



Commanditaire : PROVINCE SUD



Suivi des baleines à bosse et du trafic maritime dans le lagon Sud de Nouvelle Calédonie :

Saison 2009

Claire GARRIGUE & Aline SCHAFFAR

**Pour Bio & Sea SARL
16 rue Faidherbe 98800 Nouméa
Tél. / fax : 24 16 34
Ridet : 913459.001**

Février 2010

SOMMAIRE

RESUME.....	7
1. INTRODUCTION	10
1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE	10
1.2 OBJECTIFS.....	11
1.3 LIMITATIONS.....	11
1.4 STRUCTURE DU RAPPORT	12
2. MATERIEL ET METHODES.....	13
2.1 ZONE D'ETUDE.....	13
2.2 PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE TERRESTRE.....	14
2.2.1 MATERIEL	14
2.2.2 SUIVI DES BALEINES	15
2.2.3 RELEVÉ DES BATEAUX	16
2.2.4 PASSAGE DES NAVIRES COMMERCIAUX.....	17
2.2.5 RELEVÉ DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	17
2.2.6 EVALUATION DES ACTIVITES COMMERCIALES D'OBSERVATION DES BALEINES	17
2.3 PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE MARITIME.....	18
2.3.1 MATERIEL	18
2.3.2 ECHANTILLONNAGE VISUEL	18
2.3.3 RELEVÉS METEOROLOGIQUES.....	18
2.3.4 DONNÉES COLLECTÉES	19
2.3.5 PHOTO-IDENTIFICATION	20
2.3.6 PRELEVEMENTS DE TISSU	21
3. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES.....	22
3.1 PREPARATION ET SELECTION DES DONNÉES COLLECTÉES DEPUIS LA STATION D'OBSERVATION TERRESTRE	22
3.2 PREPARATION DES DONNÉES COLLECTÉES EN MER	22
3.3 TRAITEMENT DES DONNÉES PHOTOGRAPHIQUES	22
3.3.1 PREPARATION DES DONNÉES	22
3.3.2 COMPARAISON ET ANALYSE DES CLICHES PHOTOGRAPHIQUES	23
3.4 ÉTAT DE LA POPULATION	23
3.4.1 ABONDANCE DE LA POPULATION	23
3.4.2 FREQUENTATION	23
3.4.3 RESIDENCE.....	25
3.4.4 FIDÉLITÉ	26
3.4.5 TAUX DE NAISSANCE.....	26
3.5 ACTIVITÉ D'OBSERVATION DES BALEINES A BOSSE	26
3.5.1 ÉVOLUTION DE L'ACTIVITÉ COMMERCIALE D'OBSERVATION	27
3.5.2 CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ D'OBSERVATION.....	27
3.5.3 RESPECT DE LA CHARTE	28
3.6 FREQUENTATION MARITIME	28
3.6.1 CARACTÉRISTIQUES DU TRAFIC MARITIME	28
3.6.2 ÉVOLUTION DU TRAFIC MARITIME.....	29

3.6.3	RISQUE DE COLLISION	30
4.	RESULTATS	31
4.1	EFFORT D'ECHANTILLONNAGE.....	31
4.2	DONNEES COLLECTEES.....	32
4.2.1	SUIVI DES BALEINES A PARTIR DE LA STATION TERRESTRE.....	32
4.2.2	SUIVI DES BALEINES EN MER	32
4.2.3	RELEVÉ DES BATEAUX A PARTIR DE LA STATION TERRESTRE	33
4.3	ÉTAT DE LA POPULATION	34
4.3.1	FREQUENTATION	34
4.3.2	RESIDENCE.....	39
4.3.3	FIDELITE	40
4.3.4	TAUX DE NAISSANCE.....	41
4.4	ÉVOLUTION DE L'ACTIVITÉ COMMERCIALE D'OBSERVATION	41
4.5	CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ D'OBSERVATION DES BALEINES.....	44
4.5.1	DURÉE D'OBSERVATION	44
4.6.2	DISTANCE D'APPROCHE	48
4.6.3	NOMBRE DE BATEAUX.....	50
4.6	RÉSPECT DE LA CHARTE	51
4.6.1	DURÉE D'OBSERVATION	52
4.6.2	DISTANCE D'APPROCHE	53
4.6.3	NOMBRE DE BATEAUX.....	53
4.7	FREQUENTATION MARITIME	54
4.7.1	DISTRIBUTION TEMPORELLE DES BATEAUX	54
4.7.2	DISTRIBUTION SPATIALE DES BATEAUX.....	56
4.7.3	ÉVOLUTION DU TRAFIC MARITIME	60
4.7.4	RISQUE DE COLLISION	62
5.	SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS.....	64
5.1	ÉTAT DE LA POPULATION DE BALEINES A BOSSE	64
5.2	L'ACTIVITÉ D'OBSERVATION DES BALEINES A BOSSE	67
5.2.1	ÉVOLUTION DE L'ACTIVITÉ COMMERCIALE D'OBSERVATION	67
5.2.2	CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ D'OBSERVATION ET RÉSPECT DE LA CHARTE	68
5.3	FREQUENTATION MARITIME	70
	REFERENCES.....	73

LISTE DES TABLES

Table 1.	Description des types de groupe relevés depuis la station d'observation terrestre.	16
Table 2.	Description des types de bateaux relevés depuis la station d'observation terrestre.....	17
Table 3.	Description des types de groupe relevés au cours des échantillonnages maritimes.....	19
Table 4.	Définition des classes sociales.	20
Table 5.	Superficie des différentes zones d'observation échantillonnées.	24
Table 6.	Superficie des zones échantillonnées en fonction de la distance à la côte.	25
Table 7.	Définition des quinzaines utilisées.	29
Table 8.	Effort d'échantillonnage mensuel à la station terrestre pour la saison 2009.	31
Table 9.	Effort d'échantillonnage mensuel en mer pour la saison 2009.....	31
Table 10.	Nombre de groupes de baleines suivis au théodolite au cours de la saison d'observation 2009.	32
Table 11.	Nombre de baleines étudiées en mer au cours de la saison 2009.	33
Table 12.	Nombre de relevés de bateaux pour la saison d'observation 2009.	34
Table 13.	Indices de résidence de la population de baleines à bosse en 2009.	39
Table 14.	Données utilisées pour le calcul du taux de fidélité.....	41
Table 15.	Liste des bateaux affrétés pour l'observation des baleines à bosse en 2009.....	42
Table 16.	Durée d'observation des baleines par les bateaux pour la saison 2009.	44
Table 17.	Durée d'observation des mamans-petits par les bateaux.	45
Table 18.	Durée d'observation des autres types de groupe par les bateaux.	45
Table 19.	Durée cumulée d'observation des groupes de baleines par les bateaux.....	47
Table 20.	Nombre de groupes de baleines observés dans la route de navigation des bateaux commerciaux par type de groupe en 2009.....	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Zone d'échantillonnage maritime en 2009.....	13
Figure 2.	Zone d'observation accessible à partir du cap Ndoua.....	14
Figure 3.	Station d'observation terrestre du cap Ndoua.	15
Figure 4.	Embarcation utilisée pour les campagnes d'observation en mer.	18
Figure 5.	Découpage de la zone située à moins de 5 milles nautiques de la station terrestre du cap Ndoua en six tronçons aléatoires.....	24
Figure 6.	Découpage de la zone située à moins de 5 milles nautiques de la station terrestre du cap Ndoua en fonction de la distance à la côte.	25
Figure 7.	Répartition des groupes suivis au théodolite.....	32
Figure 8.	Répartition des groupes étudiés en mer au cours de la saison 2009.	33
Figure 9.	Répartition des bateaux relevés selon leur type.....	34
Figure 10.	Distribution des groupes de baleines observés à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.....	35
Figure 11.	Répartition des groupes de baleines en fonction de la zone d'observation en 2009.	35
Figure 12.	Répartition des groupes de baleines en fonction de la distance à la côte en 2009.	36
Figure 13.	Distribution des animaux solitaires observés à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.	37
Figure 14.	Distribution des paires observées à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.....	37
Figure 15.	Distribution des groupes de trois animaux ou plus observés à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.	38
Figure 16.	Distribution des mamans-petits observées à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.	38
Figure 17.	Taux de fréquentation des différents types de groupe en 2009.	39
Figure 18.	Durée de résidence calculée pour la saison 2009 pour l'ensemble de la zone d'étude.	40
Figure 19.	Evolution du nombre de sorties commerciales d'observation.	43
Figure 20.	Evolution du nombre total de bateaux affrétés pour les sorties commerciales d'observation.	43
Figure 21.	Evolution du nombre de participants aux sorties commerciales d'observation.....	43
Figure 22.	Répartition du temps d'observation par bateau pour les plaisanciers (a) et pour les opérateurs touristiques (b).	45
Figure 23.	Evolution du temps moyen d'observation par bateau pour tous les groupes.....	46
Figure 24.	Répartition de la durée cumulée d'observation pour les mamans-petits (a) et pour les autres types de groupe (b).	47
Figure 25.	Evolution de la durée d'observation cumulée (MP = mamans-petits ; Autres = autres types de groupe).	48
Figure 26.	Répartition du temps passé à différentes distances des mamans-petits (a) et des autres types de groupes sociaux (b).	49
Figure 27.	Evolution du temps passée à différentes distances des baleines.....	49
Figure 28.	Répartition du nombre de bateaux en observation simultanée d'un groupe de baleines.	50

Figure 29.	Nombre moyen de bateaux avec les baleines selon le jour de la semaine et l'heure de la journée.....	51
Figure 30.	Répartition du temps d'observation supplémentaire par bateau.....	52
Figure 31.	Répartition du temps passé à différentes distances des baleines par les bateaux signataires de la charte.....	53
Figure 32.	Répartition du nombre de bateaux signataires de la charte à moins de 300 mètres des baleines.....	54
Figure 33.	Fréquentation maritime mensuelle en 2009.....	55
Figure 34.	Fréquentation maritime par quinzaine en 2009.....	55
Figure 35.	Fréquentation maritime par quinzaine et selon le type de jour en 2009.....	56
Figure 36.	Distribution de tous les bateaux recensés au cours de la saison 2009.....	57
Figure 37.	Densité des bateaux dans la zone d'observation en nombre de bateaux par MN².....	57
Figure 38.	Distribution spatiale des bateaux de plaisance dans la zone d'observation en 2009.	58
Figure 39.	Distribution spatiale des bateaux de whale watching dans la zone d'observation en 2009.	58
Figure 40.	Distribution spatiale des bateaux commerciaux dans la zone d'observation en 2009. ...	59
Figure 41.	Distribution spatiale des bateaux de surveillance dans la zone d'observation en 2009.	59
Figure 42.	Distribution spatiale du bateau de recherche dans la zone d'observation en 2009.	60
Figure 43.	Nombre moyen de bateaux relevés sur la zone en début de matinée (1997-2009).	61
Figure 44.	Distribution mensuelle de la fréquentation maritime par année.....	61
Figure 45.	Distribution par quinzaine de la fréquentation maritime par année.....	61
Figure 46.	Distribution des groupes de baleines recensés dans la route de navigation commerciale en 2009.....	63

RESUME

- ◆ Le taux de fréquentation des baleines à bosse était en moyenne de 1,2 groupe par jour en 2009.
- ◆ La majorité des groupes de baleines observés depuis le cap Ndoua se situait dans une zone comprise entre Bonne Anse, le récif de Péo3, l'îlot Nouaré et Ioro. La distribution de l'espèce en 2009 coïncide avec les résultats obtenus les années précédentes.
- ◆ Les groupes composés de trois baleines adultes ou plus, ont été observés à distance de la station d'observation terrestre tandis que les groupes de type maman-petit ont été observés en zone proche du cap Ndoua.
- ◆ Les mamans-petits et les groupes de trois baleines ou plus présentent un taux de fréquentation plus faible que les autres types de groupes.
- ◆ Le fort taux de résidence de 24% souligne qu'une proportion importante de baleines reste dans la zone d'étude pendant une durée prolongée.
- ◆ La durée de résidence moyenne était d'environ une semaine en 2009. Elle a atteint un maximum de 30 jours, valeur faible comparé à la durée maximale de résidence connue pour le lagon Sud (2 mois).
- ◆ Le taux de fidélité est stable dans la zone d'étude pour ces deux dernières années. L'observation de mêmes individus à travers le temps et l'espace témoigne de la fidélité de la population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie à sa zone de reproduction.
- ◆ Le taux de naissance brut de la population de baleines à bosse est de 0,056 en 2009; c'est l'un des plus faibles observés en Nouvelle Calédonie.
- ◆ L'activité commerciale d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud en 2009 a été entreprise par 30 bateaux différents, totalisant 473 sorties et 6301 passagers. Ces valeurs ont connu une recrudescence en 2009 et montrent que cette activité n'a pas encore atteint son seuil de développement économique maximum.
- ◆ La proportion de plaisanciers à proximité des baleines tend à diminuer au fil des ans. Il est probable que le développement commercial du whale watching et/ou la mise en place d'un plan de gestion en soit responsables.
- ◆ En 2009, chaque groupe de baleines était en moyenne observé par 3,7 bateaux pendant une durée cumulée d'une heure et quarante trois minutes. La durée d'observation par bateau était en moyenne de 42 minutes. Au total, 40 % des mamans-petits et 60 % des autres groupes ont été approchés à une distance inférieure à 100 mètres.
- ◆ Le taux d'exposition des baleines aux bateaux a augmenté de façon significative en 2009. Une diminution du respect des recommandations de la charte a également été mise en évidence.

- ◆ Ces résultats s'expliquent par une augmentation du nombre de bateaux affrétés pour le whale watching associée à une diminution du nombre de baleines observées sur la zone.
- ◆ Même si la majorité des paramètres constitutifs du taux d'exposition demeurent inférieure aux valeurs antérieures à la charte, les résultats soulignent les limites des mesures de gestion existant actuellement.
- ◆ Le taux d'exposition des groupes de type maman-petit est particulièrement inquiétant du fait de leur plus grande vulnérabilité aux menaces et doit être considéré rapidement.
- ◆ La fréquentation maritime du lagon Sud est en constante augmentation depuis 1997. Un trafic maritime soutenu peut avoir un impact sur la population de baleines à bosse observée dans le lagon Sud.
- ◆ La fréquentation maritime dans le lagon Sud n'a présenté aucune variation temporelle significative au cours de la saison d'observation 2009.
- ◆ La distribution spatiale du trafic maritime est équivalente entre les différentes saisons d'observation; les bateaux sont observés en plus grand nombre dans la baie du Prony, le canal Woodin, ainsi qu'aux alentours du phare de Bonne Anse et de l'îlot Ugo.
- ◆ Le risque de collision dans la route principale de navigation des bateaux commerciaux dans le lagon Sud est particulièrement important pour les groupes contenant des mamans-petits.
- ◆ Au vu des résultats obtenus nous recommandons :
 - **La mise en place d'un suivi annuel de l'état de la population des baleines à bosse du lagon Sud sur une période de plusieurs années afin d'estimer leur tendance et de juger de leur évolution de manière pertinente.**
 - **La communication directe des informations relatives à l'évolution des activités commerciales de whale watching par les opérateurs touristiques à la province Sud.**
 - **Dès la saison d'observation 2010, la mise en place d'un système de licences d'exploitation limitant de façon stricte le nombre de bateaux autorisés à pratiquer le whale watching dans le lagon Sud chaque jour.**
 - **Le remplacement de la charte par des mesures réglementaires pouvant faire l'objet de sanctions.**
 - **Un effort de sensibilisation du public à toute nouvelle mesure de gestion entreprise.**
 - **Le maintien des patrouilles régulières par le bateau de protection du lagon pendant la saison d'observation des baleines à bosse.**
 - **La poursuite du suivi relatif à l'évolution des activités d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud afin de suivre le taux d'exposition et de réévaluer l'impact de ces activités.**
 - **Un suivi de la fréquentation maritime sur une période de plusieurs années après la mise en exploitation du complexe minier.**

- **L'initiation de discussions avec les pilotes de navires commerciaux afin d'élaborer des solutions pour réduire le risque de collision, notamment pour les groupes de type maman-petit.**



1. INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'étude

En 2008, les lagons de Nouvelle Calédonie ont été inscrits au patrimoine mondial de l'humanité par l'Unesco. Ce processus souligne l'unicité de cet écosystème, notamment sa diversité en espèces remarquables. La Nouvelle Calédonie s'engage ainsi à assurer la gestion du milieu et la conservation des ressources naturelles.

Dans le lagon Sud, la zone concernée par l'inscription au patrimoine mondial constitue le principal territoire de reproduction de la population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie (Garrigue *et al.*, 2001). Principale espèce emblématique de cette zone, la baleine à bosse possède également une symbolique pour les populations locales puisque son arrivée chaque hiver est liée au cycle de l'igname.

En Océanie, le nombre de baleines à bosse ne montre aucun signe d'accroissement suite aux opérations de chasse baleinière menées au siècle dernier (Baker *et al.*, 2006). Dans cette région, l'espèce est aujourd'hui considérée en danger par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2008). La population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie constitue une unité de gestion indépendante au sein de la région océanienne, son taux d'échange avec les baleines des régions avoisinantes étant minime (Garrigue *et al.*, 2002 ; 2006) et sa reproduction autonome (Garrigue *et al.*, 2004). Le nombre de baleines à bosse en Nouvelle Calédonie demeure faible (Madon *et al.*, 2007), augmentant par là même la sensibilité de cette population aux menaces potentielles. De ce fait, la conservation des baleines à bosse dans le lagon Sud constitue un enjeu prioritaire.

La population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie présente dans le lagon Sud fait l'objet d'une activité commerciale d'observation soutenue. Depuis ses débuts en 1995, cette industrie de « whale watching » est en constante expansion (Garrigue and Virly, 2000 ; Schaffar and Garrigue, 2006 ; Schaffar *et al.*, 2009a) et présente un taux moyen de croissance annuelle de 39,9% (Schaffar, 2009). L'observation des baleines est également prisée par de nombreux plaisanciers. Il a été démontré que l'activité d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud, sur une base commerciale ou récréative, génère des perturbations comportementales significatives chez les animaux observés (Schaffar et Garrigue, 2008). De telles perturbations sont susceptibles d'avoir des implications à long terme pour la population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie. Dans l'objectif de limiter cet impact, la province Sud a mis en place un plan de gestion de l'activité d'observation des baleines et applique depuis 2008 une charte de bonne conduite, associée à des patrouilles par un bateau de protection du lagon. Cette charte s'adresse uniquement aux opérateurs touristiques pratiquant l'activité sur une base commerciale, et ne constitue pas une mesure réglementaire.

En dehors de l'activité d'observation des baleines à bosse, le lagon Sud fait également l'objet d'une fréquentation maritime de plus en plus soutenue (Schaffar et Garrigue, 2008). En effet, il constitue une zone d'utilisation récréative pour de nombreux plaisanciers, et une zone de transit pour les bateaux industriels. La nouvelle exploitation minière actuellement en développement en baie du Prony par la société Vale Inco est notamment à même de participer à une augmentation du trafic maritime dans la zone d'occupation des baleines. Une fréquentation maritime

soutenue est susceptible de constituer une nuisance pour les cétacés. Les risques potentiels incluent une augmentation des collisions et une modification de l'usage de la zone comme cela a déjà été montré sur différents sites (Salden, 1988 ; Baker and Herman, 1989).

Dans l'objectif d'assurer la conservation de la population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie, il est essentiel de suivre l'évolution de cette population, d'évaluer le respect des mesures de gestion du whale watching mises en place, et de suivre l'évolution de l'activité d'observation des baleines et de la fréquentation maritime dans le lagon Sud. Dans ce contexte, la province Sud et l'entreprise Vale Inco ont consulté la SARL Bio & Sea afin d'effectuer un suivi de ces paramètres au cours de la saison d'observation 2009. Les résultats issus de cette étude permettront de formuler des recommandations pour la gestion des ressources naturelles du lagon Sud et de l'écosystème dont elles dépendent. Les données collectées permettront également une évaluation de l'indicateur de suivi des baleines à bosse pour la saison 2009, une fois celui-ci défini.

1.2 Objectifs

Les données présentées dans ce rapport ont été recueillies afin :

- De définir l'état de la population de baleines à bosse dans le lagon Sud pour la saison d'observation 2009 ;
- De caractériser l'activité d'observation pour la saison 2009 ;
- De décrire l'évolution de l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse ;
- D'évaluer le respect de la charte par les opérateurs touristiques en 2009 ;
- D'identifier la distribution spatiale et temporelle des bateaux dans la zone principale de reproduction des baleines à bosse pour la saison 2009 ;
- De mesurer l'évolution du trafic maritime dans le lagon Sud ;
- De déterminer le risque de collision potentiel entre baleines à bosse et bateaux commerciaux ;
- De produire des appréciations et des recommandations relatives à la gestion du whale watching et du trafic maritime ;
- De permettre l'évaluation de l'indicateur de suivi des baleines à bosse pour la saison 2009, une fois celui-ci défini.

1.3 Limitations

Les données recueillies sur les baleines à bosse à partir de la station d'observation terrestre du cap Ndoua sont représentatives de la zone d'étude définie. Elles ne peuvent donc en aucun cas être extrapolées à l'échelle du lagon Sud.

L'ensemble des groupes de baleines à bosse observés par des bateaux n'ayant pas pu être étudié de façon exhaustive, les données présentées dans ce rapport sont conservatrices et doivent être considérées comme des valeurs *a minima*.

La description de l'évolution de l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud se base sur des données communiquées par les opérateurs touristiques collaborant avec l'équipe de recherche. Une minorité d'opérateurs ne participent cependant pas à cette collaboration et de ce fait, les valeurs présentées dans ce rapport comportent des estimations non exhaustives.

1.4 Structure du rapport

La première partie de ce rapport est relative aux méthodes de collecte des données. La zone d'observation est tout d'abord définie. Les différents protocoles d'échantillonnage, à terre et en mer, sont ensuite décrits.

Les méthodes par lesquelles les données ont été traitées et analysées sont présentées pour chacune des thématiques abordées dans ce rapport. Le processus de sélection et de préparation des données est tout d'abord défini. Puis, les analyses relatives à l'état de la population de baleines à bosse, aux caractéristiques et à l'évolution de l'activité d'observation des baleines, au respect de la charte et à la fréquentation maritime dans la zone d'étude, sont détaillées.

Les sections suivantes sont relatives aux résultats issus de ces analyses. Dans un premier temps, l'effort d'échantillonnage et les données collectées sont présentés. Les différents paramètres constitutifs de l'état de la population sont exposés. L'évolution de l'activité commerciale de whale watching est ensuite décrite. Les caractéristiques de l'activité d'observation des baleines à bosse sont également détaillées et mises en perspective des données disponibles pour les saisons d'observation précédentes. Elles sont suivies par les résultats relatifs au respect de la charte. Enfin, la fréquentation maritime et son évolution sont décrites sur le plan temporel et spatial, et les résultats relatifs au risque de collision sont présentés.

La dernière partie de ce rapport constitue une synthèse et une discussion des résultats obtenus. Des recommandations sont formulées.

2. MATERIEL ET METHODES

Les méthodes employées dans la présente étude sont internationalement utilisées dans les études scientifiques conduites sur les cétacés.

Les données relatives aux baleines ont été collectées en mer à partir d'embarcations à moteur et à terre à partir de la station d'observation du cap Ndoua. Les données relatives au trafic maritime et aux activités d'observation des baleines ont exclusivement été collectées à partir de la station d'observation terrestre.

Des données collectées cette année sur les hauts fonds du banc de La Torche et d'Antigonia dans le cadre d'un autre programme de recherche ont été incluses dans ce rapport.

2.1 Zone d'étude

La zone d'étude en mer s'entend comme la zone maritime située au Sud de la Grande Terre (Figure 1).

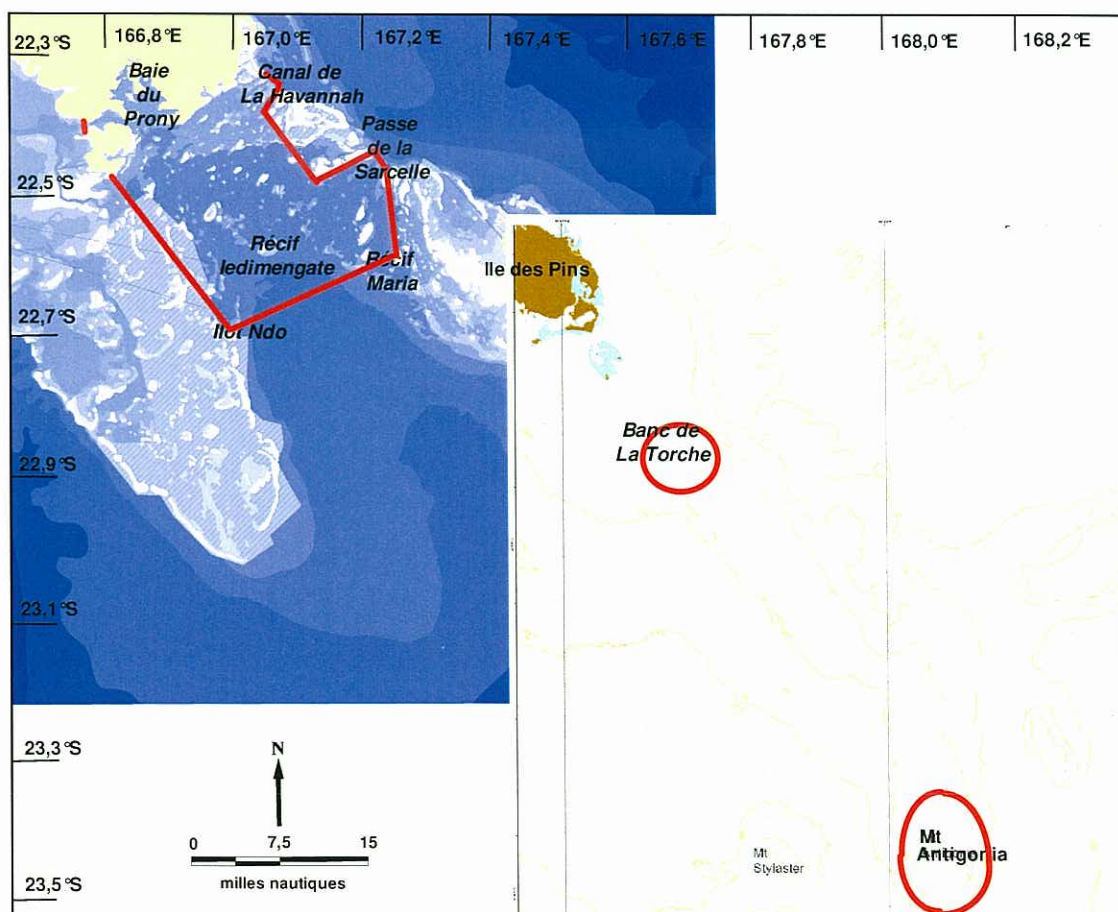


Figure 1. Zone d'échantillonnage maritime en 2009.

Dans le lagon Sud elle comprend la zone d'influence du projet Vale Inco jusqu'au Sud du récif Péo 2 et incluant la baie du Prony, le canal Woodin, le canal de la Havannah ainsi qu'une zone de référence située plus au Sud. Cette année la zone d'étude a également incluse les hauts-fonds du banc de la Torche et d'Antigonia.

