Force du vent	Description	Etat de la mer
0	Mer d'huile	0
1	Mer calme, très légère brise	
2	Mer ridée, légère brise (4-6 kt)	1
3	Mer belle, petite brise (7-10)	2
4	Mer peu agitée, jolie brise (11-16 kt)	3
5	Mer agitée, bonne brise (17-21 kt)	4
6	Mer forte, vent frais (22-27 kt)	5
7	Mer très forte, mer très forte (28-33 kt)	6
8	Coup de vent (34-40 kt)	
9	Fort coup de vent (41-47 kt)	
10	Mer grosse, tempete (48-55 kt)	7

Position début transect Lat: _____ Long: _____

Position fin transect Lat: _____ Long: _____

Direction moyenne _____

Vitesse moyenne _____

Autres observations

	Température de l'eau		
	° C	Lat.	Long.

Trafic maritime		
Moyen	Grands	Heure

Annexe II : Formulaire sur les observations

Campagne Monitoring Ferry 2011

NICE-CALVI

Transect # ________ Date ______________ Côté ________________________ MMO ____

Bateau __________________

Obs. #	MMO	Espèce	# tot	Heure	Position gps ferry		Direction nage	Distance estimée	Angle	Comportement/ ferry			Photo	# bateaux		Info. classes (# comme ci-dessous)			distance individus (à cocher)			direction (à cocher)			Vitesse	DéplacT	Espèce associée	Comport. surface
		Non ID: p/m/g			Lat	Long				Appro.	Fuite	Indiff.	Oui	m	g	Mâles	Fem/juv	Mère/petits	éparpillé	serré	compact	la même	différente	cercle	mettre # du comportement correspondant			

exemple assoc.

ex. 2+2

2+1+1

1 Repos	Droit	Spy-hopp
2 Lent	Irrégulier	Breach
3 Typique	Zig-zag	Lob-Tailing
4 Rapide		Half Leap
5 "Porpoising"		Full Leap
6		Surfing
7		Dorsal Fin
8		Half D.F.

TR	SI	SC	ZC	BP	PC	DD	GG	GM	TT

Annexe III : SUIVI DES CETACES DANS LES BOUCHES DE BONIFACIO AVEC L'UTILISATION DES FERRIES COMME UNE PLATEFORME D'OPPORTUNITE

La Méditerranée a une richesse de la biodiversité animale et végétale, la plus importante au monde pour son histoire géologique très particulière, son emplacement et pour la présence de nombreux habitats. En outre, cette mer recueille 6% de la biodiversité marine totale et 28% des espèces sont endémiques à ce bassin. Cependant, la Méditerranée est soumise à une perte exceptionnelle de milieux naturels à cause d'une occupation humaine continue et de choix politiques pas toujours ciblés sur la sauvegarde du patrimoine animal et végétal. Les cétacés sont parmi les espèces animales les plus à même de témoigner de l'état de santé de la mer de par leur position au sommet de la chaîne alimentaire. Egalement parce qu'ils sont vulnérables aux diverses activités humaines telles que la pollution chimique, le bruit, le trafic maritime et les prises accidentelles (Crosti *et al*., 2011). Depuis 2007, ISPRA, Département de la Défense de la Nature, a activé un réseau d'institutions pour réaliser un projet de suivi des populations (ou monitoring) de cétacés. Ces institutions travaillent en simultané et sur une grande échelle, appliquant tous la même méthode standardisée, celle du transect de ligne sur un itinéraire fixe (Fixed Line Survey Approach – FLS). La méthode est employée depuis 1994 dans l'Atlantique pour le monitoring sur une grande échelle et pour l'évaluation des tendances d'évolution de la population de cétacés (McLeod *et al*., 2007). En Méditerranée cette méthode a été testée pour la première fois de 1989 à 1992 dans la mer Tyrrhénienne (Marini *et al*., 1997) puis a redémarré dans les années 2000 (Arcangeli, 2010 ; Arcangeli *et al*., 2010) et également appliquée plus tard en Méditerranée Occidentale (Cotté *et al*., 2009). Avec cette méthode, au cours de l'été 2011 ont été faites d'importantes découvertes telles que la présence d'une population de *Ziphius cavirostris* près de Civitavecchia et la confirmation de la présence de *Balaenoptera physalus* dans les Bouches de Bonifacio (Arcangeli *et al*., 2011).