La station d'observation terrestre se situe à proximité du phare du cap Ndoua. Elle culmine à 189 mètres d'altitude et offre un point de vue à 180° sur la zone principale d'occupation des baleines à bosse dans le lagon Sud. La zone d'étude accessible à partir de la station d'observation terrestre s'étend donc à environ 10 milles nautiques des côtes (Figure 2), de la passe de la Havannah à l'Est à l'îlot Mato à l'Ouest, et de la baie du Prony au Nord jusqu'au Sud du récif Gué ; elle couvre environ 324 milles nautiques carrés (MN²). Seules les eaux situées au pied du cap Ndoua et longeant la côte alentour (Bonne Anse et la baie Nord, zone en damier sur les figures), la grande rade de la baie du Prony, la baie tranquille à l'île Ouen et le port de Goro ne sont pas visibles, soit environ 15 MN². L'étendue de la zone accessible dépend cependant des conditions météorologiques (état de la mer, vent, visibilité), les observations depuis le cap Ndoua ne pouvant d'ailleurs être effectuées que lorsque la force du vent est inférieure à 15 nœuds et par temps clair.

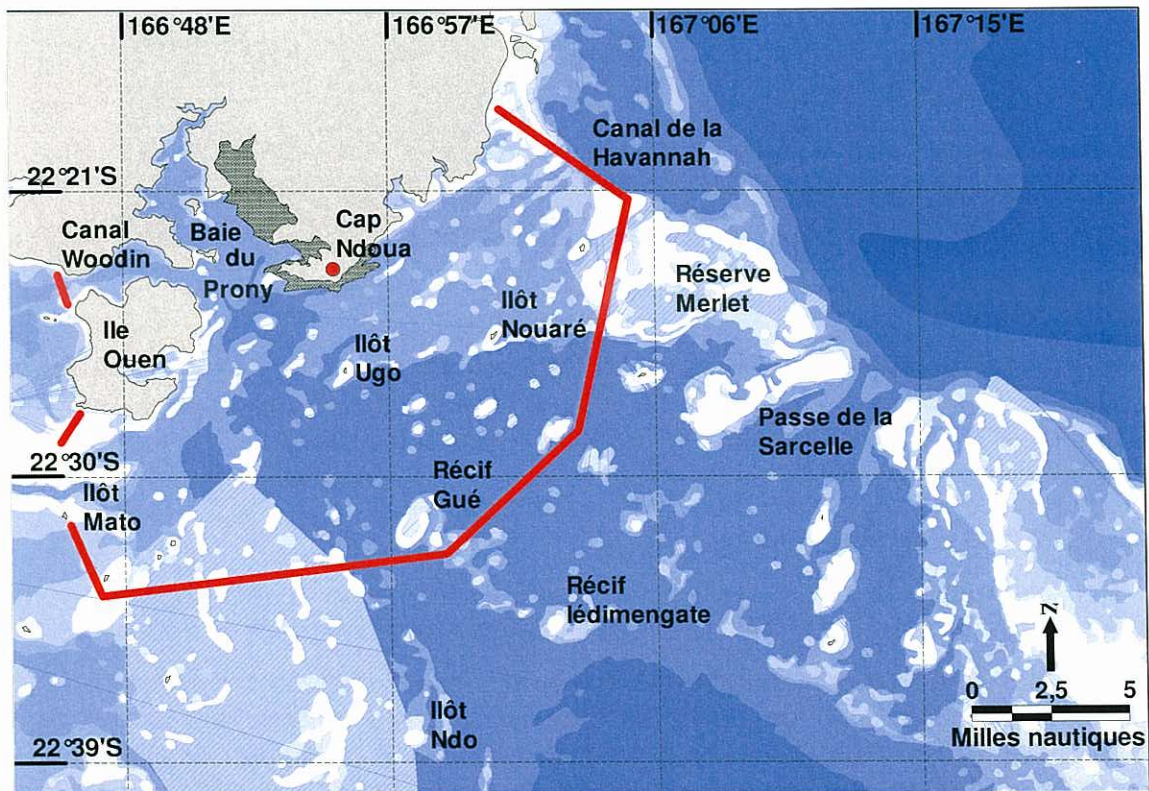


Figure 2. Zone d'observation accessible à partir du cap Ndoua.

2.2 Protocole d'échantillonnage terrestre

2.2.1 Matériel

Afin d'obtenir des informations précises sur le comportement des baleines et des bateaux alentours, l'ensemble des données a été collecté à l'aide d'un théodolite. Relié au système d'exploitation informatique *Cyclopes* (Kniest and Paton, 2001), cet

instrument de géomètre permet de déterminer la position exacte d'une baleine ou d'un bateau et d'étudier leurs déplacements en temps réel (Würsig *et al.*, 1991).

L'utilisation d'un théodolite au cap Ndoua a nécessité l'aménagement du site d'observation, notamment la mise en place d'une plateforme (Figure 3) et d'un système de production d'énergie comprenant une éolienne et quatre panneaux solaires.



Figure 3. Station d'observation terrestre du cap Ndoua.

Les observations et la collecte des données ont été conduites par une équipe constituée de trois personnes. Afin de réduire l'erreur due à l'observateur, une seule et même personne était responsable de l'utilisation du théodolite.

2.2.2 Suivi des baleines

Pour le repérage des baleines, la zone d'observation a été divisée en trois secteurs, chacun scanné à l'œil nu et aux jumelles par un membre de l'équipe.

Lors de l'observation d'un groupe de baleines, un protocole d'échantillonnage précis a été utilisé afin de constituer une base de données représentative du comportement des baleines. Ce protocole consiste à effectuer des relevés au théodolite sur chaque groupe de baleines pendant une durée minimum de vingt minutes combiné à un minimum de cinq séquences d'apnée. A terme, cette base de données permettra la comparaison du comportement des baleines en présence et en l'absence de bateaux.

Pour chaque groupe suivi, la position des baleines, ainsi que celle de tous les bateaux alentours, a été relevée aussi souvent que possible à l'aide du théodolite. Tous les souffles des baleines ont également été enregistrés afin d'obtenir des informations sur la durée des apnées. Le type de groupe observé a été noté au départ et tout changement subséquent dans la composition des groupes a été enregistré. Les catégories utilisées sont décrites dans la table 1.

Table 1. Description des types de groupe relevés depuis la station d'observation terrestre.

Type de groupe	Description
Solitaire	Un animal tout seul
Paire	Deux individus adultes
Groupe de 3 ou plus	Au moins 3 individus adultes observés ensemble
Maman-petit	Un individu adulte et un baleineau, seuls ou accompagnés d'autres animaux adultes.
Inconnu	Groupe dont la composition n'a pas pu être définie

Chaque bateau à proximité des baleines a été suivi individuellement. Le type de bateau (voile, moteur, monocoque, catamaran), sa taille et son mode de déplacement (voile, moteur inboard, moteur hors bord, voile et moteur) ont été notés. Les bateaux de plaisance et les bateaux commerciaux d'observation des baleines ont également été différenciés.

Une fois le suivi au théodolite achevé, des informations complémentaires sur le nombre et l'identité des bateaux avec les baleines ont été enregistrées toutes les 15 minutes afin de pouvoir évaluer de façon pertinente le nombre de bateaux présents, la durée d'observation cumulée par groupe, et la durée d'observation par bateau. Ce type d'information a également pu être collecté pour certains groupes n'ayant pas fait l'objet d'un suivi au théodolite.

Le suivi des baleines à l'aide du théodolite a été limité aux groupes observés à moins de 8 milles nautiques du cap Ndoua. Au-delà de ce point, il a en effet été considéré que la présence des animaux en surface ainsi que les données comportementales ne pouvaient pas être enregistrées de façon exhaustive.

Les relevés correspondants aux groupes de baleines pour lesquels le protocole d'échantillonnage n'a pas pu être rempli ont uniquement été utilisés pour l'analyse de distribution.

2.2.3 Relevé des bateaux

Dans le but d'apprécier la fréquentation maritime de la zone utilisée par les baleines, des relevés de tous les bateaux présents dans la zone d'étude étaient effectués trois fois par jour, à heures fixes soit 9 h, 11 h, et 13 h. Lors de chacun de ces relevés, la position de tous les bateaux visibles dans la zone était enregistrée.

Chaque bateau relevé a été classé dans l'une des cinq catégories présentées dans la table 2.

En cas de mauvaises conditions météorologiques et/ou de visibilité réduite sur la zone, ou si un groupe de baleines faisait l'objet d'un suivi à l'heure du relevé, ce dernier n'était pas effectué.

Table 2. Description des types de bateaux relevés depuis la station d'observation terrestre.

Type de Bateau	Description
Plaisance	Bateau à utilisation récréative
Opérateur touristique	Bateau touristique d'observation des baleines (whale watching)
Commercial	Bateau de transport de passagers ou navire industriel (minéralier, cargo, bateau de pêche)
Surveillance	Bateau de la protection du lagon de la province Sud, de la gendarmerie maritime ou des Affaires Maritimes
Recherche	Bateau de recherche scientifique sur les cétacés

2.2.4 Passage des navires commerciaux

Afin d'évaluer l'utilisation de la zone d'étude par les navires commerciaux et d'estimer le risque de collision, le passage de chacune de ces embarcations a été noté de façon continue au sein des heures d'observation réalisées par l'équipe de recherche basée au cap Ndoua. L'heure d'observation, le type de bateau observé (transport de passagers, minéraliers, cargos, pêche) et la route empruntée ont également été relevés.

2.2.5 Relevé des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été notées à la suite de chaque relevé de bateaux. Elles incluent :

- La nébulosité (en octas) ;
- L'état de la mer (en Beaufort) ;
- La vitesse du vent (en nœuds) ;
- La direction du vent.

2.2.6 Evaluation des activités commerciales d'observation des baleines

Afin d'évaluer le statut actuel ainsi que l'évolution de l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud, le nombre de bateaux touristiques en sortie d'observation dans la zone d'étude ainsi que leur identité ont été notés chaque jour.

Le nombre de passagers à bord de chaque bateau était également enregistré, la majorité des bateaux pratiquant l'observation des baleines dans le lagon Sud communiquant cette information à l'équipe de recherche par radio VHF à chacune de ses sorties.

Le fait qu'un bateau de whale watching ai ou n'ai pas observé des baleines était également noté pour chaque sortie entreprise afin de pouvoir calculer le taux de réussite.

2.3 Protocole d'échantillonnage maritime

2.3.1 Matériel

Au cours de cette étude, une embarcation semi-rigide de 6,30 mètres équipée de deux moteurs hors bord de 60 CV chacun, a été utilisée pour réaliser les campagnes d'observation en mer dans le lagon Sud (Figure 4). Les observations effectuées au banc de La Torche ont été faites à partir du Djeü Kürü, bateau de surveillance de la Province Sud. Un catamaran moteur de 10 mètres a été utilisé pour l'échantillonnage du mont sous marin d'Antigonia.



Figure 4. Embarcation utilisée pour les campagnes d'observation en mer.

Le matériel de recherche nécessaire pour la collecte des données comprend :

- Deux appareils photo numériques munis d'objectifs 70 X 300 mm pour l'identification des individus ;
- Un fusil hypodermique Paxarms, une arbalète, des flèches et des fléchettes munies d'embouts spéciaux pour les prélèvements de tissus ;
- Des jumelles ;
- Un GPS.

2.3.2 Echantillonnage visuel

Des navigations ont été effectuées chaque jour lorsque les conditions météorologiques étaient favorables ; c'est à dire dans des conditions de vent inférieur à 15 nœuds et sans pluie. L'équipe de recherche était constituée de trois personnes dont un pilote et deux observateurs. Ces derniers cherchent à repérer les animaux à l'œil nu et à l'aide de jumelles à partir du pont du bateau.

2.3.3 Relevés météorologiques

Les conditions météorologiques ont été relevées chaque jour et comprennent :

- La nébulosité (en octas) ;
- L'état de la mer (en Beaufort) ;

- La vitesse du vent (en nœuds) ;
- La direction du vent ;
- La température de l'eau (en °C).

2.3.4 Données collectées

A chaque rencontre avec un groupe de baleines à bosse les informations suivantes ont été notées dans un micro-enregistreur :

- La date ;
- L'heure ;
- La position GPS (la latitude et la longitude relevées sur un GPS) ;
- Le type de groupe ;
- La composition du groupe (nombre et taille des individus) ;
- La classe sociale des individus ;
- Le comportement du groupe et/ou des individus (par ex : repos, déplacement, socialisation) ;
- L'heure et la position de fin de suivi.

Dans la mesure du possible, des photographies et des prélèvements de peau ont également été effectués pour chaque individu observé.

Lorsqu'un groupe de baleines est composé de plusieurs individus, il peut s'avérer difficile d'établir le nombre exact d'animaux présents. Ce nombre a donc été estimé visuellement en établissant un nombre minimal et maximal d'individus observés. Cette estimation a ensuite été vérifiée et complétée au besoin à l'aide des informations issues des clichés photographiques réalisés.

Les types de groupe utilisés lors de l'échantillonnage en mer sont définis dans la table 3 et les classes sociales des individus dans la table 4.

Table 3. Description des types de groupe relevés au cours des échantillonnages maritimes.

Type de groupe	Description
Solitaire	Un animal tout seul
Groupe de 2 ou paire	Deux individus adultes
Groupe de 3 ou 4	3 ou 4 individus adultes
Femelle suitée	Une femelle avec son baleineau de l'année ou de l'an passé
Groupe reproducteur	Plusieurs individus adultes engagés dans des activités de reproduction, comportement compétitif
Femelle suitée et escorte	Une femelle avec son baleineau, accompagnée par un individu adulte
Femelle suitée et groupe reproducteur	Une femelle avec son baleineau, accompagnée de plusieurs mâles adultes engagés dans des comportements de reproduction
Groupe de statut inconnu	L'observation n'a pas été assez longue pour permettre d'identifier le type de groupe rencontré

Table 4. Définition des classes sociales.

Classe sociale	Description
Solitaire	Animal solitaire
Chanteur	Individu mâle adulte qui chante, le plus souvent solitaire
Membre d'un groupe de 2	Individu adulte d'un groupe de 2 animaux
Membre d'un groupe de 3 ou 4	Individu adulte d'un groupe de 3 ou 4 animaux
Maman ou femelle suivie	Individu adulte accompagné d'un individu mesurant environ 1/3 de sa taille
Baleineau	Individu de petite taille mesurant au maximum un tiers de l'adulte qui l'accompagne et restant à proximité voir en contact physique avec celui-ci
Jeune d'un an	Individu de petite taille mesurant moins de la moitié de la taille de l'adulte qu'il accompagne ; c'est un baleineau né l'année précédente
Escorte solitaire d'une femelle accompagnée de son veau	Individu adulte accompagnant une femelle suivie
Escorte principale	Individu adulte en meilleure position pour l'accouplement avec la femelle
Challenger	Individu adulte qui vient défier l'escorte principale
Escorte secondaire	Individu adulte membre d'un groupe reproducteur mais n'étant ni l'escorte principale ni le challenger
Animal nucléaire	Individu adulte qui se trouve généralement en tête du groupe reproducteur, probablement la femelle bien que celle-ci ne soit pas toujours présente
Membre indéterminé d'un groupe reproducteur	Individu adulte observé au sein d'un groupe reproducteur mais dont le statut n'a pas pu être défini
Classe sociale inconnue	Individu dont la classe sociale n'a pas pu être définie

La taille des individus est représentée par trois catégories : adulte, juvénile et baleineau. Chez les baleines à bosse, un baleineau est défini comme un animal qui mesure au maximum un tiers de la taille de l'adulte avec lequel il est en contact et supposé être sa mère. Le juvénile est un individu qui n'a pas atteint la taille de maturité sexuelle.

La définition des comportements les plus communs chez les baleines à bosse a été utilisée dans cette étude (Garrigue et Greaves, 1999).

2.3.5 Photo-identification

La photographie permet d'identifier les individus grâce une technique appelée photo identification. Celle-ci repose sur la présence de marques uniques naturellement présentes sur une partie du corps de l'animal et qui permettent de le reconnaître individuellement. Chez les baleines à bosse c'est la face ventrale de la nageoire caudale ou « empreinte caudale » qui est utilisée car elle présente une coloration, une découpe et des dessins qui lui sont propres (Katona *et al.*, 1979).

A chaque rencontre avec un groupe de baleines, des clichés photographiques de la nageoire caudale de tous les animaux qui exposent leur face ventrale ont été réalisés. Des clichés des nageoires dorsales droites et gauches ont également été effectués afin d'obtenir une documentation complète de chaque animal. Dans la mesure du possible, tous les individus présents dans le groupe ont ainsi été photographiés.

2.3.6 Prélèvements de tissu

Un grand nombre d'informations peuvent être obtenues à partir de l'analyse des échantillons tissulaires. Les travaux génétiques effectués à ce jour sur les baleines à bosse de Nouvelle Calédonie ont permis de définir : l'origine des populations et leurs liens avec les autres populations du Pacifique Sud (Olavarría *et al.*, 2007), le sexe des individus échantillonnés, leur système reproducteur (Garrigue *et al.*, 2004), les liens de parenté entre les individus et d'estimer la taille de la population (Garrigue *et al.*, 2004).

Afin de compléter les informations acquises par photographies, et lorsque cela était possible, des prélèvements de tissu ont été réalisés à l'aide de flèches ou de fléchettes propulsées par un fusil hypodermique ou une arbalète (Lambertsen, 1987). Dans certains cas, à la suite d'un comportement actif d'un animal identifié, la collecte de peau a été effectuée par écrémage de la surface de l'eau (Clapham *et al.*, 1993a).

3. TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

3.1 Préparation et sélection des données collectées depuis la station d'observation terrestre

Les données enregistrées au sein du programme informatique d'acquisition des données ont été validées et organisées sous forme de fichiers Excel afin d'en faciliter l'analyse.

Les données relatives aux groupes de baleines à bosse et aux bateaux ont été traitées séparément et mises en forme afin d'être compatible avec les logiciels utilisés au cours des analyses.

Une sélection a ensuite été effectuée afin de tenir compte de la distance d'observation. Pour l'analyse de la fréquentation des baleines, seuls les groupes relevés à moins de 5 milles nautiques du site d'observation ont été retenus. En effet, compte tenu de la diminution importante du nombre de groupes de baleines observés à une distance supérieure à 5 milles nautiques du cap Ndoua, il a été considéré qu'une évaluation exhaustive de la fréquentation ne pouvait être entreprise au-delà de cette distance. Concernant l'analyse de la distribution spatiale et temporelle des bateaux, seules les positions relevées à moins de 8 milles nautiques du cap Ndoua ont été conservées. En effet, au-delà de cette distance, la probabilité de relever les bateaux de façon exhaustive diminue de façon importante.

Pour l'ensemble des positions de baleines et de bateaux relevées au cours de cette étude, une sélection en fonction des conditions de vent a également été effectuée afin de ne conserver que les points enregistrés lorsque le vent était inférieur à 15 nœuds.

3.2 Préparation des données collectées en mer

Chaque jour les données photographiques ainsi que les tracés des trajets effectués ont été transférés sur un ordinateur. Les clichés photographiques font l'objet d'un premier tri par groupes rencontrés et/ou par individus si possible. Les notes relevées au micro-enregistreur ont été recopiées puis intégrées dans une base de données Access qui permet d'archiver les informations géographiques et biologiques. Cette base est complétée à l'issue de l'analyse des données photographiques. L'interrogation de cette base a permis de recueillir les informations nécessaires au calcul des paramètres utilisés pour définir l'état de la population.

3.3 Traitement des données photographiques

3.3.1 Préparation des données

Dans un premier temps, les photographies des nageoires caudales prises au sein d'un même groupe de baleines ont été comparées entre elles afin d'identifier tous les individus ayant des marques distinctives sur leur nageoire caudale. Toutes les

photos d'un même individu au cours d'une rencontre donnée sont regroupées. Les nageoires dorsales et caudales sont associées grâce aux notes prises sur le terrain. Cette étape permet de comptabiliser le nombre minimal de baleines photo identifiées présentes dans le groupe.

Les individus pour lesquels aucune photographie de la nageoire caudale n'a pu être réalisée sont ensuite distingués par comparaison de leur nageoire dorsale. Le nombre total de baleines présentes dans un groupe peut ainsi être obtenu.

La meilleure photo de la nageoire caudale est sélectionnée afin de représenter l'individu pour cette rencontre. Ces photos sont qualifiées de « photo ID » dans la suite du rapport. Les meilleurs clichés de la nageoire dorsale du côté droit et du côté gauche (en général une pour chaque côté) sont également conservés pour chaque individu.

3.3.2 Comparaison et analyse des clichés photographiques

Les photos ID obtenues ont été comparées entre les différents groupes de baleines rencontrés afin d'établir un catalogue annuel contenant tous les individus uniques identifiés sur la zone d'étude pendant la saison d'observation. Ceci permet d'obtenir la liste des individus présents pour la saison en cours, d'identifier le nombre d'individus présents, de déterminer la constitution des groupes, et d'analyser la résidence. L'adjonction de la taille des individus permet de calculer le taux de naissance.

Toutes les photos de ce catalogue annuel sont ensuite comparées à toutes celles du catalogue complet contenant l'ensemble des individus identifiés en Nouvelle Calédonie depuis 1991 (Garrigue et Greaves, 1999). Ceci permet de recenser les nouveaux individus observés sur la zone d'étude et de calculer le taux de fidélité.

3.4 Etat de la population

3.4.1 Abondance de la population

Une estimation d'abondance sera présentée dans le rapport prévu pour le mois d'avril 2010.

3.4.2 Fréquentation

Le taux de fréquentation a tout d'abord été calculé pour l'ensemble de la zone d'étude. Il correspond au nombre moyen de groupes de baleines relevés par jour d'observation au cap Ndoua.

La distribution spatiale a ensuite été cartographiée à l'aide du logiciel MapInfo (Version 8.0). Des tronçons ont été arbitrairement définis afin d'analyser la fréquentation spatiale par zone d'observation (Figure 5). Une analyse en fonction de la distance à la côte a également été réalisée (Figure 6). Le nombre moyen de groupes observés par jour a donc été calculé et pondéré en fonction de la taille des superficies échantillonnées (Tables 5 et 6). L'analyse de la fréquentation spatiale se base donc sur le nombre moyen de groupes observés par MN² et par jour. Les variations de cette valeur ont été recherchées tout d'abord entre les zones puis en

fonction de la distance à la côte à l'aide d'un test de Friedman sans répliquas. Un test de Steel-Dwass a été réalisé pour effectuer les comparaisons *a posteriori* lorsque cela était nécessaire.

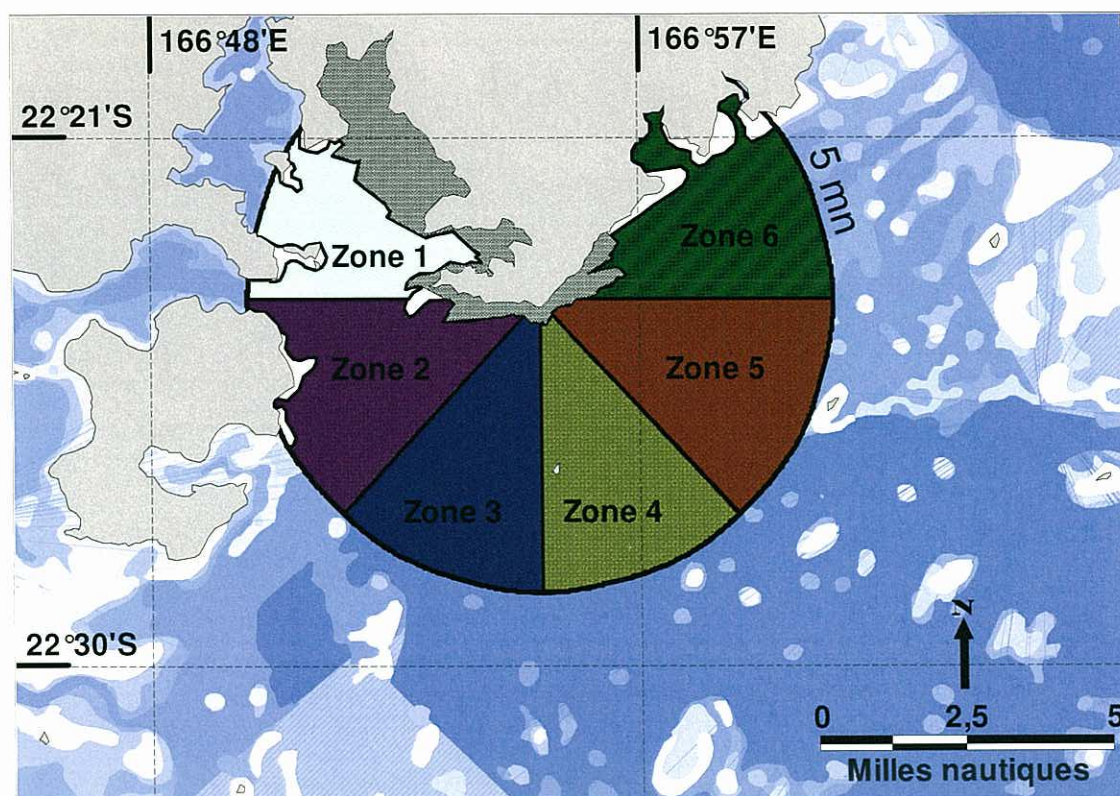


Figure 5. Découpage de la zone située à moins de 5 milles nautiques de la station terrestre du cap Ndoua en six tronçons aléatoires.

Table 5. Superficie des différentes zones d'observation échantillonnées.

Zones	Superficie
1	10,23 MN ²
2	15,86 MN ²
3	17,02 MN ²
4	16,97 MN ²
5	18,90 MN ²
6	15,60 MN ²

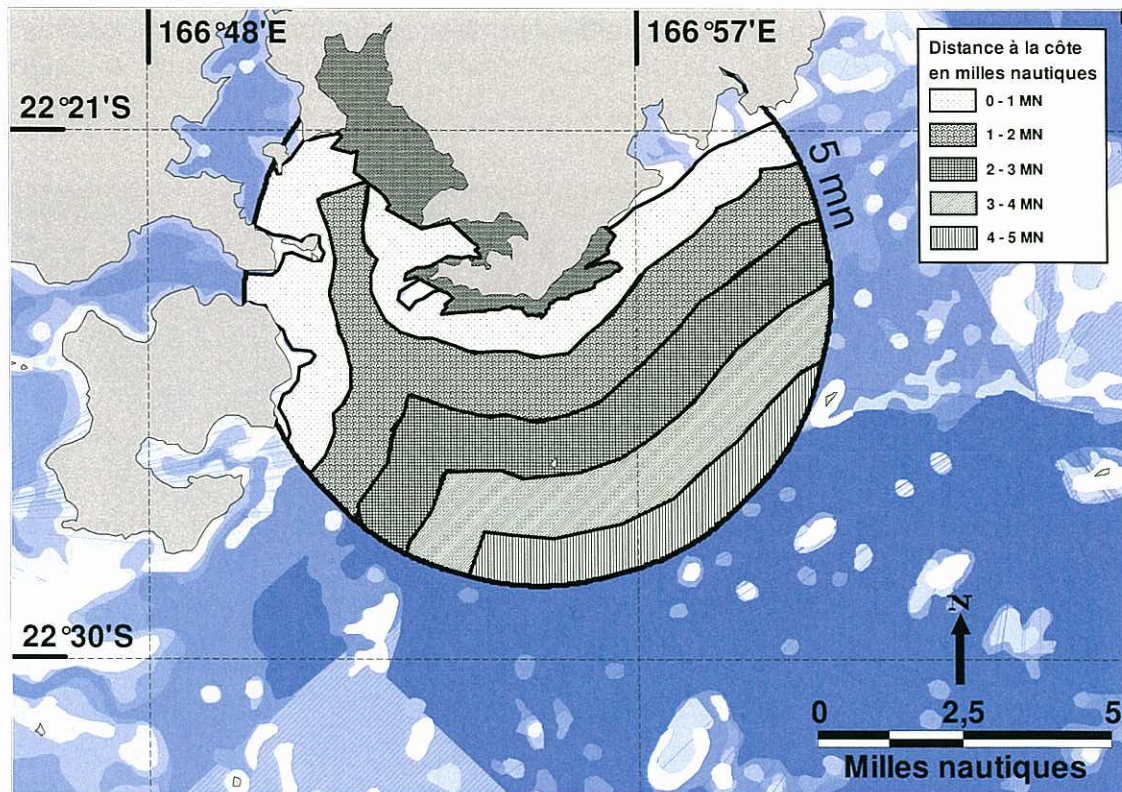


Figure 6. Découpage de la zone située à moins de 5 milles nautiques de la station terrestre du cap Ndoua en fonction de la distance à la côte.

Table 6. Superficie des zones échantillonnées en fonction de la distance à la côte.

Distance à la côte en MN	Superficie
0 – 1 MN	32,13 MN ²
1 – 2 MN	24,42 MN ²
2 – 3 MN	18,87 MN ²
3 – 4 MN	16,09 MN ²
4 – 5 MN	10,38 MN ²

Enfin, le taux de fréquentation a été calculé pour les différents types de groupe relevés depuis le cap Ndoua. Un test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer ces valeurs entre elles. La distribution spatiale de chaque type de groupe dans la zone d'étude a également été cartographiée à l'aide du logiciel MapInfo.

3.4.3 Résidence

La résidence a été examinée en utilisant deux paramètres : le taux de résidence et la durée de résidence.

Le taux de résidence a été calculé pour toute la zone d'étude puis pour le seul lagon Sud. Il correspond à la proportion d'individus identifiés plus d'une journée cours de la même saison. Ceci permet d'obtenir des informations de base sur la résidence. Si les baleines résident dans la même zone pendant une durée prolongée, elles auront plus de chance d'être photographiées à plusieurs reprises.

Inversement si elles sont mobiles, elles auront moins de chance d'être photo identifiée dans la même zone plus d'une journée.

La durée de résidence correspond à l'intervalle de temps entre la première et la dernière identification d'un individu au sein d'une même saison. Elle est exprimée en nombre de jours. Le calcul a été réalisé pour chaque individu revu au minimum deux jours différents au cours de la saison.

3.4.4 Fidélité

Le taux de fidélité est une estimation du nombre d'individus observés de façon répétée sur la zone d'étude au cours de plusieurs années. Il nécessite donc la comparaison de séries temporelles de données acquises aux cours de différentes saisons d'observation.

Les données issues des méthodes de capture recapture sont habituellement utilisées pour calculer le taux de fidélité au sein d'une région (Clapham *et al.*, 1993b ; Craig and Herman, 1997). Dans le cas présent, ce sont les informations issues de captures photographiques qui ont été utilisées. Une capture correspond à une première identification par photographie et une recapture à toute obtention d'une nouvelle identification photographique du même individu lors d'une saison d'observation suivante.

Le taux de fidélité est calculé ainsi (Baker *et al.*, 1986 ; Calambokidis *et al.*, 2001) :

$$R_{ij} = M_{i,j} / (A_i * B_i) * 1000$$

Avec :

A_i = nombre de baleines capturées l'année X ;

B_i = nombre de baleines capturées l'année X+1 ;

$M_{i,j}$ = nombre de baleines capturées une des années X et recapturées l'année X+1.

Cet indice prend pour valeur zéro quand aucune baleine n'a été revue au sein d'une même région. Sa valeur dépend de la taille de la population et de la probabilité de recapture (Urban *et al.*, 2000).

3.4.5 Taux de naissance

Les données collectées en mer sur la taille des individus permettent de calculer le taux brut de naissance. Il correspond au rapport entre le nombre total de baleineaux différents et le nombre total d'individus différents observés la même année (Clapham and Mayo, 1987 ; 1990).

3.5 Activité d'observation des baleines à bosse

Les analyses effectuées dans cette étude ne tiennent pas compte des bateaux transitant dans la zone d'un groupe de baleines et ne participant pas à l'observation des animaux.

3.5.1 Evolution de l'activité commerciale d'observation

Le nombre total de sorties commerciales d'observation des baleines effectuées en 2009, ainsi que le nombre de sorties par bateau, a été calculé. Le nombre de bateaux ayant été affrété pour l'observation commerciale des baleines a également été obtenu.

Le nombre total de passagers transportés en 2009 a été calculé à partir des informations transmises par les opérateurs touristiques collaborant avec l'équipe de recherche au cours de chacune de leur sortie et d'estimations pour toutes les sorties non renseignées. Pour les quelques sorties non renseignées effectuées par les bateaux collaborant avec notre équipe, le nombre moyen de passagers transportés a été évalué à partir des données brutes disponibles pour les bateaux concernés en tenant compte du jour de la semaine (semaine vs week-end). Le nombre de passagers transportés par les opérateurs n'ayant pas collaboré avec l'équipe de recherche a également été estimé. Pour chacun de ces bateaux, il correspond au nombre moyen de passagers transportés par tous les bateaux à capacité identique au cours de la saison, calculé en fonction du jour de la semaine et multiplié par le nombre de sorties réalisées.

L'ensemble de ces résultats a été mis en perspective des valeurs disponibles pour les saisons d'observation antérieures à 2009.

Le taux de réussite d'observation des baleines par les bateaux touristiques a également été calculé et correspond au pourcentage de sorties au cours desquelles des baleines ont été observées.

Le taux moyen de croissance annuelle de l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse pour la période allant de 1995 à 2009 a été estimé. Ce taux correspond à la moyenne du pourcentage d'augmentation du nombre de participants aux sorties de whale watching d'une année à l'autre sur l'ensemble de cette période.

La présence de différents types de bateaux à proximité des baleines au cours de la saison 2009 a également été évaluée. Le pourcentage de bateaux de plaisance, de whale watching, et de surveillance a été calculé.

3.5.2 Caractéristiques de l'activité d'observation

3.5.2.1 Durée d'observation

Le temps total passé par chaque bateau avec un groupe de baleines a été calculé. A partir de ces données, la durée moyenne d'observation par bateau a pu être obtenue pour tous les types de bateaux confondus, ainsi que pour les bateaux de plaisance, et pour les bateaux pratiquant l'observation des baleines sur une base commerciale.

Le temps total pendant lequel un même groupe de baleines était accompagné de bateaux chaque jour a également pu être obtenu. Les durées cumulées d'observation des groupes, moyenne et maximum, ont donc été calculées. Les observations effectuées les jours de semaine ont été distinguées de celles réalisées le week-end.

Une analyse spécifique de la durée d'observation par bateau et de la durée cumulée d'observation a été réalisée pour les mamans-petits afin d'évaluer le degré d'exposition de ce type de groupe.

Ces analyses se basent sur les données collectées à l'aide du théodolite associées aux informations complémentaires enregistrées en dehors des suivis.

3.5.2.2 Distance d'approche

Le suivi systématique des bateaux présents à moins de 1000 mètres des baleines a permis de calculer le pourcentage de temps d'observation pendant lequel les bateaux se trouvaient à différentes distances des animaux. Cette analyse se base uniquement sur les données collectées à l'aide du théodolite.

Pour chaque groupe, le point d'approche minimal par les bateaux a également pu être déterminé.

Les groupes de type maman-petit ont été analysés séparément.

3.5.2.3 Nombre de bateaux

Le nombre moyen et maximum de bateaux à moins de 1000 mètres des baleines a été calculé à partir des suivis réalisés au théodolite et des informations complémentaires enregistrées. Ces valeurs ont également fait l'objet d'une analyse en fonction de l'heure de la journée et du jour de la semaine (semaine vs week-end).

Le nombre maximum de bateaux en observation simultanée à moins de 300 mètres des baleines a été calculé pour chaque groupe, et ceci exclusivement à partir des relevés effectués à l'aide du théodolite.

3.5.2.4 Evolution des caractéristiques de l'activité d'observation

Afin de juger de l'évolution des différentes caractéristiques de l'activité d'observation des baleines dans le lagon Sud en 2009, les résultats relatifs à la durée d'observation, la distance d'approche et le nombre de bateaux avec les baleines ont été comparés aux valeurs disponibles pour la période antérieure à la mise en place de la charte (2005 à 2007) et la saison postérieure à celle-ci (2008). Après avoir testé la normalité de ces données, des analyses de variance (ANOVA) ont été utilisées pour effectuer ces comparaisons. Des tests *a posteriori* (LSD : plus petite différence significative) ont été conduits si nécessaire.

3.5.3 Respect de la charte

Les analyses relatives à la durée d'observation, à la distance d'approche et au nombre de bateaux présents ont été reconduites pour les bateaux correspondants aux opérateurs touristiques signataires de la charte de bonne conduite. Les résultats ont été mis en perspective des recommandations contenues dans cette charte.

3.6 Fréquentation maritime

3.6.1 Caractéristiques du trafic maritime

Une analyse de la distribution spatiale et temporelle des bateaux a été effectuée afin de caractériser le trafic maritime dans la zone située à moins de 8 milles nautiques du cap Ndoua pour la saison 2009.

La fréquentation maritime dans le lagon Sud a été calculée pour chaque jour d'observation. Elle correspond à la somme des bateaux recensés chaque jour divisé par le nombre total de relevés effectués par jour. Après avoir testé la normalité de ces données, la fréquentation maritime moyenne a été comparée par mois et par quinzaine grâce des analyses de variance (ANOVA) selon le calendrier présenté dans la table 7. Des tests *a posteriori* de type LSD ont été conduits si nécessaire. Une analyse du trafic maritime différenciant les jours de semaine et les jours de week-end a également été réalisée.

Table 7. Définition des quinzaines utilisées.

Dates	Quinzaines
1er au 14 juillet	Quinzaine 1
15 au 28 juillet	Quinzaine 2
29 juillet au 11 août	Quinzaine 3
12 au 25 août	Quinzaine 4
26 août au 8 septembre	Quinzaine 5
9 au 22 septembre	Quinzaine 6

Une carte de distribution générale du trafic maritime pour la saison 2009 a été réalisée. Une carte de densité a également été constituée; la densité y est exprimée en nombre total de bateaux observés par mille nautique carré. Les différents types de bateaux ont ensuite été cartographiés séparément.

3.6.2 Evolution du trafic maritime

Afin d'apprécier l'évolution du trafic maritime dans la zone d'étude, le nombre total de bateaux recensés au cours des relevés de 9h pour la saison 2009 a été divisé par le nombre total de relevés effectués pour cet horaire. Pour cette analyse, toutes les positions relevées, indépendamment des conditions météorologiques et de la distance au site d'observation, ont été utilisées puisque les données historiques antérieures à 2005 ne peuvent être sélectionnées selon ces paramètres. Compte tenu des données historiques disponibles, cette valeur permet de juger de l'évolution de la fréquentation maritime du lagon Sud depuis 1997 (Schaffar et Garrigue, 2008).

Le taux moyen de croissance annuelle du trafic maritime dans la zone d'observation accessible depuis le cap Ndoua pour la période allant de 1997 à 2009 a été estimé. Ce taux correspond à la moyenne du pourcentage d'augmentation du nombre moyen de bateaux recensés au cours des relevés de 9h d'une année à l'autre sur l'ensemble de cette période.

L'évolution de la distribution temporelle des bateaux a été analysée par mois et par quinzaine de 2005 à 2009. Pour cela, des analyses de variance (ANOVA) ont été utilisées après avoir testé la normalité des données. Des tests *a posteriori* de type LSD ont été conduits si nécessaire.

3.6.3 Risque de collision

La route principale de navigation des bateaux commerciaux s'étend entre canal Woodin et la passe de la Havannah, en longeant le récif de Bonne Anse et le cap Ndoua. Elle a été identifiée à partir des positions obtenues pour ce type de bateaux au sein des relevés effectués entre 2005 et 2008 (Schaffar, 2009). Une marge de 0,5 MN a ensuite été appliquée aux positions les plus Nord, Sud, Est et Ouest de cette carte.

Afin de déterminer le risque de collision entre navires commerciaux et baleines à bosse, le nombre de groupes de baleines pour lesquelles la première position relevée se trouvait à l'intérieur de la route de navigation des bateaux commerciaux a été calculé pour la saison d'observation 2009. Les chiffres obtenus ont été mis en perspective du nombre total de groupes relevés. Une analyse par type de groupe a également été réalisée.

La fréquence d'observation des baleines et des bateaux commerciaux sur la route de navigation commerciale pendant la saison 2009 a été calculée. Ces valeurs correspondent au nombre moyen de baleines et de bateaux commerciaux observés par jour sur la route de navigation définie. Un tel calcul a permis d'évaluer le risque de collision dans cette zone.



4. RESULTATS

4.1 Effort d'échantillonnage

A partir de la station terrestre, les données ont été collectées entre le 12 juillet et le 6 septembre 2009, soit un total de 48 jours ou 269 heures et 49 minutes d'observation (Table 8). Le nombre d'heures passées en observation au cap Ndoua chaque jour varie entre 2h08 et 7h37.

Table 8. Effort d'échantillonnage mensuel à la station terrestre pour la saison 2009.

	Jours disponibles	Jours d'observation	Heures d'observation	Moyenne par jour
Juillet	20	17	96h52	5h27
Août	31	27	157h19	5h49
Septembre	6	4	19h38	4h54
Total	57	48	269h49	5h37

La collecte de données en mer a été réalisée entre le 12 juillet et le 12 septembre 2009 (Table 9). L'écart entre la première et la dernière sortie en mer était donc de 62 jours. Un total de 319 heures et 54 minutes a été passé en observation en mer. Les navigations ont été entreprises dans le lagon Sud entre la baie du Prony et la passe de la Sarcelle pour 90 % des jours d'observation ; le reste a été réalisé plus au Sud sur le haut fond d'Antigonia ainsi qu'au banc de La Torche.

Table 9. Effort d'échantillonnage mensuel en mer pour la saison 2009.

	Jours disponibles	Jours d'observation	Heures d'observation	Moyenne par jour
Juillet	19	14	109h51	7h51
Août	31	22	197h07	8h57
Septembre	12	1	12h56	-
Total	62	37	319h54	8h39

Sur l'ensemble des jours disponibles, le nombre de jours d'observation correspond au nombre de jours pour lesquels les conditions météorologiques ont permis aux équipes de recherche de mener leurs observations.

4.2 Données collectées

4.2.1 Suivi des baleines à partir de la station terrestre

Au cours de la saison 2009, un total de 170 groupes de baleines à bosse a été observé depuis le cap Ndoua. La position de 164 groupes a été relevée à l'aide du théodolite dont 59 à moins de 5 milles nautiques du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieur à 15 nœuds. Cinquante neuf (59) groupes détectés à moins de 8 milles nautiques ont fait l'objet de différents types de suivis à l'aide du théodolite pendant un temps total de 45 heures et 40 minutes selon le protocole d'échantillonnage établi (Table 10). La majorité des groupes suivis étaient des animaux solitaires et des paires (Figure 7).

Table 10. Nombre de groupes de baleines suivis au théodolite au cours de la saison d'observation 2009.

Groupes suivis	2009
Sans bateau	24
Avec bateaux	26
Avant et pendant l'observation par les bateaux	6
Pendant et après l'observation par les bateaux	3
Total	59

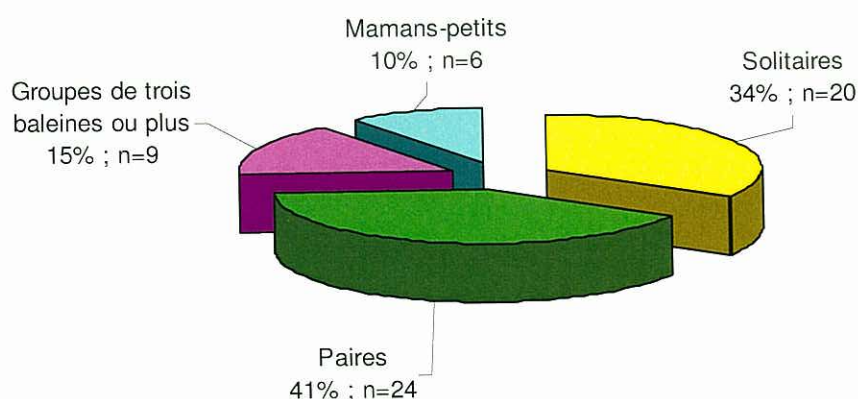


Figure 7. Répartition des groupes suivis au théodolite.

Des informations complémentaires relatives à la durée d'observation et au nombre de bateaux présents ont été collectées pour 34 groupes n'ayant pas pu faire l'objet d'un suivi au théodolite.

4.2.2 Suivi des baleines en mer

Au cours de la saison 2009, 105 groupes de baleines à bosse totalisant 178 individus différents ont été étudiés en mer. Différents types de groupes ont été observés: les solitaires et les paires sont les plus représentés suivis par les groupes d'animaux reproducteurs et les femelles suitées (Figure 8).

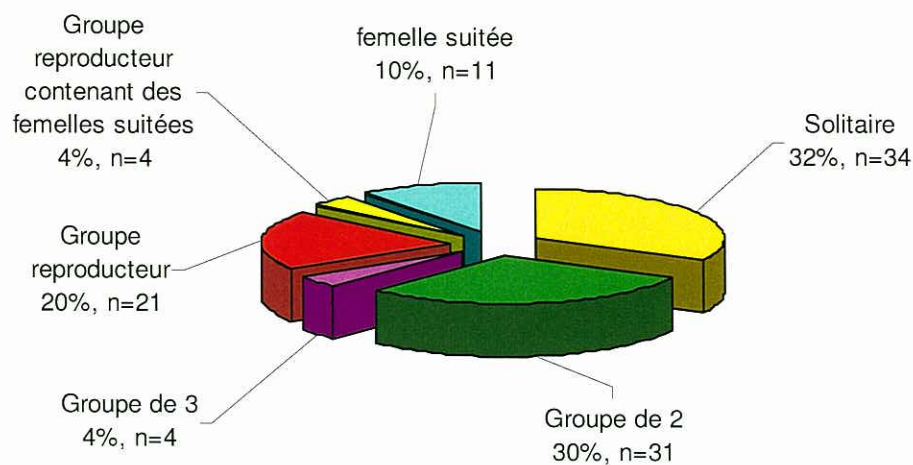


Figure 8. Répartition des groupes étudiés en mer au cours de la saison 2009.

Au total, 4445 clichés photographiques ont été effectués. Leur comparaison a permis d'identifier individuellement 115 individus par photo identification de la face ventrale de leur nageoire caudale (Table 11). Les individus pour lesquels aucune photo identification de la nageoire caudale n'était disponible ont été distingués grâce à leur nageoire dorsale (N = 63). Des prélèvements de tissus ont été réalisés sur un total de 132 individus.

Table 11. Nombre de baleines étudiées en mer au cours de la saison 2009.

	Identification caudale/et biopsie	Identification dorsale/ et biopsie
Adulte	109 / 87	53 / 31
Juvenile	6 / 4	0 / 3
Baleineau	0 / 0	10 / 7
Total	115 / 91	63 / 41

4.2.3 Relevé des bateaux à partir de la station terrestre

Au cours de la saison d'observation 2009, un total de 1383 positions de bateaux a été enregistré au cours de 67 relevés. Un total de 66 relevés réalisés dans des conditions de vent moyen inférieur ou égal à 15 nœuds a permis d'obtenir les positions de 892 bateaux à moins de 8 milles nautiques du cap Ndoua (Table 12).

La majorité des bateaux relevés étaient des bateaux de plaisance et de whale watching (Figure 9). Les bateaux commerciaux, de surveillance et de recherche ne représentent qu'une faible proportion des bateaux relevés.

Table 12. Nombre de relevés de bateaux pour la saison d'observation 2009.

Heure	Nombre total de relevés	Nombre total de bateaux	Nombre de relevés pour vent <15nds	Nombre de bateaux pour distance <8MN et vent <15nds
9h	23	490	23	364
11h	18	383	18	243
13h	26	510	25	285
Total	67	1383	66	892

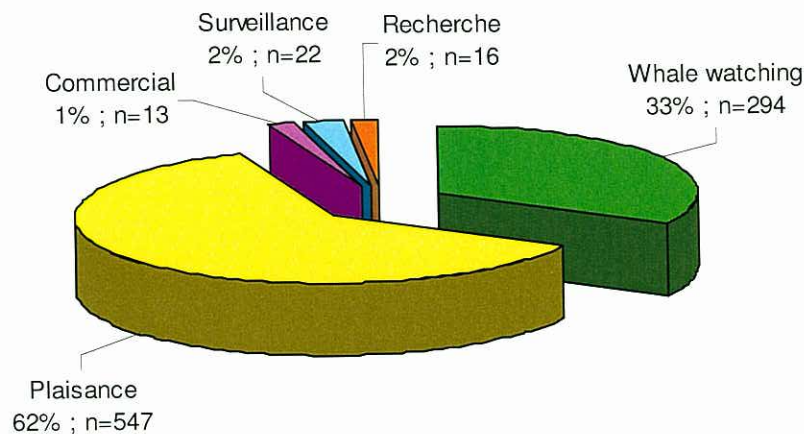


Figure 9. Répartition des bateaux relevés selon leur type.

4.3 Etat de la population

4.3.1 Fréquentation

4.3.1.1 Taux de fréquentation

Au cours de la saison 2009, une moyenne de 1,2 groupe de baleines à bosse a été observée par jour à moins de 5 milles nautiques de la station d'observation terrestre du cap Ndoua ($\sigma = 1,6$; min = 0 ; max = 7 ; N = 59).

⇒ Le taux de fréquentation était de 1,2 groupe de baleines à bosse par jour en 2009.

4.3.1.2 Fréquentation spatiale

La position des 59 groupes de baleines relevés à moins de 5 milles nautiques du cap Ndoua a été cartographiée (Figure 10). On constate que peu de groupes ont été relevés dans la zone située entre Ioro et Port Boisé, dans la baie du Prony, dans le

canal Woodin, et dans la zone Sud Ouest en direction de l'îlot Mato. La distribution des groupes de baleines est relativement homogène dans le reste de la zone.

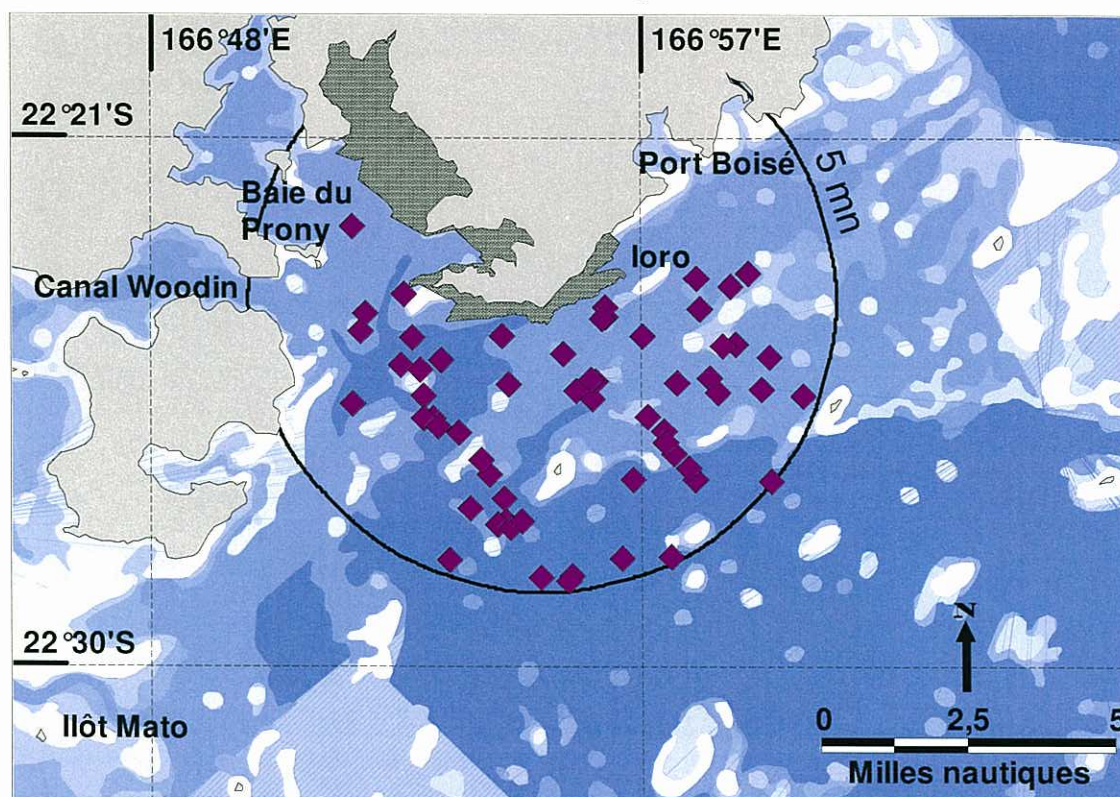


Figure 10. Distribution des groupes de baleines observés à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.

Lorsque l'on considère les six zones d'observation définie pour l'analyse de la fréquentation spatiale (Figure 5), on constate un fort pourcentage de groupes observés par MN² dans les zones 2, 3, 4 et 5 (Figure 11). Le nombre moyen de groupes observés par MN² et par jour varie de façon significative entre les zones ($\chi^2 = 11,47$; $p < 0,05$). Cependant, les tests *a posteriori* ne révèlent aucune différence significative entre les zones, très probablement à cause de la faiblesse de l'échantillon.

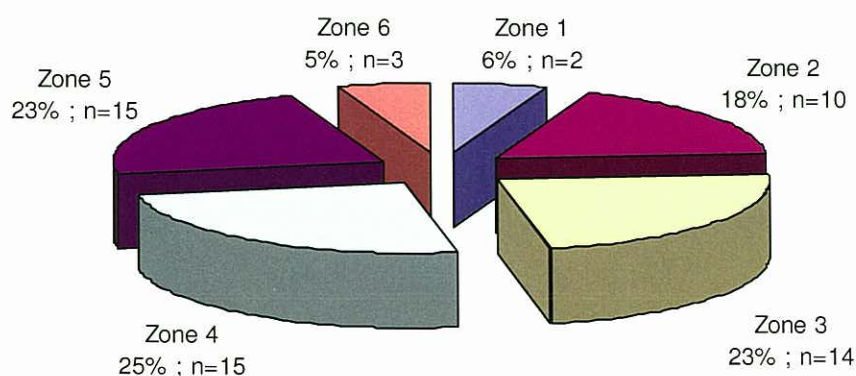


Figure 11. Répartition des groupes de baleines en fonction de la zone d'observation en 2009.

La plus grande proportion de groupes par MN² (29%) a été relevée entre trois et quatre milles nautiques de la côte tandis que la plus faible (7%) a été relevée entre zéro et un mille nautique de la côte (Figure 12). Cependant, l'analyse de la fréquentation spatiale en fonction de la distance à la côte ne révèle aucune différence significative dans le nombre de groupes observés par MN² et par jour ($\chi^2 = 5,69$; $p > 0,05$). Là encore, il est possible que cela soit dû à la faiblesse de l'échantillon.