Dès l'été 2011, ISPRA, Accademia Del Leviatano et le Bottlenose Dolphin Research Institute (BDRI) ont lancé un nouveau programme de surveillance dans les Bouches de Bonifacio entre les îles de la Sardaigne et de la Corse. Cette zone est appelée «les Bouches de Bonifacio», et a ses limites géographiques à Cap Pertusato en Corse, au Nord (40°21'53.59"N - 009°10'45.54"E) et à Capo Testa en Sardaigne, au Sud (41°14'510,53"N -009 °09'07.95"E). La région représente la limite méridionale du Sanctuaire PELAGOS. Plus récemment, les Bouches de Bonifacio et les zones environnantes ont été identifiées comme «Domaine Maritime Particulièrement Sensible» («Particularly Sensitive Sea Area»), une désignation qui, en considération de l'importance singulière et de la fragilité de la région, permet de prendre des mesures visant à renforcer la protection de l'environnement.

Le but de cette recherche est d'évaluer la présence et l'abondance des cétacés dans les Bouches de Bonifacio et, en particulier, de comprendre si le rorqual commun utilise ce territoire pour les migrations en Mer Méditerranée. Ce bras de mer est d'un intérêt naturaliste et économique particulier.

En particulier, en ce qui concerne la route Santa Teresa - Bonifacio, qui a une longueur de seulement 8 MN, deux observateurs expérimentés sont positionnés sur le bateau, sur les côtés, au-dessus du pont de commande, à une hauteur de 15 mètres au-dessus de la surface de la mer. Chaque observateur effectue les observations tout le long du transect, en inspectant une zone à 270° vers l'avant du bateau. L'utilisation d'observateurs experts est considérée prioritaire dans le but d'obtenir des données fiables. Pour cette raison, l'ensemble de la collecte de données sera effectuée uniquement par des chercheurs expérimentés. Les traversées sont, en autre, réalisées dans des conditions de mer favorables au repérage des cétacés, en particulier avec des valeurs comprises entre <3 échelle Douglas et <4 échelle de Beaufort. Les observations sont faites à l'œil nu et confirmées avec l'emploi des jumelles, tandis que pour la réalisation des éventuelles photographies, on utilisera un appareil photo digital reflex avec zoom 70/300VR.

Avec cette recherche, nous aimerions contribuer à la connaissance de la biologie et l'écologie des cétacés en mer Méditerranée et, en même temps, fournir une contribution supplémentaire au réseau de monitoring de l'ISPRA. En particulier, les résultats obtenus pourront offrir des indications importantes sur l'état de conservation des mammifères marins dans une zone ayant un impact anthropique élevé, tant au niveau des navires de passagers que pour le trafic commercial. Ces données, enfin, seront éventuellement utilisées pour poursuivre une politique correcte de protection et de conservation de ces espèces.

Dr. Francesca Fabiano, Référente de la route « Santa Teresa –Bonifacio »

Résultats préliminaires

	Période	**Transects**	**Temps de suivi *on-effort* (h)**	**Distance parcourue *on-effort* (MN)**	**Obs.**	**Ind.**	**Taux de rencontre (ER/ dist.)**	**Espèces**	**Vitesse moyenne (Nd)**	**Distance port-port (MN)**	**Zone Méd.** (13)
2011	18/06 - 30/09	12	8,64	92,79	5	6	0,03	2	11	8	Bouches de Bonifacio
2012	29/06 - 21/09	10	6,37	72,58	1	2	0,01	1	11	8	Bouches de Bonifacio

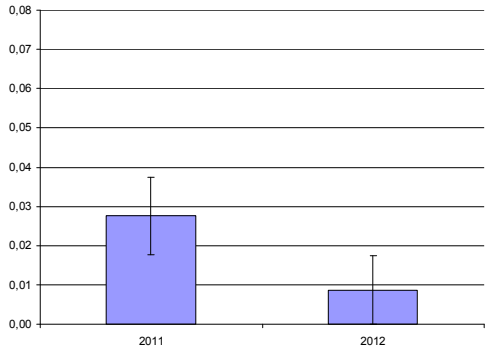


Fig. 1(Annexe III) : Taux de rencontre (ER=N°obs./Km on-effort) des cétacés

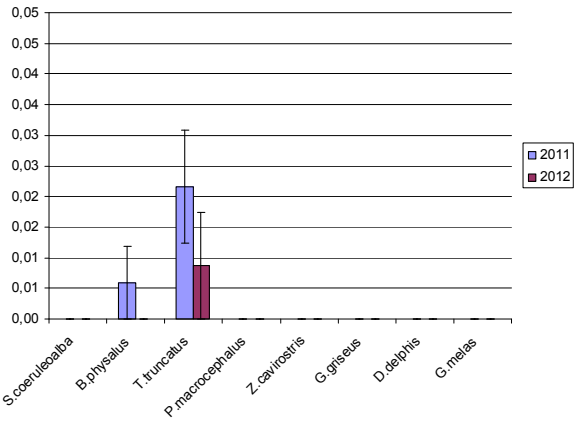


Fig. 2 (Annexe III) : taux de rencontre (ER=N°obs./Km on-effort) de chaque espèce