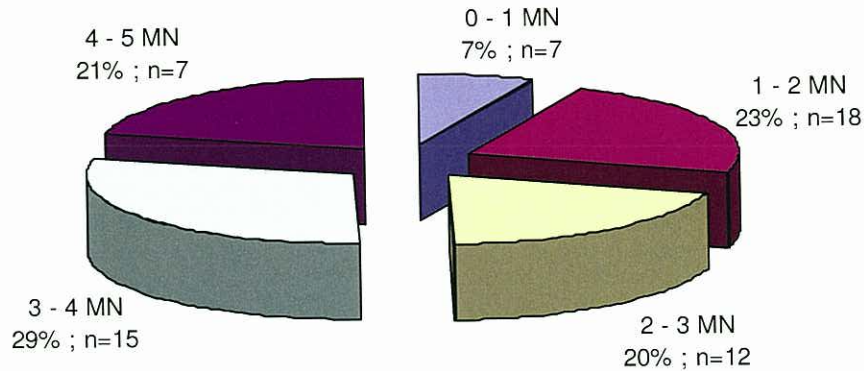


Figure 12. Répartition des groupes de baleines en fonction de la distance à la côte en 2009.

- ⇒ Peu de groupes ont été relevés entre loro et Port Boisé, dans la Baie du Prony, dans le canal Woodin, et dans la zone Sud Ouest.
- ⇒ La fréquentation spatiale des baleines varie en fonction des zones d'observation. Un plus fort pourcentage de groupes par MN² a été observé dans les zones 2, 3, 4 et 5, c'est-à-dire entre Bonne Anse et loro.
- ⇒ Aucune variation de la fréquentation spatiale en fonction de la distance à la côte n'a été mise en évidence.

4.3.1.3 Fréquentation par type de groupe

Les positions de chaque type de groupe ont été cartographiées séparément. La distribution des animaux solitaires et des paires suit la distribution générale de l'espèce (Figures 13 et 14). Les groupes composés de trois animaux adultes ou plus, ont été observés vers le Sud et le Sud Est de la zone, et plutôt à distance de la station d'observation terrestre (Figure 15). Les groupes de type maman-petit ont été observés en zone proche du cap Ndoua (Figure 16). Le faible effectif recensé pour ces deux derniers types de groupe ($N < 10$) incite à considérer leur distribution avec circonspection.

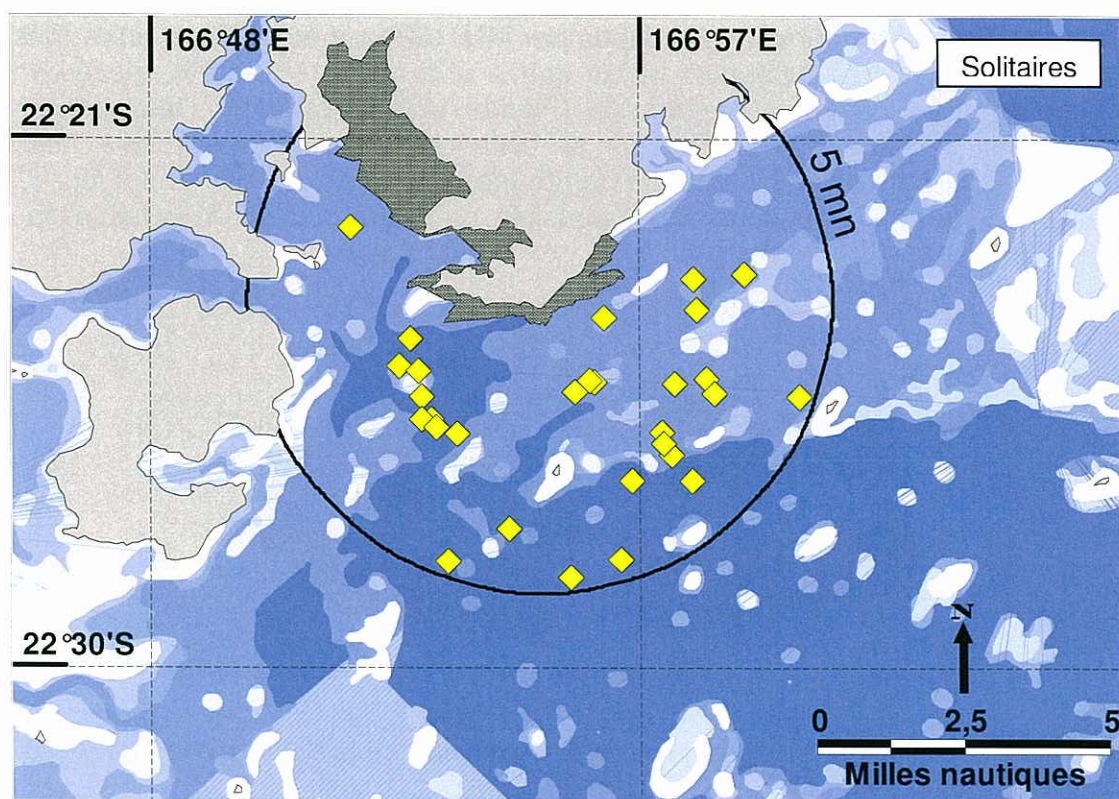


Figure 13. Distribution des animaux solitaires observés à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.

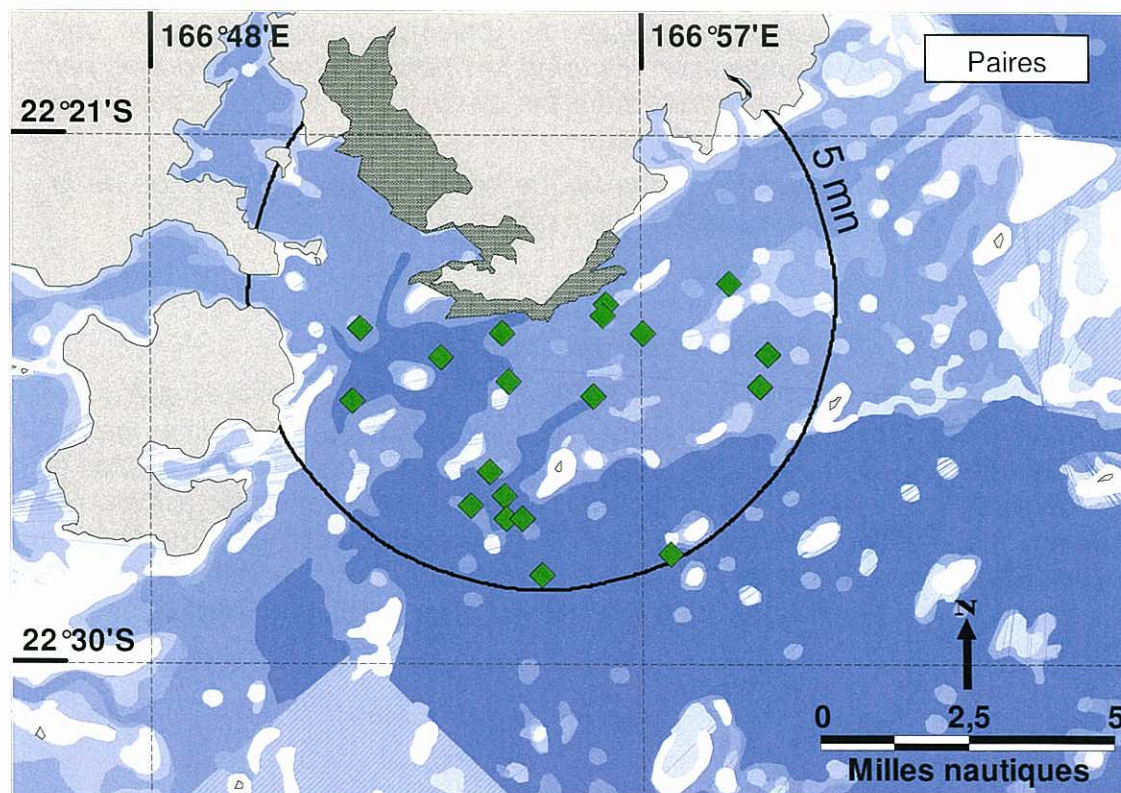


Figure 14. Distribution des paires observées à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.

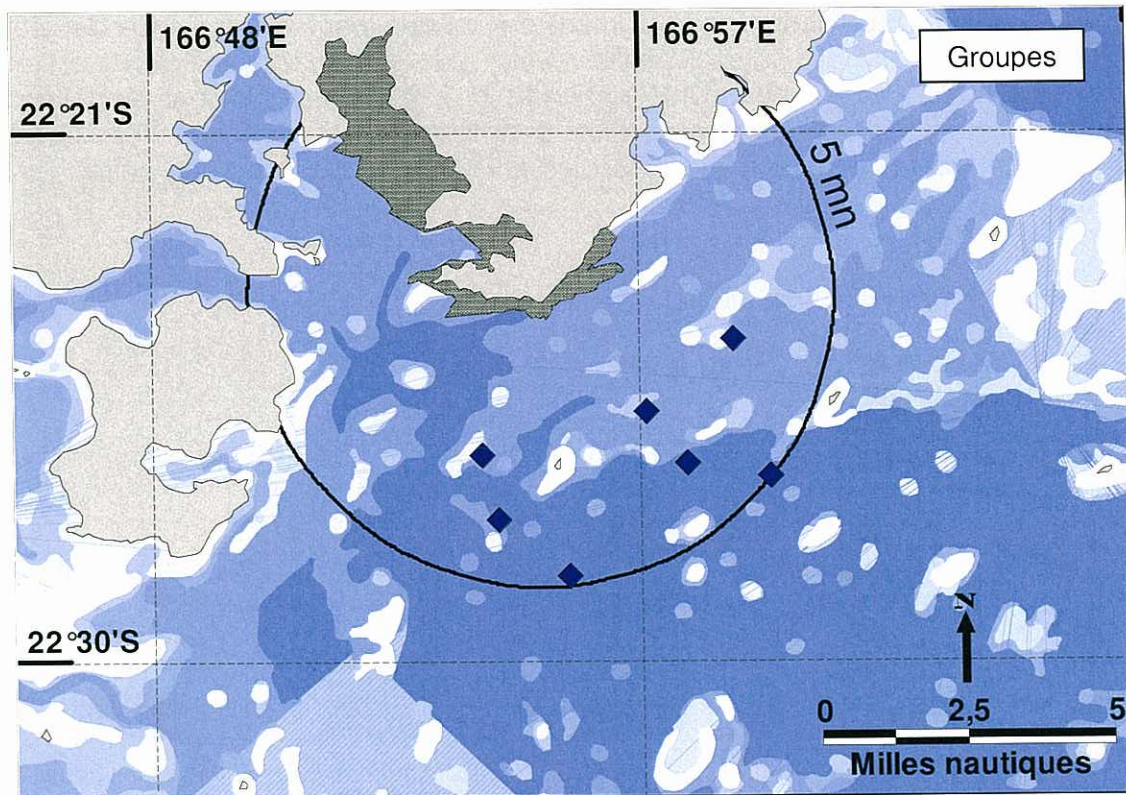


Figure 15. Distribution des groupes de trois animaux ou plus observés à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.

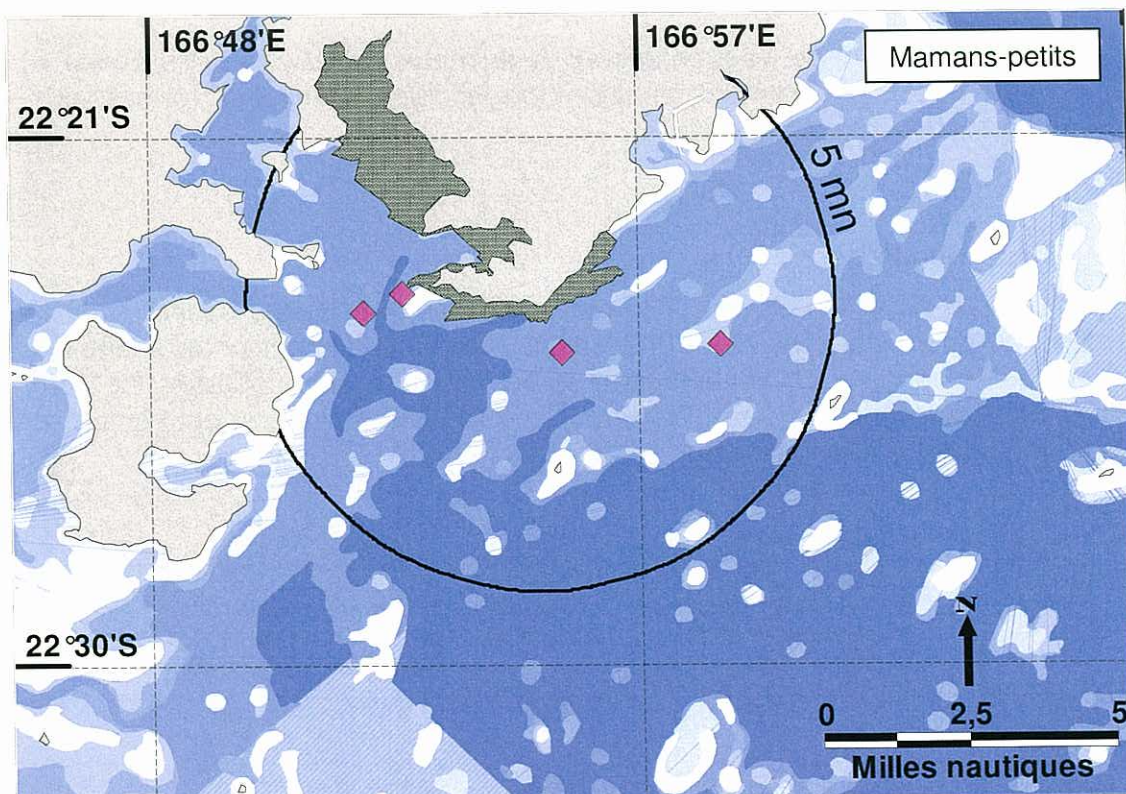


Figure 16. Distribution des mamans-petits observées à moins de 5 mn du cap Ndoua et dans des conditions de vent inférieures à 15 nds en 2009.

Le taux de fréquentation a également été calculé pour chaque type de groupe (Figure 17). Le test de Kruskal-Wallis révèle une différence significative entre les différents types de groupes ($\chi^2 = 17,44$; $p < 0,01$) qui provient d'un taux de fréquentation significativement plus faible pour les groupes de trois animaux ou plus et les mamans-petits comparé à celui des animaux solitaires ou des paires ($p < 0,05$).

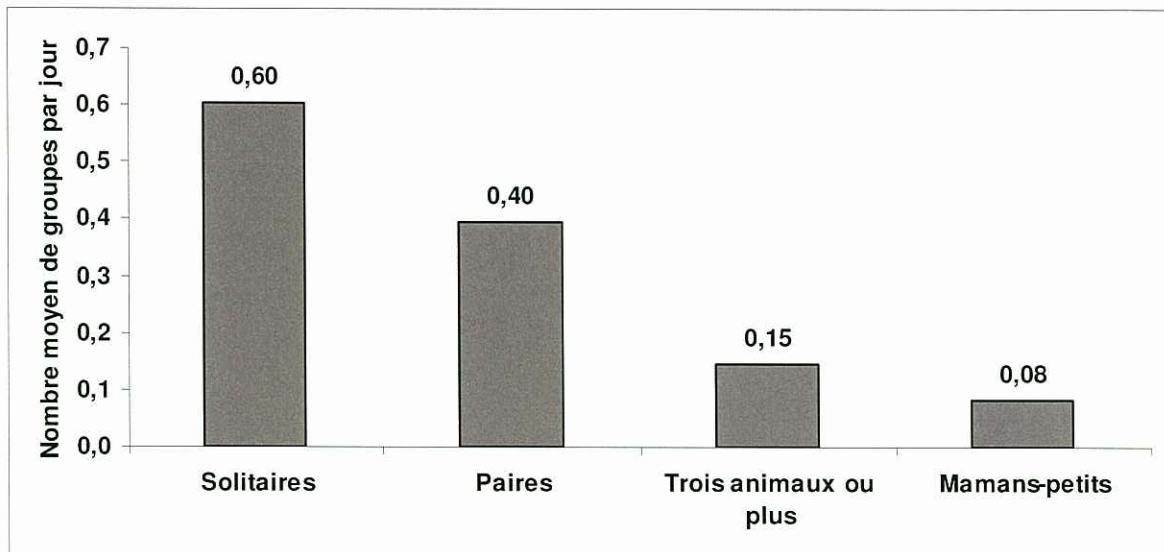


Figure 17. Taux de fréquentation des différents types de groupe en 2009.

⇒ *Le taux de fréquentation des animaux solitaires et des paires est significativement plus important que celui des groupes et des mamans-petits.*

4.3.2 Résidence

Sur un total de 178 individus différents recensés, 42 ont été observés plusieurs journées au cours de la saison 2009 dont 31 individuellement photo identifiés par leur nageoire caudale et 11 uniquement par leur nageoire dorsale. Le taux de résidence atteint donc 24 % sur l'ensemble de la zone d'étude et est comparable à celui obtenu pour le seul lagon Sud (Table 13).

Table 13. Indices de résidence de la population de baleines à bosse en 2009.

Zone	Baleines recensées à plus d'une occasion / Baleines différentes	Taux de résidence	Résidence moyenne (jours, σ)	Résidence maximale (jours)	Résidence minimale (jours)
Sud de la Grande Terre	42/178	24%	7,8 (7,7)	30	1
Lagon Sud	23/91	25%	7,9 (8,7)	30	1

La durée de résidence était de deux semaines ou moins pour plupart des baleines dans le Sud de la Grande Terre (Figure 18). La durée moyenne de résidence de 7,8 jours ($\sigma = 7,7$) était équivalente à celle calculée pour le lagon Sud (Table 13).

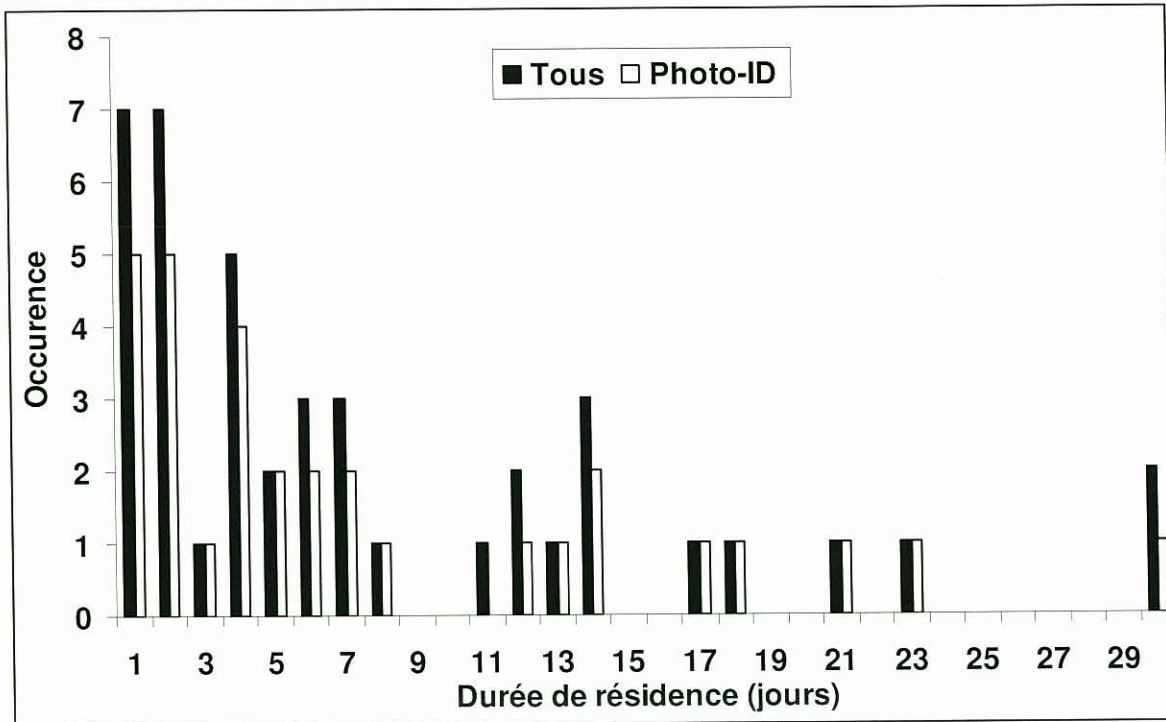


Figure 18. Durée de résidence calculée pour la saison 2009 pour l'ensemble de la zone d'étude.

- ⇒ En 2009, un quart des baleines différentes recensées a été observé à plus d'une occasion.
- ⇒ La durée de résidence était en moyenne d'une semaine et au maximum de 30 jours.

4.3.3 Fidélité

Pour calculer un taux de fidélité il est nécessaire d'utiliser une série temporelle de données comprenant au minimum deux échantillonnages. Les individus identifiés en 2009 ont donc été comparés à ceux identifiés en 2008. Cependant, ces deux jeux de données ne proviennent pas de la même localité. En effet, les données de 2009 proviennent à la fois du lagon Sud, des hauts fonds d'Antigonia et du banc de La Torche, tandis que les données de 2008 ont été entièrement collectées sur le haut fond d'Antigonia. C'est pourquoi le taux de fidélité a également été calculé entre 2009 et 2007, année pour laquelle les données ont entièrement été collectées dans le lagon Sud.

Le taux de fidélité calculé entre les saisons d'observation 2008 et 2009 est de 0,887 et de 0,877 entre 2007 et 2009 (Table 14).

Table 14. Données utilisées pour le calcul du taux de fidélité.

Année	Nombre de baleines photo identifiées	Nombre de baleines revues en 2009	% de baleines revues en 2009
2007	109	11	10
2008	49	5	10
2009	115		

⇒ 10% des baleines identifiées en 2007 ou 2008 ont été revues en 2009.

4.3.4 Taux de naissance

Le taux brut de naissance a été calculé à partir de toutes les données collectées en 2009. Un total de 178 individus différents (Ti) a été recensé dont 10 baleineaux (Tb). Le taux brut de naissance est donc estimé à 0,056 pour la saison 2009. Le taux s'élève à 0,080 en utilisant seulement les individus photo identifiés par leur nageoire caudale (N=115).

⇒ Le taux brut de naissance était de 0,056 en 2009.

4.4 Evolution de l'activité commerciale d'observation

Les activités commerciales d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud ont eu lieu du 11 juillet au 13 septembre 2009. Pendant cette période, les bateaux ont opéré pendant 60 jours sur les 65 disponibles, résultant en un total de 473 sorties (Figure 19). Des sorties d'observation étaient prévues sur l'ensemble des 65 jours de la saison mais celles-ci ont dû être annulées quatre journées pour cause de mauvais temps et une journée à cause d'une grève bloquant la route reliant Nouméa à la Baie de la Somme. Cent soixante dix neuf (179) sorties ont été effectuées en semaine et 294 sorties le week-end. Sur l'ensemble de ces sorties, 458 ont été effectuées à la journée et 15 sorties faisaient partie intégrante d'un charter de plusieurs jours. Au total, 30 bateaux ont été affrétés pour ces sorties, dont 18 ont effectué au minimum 10 sorties (Table 15, Figure 20). En moyenne, 4,2 bateaux étaient présents sur zone les jours de semaine ($\sigma = 2,6$; min = 0 ; max = 10 ; N = 43) et 13,4 le week-end ($\sigma = 6,1$; min = 0 ; max = 20 ; N = 22).

Un total de 5192 passagers a été annoncé à l'équipe de recherche pour 388 sorties. Le nombre total de passagers transportés pendant la saison 2009 par l'ensemble des opérateurs a été estimé à 6301 (Figure 21).

Il a été possible d'évaluer la réussite de 428 sorties d'observation. Des baleines à bosse ont été observées au cours de 366 de ces sorties soit un taux de réussite de 85,5% pour la saison 2009.

En 2009, les bateaux relevés à proximité des baleines étaient pour 17% des bateaux de plaisance, 79% des bateaux commerciaux de whale watching, et 4% le bateau de protection du lagon de la province Sud.

Sur les treize dernières années, le taux moyen de croissance annuelle du whale watching en terme de nombre de passagers est de 44,4%.

Table 15. Liste des bateaux affrétés pour l'observation des baleines à bosse en 2009.

Nom du bateau	Type de bateau	Société	Nombre de sorties réalisées
AITO	Catavoile	Aito Charter	31
AQUANATURE	Catamoteur	Aquanature	6
AWA	Catavoile	Aito Charter	5
BAMBOU FREE	Catavoile	Catamania	20
BAYOU	Catavoile	Pacific Charter	25
BLACK MAMBA	Catavoile	DAL'Océan Charters	5
BOUNTY	Catavoile	Nouméa Yacht Charter	4
CAPTAIN CHERI	Catavoile	Captain Chéri Croisières	37
CAPTAIN WOODIN	Monovoile		21
DOUMA	Semi-rigide	Coconut Taxi Boat	5
ENZO	Monomoteur	Casy Express	2
KARUKERA	Catavoile		1
KAZE	Catavoile	Pacific Blue	34
KUARE	Catavoile	Kuaré Charter	2
LHOOQ1	Semi-rigide	Lhooq	35
LHOOQ2	Semi-rigide	Lhooq	18
MANTA	Catamoteur		15
MARYVONNE	Vieux Grément	La Maryvonne	25
NAWITA	Catavoile	Nawita Charter	13
NIRVANA	Catavoile	Giga Nirvana Charter	29
PERSEE	Catavoile	Aventure Marine	12
QUOVADIS	Catamoteur	Power Cat	4
SEVERENCE	Catavoile	DAL'Océan Charters	43
SLAVKO	Monomoteur	Casy Express	2
SOME DAY TOO	Catavoile	Highlander Charter	1
TEFETIA	Catavoile	Tefetia Charter	10
TERANGA	Catavoile	Aito Charter	12
TOUAOU	Catavoile	Touaou Croisières	2
YANDE	Catavoile	Le tour de côte	18
ZAP	Catavoile	Highlander Charter	36

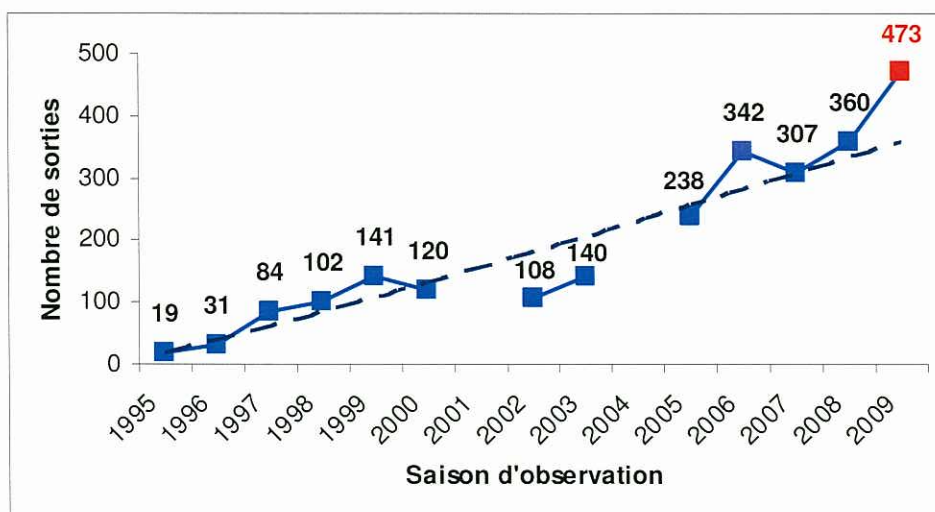


Figure 19. Evolution du nombre de sorties commerciales d'observation.

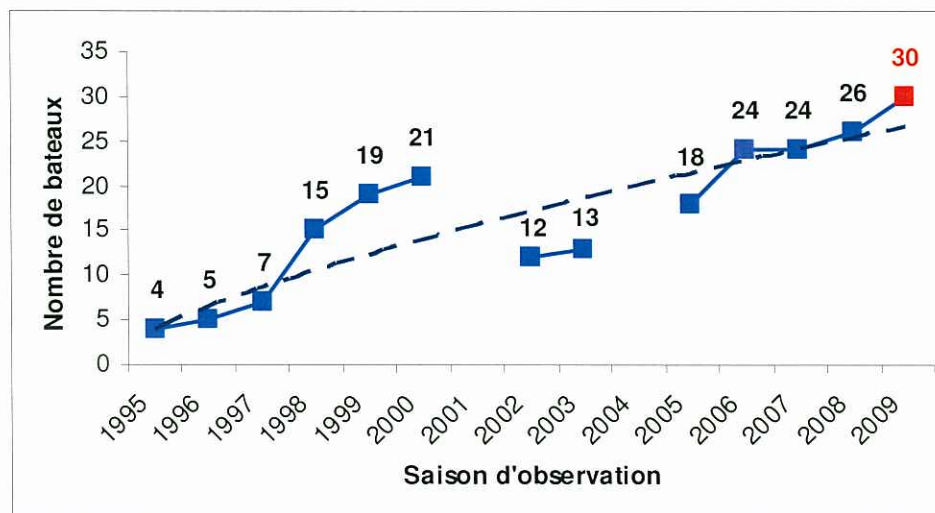


Figure 20. Evolution du nombre total de bateaux affrétés pour les sorties commerciales d'observation.

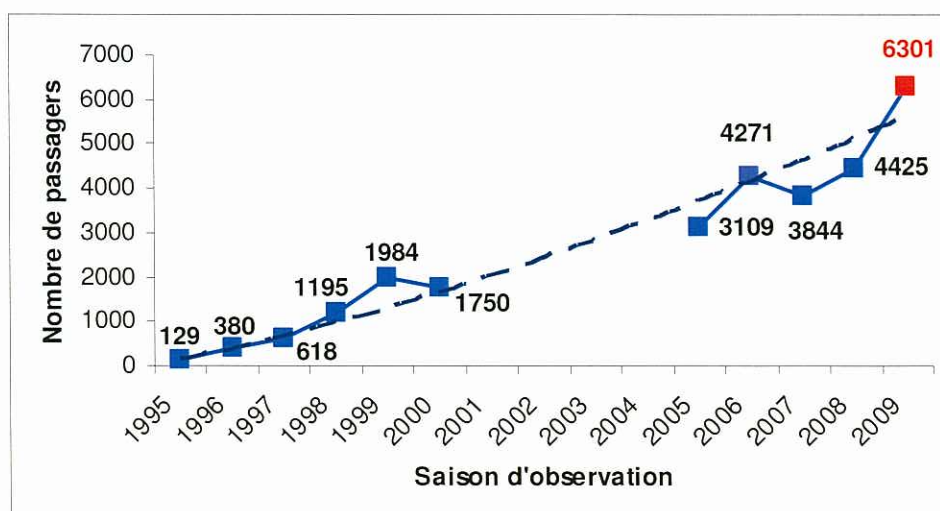


Figure 21. Evolution du nombre de participants aux sorties commerciales d'observation.

- ⇒ En 2009, 473 sorties commerciales d'observation des baleines à bosse ont été entreprises par 30 bateaux, soit environ 6301 passagers transportés.
- ⇒ Des baleines ont été observées dans 85,5% des sorties entreprises.
- ⇒ Le taux moyen de croissance annuelle du nombre de passagers est de 44,4%.

4.5 Caractéristiques de l'activité d'observation des baleines

4.5.1 Durée d'observation

4.5.1.1 Durée d'observation par bateau

Au cours de la saison 2009, le temps d'observation d'un groupe de baleines par chaque bateau était en moyenne de 42 minutes (Table 16). La durée d'observation par les bateaux commerciaux de whale watching était significativement plus élevée que celle des bateaux de plaisance (ANOVA ; $F = 19,260$; $p < 0,01$).

L'analyse de la répartition du temps d'observation par type de bateau montre que la majorité des plaisanciers passe moins de 30 minutes avec chaque groupe de baleines tandis que les opérateurs touristiques restent entre 30 minutes et une heure (Figure 22). Au total, 8% des plaisanciers et 21% des opérateurs touristiques passent plus d'une heure avec un même groupe d'animaux.

La durée d'observation par bateau était en moyenne de 32 minutes pour les groupes de type maman-petit et de 44 minutes pour les autres types de groupes (Tables 17 et 18). Cette différence est statistiquement significative (ANOVA ; $F = 15,430$; $p < 0,01$). Le temps d'observation des plaisanciers et des opérateurs touristiques pour les mamans-petits est semblable (ANOVA ; $F = 1,334$; $p > 0,05$). La durée d'observation des autres types de groupe est significativement plus importante pour les opérateurs touristiques que pour les plaisanciers (ANOVA ; $F = 17,888$; $p < 0,01$).

Table 16. Durée d'observation des baleines par les bateaux pour la saison 2009.

	Tous bateaux confondus	Bateaux de plaisance	Opérateurs touristiques
Durée minimale	0h02	0h02	0h02
Durée maximale	2h18	2h03	2h18
Durée moyenne	0h42	0h32	0h44
Ecart type	0h24	0h22	0h24
N	473	83	390

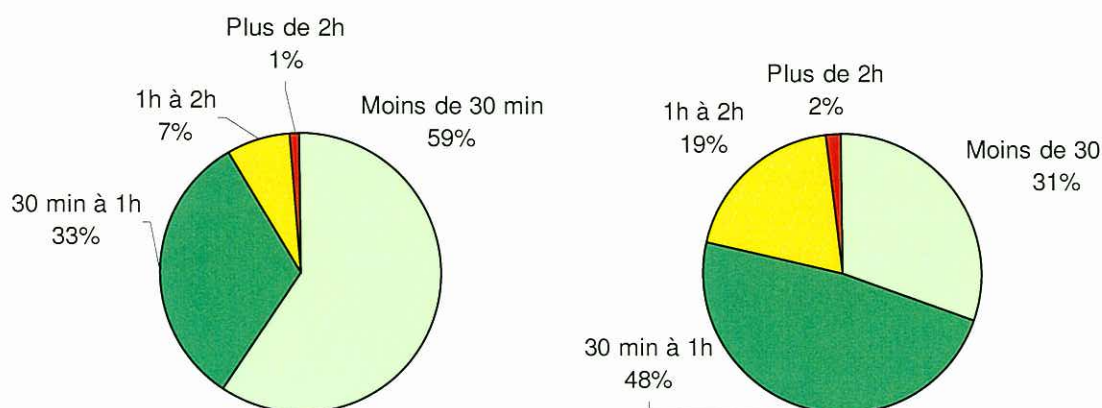
**a - Plaisanciers****b - Opérateurs touristiques**

Figure 22. Répartition du temps d'observation par bateau pour les plaisanciers (a) et pour les opérateurs touristiques (b).

Table 17. Durée d'observation des mamans-petits par les bateaux.

	Tous bateaux confondus	Bateaux de plaisance	Opérateurs touristiques
Durée minimale	0h02	0h08	0h02
Durée maximale	1h44	0h47	1h44
Durée moyenne	0h32	0h27	0h33
Ecart type	0h19	0h13	0h20
N	71	14	57

Table 18. Durée d'observation des autres types de groupe par les bateaux.

	Tous bateaux confondus	Bateaux de plaisance	Opérateurs touristiques
Durée minimale	0h02	0h02	0h04
Durée maximale	2h18	2h03	2h18
Durée moyenne	0h44	0h33	0h46
Ecart type	0h24	0h23	0h24
N	402	69	333

La durée d'observation moyenne par bateau a été comparée entre les différentes saisons d'observation (2005-2007, 2008, 2009) et il en résulte une variation significative (ANOVA ; $F = 45,244$; $p < 0,01$) (Figure 23). Cette différence provient de l'écart entre la durée d'observation par bateau pré et post charte, c'est-à-dire entre 2005-2007 et 2008 (LSD ; $p < 0,01$) et entre 2005-2007 et 2009 (LSD ; $p < 0,01$). Les valeurs correspondants aux saisons 2008 et 2009 sont équivalentes (LSD ; $p > 0,05$).

Le même test réalisé pour les bateaux de plaisance et les bateaux de whale watching de façon distincte donne également des résultats significatifs

(respectivement, ANOVA ; $F = 7,149$; $p < 0,01$; $F = 52,501$; $p < 0,01$). Les variations du temps d'observation par bateau de whale watching suivent la tendance précédemment décrite. Pour les bateaux de plaisance, la différence provient de 2009 où le temps d'observation était significativement moins important qu'en 2008 (LSD ; $p < 0,05$) et qu'en 2005-2007 (LSD ; $p < 0,01$).

On retrouve également des variations significatives du temps d'observation par bateau entre les différentes saisons d'observation si l'on considère séparément les groupes de type mamans-petits et les autres types de groupe (respectivement, ANOVA ; $F = 18,880$; $p < 0,01$; $F = 37,181$; $p < 0,01$). La différence se situe entre les périodes pré et post charte (LSD ; $p < 0,01$).

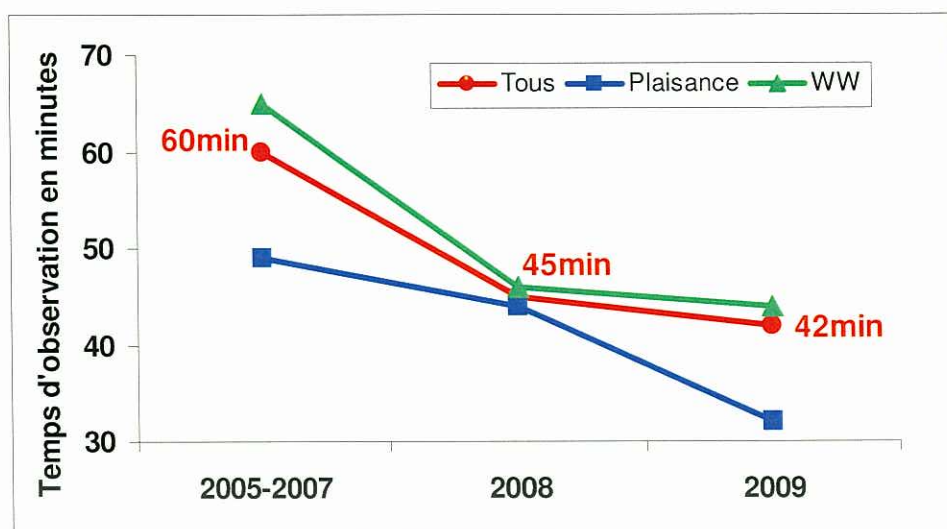


Figure 23. Evolution du temps moyen d'observation par bateau pour tous les groupes.

- ⇒ Chaque bateau a observé les baleines pendant une durée moyenne de 42 minutes.
- ⇒ Les bateaux de whale watching passe plus de temps avec les baleines que les bateaux de plaisance.
- ⇒ Environ 20% des observations conduites par les opérateurs touristiques étaient d'une durée supérieure à une heure.
- ⇒ La durée moyenne d'observation est inférieure pour les groupes de type maman-petit avec 31 minutes d'observation par bateau.
- ⇒ Tous bateaux confondus, le temps d'observation par bateau en 2009 était comparable aux valeurs obtenues en 2008 et demeure inférieur aux valeurs antérieures à l'application de la charte.
- ⇒ Pour les bateaux de plaisance, la durée d'observation était significativement inférieure en 2009 comparée à 2008 et 2005-2007.

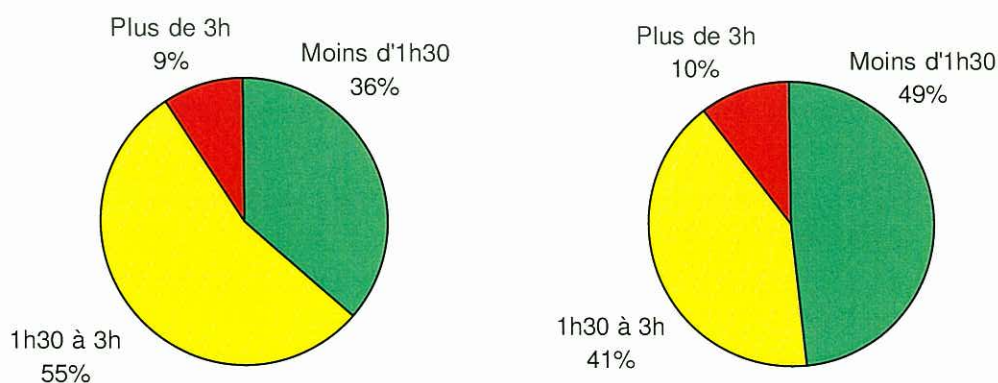
4.5.1.2 Durée d'observation cumulée

Au cours de la saison 2009, chaque groupe de baleines était accompagné de bateaux pendant une heure et 43 minutes en moyenne (Table 19). La durée d'observation cumulée moyenne des différents types de groupe est équivalente (ANOVA ; $F = 0,034$; $p > 0,05$). Tous groupes confondus, la durée d'observation cumulée est significativement supérieure de plus de 30 minutes le week-end, par rapport aux jours de semaine (ANOVA ; $F = 6,693$; $p < 0,05$).

Une analyse de la répartition de la durée cumulée d'observation montre que 64% des groupes de type maman-petit se trouvent en présence de bateaux pendant plus d'1h30, tandis que cela ne concerne que 51% des autres types de groupe (Figure 24). La présence de bateaux avec un groupe de baleines excède trois heures dans environ 10% des cas.

Table 19. Durée cumulée d'observation des groupes de baleines par les bateaux.

	Tous groupes confondus	Mamans-petits	Autres groupes	Semaine	Week-end
Durée minimale	0h21	0h21	0h25	0h27	0h21
Durée maximale	4h53	4h53	3h30	3h28	4h53
Durée moyenne	1h43	1h40	1h44	1h26	2h00
Ecart type	0h55	1h09	0h53	0h44	1h01
N	69	11	58	34	35



a - Mamans-petits

b- Autres types de groupes sociaux

Figure 24. Répartition de la durée cumulée d'observation pour les mamans-petits (a) et pour les autres types de groupe (b).

La durée d'observation cumulée moyenne des groupes de baleines varie de façon significative entre les différentes saisons d'observation (ANOVA ; $F = 10,744$; $p < 0,01$) (Figure 25). Les valeurs obtenues pour les périodes 2005-2007, 2008 et 2009 sont toutes différentes entre elles (LSD ; $p < 0,05$). La durée d'observation cumulée a significativement augmenté en 2009 comparé à 2008, même si ces valeurs demeurent inférieures à celles obtenues pour la période précédant la mise en place de la charte. Malgré les variations importantes du temps d'observation cumulé pour les mamans-petits, aucune différence statistique n'a été relevée

(ANOVA ; $F = 2,949$; $p > 0,05$), probablement en raison d'un échantillon insuffisant. Pour les autres types de groupe, une variation significative a été mise en évidence (ANOVA ; $F = 8,153$; $p < 0,01$) liée à la diminution importante de la durée d'observation cumulée entre 2005-2007 et 2008 (LSD ; $p < 0,01$).

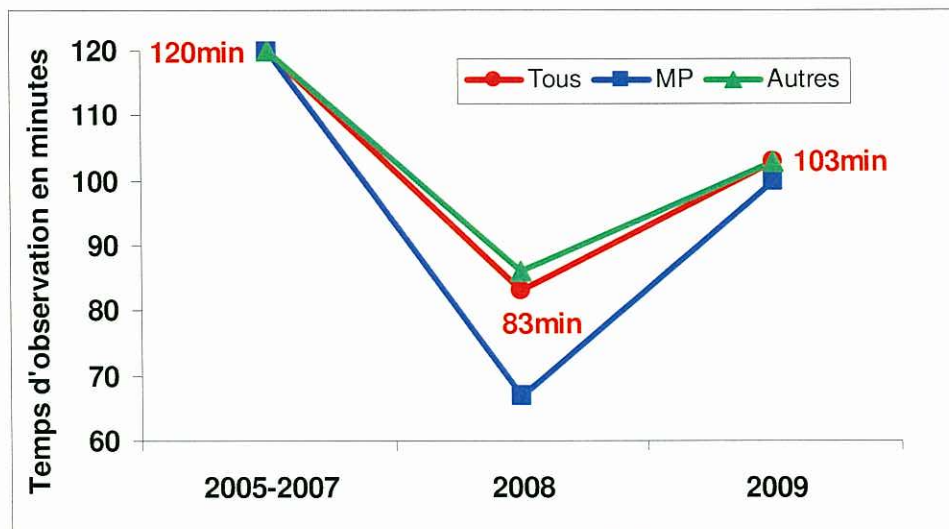


Figure 25. Evolution de la durée d'observation cumulée (MP = mamans-petits ; Autres = autres types de groupe).

- ⇒ La durée cumulée d'observation était en moyenne d'une heure et 43 minutes. Elle était plus élevée les jours de week-end.
- ⇒ La répartition de la durée cumulée d'observation n'est pas la même selon le type de groupe : les mamans-petits ont tendance à être observé pendant de plus longues périodes.
- ⇒ La durée d'observation cumulée a atteint plus de 3 heures dans environ 10% des cas.
- ⇒ La durée d'observation cumulée a augmenté de façon significative entre 2008 et 2009 mais demeure inférieure aux valeurs antérieures à l'application de la charte.

4.6.2 Distance d'approche

Au cours d'une observation, le point d'approche minimal entre les baleines et les bateaux était inférieur à 100 mètres pour 40% des groupes de type maman-petit et 60% des autres types de groupe. Le point d'approche minimal est inférieur à 50 mètres pour 40% des mamans-petits et 27% des autres groupes.

Les bateaux passent la majorité du temps d'observation à plus de 100 mètres des baleines (Figure 26). Au moins un bateau était présent à moins de 100 mètres des baleines pendant 10 % du temps d'observation des mamans-petits et 17 % du temps d'observation des autres types de groupe.

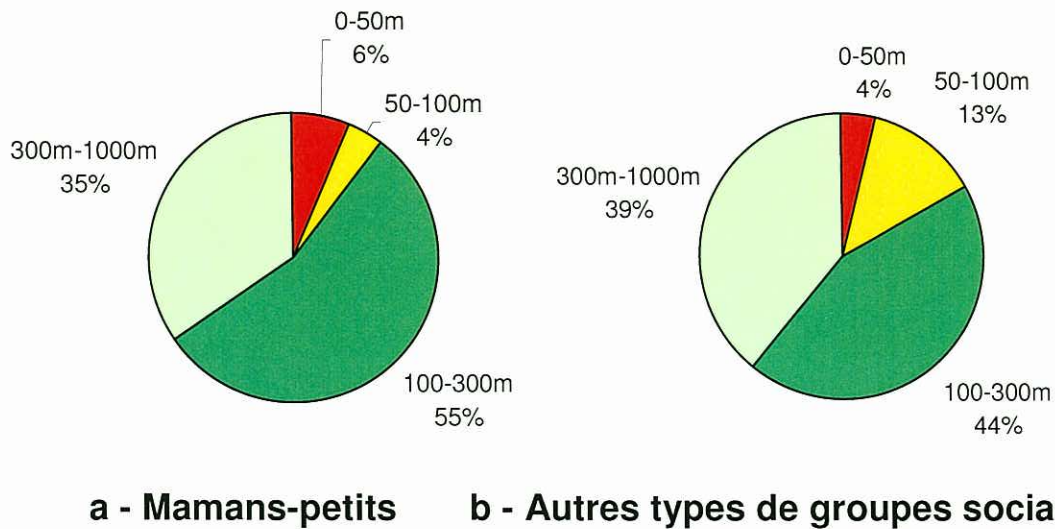


Figure 26. Répartition du temps passé à différentes distances des mamans-petits (a) et des autres types de groupes sociaux (b).

La comparaison du temps passé à différentes distances des baleines entre 2005 et 2009 met en évidence des inégalités (Figure 27). Le pourcentage de temps passé à moins de 100 mètres des animaux est plus élevé entre 2005 et 2007, diminue en 2008 pour ré augmenter en 2009, tout en restant inférieur aux valeurs antérieures à la charte. Le temps passé entre 300 et 1000 mètres suit une évolution inverse.

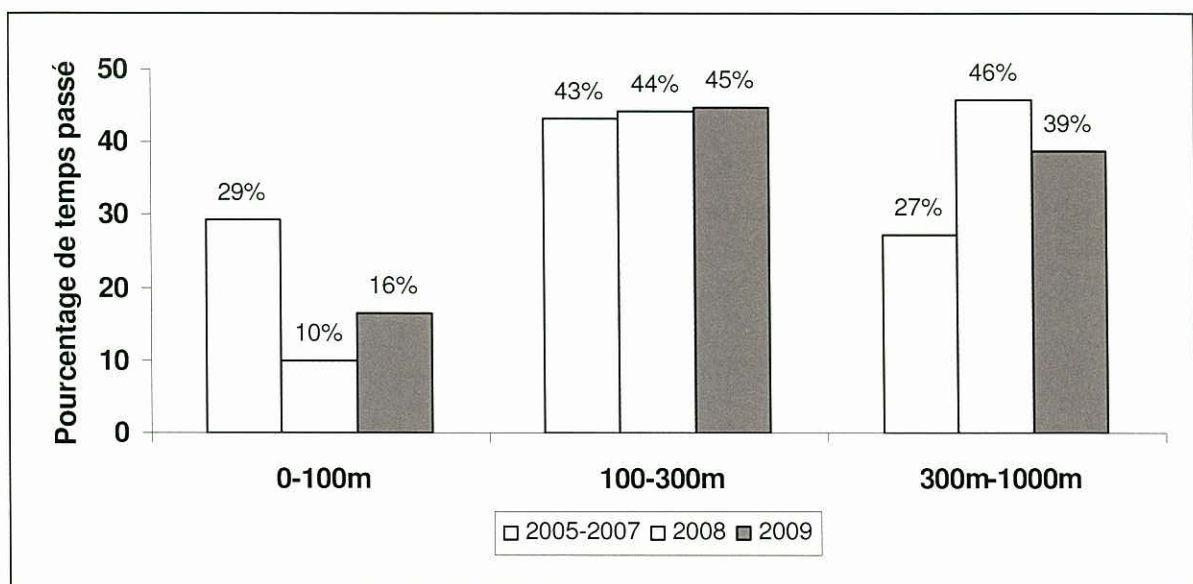


Figure 27. Evolution du temps passée à différentes distances des baleines.

⇒ Les bateaux passent la majorité du temps d'observation à plus de 100 mètres des baleines. Il s'avère néanmoins que 40 % des mamans-petits et 60 % des autres groupes ont été approchés à une distance inférieure à 100 mètres au cours de la saison 2009.

⇒ *Le pourcentage de temps passé par les bateaux à moins de 100 mètres des baleines était plus élevé en 2009 qu'en 2008 mais demeure inférieur aux valeurs antérieures à l'application de la charte.*

4.6.3 Nombre de bateaux

Au cours de la saison 2009, une moyenne de 3,7 bateaux ($\sigma = 2,8$; min = 1 ; max = 17 ; N = 68) était présent simultanément à moins de 1000 mètres de chaque groupe de baleines. La présence simultanée de plus de 4 bateaux à moins de 1000 mètres d'un groupe représente 30% du temps où les baleines ont été observées en présence de bateaux par l'équipe de recherche (Figure 28). Le nombre maximum de bateaux observés simultanément à moins de 1000 mètres d'un groupe de baleines était de 17. Le nombre de bateaux en observation simultanée à moins de 300 mètres des baleines était en moyenne de 2,4 ($\sigma = 1,8$; min = 1 ; max = 10 ; N = 47) et a excédé 4 pour un total de 15 groupes, soit dans 32% des cas.

Le nombre moyen de bateaux observant simultanément un groupe de baleines varie entre 2,6 ($\sigma = 1,8$; min = 1 ; max = 10 ; N = 34) en semaine et 4,8 ($\sigma = 3,2$; min = 1 ; max = 17 ; N = 34) les jours de week-end. Cette différence est statistiquement significative (ANOVA ; $F = 141,182$; $p < 0,01$).

Le nombre moyen de bateaux avec les baleines varie également de façon significative en fonction de l'heure de la journée (Figure 29), aussi bien les jours de semaine (ANOVA ; $F = 3,776$; $p < 0,01$) que le week-end (ANOVA ; $F = 15,273$; $p < 0,01$). Le pic se situe entre 11h et 12h la semaine, et entre 10h et 11h le week-end.

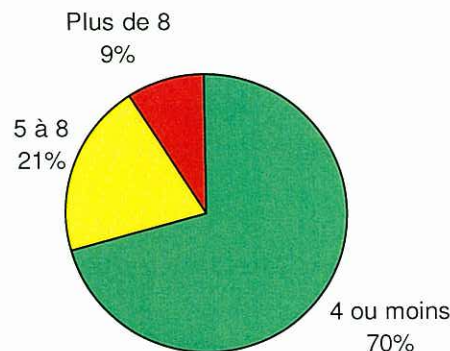


Figure 28. Répartition du nombre de bateaux en observation simultanée d'un groupe de baleines.

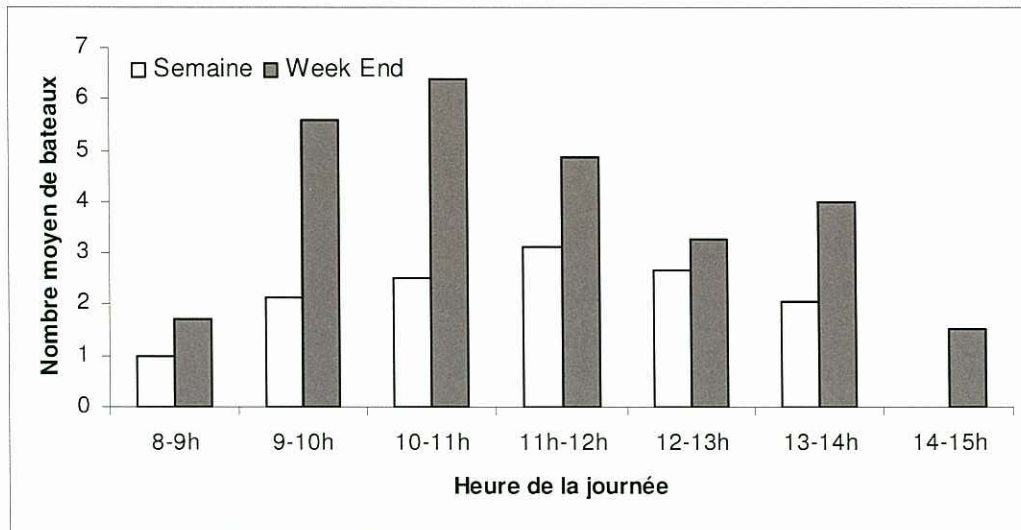


Figure 29. Nombre moyen de bateaux avec les baleines selon le jour de la semaine et l'heure de la journée.