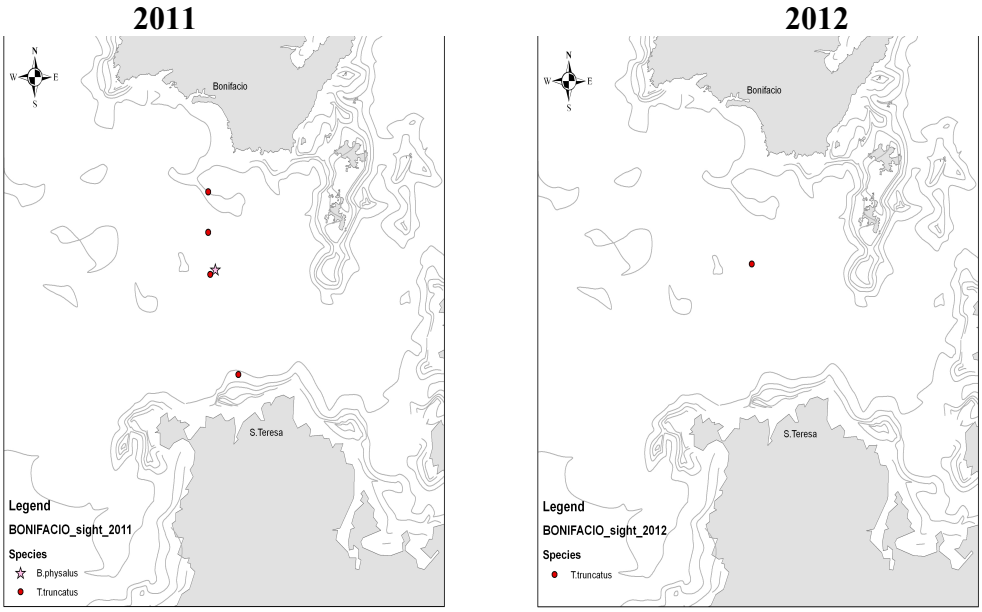


Fig. 3 (Annexe III) : Cartes de distribution des espèces. 2011 à gauche et 2012 à droite.

Seulement deux espèces ont été observées le long de la route S. Teresa-Bonifacio : le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) (ER2011= 0,022±0,009; ER2012= 0,009±0,009) et le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), observé une seule fois en 2011 (ER= 0,006±0,006).
Les résultats sont cohérents avec les caractéristiques des Bouches de Bonifacio, où la bathymétrie ne dépasse pas la profondeur de -70m, habitat préféré du grand dauphin seulement. Pour cette raison, il est intéressant de noter la présence du rorqual commun au centre de la zone à une profondeur de -67 m. Cette observation permet de supposer que le rorqual commun pourrait utiliser les Bouches de Bonifacio pour ses migrations en Mer Méditerranée.
Malgré le nombre peu élevé d'observations, les résultats de cette route sont très encourageants, compte tenu en particulier du rôle stratégique de cette région. Un financement adéquat et un accord formel avec une compagnie de ferry pourrait permettre de recueillir des données de façon plus régulière et constante.

Références

Arcangeli A. 2010. ISPRA cetacean monitoring network along fixed transect. Biologia Marina Mediterranea 17 (1):400-401.
Arcangeli A, Muzi E, Tepsich P, S. Carcassi, Castelli A., Crosti R., Divincenzo M., Magliozzi C., Marini L., Poggi A., Poldi A., Pulcini M., Ricci S., Safontas C., Sdringola S., Ukmar E. 2010. Large scale cetacean monitoring from passenger ferries in Italy, networking summer 2008 surveys. Proceedings ECS 23: 1-6 Pierce & Lick (Eds).
Arcangeli A., Tepsich P., Crosti R., Moulins A., Campana I., Carcassi S., Tringali M., Luperini C., Internullo E., Monaco C., Muzi E., Ruvolo A., David L., Di Meglio N., Houard T., Rosso M., Pellegrino G., Fabiano F. 2011. Updates from the fixed line transect network of cetacean monitoring in centrall-western Mediterranean sea: spatio-temporal variability iin cetacean presence and distribution. Proceedings 9° Convegno Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe. Rimini 11-13 Novembre 2011.
Cottè, C., Guinet, C., Taupier-Letage, I., Mate, B., Petiau, E. 2009. Scale-dependent habitat use by a large free-ranging predator, the mediterranean fin whale. Deep-Sea Research I 56: 801-811.
Crosti, R., Arcangeli, A., Moulins, A., Tepsich, P., Tringali, M. 2011. Cetacei e traffico marittimo in alto mare, una relazione da evitare? Atti 42 Congresso SIBM.
MacLeod, C. D., Bannon, S. M., Brereton, T. & Wall, D. 2007. Using passenger ferries to study seasonal patterns of minke whale occurrence in northwest Europe. European Research on Cetacean 20: 32-37
Marini, L., Consiglio, C., Angradi, A. M., Catalano, B., Sanna, A., Valentini, T., Finoia, M. G. and Villetti, G. 1997. Distribution, abundance and seasonality of cetaceans sighted during scheduled ferry crossings in the central Tyrrhenian Sea: 1989-1992. Ital. J. Zool. 63:381-388.