Le nombre de bateaux à moins de 1000 mètres des baleines varie entre les saisons d'observation (ANOVA ; $F = 28,349$; $p < 0,01$). Les tests *a posteriori* montrent que les valeurs obtenues pour les périodes 2005-2007, 2008 et 2009 sont toutes différentes entre elles (LSD ; $p < 0,01$). En 2009, le nombre moyen de bateaux en observation simultanée d'un groupe de baleines était plus important qu'en 2008 et qu'entre 2007 et 2005. La diminution significative de cette valeur lors de la première année d'application de la charte (3,4 en 2005-2007 contre 2,7 en 2008) ne s'est donc pas maintenue.

- ⇒ Chaque groupe de baleines était simultanément exposé à une moyenne de 3,7 bateaux dans un périmètre de 1000 mètres.
- ⇒ Le nombre de bateaux présents simultanément avec un groupe de baleines était supérieur à 4 pendant un tiers du temps d'observation.
- ⇒ Le nombre de bateaux en observation simultanée à moins de 300 mètres des baleines était supérieur à 4 dans 32% des cas.
- ⇒ Le nombre de bateaux avec les baleines était plus élevé le week-end et variait en fonction de l'heure de la journée.
- ⇒ En 2009, le nombre de bateaux en observation simultanée d'un groupe de baleines était supérieur aux valeurs obtenues pour 2005-2007 et pour 2008.

4.6 Respect de la charte

Les résultats relatifs au respect de la charte de bonne conduite ne prennent en compte que les données relatives aux groupes de baleines observées en présence des opérateurs touristiques en étant signataires, c'est-à-dire 28 bateaux sur 30.

4.6.1 Durée d'observation

4.6.1.1 Durée d'observation par bateau

Pour les signataires de la charte, le temps d'observation par bateau était en moyenne de 33 minutes ($\sigma = 20$; min = 2 ; max = 104 ; N = 49) pour les groupes comprenant des mamans-petits et de 47 minutes ($\sigma = 24$; min = 4 ; max = 138 ; N = 307) pour les autres types de groupes sociaux.

La demi-heure d'observation conseillée pour les mamans-petits a été dépassée dans 45 % des cas. Pour les autres types de groupes, l'heure d'observation recommandée a été dépassée dans 24% des cas.

Lorsque la durée d'observation préconisée par la charte était dépassée, le temps d'observation supplémentaire était en moyenne de 19 minutes et au maximum d'une heure et 15 minutes quelque soit le type de groupe considéré. L'analyse de la répartition du temps d'observation supplémentaire par bateau montre que celui-ci est supérieur à 20 minutes dans 29% des cas (Figure 30).

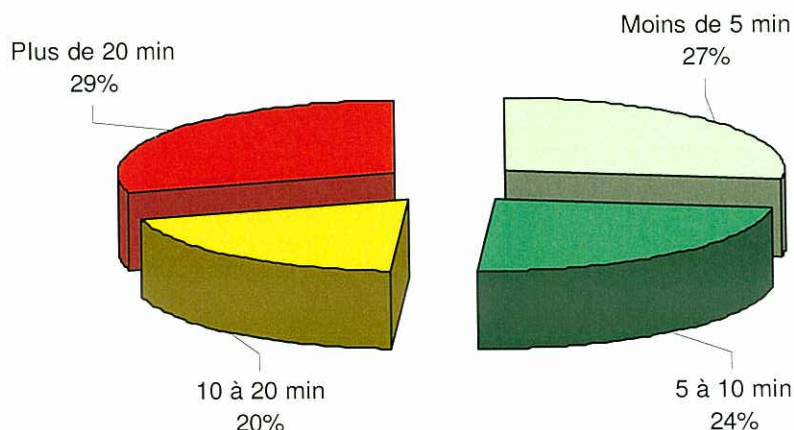


Figure 30. Répartition du temps d'observation supplémentaire par bateau.

- ⇒ Les opérateurs de whale watching signataires de la charte ont respecté le temps d'observation par bateau dans 73% des cas.
- ⇒ La durée d'observation par bateau a moins souvent été respectée pour les groupes de type maman-petit.
- ⇒ Lorsque la durée d'observation recommandée par la charte était dépassée, le temps supplémentaire était supérieur à 20 minutes dans 29% des cas.

4.6.1.2 Durée d'observation cumulée

Parmi les 69 groupes de baleines à bosse étudiés, la durée d'observation cumulée a été dépassée à onze reprises du fait de la présence de bateaux signataires de la charte, soit dans 16% des cas. Le temps d'observation cumulé supplémentaire était en moyenne de 23 minutes ($\sigma = 31$; min = 3 ; max = 113 ; N = 11).

La durée d'observation cumulée a également été dépassée à deux autres occasions à cause de la présence de bateaux de plaisance.

⇒ La durée d'observation cumulée a été dépassée par les bateaux signataires de la charte dans 16% des cas.

4.6.2 Distance d'approche

Au cours de la saison 2009, des données relatives à la distance entre baleines et bateaux ont pu être collectées pendant 232 approches de baleines à bosse par des bateaux de whale watching signataires de la charte.

Au cours de 41 approches, des bateaux signataires de la charte ont activement approché des baleines à moins de 100 mètres, soit environ 18% des cas. Au cours de ces approches actives la distance moyenne d'observation était alors de 64 mètres. La présence de bateaux signataires de la charte à moins de 100 mètres des baleines a représenté 14% du temps total d'observation des baleines par ces bateaux (Figure 31).

Par ailleurs, des bateaux ont été observés à moins de 100 mètres des baleines du fait de l'approche active des animaux à trois occasions.

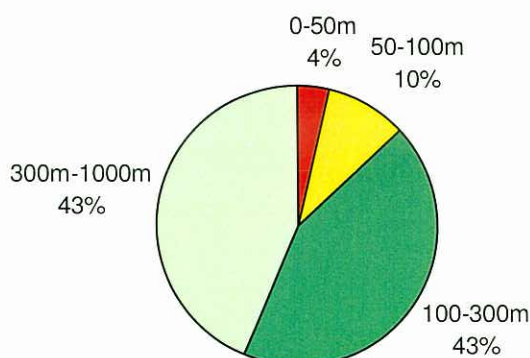


Figure 31. Répartition du temps passé à différentes distances des baleines par les bateaux signataires de la charte.

⇒ Les bateaux signataires de la charte ont respecté la distance d'approche de 100 mètres dans 82% de leurs observations.
 ⇒ La présence de bateaux signataires à moins de 100 mètres des baleines représente 14% de leur temps total d'observation.

4.6.3 Nombre de bateaux

Le nombre de bateaux signataires de la charte présents simultanément à moins de 300 mètres d'un groupe de baleines était en moyenne de 2 ($\sigma = 1,3$; min = 1 ; max = 7 ; N = 45). Sur un total de 45 groupes de baleines observés en présence de bateaux signataires de la charte, le nombre de bateau a été supérieur à quatre à 8

reprises, soit dans 18% des cas, répartis ainsi : 5 bateaux à 5 occasions, 6 bateaux à 2 occasions et 7 bateaux à une occasion. La présence d'un seul bateau signataire de la charte avec les baleines représente la majorité des cas (Figure 32).

Plus de quatre bateaux signataires était en observation simultanée à moins de 300 mètres d'un groupe de baleines pendant 6% du temps.

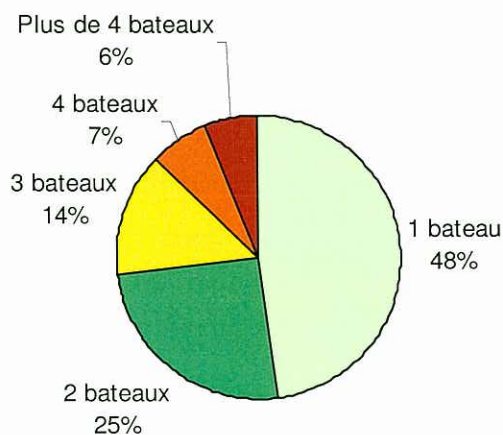


Figure 32. Répartition du nombre de bateaux signataires de la charte à moins de 300 mètres des baleines.

⇒ *Le nombre de bateaux signataires de la charte en observation simultanée des baleines dans la zone de prudence a été supérieur à quatre à huit reprises soit 6% du temps d'observation.*

4.7 Fréquentation maritime

4.7.1 Distribution temporelle des bateaux

La fréquentation temporelle des bateaux n'a pu être déterminée pour le mois de septembre ainsi que pour la quinzaine 1 en raison d'un nombre de données insuffisant.

L'analyse de la distribution temporelle du trafic maritime dans la zone d'étude au cours de la saison 2009 (N = 37 jours) indique une fréquentation maritime relativement stable tout au long de la saison (Figures 33 et 34). Au niveau statistique, aucune variation significative n'a été relevée, tant au niveau des mois (ANOVA ; $F = 0,036$; $p > 0,05$) que des quinzaines (ANOVA ; $F = 0,535$; $p > 0,05$).

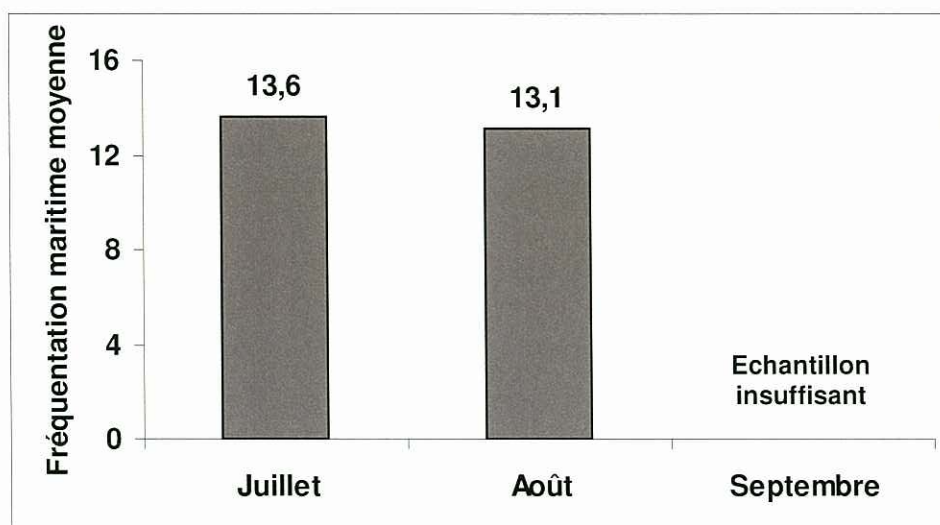


Figure 33. Fréquentation maritime mensuelle en 2009.

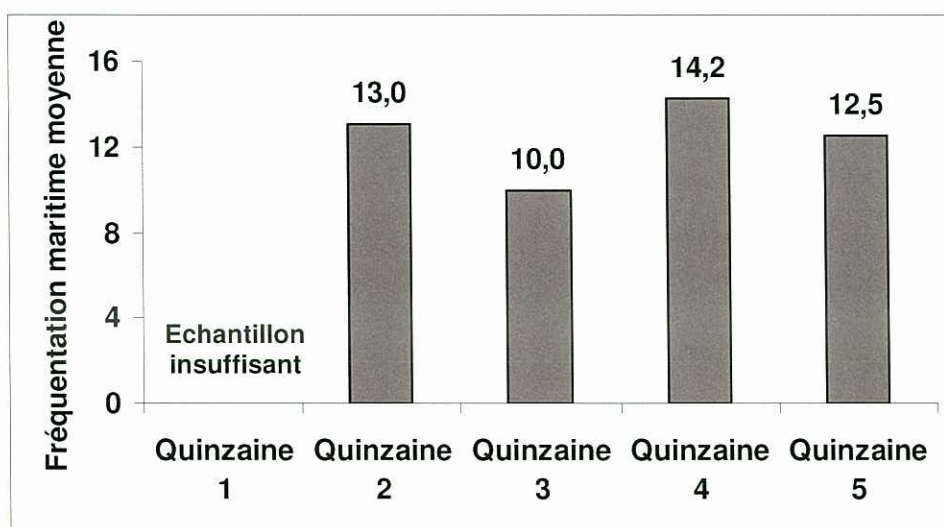


Figure 34. Fréquentation maritime par quinzaine en 2009.

La fréquentation maritime est significativement plus importante le week-end que la semaine (ANOVA ; $F = 59,092$; $p < 0,01$) (Figure 35). La fréquentation temporelle des bateaux selon le jour de la semaine et par quinzaine est stable les jours de semaine (ANOVA ; $F = 1,760$; $p > 0,05$). Elle aurait tendance à varier de façon importante les jours de week-end avec un pic au cours de la quinzaine 4 mais cette variation n'est cependant pas statistiquement significative (ANOVA ; $F = 1,716$; $p > 0,05$).

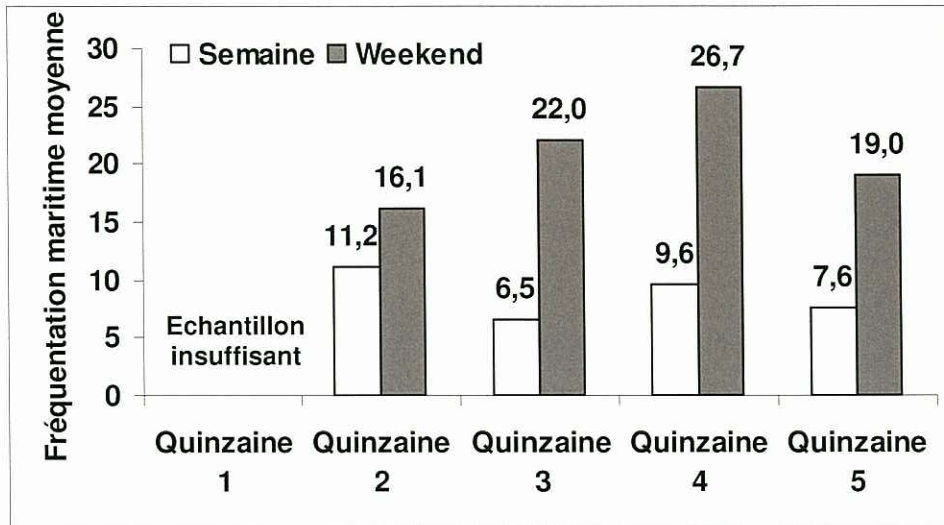


Figure 35. Fréquentation maritime par quinzaine et selon le type de jour en 2009.

- ⇒ La distribution temporelle de la fréquentation maritime est stable au cours de la saison 2009.
- ⇒ Le nombre de bateaux sur zone était plus important les jours de week-end.

4.7.2 Distribution spatiale des bateaux

Les positions de 892 bateaux relevées en 2009 ont été utilisées pour cartographier le trafic maritime jusqu'à 8 milles nautiques du cap Ndoua (Figure 36). Des bateaux ont été recensés dans l'ensemble de cette zone, néanmoins certaines régions semblent plus utilisées que d'autres (Figure 37). La baie du Prony, le canal Woodin, ainsi que les alentours du phare de Bonne Anse et de l'îlot Ugo constituent des zones de plus forte densité. On retrouve également une fréquentation maritime importante dans le centre de la zone d'étude, c'est à dire au Sud et à l'Est de l'îlot Ugo, ainsi qu'autour de l'îlot Nouaré.

Les figures 38 à 42 permettent d'approfondir l'étude de l'usage de la zone. La distribution des bateaux de plaisance suit la distribution générale (N = 547) (Figure 38). La présence des bateaux de whale watching (N = 294) est peu importante dans le canal Woodin et dans le canal de la Havannah (Figure 39). Les bateaux commerciaux (N= 13) suivent principalement une route située entre la passe de La Havannah et le canal Woodin (Figure 40). Les bateaux de surveillance (N = 22) ont le plus souvent été observés en zone côtière et aux alentours de l'îlot Ugo (Figure 41). Enfin, les relevés du bateau de recherche (Figure 42) ne mettent en évidence aucune utilisation spécifique de la zone (N = 16).

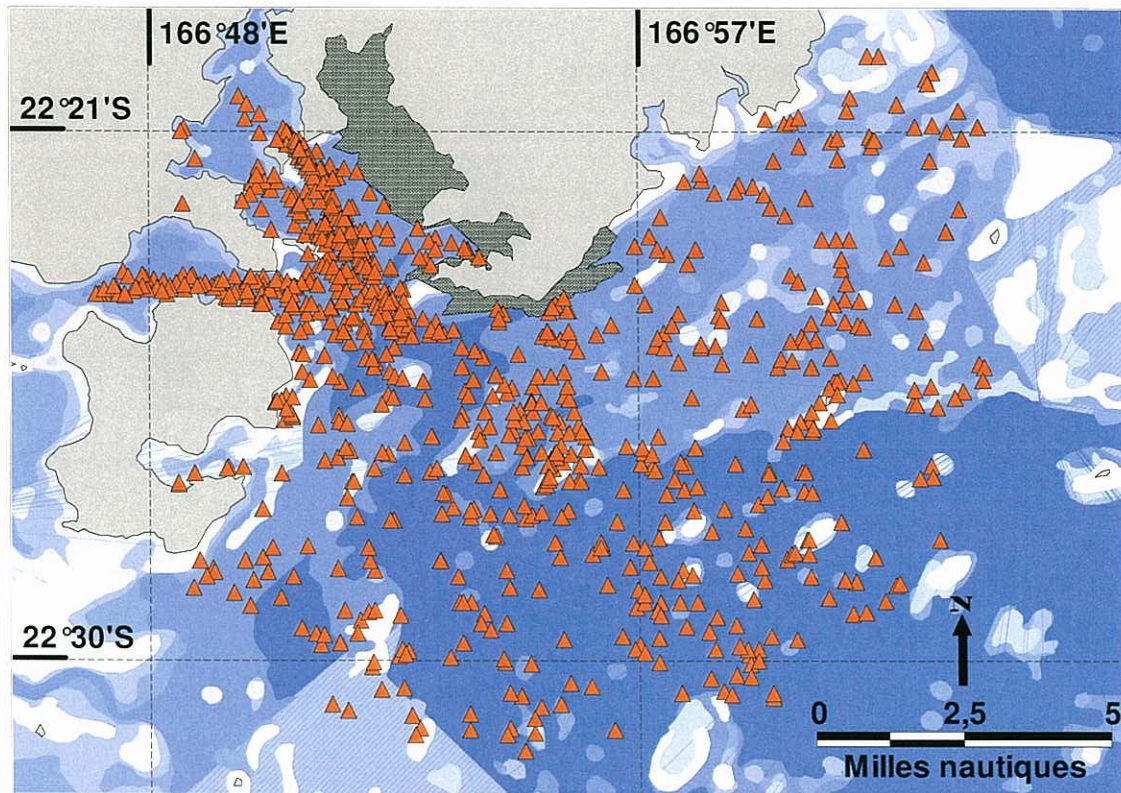


Figure 36. Distribution de tous les bateaux recensés au cours de la saison 2009.

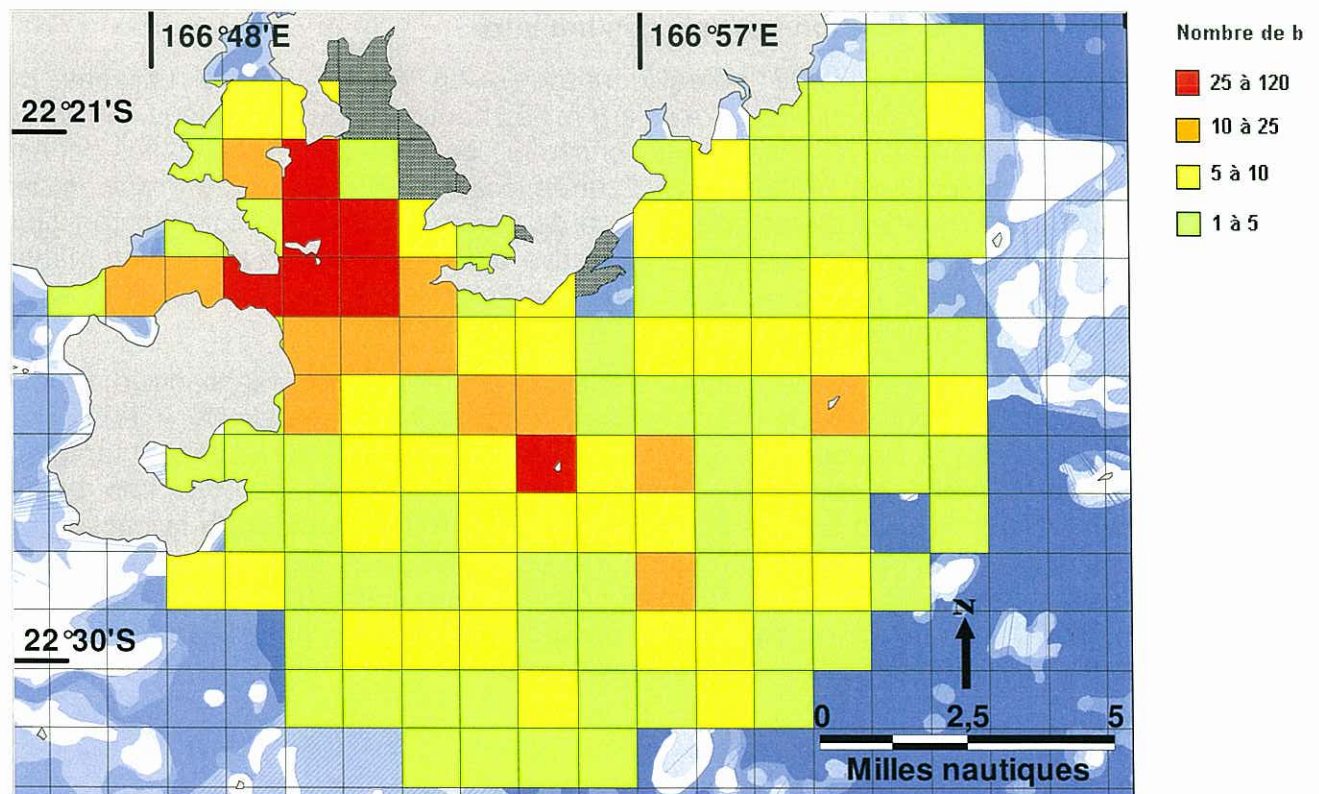


Figure 37. Densité des bateaux dans la zone d'observation en nombre de bateaux par MN².

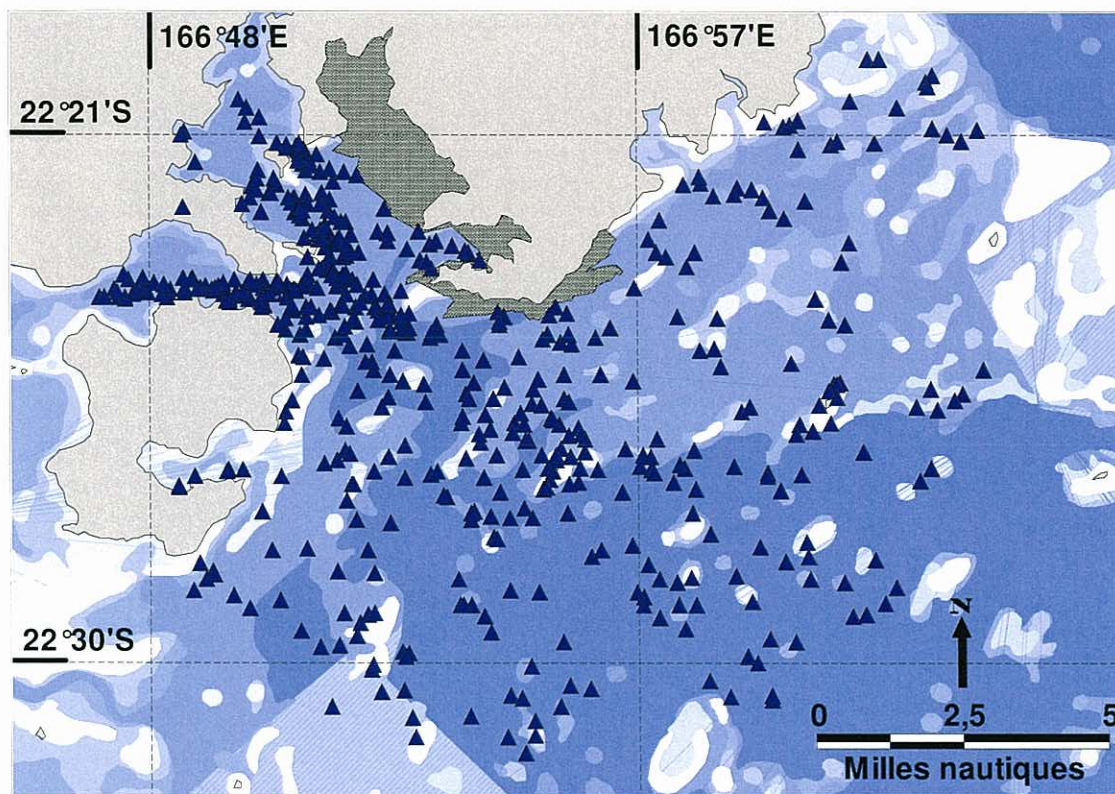


Figure 38. Distribution spatiale des bateaux de plaisance dans la zone d'observation en 2009.

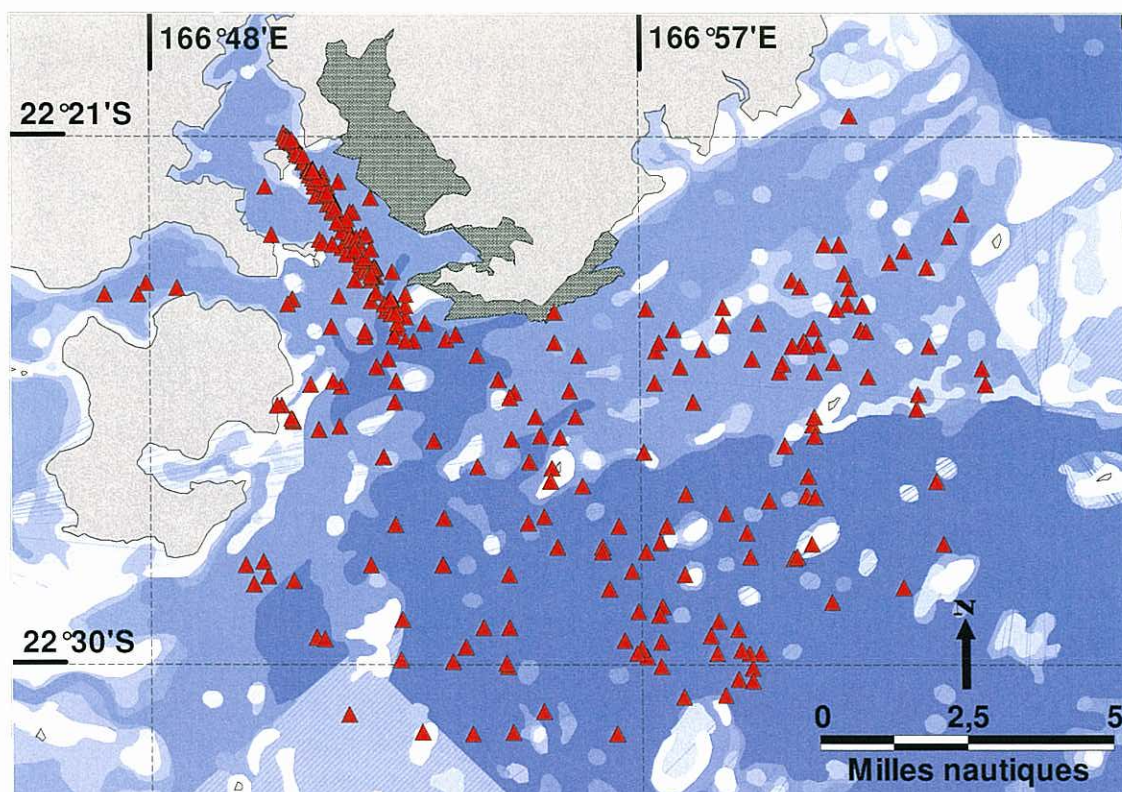


Figure 39. Distribution spatiale des bateaux de whale watching dans la zone d'observation en 2009.

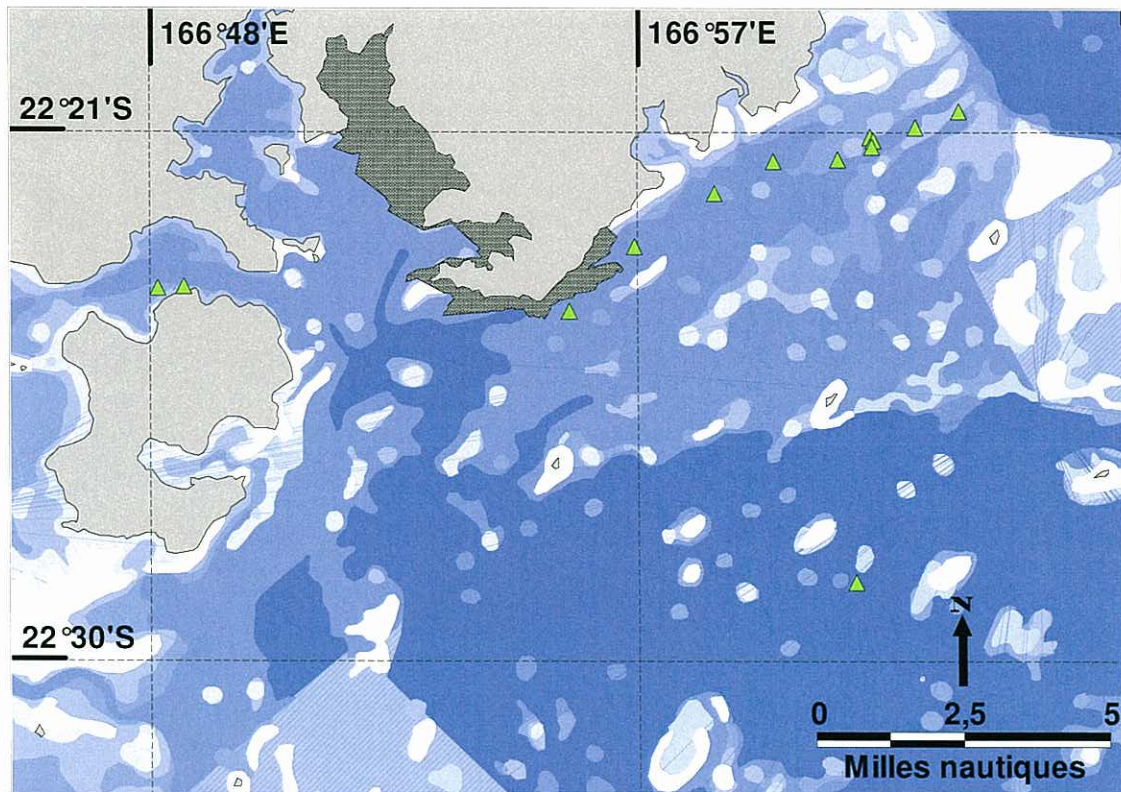


Figure 40. Distribution spatiale des bateaux commerciaux dans la zone d'observation en 2009.

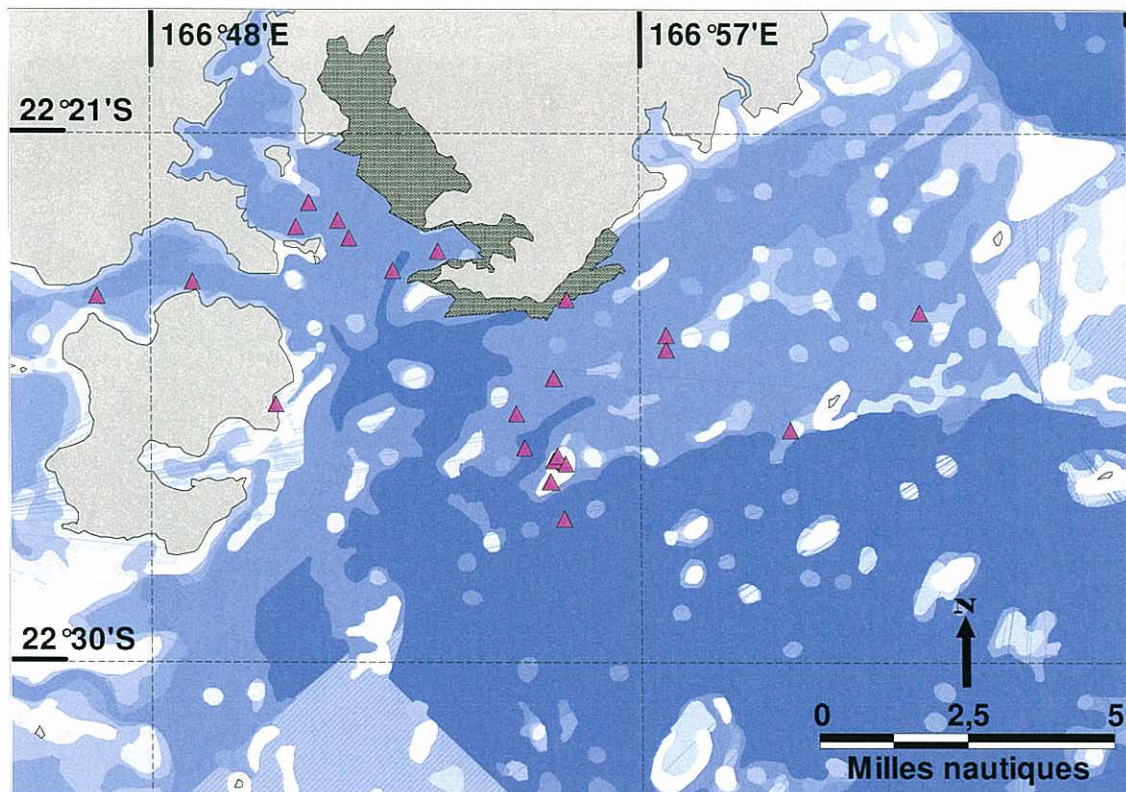


Figure 41. Distribution spatiale des bateaux de surveillance dans la zone d'observation en 2009.

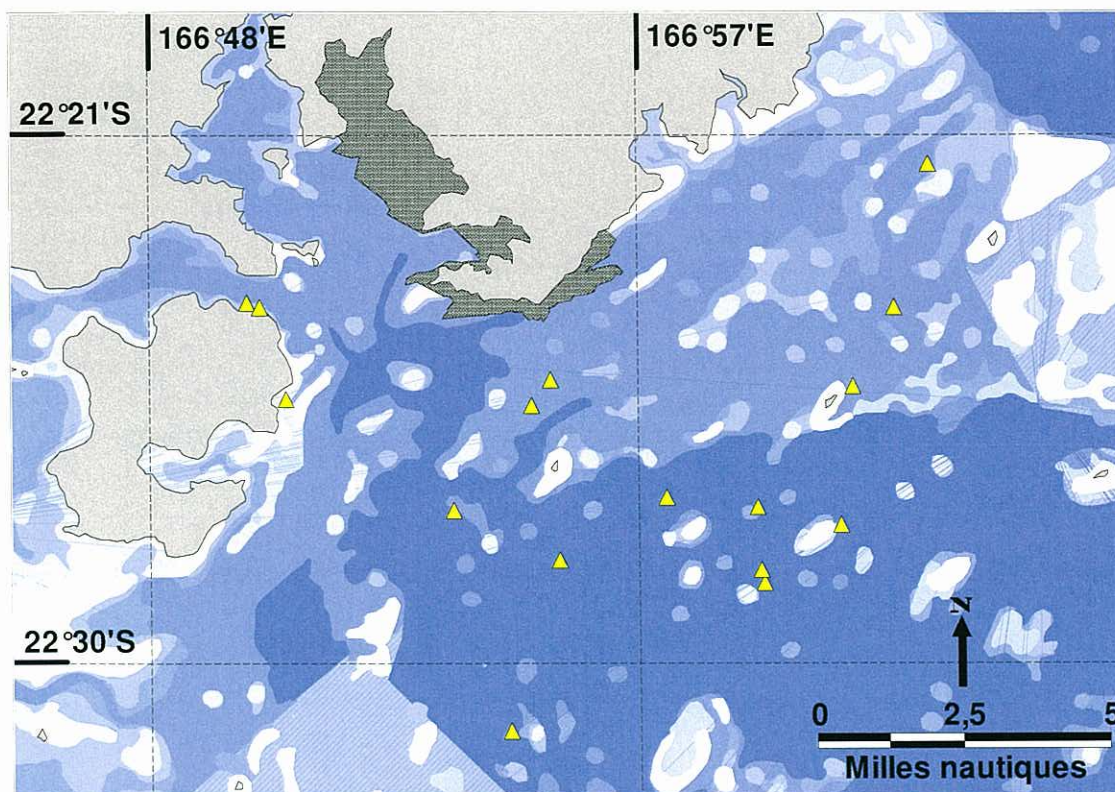


Figure 42. Distribution spatiale du bateau de recherche dans la zone d'observation en 2009.

- ⇒ Au cours de la saison 2009, l'ensemble de la zone d'observation a été fréquentée par les bateaux.
- ⇒ La baie du Prony, le canal Woodin, les alentours du phare de Bonne Anse et de l'îlot Ugo sont caractérisés par un trafic maritime plus important.

4.7.3 Evolution du trafic maritime

L'analyse de l'évolution du nombre de bateaux observés en début de matinée depuis 1997 (N = 3444) montre que l'augmentation du trafic maritime dans la zone d'observation s'est poursuivie au cours de la saison 2009 (Figure 43). Le taux moyen de croissance annuelle est de 16,3% entre 1997 et 2009.

Les résultats relatifs à la distribution temporelle de la fréquentation maritime au cours de la saison 2009 ont été mis en perspective des données collectées entre 2005 et 2008 (Figures 44 et 45). Les données relatives aux mois de septembre 2006 et 2009, et aux quinze 1 et 2 n'ont pas pu être intégrées aux analyses en raison de la taille insuffisante de l'échantillon. Le trafic maritime présente une distribution semblable au cours des différentes saisons d'observation (N = 3706). Ceci est confirmé par l'analyse de variance conduite sur l'ensemble des données puisqu'il n'existe aucune différence significative entre les différentes saisons d'observations, que ce soit par mois ou par quinzaine (ANOVA ; $p > 0,05$).

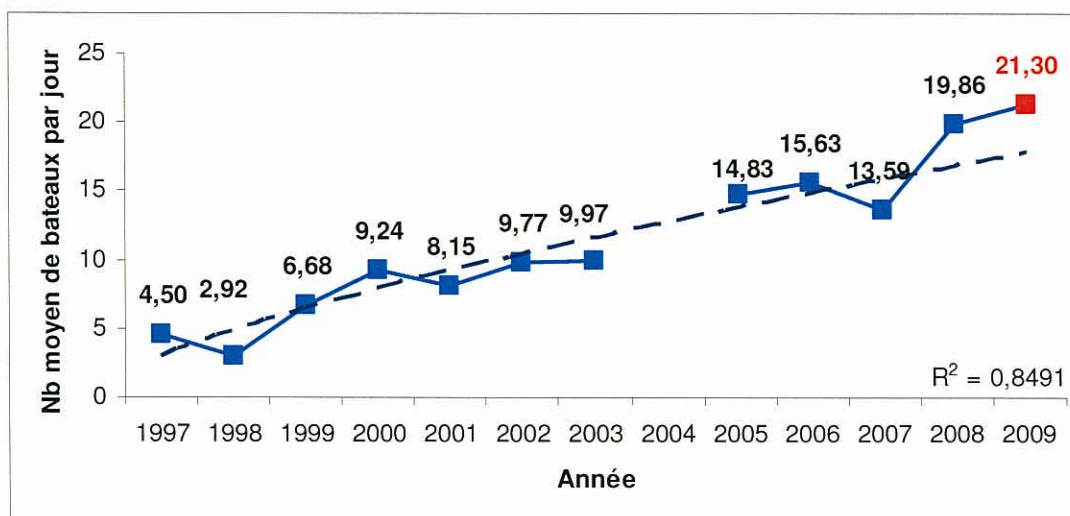


Figure 43. Nombre moyen de bateaux relevés sur la zone en début de matinée (1997-2009).

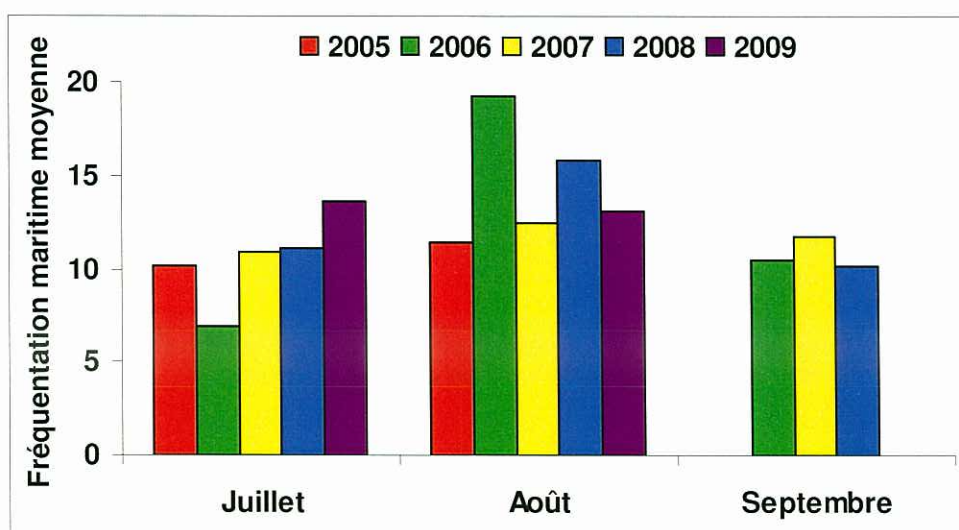


Figure 44. Distribution mensuelle de la fréquentation maritime par année.

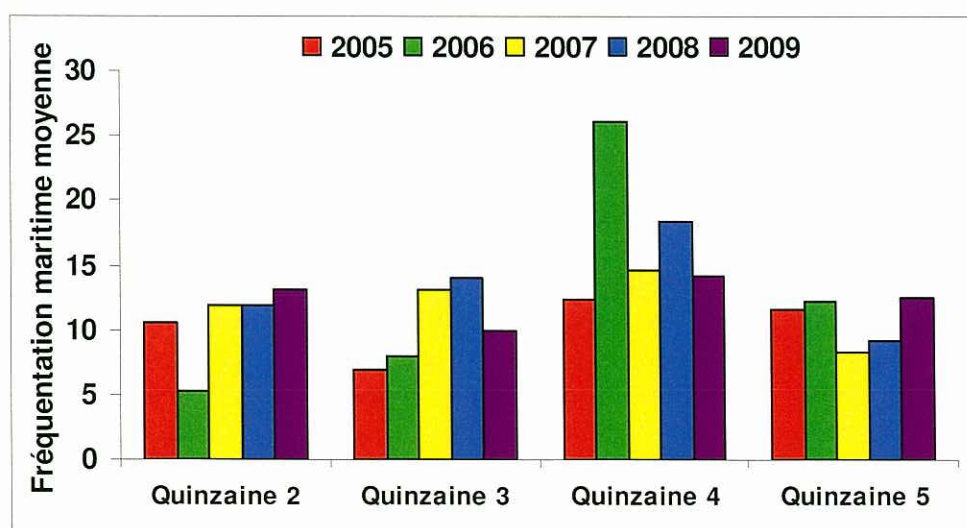


Figure 45. Distribution par quinzaine de la fréquentation maritime par année.

- ⇒ *L'augmentation de la fréquentation maritime du lagon Sud s'est poursuivie en 2009.*
- ⇒ *La distribution temporelle du trafic maritime ne présente pas de variations inter annuelles significatives entre 2005 et 2009.*

4.7.4 Risque de collision

En 2009, 17 groupes de baleines ont été observés dans la route principale de navigation des bateaux commerciaux, soit 29% du nombre total de groupes relevés à moins de 5 MN du cap Ndoua lorsque le vent était inférieur à 15 nœuds (N = 59).

La comparaison entre le nombre de groupes de baleines observés dans cette route et le nombre total de groupes recensés indique qu'un effet potentiel de la navigation commerciale sur les différents types de groupes doit être envisagé (Table 20). En 2009, 75% des groupes contenant des femelles suitées ont été observés dans la principale route empruntée par les bateaux commerciaux.

La plupart des groupes de baleines observés dans la route de navigation des bateaux commerciaux en 2009 se trouvait autour du cap Ndoua, et plus précisément entre Bonne Anse et loro (Figure 46).

En moyenne 1,9 bateaux commerciaux ($\sigma = 1,4$; min = 0 ; max = 5 ; N = 48) ont emprunté chaque jour la route principale de navigation entre le canal Woodin et le canal de la Havannah au cours de la saison 2009. Comparativement, la fréquence d'observation des baleines au sein de cette route en 2009 était en moyenne de 0,3 groupe par jour ($\sigma = 0,7$; min = 0 ; max = 4 ; N = 48). Ces valeurs sont équivalentes à celles obtenues pour la saison 2008 (ANOVA ; $p > 0,05$).

Table 20. Nombre de groupes de baleines observés dans la route de navigation des bateaux commerciaux par type de groupe en 2009.

	Nombre total de groupes observés	Nombre de groupes dans la route commerciale	% de groupes présents dans la route commerciale
Groupe de 3 adultes ou plus	7	0	0
Groupe contenant des femelles suitées	4	3	75
Paire	19	7	37
Solitaire	29	7	24
Total	59	17	

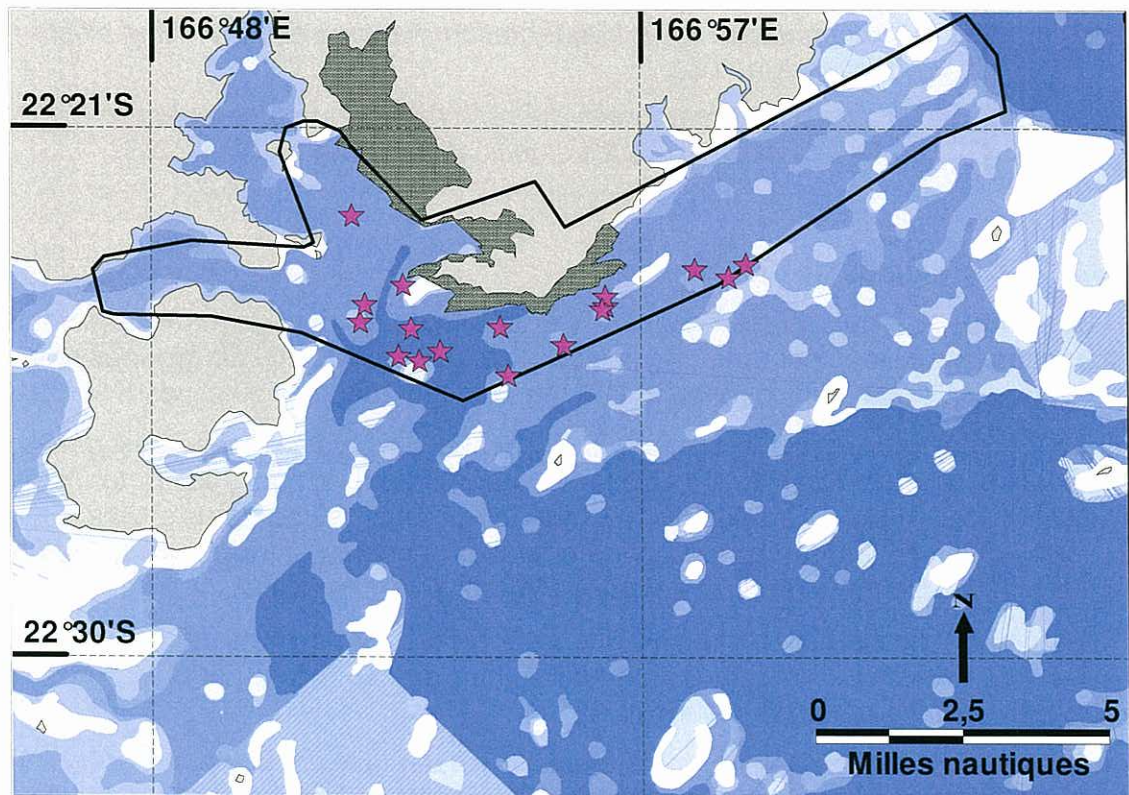


Figure 46. Distribution des groupes de baleines recensés dans la route de navigation commerciale en 2009.

- ⇒ *Près d'un tiers des groupes de baleines recensés en 2009 a été observé au sein de la principale route navigation des bateaux commerciaux.*
- ⇒ *75% des femelles accompagnées de leur petit ont été observées sur cette route.*

5. SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

5.1 Etat de la population de baleines à bosse

Les données relatives à l'état de la population de baleines à bosse ont été utilisées afin de définir la fréquentation, la résidence, le taux de fidélité et le taux de naissance de l'espèce dans la zone d'étude pour la saison d'observation 2009. Une estimation d'abondance sera présentée dans le rapport prévu pour le mois d'avril 2010. L'ensemble de ces données pourra être utilisé afin de calculer la valeur de l'indicateur de suivi des baleines à bosse pour la saison 2009 lorsque celui-ci sera défini.

Les données collectées sur les baleines à bosse dans le lagon Sud de Nouvelle Calédonie au cours de la saison d'observation 2009 mettent en évidence un taux de fréquentation moyen de 1,2 groupe de baleines observé par jour dans la zone située à moins de 5 milles nautiques du cap Ndoua. Ces résultats sont en accord avec la petite taille de la population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie (Baker *et al.*, 2006) et la centaine d'individus différents recensés cette année dans le lagon Sud.

Le nombre de groupes de baleines observés dans la zone d'étude accessible depuis le cap Ndoua était largement inférieur en 2009 comparé à 2008 (respectivement 59 et 101 groupes) bien que l'effort de recherche ait été semblable au cours de ces deux saisons. Cette diminution ne peut en aucun cas être interprétée à l'échelle de la population. Des variations inter annuelles ne sont pas exceptionnelles ; elles ont déjà été relevées par le passé dans le lagon Sud mais demeurent difficiles à expliquer. Les variations temporelles des caractéristiques d'une population s'étalent souvent sur de longues périodes et leur analyse nécessite des études à long terme. Les résultats obtenus soulignent donc l'importance de conduire des suivis sur plusieurs années permettant d'évaluer la tendance des paramètres de la population en s'affranchissant des variations inter annuelles qui ne présentent d'ailleurs qu'un intérêt limité en terme de gestion.

L'étude de la distribution spatiale des groupes de baleines à bosse observés depuis le cap Ndoua montre que la majorité des observations a été effectuée dans une zone comprise entre Bonne Anse, le récif de Péo3, l'îlot Nouaré et Ioro. Peu de groupes ont été relevés entre Ioro et Port Boisé, dans la baie du Prony, dans le canal Woodin, et dans la zone Sud Ouest en direction de l'îlot Mato. De manière générale, cette distribution est équivalente à celle obtenue à partir des données collectées entre 2005 et 2007, ainsi qu'en 2008 (Schaffar et Garrigue, 2008 ; Schaffar, 2009). L'analyse plus détaillée de l'utilisation annuelle de la zone d'étude n'a révélé aucune différence significative, très probablement en raison d'un échantillon insuffisant.

Afin de décrire l'usage de la zone d'étude par les baleines à bosse, la distribution spatiale et le taux de fréquentation ont été analysés séparément pour chaque type de groupe. La distribution des animaux solitaires et des paires suit la distribution générale de l'espèce. Les groupes composés de trois baleines adultes ou plus ont été observés vers le Sud et le Sud Est de la zone et à distance de la station d'observation terrestre. Les groupes de type maman-petit ont été observés en zone proche du cap Ndoua. La distribution de ces deux derniers types de groupe diffère des résultats obtenus à partir des données collectées entre 2005 et 2007 où leur

distribution était alors beaucoup plus homogène (Schaffar et Garrigue, 2008). En raison du faible nombre d'observations disponibles en 2009 pour ces deux types de groupe, l'interprétation de ces résultats est délicate car il est en effet possible que la différence observée soit liée à un problème de taille d'échantillon. Il demeure néanmoins intéressant de noter que les zones peu profondes ont été décrites comme l'habitat préférentiel des mamans-petits en Nouvelle Calédonie (Garrigue, 2008) et sur d'autres sites de reproduction des baleines à bosse (Salden, 1988 ; Smultea, 1994 ; Ersts and Rosenbaum, 2003) tandis que les groupes de plusieurs animaux auraient tendance à être observés dans les eaux plus profondes (Martins *et al.*, 2001). Cette distribution spécifique des mamans-petits pourrait apporter une protection aux baleineaux contre les prédateurs potentiels (Smultea, 1994) et/ou faciliter un évitement des groupes, au comportement souvent tumultueux (Tyack and Whitehead, 1983 ; Mobley *et al.*, 1988 ; Garrigue, 2008).

Le taux de fréquentation des mamans-petits et des groupes de trois baleines ou plus est également plus faible que celui calculé pour les autres types de groupe. Ceci est en accord avec les données disponibles pour les saisons d'observation antérieures à 2009 où la majorité des groupes observés est constituée d'animaux solitaires ou de paires (Schaffar et Garrigue, 2008 ; Schaffar, 2009). Les données collectées en mer confirment également cette tendance (Garrigue, 2008). De manière générale, dans les zones de reproduction, les groupes de baleines à bosse sont composés d'animaux adultes interagissant dans un but reproducteur. Le caractère labile et temporaire de ces associations peut en partie expliquer leur faible taux de fréquentation. En ce qui concerne les mamans-petits, plusieurs facteurs peuvent expliquer le faible nombre d'observations réalisées. Tout d'abord, ces groupes sont généralement discrets et peuvent donc s'avérer difficile à repérer. D'autre part, ils sont plus souvent observés en fin de saison (Garrigue, 2008) ; il est donc possible que le faible taux de fréquentation relevé puisse être en partie lié à la période pendant laquelle les observations ont été effectuées.