Annexe IV : Objectifs indiqués dans la "Note méthodologique"

Analyses monitoring

1. Description et analyse de l'abondance relative des cétacés pour les espèces observées à partir des données obtenues par la technique du Distance sampling. Cette analyse consiste à évaluer la capacité à observer en fonction de la distance d'observation des animaux relative à l'embarcation. En effet, plus les animaux sont proches du ferry plus la probabilité d'observation est haute. La probabilité d'observation varie donc en fonction de l'espèce, de la taille du groupe observé, du comportement (sauts ou autres), et des conditions météorologiques marines. En fonction de la probabilité d'observation, il est possible d'estimer l'abondance relative des différentes espèces le long du parcours.
2. Analyse statistique de la distribution de fréquence d'observation des cétacés sur les différents parcours en fonction de l'heure, du mois, des conditions d'observation et de la distance parcourue. Les résultats des différents suivis pourront être représentés sous forme de graphiques évaluant la distribution des diverses espèces en fonction de plusieurs paramètres (heure, mois, etc.). Ils permettront d'estimer si les distributions varient (avec des pics de fréquences) ou si elles sont stables.
3. Analyse statistique pour la détermination des hotspots/coldspots. Les résultats seront représentés sous forme de carte de manière à établir d'éventuelles zones d'agrégation ou zones d'absence. Cette analyse permet d'identifier, avec un effort de prospection hétérogène, les espaces géographiques plus fréquentés que la moyenne.
4. Analyse inter-lignes de la variation de la distribution des espèces en fonction de la saison. L'analyse inclura également les résultats de détails par rapport à la variation spatiale de la distribution des différentes espèces en fonction du temps. Dans ce cas précis, les résultats précis de chaque ligne seront décrits et commentés dans un contexte d'ensemble.
5. Evaluation de l'utilisation des ferries en tant que plate-forme opportuniste pour mener à bien le monitoring régulier des populations de cétacés dans le Sanctuaire PELAGOS. Une partie de l'étude s'intéressera à évaluer les bénéfices de l'étude en fonction des différents critères: durée de travail, coûts, quantité de données récoltées, informations nouvelles, etc.
6. Amélioration du protocole : test sur le nombre d'observateurs minimum nécessaire à l'obtention de données pour les indicateurs simples (abondance relative, fréquence d'observation, etc.).

Analyses REPCET

7. Rencontre des dirigeants des compagnies partenaires et élaboration d'une convention
8. Installation du dispositif à bord des navires concernés (PC, antenne IRIDIUM avec GPS et câblage)
9. Elaboration d'une stratégie de gestion des données de la base
10. Analyses comparatives en vue d'identifier la pertinence et l'utilisation du système REPCET pour du monitoring :
    - Utilisation de l'interface REPCET pour le monitoring
    - Comparaison entre les données récoltées via REPCET sans observateur spécialisé sur deux lignes desservies par la SNCM (Marseille-Ajaccio et Nice-Ile Rousse) et les données récoltées par des observateurs spécialisés sur des plates-formes indépendantes (Corsica Sardinia Ferries) sur des tronçons communs aux deux précédentes lignes (Toulon-Ajaccio et Nice Ile-Rousse). La démarche permettra de définir si les données collectées par les équipages sont représentatives de celles collectées par les observateurs qualifiés. Ensuite nous calibrerons les données susceptibles d'être utilisées en tant que « données en effort » et de les différencier des données aléatoires : comparaison au niveau des espèces rencontrées, du peuplement, des taux de contact et des abondances relatives ainsi qu'au niveau de la distribution spatiale des animaux (analyses via excel et via le SIG ArcGis).

Analyses « situation à risque de collision »

11. Description de chaque situation à risque rencontrée
12. Analyse de fréquence des éventuels évènements à risques en fonction de l'espèce, de la route, de la saison, de l'heure d'observation et du comportement de l'animal, et comparaison avec les chiffres théoriques calculés dans les études précédentes (E1) EcoOcéan Institut/GIS3M/PELAGOS sur les collisions (« synthèse des connaissances sur le trafic maritime et limitations des collisions, 2010»).