Le taux de résidence mesuré en 2009 sur toute la zone d'étude en mer atteint 24% ; ce qui signifie qu'environ un quart des individus recensés a été revu à plus d'une occasion. Ce taux de résidence est élevé comparé aux valeurs recueillies sur d'autres zones de reproduction du Pacifique Nord ou de l'Atlantique Nord (9 à 16 %) (Mattila *et al.*, 1989 ; 1994 ; Craig *et al.*, 2001). Plusieurs facteurs peuvent expliquer un tel résultat. Tout d'abord il semble qu'une grande partie de la population de baleines à bosse réside dans la même zone pendant une durée prolongée. D'autre part il est probable que la faible taille de la population influence ce résultat. Enfin un taux de résidence élevé peut être du à l'étendue des habitats préférés. En effet, si l'échantillonnage a principalement lieu au sein de l'habitat préféré de l'espèce, la probabilité d'identifier les baleines plus d'une fois augmente. Le taux de résidence calculé pour la saison 2009 reste néanmoins inférieur au taux mesuré dans les zones de nutrition (77 % Clapham *et al.*, 1993b ; 54 % Baker *et al.*, 1985) témoignant de la différence de comportement de l'espèce au cours des deux parties de son cycle migratoire.

Le taux de résidence est le même pour le Sud de la Grande Terre et pour le seul lagon Sud. Le peu d'information disponible sur les monts sous marins ne permet pas actuellement de calculer un taux de résidence fiable pour ces zones éloignées. Néanmoins la comparaison des taux de résidence du lagon Sud et des hauts fonds permettrait d'identifier lequel de ces habitats est le plus important pour l'espèce.

La durée de résidence de la plupart des animaux ne dépasse pas deux semaines comme cela a été observé dans d'autres zones de reproduction (Craig *et al.*, 2001) et la durée moyenne de résidence est d'environ une semaine. La durée maximale mesurée en 2009 (1 mois) est faible comparé à la durée maximale connue pour le lagon Sud (2 mois ; Garrigue *et al.*, 2001). Il est important de souligner que la durée de résidence maximale observée est une valeur *a minima* de la durée maximale réelle et dépend non seulement de la probabilité de capture d'un individu donné mais également de l'étendue de la période d'étude. Dans le cas présent l'échantillonnage n'est pas en cause puisqu'il s'est écoulé 50 jours entre le premier et le dernier jour d'observation. Il est donc probable que ce résultat soit lié à un nombre moins important de baleines observées au cours de la saison 2009, hypothèse en accord avec les résultats issus des observations terrestres.

Environ 10% des baleines identifiées en 2009 avaient déjà été observées en 2008 ou en 2007. Le taux de fidélité est stable dans la zone d'étude pour ces deux dernières années. Une telle similarité montre qu'il y a autant de probabilité pour qu'un animal observé en 2007 dans le Sud de la Nouvelle Calédonie ou en 2008 sur le haut fond d'Antigonia, ai été revu en 2009. Des déplacements de baleines à bosse individuellement identifiées ont ainsi été mis en évidence entre différentes zones du Sud de la Nouvelle Calédonie. L'observation de ces mêmes individus à travers le temps et l'espace témoigne de la fidélité de la population de baleines à bosse de Nouvelle Calédonie à sa zone de reproduction. Par ailleurs, les valeurs mesurées sont similaires à celles relevées dans la littérature pour des populations présentant les mêmes caractéristiques que la population de Nouvelle Calédonie (Calambokidis *et al.*, 2001).

Le taux de naissance brut calculé en 2009 est l'un des plus faibles relevés en Nouvelle Calédonie (Garrigue *et al.*, 2001). Bien qu'il soit inférieur à la valeur obtenue à partir des données de chasses commerciales pour la population reproductrice de baleines à bosse liée à la zone Antarctique IV (Chittleborough, 1965), il demeure comparable à ceux mesurés dans d'autres zones de reproduction (Clapham and Mayo, 1987 ; Craig and Herman, 2001). Les variations annuelles de ce taux sont probablement liées à des variations de nourriture disponible (Clapham and Mayo, 1987). Les baleines étant arrivées tardivement sur la zone d'étude en 2009, et les femelles suitées étant plus nombreuses en fin de saison, il est également possible qu'un certain nombre de femelles suitées aient été présentes sur la zone après la fin de nos observations (mi septembre) et n'ai donc pas été recensés.

La définition de l'état de la population de baleines à bosse du lagon Sud de Nouvelle Calédonie pour la saison 2009 se base sur un petit échantillon de données dont la faiblesse ne résulte pas d'un problème méthodologique ou de l'effort d'échantillonnage mais du faible nombre de groupes observables et d'individus présents chaque hiver dans le lagon Sud. Ce type de problématique est commun à l'étude des populations de cétacés à faible effectif. De ce fait, certains paramètres s'avèrent difficile à analyser de façon annuelle et il est probable que certaines variations ne puissent pas être statistiquement détectées. L'interprétation des données relatives à l'état de la population de baleines à bosse du lagon Sud de Nouvelle Calédonie doit donc tenir compte des caractéristiques spécifiques de cette population.

Il demeure néanmoins important de pouvoir suivre l'évolution temporelle de ces paramètres qui prendront toute leur signification et permettront d'identifier des

tendances lorsqu'ils pourront être mis en perspective de valeurs similaires collectées sur plusieurs années. C'est pourquoi nous recommandons:

- **Un suivi annuel de l'état de la population des baleines à bosse du lagon Sud sur une période de plusieurs années afin d'évaluer leur évolution de manière pertinente.**

5.2 L'activité d'observation des baleines à bosse

5.2.1 Evolution de l'activité commerciale d'observation

Les données relatives à l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse collectées au cours de la saison 2009 démontrent que celle-ci n'a pas atteint son seuil de développement maximum comme cela avait été suggéré précédemment (Schaffar, 2009). En effet, la saison 2009 se caractérise par une augmentation importante du nombre de sorties effectuées, du nombre de passagers transportés et du nombre de bateaux affrétés pour cette activité. Ces chiffres montrent que le développement économique du whale watching dans le lagon Sud de Nouvelle Calédonie peut encore s'étendre. Ceci se reflète également dans le taux moyen de croissance annuelle qui avait diminué de près de 10% entre 2006 et 2008 et a à nouveau augmenté de 5% en 2009.

Une telle augmentation est liée à la recrudescence du nombre de bateaux proposant cette activité. En effet, un total de 30 bateaux différents a été affrété en 2009. Le nombre de bateaux proposant plus de 10 sorties pendant la saison, et donc considéré comme le noyau de cette activité, a également augmenté. Ce chiffre semblait s'être équilibré à environ 12 bateaux pendant la période de 2005 à 2008 (Schaffar *et al.*, 2009a) mais a augmenté d'un tiers en 2009 puisque 18 bateaux ont effectué un minimum de 10 sorties d'observation cette année. On notera également la présence de deux bateaux à moteur ayant une capacité supérieure aux catamarans à voile habituellement utilisés. D'autre part, de plus en plus de bateaux intègre l'observation des baleines à leur programme de charters de plusieurs jours, et viennent ainsi grossir la flotte de bateaux proposant des sorties à la journée.

Tout comme les années précédentes, les opérateurs touristiques de whale watching ont représenté la majorité des bateaux à proximité des baleines (79%). Leur nombre a même augmenté de 8% par rapport à l'an passé, parallèlement à une diminution de 6% pour les bateaux de plaisance, confirmant les tendances déjà amorcées entre 2006 et 2008 (Schaffar et Garrigue, 2007 ; Schaffar, 2009). Il est probable que la diminution du nombre de plaisanciers à proximité des baleines soit due au plan de gestion mis en place par la province Sud en 2008. En effet, la mise en application de la charte, bien qu'elle ne s'adresse pas aux plaisanciers, et la présence du bateau de protection du lagon professionnalisent l'activité et imposent de fait des limites. Les plaisanciers peuvent alors préférer participer à des sorties organisées ou tout simplement renoncer à ce type d'activité. Il est également envisageable que l'augmentation du nombre de bateaux professionnels repousse un certain nombre de plaisanciers.

En 2009, le taux de réussite des sorties de whale watching a diminué de 4% par rapport à la saison 2008 mais il demeure néanmoins relativement élevé (85,5%).

Ceci peut paraître surprenant compte tenu de la diminution conséquente du nombre de groupes de baleines observés. Il est important de noter que d'une part, ce taux de réussite ne tient pas compte du nombre de groupes observés par chaque bateau, paramètre à même d'avoir évolué entre 2008 et 2009, et que d'autre part, il est très fortement lié à la présence de l'équipe de recherche qui indique aux bateaux la position des groupes de baleines observés à partir du cap Ndoua. Cette indication est d'autant plus importante lorsque le nombre de groupes de baleines sur zone est faible puisque la probabilité pour les bateaux de les trouver sans l'aide d'un observateur terrestre s'en trouve alors diminuée.

La collecte de la plupart des données permettant de caractériser l'évolution de l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud dépend de la collaboration des opérateurs avec l'équipe de recherche. Du fait de l'augmentation du nombre de bateaux pratiquant le whale watching, l'obtention de données exhaustives devient de plus en plus difficile et des approximations doivent être réalisées. C'est pourquoi nous recommandons que pour les années à venir:

- **La transmission des informations relatives à l'évolution des activités commerciales de whale watching soit sollicitée par la province Sud directement auprès des opérateurs. Ceci pourrait constituer l'une des obligations des opérateurs dans le cadre de la mise en place de licences d'exploitation.**

5.2.2 Caractéristiques de l'activité d'observation et respect de la charte

Les données recueillies à partir de la station d'observation terrestre du cap Ndoua ont permis d'évaluer les caractéristiques de l'activité d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud pour la saison 2009 et d'en suivre l'évolution au cours de cette deuxième saison d'application du plan de gestion du whale watching. Le taux de respect de la charte par les bateaux en étant signataires a également été évalué.

Le temps d'observation par bateau, en moyenne de 42 minutes, est équivalent aux valeurs obtenues en 2008. La diminution du temps d'observation par bateau mise en évidence suite à la première année d'application de la charte s'est donc maintenue. Cette année, les plaisanciers ont significativement réduit leur temps d'observation par rapport aux années précédentes. Ce résultat soutient l'hypothèse d'une diminution de la participation des plaisanciers à cette activité liée aux circonstances actuelles (charte et/ou nombre de bateaux professionnels). Tout comme l'an passé, le taux de respect du temps d'observation par bateaux recommandé par la charte était d'environ 70% pour les opérateurs en étant signataire.

En 2009, la durée d'observation cumulée était en moyenne d'une heure et 43 minutes, valeur significativement supérieure à celle obtenue en 2008. Elle dépassait 3 heures dans environ 10% des cas alors que cela était devenu rare en 2008. La durée cumulée d'observation recommandée par la charte a également été dépassée 5 fois plus souvent en 2009 qu'en 2008 par les bateaux signataires. La durée moyenne d'observation cumulée demeure inférieure à celle mesurée avant la mise en place de la charte (2005-2007) malgré cette augmentation.

L'évolution des résultats relatifs à la distance d'approche des baleines par les bateaux suit une tendance similaire à celle de la durée d'observation cumulée. En 2009, le temps passé à moins de 100 mètres des baleines et le pourcentage de

groupes approchés à moins de 50 mètres étaient supérieurs aux valeurs obtenues en 2008. Cependant elles demeurent inférieures à celles relevées avant la mise en place de la charte (2005-2007). Le taux de respect de la charte a diminué de 8% entre 2008 et 2009 concernant la distance d'approche. D'autre part, le temps passé à moins de 100 mètres des baleines par les bateaux signataires, distance minimum d'approche recommandée par la charte, représentait 14% du temps d'observation en 2009 contre 5% en 2008.

Le nombre de bateaux présents simultanément à proximité d'un groupe de baleines constitue le paramètre ayant subi l'évolution la plus nette entre les saisons d'observation. Ce chiffre avait diminué de façon significative en 2008 suite à l'application de la charte. Aujourd'hui il est supérieur aux valeurs obtenues avant la mise en place du plan de gestion du whale watching avec plus de quatre bateaux simultanément présents avec un groupe de baleines pendant 30% du temps d'observation. Quant aux bateaux signataires de la charte, ils ont dépassé le quota des quatre bateaux recommandé par la charte au cours de 18% des observations effectuées cette année alors que cela n'avait jamais été le cas en 2008.

L'analyse des caractéristiques de l'activité d'observation pour les groupes de baleines à bosse de type maman-petit met en évidence une différence importante entre les saisons d'observation. En 2009, la durée d'observation cumulée recommandée par la charte pour ce type de groupe (1h30) a été dépassée dans 64% des observations, soit 8% de plus qu'entre 2005 et 2007, et 39 % de plus qu'en 2008. De même, le taux de respect du temps d'observation par bateau préconisé par la charte a diminué de 21% entre 2008 et 2009. Les mamans-petits ont également été plus souvent approchés à des distances inférieures à 50 mètres en 2009 qu'en 2008. Il semble donc que l'effort particulier mis en œuvre en 2008 envers ce type de groupe a été moins soutenu cette année. Ces résultats inquiétants doivent être considérés avec la plus grande attention du fait de la plus grande vulnérabilité des mamans-petits.

Suite à la première saison d'application de la charte, le taux d'exposition des baleines à bosse aux bateaux de whale watching dans le lagon Sud avait diminué de façon significative, résultant en une avancée considérable dans la gestion du whale watching et la protection de cette espèce emblématique. Les valeurs obtenues en 2008 avaient notamment permis de se rapprocher des normes en vigueur dans d'autres sites de whale watching de par le monde. Aujourd'hui, ce taux a de nouveau augmenté et s'écarte de la limite acceptable pour cette petite population en danger. Compte tenu de l'impact des activités de whale watching démontré sur le comportement des baleines à bosse dans le lagon Sud (Schaffar et Garrigue, 2008), ainsi que de la vulnérabilité de cette population, l'augmentation du taux d'exposition souligne les limites de l'efficacité de la charte et renforce l'importance de mettre en place au plus vite d'autres mesures de gestion afin d'assurer sa conservation.

Il est envisageable que le caractère volontaire de la charte ait engendré un certain laxisme de la part des opérateurs signataires en cette deuxième année d'application. La charte constitue un engagement moral de ses signataires dans un processus de gestion et de conservation participative. Le non respect des recommandations qu'elle contient n'entraîne aucune sanction. Replacé dans le contexte d'une exploitation commerciale touristique, il est possible qu'un certain relâchement ait participé à l'augmentation du taux d'exposition des baleines aux bateaux de whale watching et à la diminution du taux de respect de la charte cette année.

La problématique principale liée à l'activité d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud de Nouvelle Calédonie porte aujourd'hui sur le nombre de bateaux présent chaque jour dans la zone dans le but d'observer les animaux. Compte tenu du faible nombre de groupes de baleines présents dans la zone et disponibles pour l'observation, il est évident que la capacité de charge de cette activité a largement été dépassée. Dans ces conditions, la réussite des sorties d'observation implique une augmentation du nombre de bateaux présents avec les baleines, ou une augmentation de la durée d'observation cumulée, conditions contradictoires aux valeurs recommandées par la charte et incompatibles avec les objectifs actuels de conservation. Le plus grand nombre de bateaux professionnels, l'introduction de nouveaux bateaux plus rapides à capacité plus importante et l'augmentation de la concurrence qui en découle, combiné à un nombre moins important de baleines dans la zone est très certainement à l'origine des résultats obtenus pour la saison d'observation 2009.

Le nombre important de bateaux sur zone soulève également une autre question. La charte signée par les opérateurs définit une zone de prudence à 300 mètres autour d'un groupe de baleines. La présence de bateau à une distance supérieure à 300 mètres a aujourd'hui tendance à être interprétée par les opérateurs comme n'ayant aucun impact sur les animaux. Il est donc fréquent d'observer de nombreux bateaux faisant la queue à l'extérieur de la zone de prudence. Or l'analyse des données collectées entre 2005 et 2007 a montré que la présence d'un seul bateau à moins de 1000 mètres d'un groupe de baleines suffit à induire une modification comportementale significative (Schaffar et Garrigue, 2008). Seule une limitation du nombre de bateaux présents chaque jour sur la zone d'observation pourra résoudre ce problème.

Au vu de ces résultats, nous recommandons :

- **Dès la saison d'observation 2010, la mise en place d'un système de licences d'exploitation limitant de façon stricte le nombre de bateaux autorisés à pratiquer le whale watching dans le lagon Sud chaque jour.**
- **Le remplacement de la charte par des mesures réglementaires pouvant faire l'objet de sanctions.**
- **Un effort de sensibilisation du public à toute nouvelle mesure de gestion entreprise.**
- **Le maintien des patrouilles régulières par le bateau de protection du lagon pendant la saison d'observation des baleines à bosse.**
- **La poursuite du suivi relatif à l'évolution des activités d'observation des baleines à bosse dans le lagon Sud afin de suivre le taux d'exposition et de réévaluer l'impact de ces activités.**

5.3 Fréquentation maritime

La fréquentation maritime du lagon Sud en période de présence des baleines à bosse est en augmentation continue depuis les premières évaluations réalisées en 1997. Ainsi, plus de 20 bateaux ont été observés chaque jour dans la zone d'étude en début de matinée en 2009. Il est probable qu'une telle croissance se poursuive

dans les années à venir et que la mise en exploitation du nouveau site minier de Vale Inco y participe, notamment à travers l'augmentation du nombre de navires industriels transitant dans la zone. Or une augmentation du trafic maritime peut affecter la fréquentation d'une zone par les mammifères marins comme cela a été démontré pour les baleines à bosse en Alaska (Baker and Herman, 1989) et à Hawaii (Salden, 1988).

Au cours de la saison d'observation 2009, la fréquentation maritime du lagon Sud n'a présenté aucune variation temporelle significative. De même aucune différence significative entre les années n'a pu être mise en évidence. Il semble que l'échantillon disponible pour identifier des variations temporelles de la fréquentation maritime sur une base annuelle ne soit pas assez important. Seule une analyse réalisée à l'aide de données collectées sur plusieurs saisons (2005 à 2008) témoigne d'une variation temporelle significative de la fréquentation maritime (Schaffar, 2009).

Concernant la distribution spatiale de la fréquentation maritime, les zones de forte densité demeurent identiques aux années précédentes (Schaffar et Garrigue, 2008 ; Schaffar, 2009) avec un trafic maritime plus important dans la baie du Prony, le canal Woodin, les alentours du phare de Bonne Anse et de l'îlot Ugo. Une densité relativement élevée est également observée dans le centre de la zone d'étude, c'est à dire au Sud et à l'Est de l'îlot Ugo, ainsi qu'autour de l'îlot Nouaré. Ceci s'explique notamment par la localisation des principales routes de navigation empruntées par les bateaux transitant par le lagon Sud et l'utilisation récréative de la baie du Prony et des îlots proches de la zone côtière. La distribution spatiale des différents types de bateaux ne met en évidence aucune utilisation spécifique de la zone d'étude.

Les zones caractérisées par une fréquentation maritime élevée constituent également des zones utilisées par les baleines à bosse. Il existe de ce fait un potentiel d'impact direct par le biais de collision avec les navires commerciaux et indirect sous la forme de pollution sonore et d'occupation concurrentielle de l'habitat. Afin d'évaluer plus précisément le risque de collision, une analyse du nombre de groupes de baleines observés au sein de la principale route de navigation des bateaux commerciaux située entre le canal Woodin et la passe de la Havannah a été conduite. La proportion de groupes observés au sein de cette route était de 29% en 2009, soit 6% de plus qu'en 2008 (Schaffar, 2009). Le risque de collision, évalué à partir du nombre moyen de bateaux commerciaux et de groupes de baleines observés chaque jour sur la route principale de navigation, était cependant équivalent à celui obtenu pour la saison 2008 (Schaffar, 2009). Il est important de noter que 75% des groupes de type maman-petit observés à moins de 5 milles nautiques du cap Ndoua se situaient au sein de la route principale de navigation des navires commerciaux. Ce type de groupe, particulièrement vulnérable aux menaces, est également le moins à même d'éviter les collisions du fait de l'inertie des baleineaux et donc d'une vitesse de déplacement réduite par rapport aux autres types de groupe (Schaffar *et al.*, 2009b). Au vu des résultats obtenus et compte tenu de la vulnérabilité des mamans-petits, le risque de collision pour ces groupes est donc particulièrement élevé.

Un nouvel élément est également à prendre en considération concernant le risque de collision. En effet, l'analyse utilisée en 2008 pour identifier la route principale de navigation commerciale dans le lagon Sud ne mettait pas en évidence la route prise régulièrement par les bateaux de transport de passagers reliant Nouméa à l'île de Pins. Or la vitesse de déplacement de ces bateaux qui traverse la zone identifiée comme le principal territoire de reproduction des baleines à bosse de

Nouvelle Calédonie et l'augmentation du nombre de rotations impliquent que leur impact potentiel sur cette population soit considéré dans le futur.

Il est aujourd'hui reconnu que la diminution du risque de collision implique soit le changement des routes de navigation, soit une diminution de la vitesse des navires à moins de 10 nœuds. Compte tenu de la configuration du lagon Sud, une modification des routes de navigation est impossible pour les navires industriels et une limitation de vitesse devrait donc être envisagée.

Au vu des résultats obtenus concernant la fréquentation maritime, nous recommandons :

- **Un suivi de la distribution spatiale et temporelle des baleines et de la fréquentation maritime sur une période de plusieurs années après la mise en exploitation du complexe minier.**
- **L'initiation de discussions avec les pilotes de navires commerciaux afin d'élaborer des solutions pour réduire le risque de collision, notamment pour les groupes de type maman-petit. Ces discussions devront prendre en compte : le temps de navigation supplémentaire induit par une diminution de la vitesse à 10 nœuds entre le canal Woodin et la passe de la Havannah, les risques en termes de sécurité pour la navigation, le nombre de groupes observés sur la route des navires commerciaux, la vulnérabilité des mamans-petits, la présence régulière d'un observateur au cap Ndoua.**

REFERENCES

- Baker, C. S., Herman, L. M., Perry, A., Lawton, W. S., Straley, J. M., and Straley, J. H. (1985). Population characteristics and migration of summer and late season humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in southeastern Alaska. *Marine Mammal Science* 1: 304-323.
- Baker, C.S., Herman, L.M., Perry, A., Lawton, W.S., Straley, J.M., Wolman, A.A., Kaufman, G.D., Winn, H.E., Hall, J.D., Reinke, J.M., and Ostman, J. (1986). Migratory movement and population structure of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the central and eastern North Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 31:105-19.
- Baker, C.S., and Herman, L.M. (1989). Behavioral responses of summering humpback whales to vessel traffic: experimental and opportunistic observations. Report to National Park Service ; NP-NR-TRS-89-01. 50 p.
- Baker, C.S., Garrigue, C., Constantine, R., Madon, B., Poole, M., Hauser, N., Clapham, P., Donoghue, M., Russell, K., O'Callahan, T., Paton, D., and Mattila, D. (2006). Abundance of Humpback Whales in Oceania (South Pacific): 1999 to 2004. Paper presented at the Inter-sessional workshop for the Comprehensive Assessment of Southern Hemisphere Humpback Whales, Hobart, Tasmania, April 3rd – 7th 2006.
- Calambokidis, J., Steiger, G.H., Straley, J., Herman, L.M., Cerchio, S., Salden, D., Urbán R, J., Jacobsen, J.K., von Zeigesar, O., Balcomb, K.C., Gabriele, C.M., Dahlheim, M.E., Uchida, S., Ellis, G., Miyamura, Y., Ladrón de Guevara P, P., Yamaguchi, M., Sato, F., Mizroch, S.A., Schlender, L., Rasmussen, K., and Barlow, J. (2001). Movements and population structure of humpback whales in the North Pacific. *Marine Mammal Science* 17(4): 769-94.
- Chittleborough, R.G. 1965. Dynamics of two populations of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 16 (1) : 33-128.
- Clapham, P. J., and Mayo C. A. (1987). Reproduction and recruitment of individually identified humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, observed in Massachusetts Bay, 1979-1985. *Canadian Journal of Zoology* 65: 2853-2863.
- Clapham, P.J., and Mayo, C.A. (1990). Reproduction of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) observed in the gulf of Maine. Report of the International Whaling Commission Special Issue 12: 171-175.
- Clapham, P.J., Palsboll, P.J., and Mattila, D.K. (1993a). High-energy behaviors in humpback whales as a source of sloughed skin for molecular analysis. *Marine Mammal Science* 9 (2): 213-220.
- Clapham, P. J., Baraff, L. S., Carlson, C. A., Christian, M. A., Matila, D. K., Mayo, C. A., Murphy, M. A., and Pittman, S. (1993b). Seasonal occurrence and annual return of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, in the southern Gulf of Maine. *Canadian Journal of Zoology* 71: 440-443.

- Craig, A. S., and Herman L. M. (1997). Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian islands. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1923-1933.
- Craig, A. S., L. M. Herman and A. A. Pack. (2001). Estimating residence times of humpback whales in Hawai'i. The Dolphin Institute. Report to the Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary and the Hawaiian Dept. of Land and Natural Res. 21 p.
- Ersts, P.J., and Rosenbaum, H.C. (2003). Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *Journal of Zoology* 260 (4): 337-345.
- Garrigue, C., et Greaves, J. (1999). Nouvelle-Calédonie : un rendez-vous pour les baleines. C. Ledru (ed.), Nouméa, 160 p.
- Garrigue, C., and Virly, S. (2000). Whale watching in New Caledonia : a new industry. Poster presented at the Humpback 2000 conference, August 29th-September 1st 2000, Brisbane, Australia.
- Garrigue, C., Greaves, J., and Chambellant, M. (2001). Characteristics of the New Caledonian humpback whale population. *Memoirs of Queensland Museum* 47 (2): 539-546.
- Garrigue, C., Aguayo, A., Amante-Helweg, V., Baker, C.S., Caballero, S., Claphma, P., Constantine, R., Denkinger, J., Donoghue, M., Florez-Gonzalez, L., Greaves, J., Hauser, N., Olavarria, O., Pairoa, C., Peckham, H., and Poole, M. (2002). Movements of humpback whales in Oceania, South Pacific. *Journal of Cetacean Research and Management* 4 (3): 255-260.
- Garrigue, C., Dodemont, R., Steel, D., and Baker, C.S. (2004). Organismal and 'gametic' capture-recapture using microsatellite genotyping confirm low abundance and reproductive autonomy of humpback whales on the wintering grounds of New Caledonia (South Pacific). *Marine Ecology Progress Series* 274: 251-262.
- Garrigue, C., Baker, C.S., Constantine, R., Poole, M., Hauser, N., Clapham, P., Donoghue, M., Russell, K., Paton, D., and Mattila, D. (2006). Interchange of humpback whales in Oceania (South Pacific), 1999 to 2004. SC/A06/HW55.
- Garrigue, C. (2008). Synthèse des connaissances sur les baleines à bosse de la province Sud – Statut de la population de baleines à bosse. Rapport d'étude WWF-Province Sud, polycopié. 107p.
- Katona, S., Baxter, B., Brazier, O., Kraus, S., Perkins, J., and Whitehead, H. (1979). Identification of humpback whales by fluke photographs. In Winn, H.E., Olla, B.L. (eds) *Behavior of marine animals*, Vol 3 Plenum Press, New York, p 33-44.
- Kniest, E., and Paton, D. (2001). Temporal GIS for Marine Mammal Research. (Abstract). In '14 Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals'. Vancouver, Canada.
- Lambertsen, R.H. (1987). A biopsy system for large whales and its use for cytogenetics. *Journal of Mammalogy* 68: 443-445.
- Madon, B., McArdle, B., Baker, C.S., and Garrigue, C. (2007). Joint modeling of two sources of live-recapture data applied to South Pacific Humpback whale

- (*Megaptera novaeangliae*) population. Poster presented at the 27th biennial conference on the Biology of Marine Mammals, November 29th-December 3rd 2007, Cape Town, South Africa.
- Mattila, D. K., Clapham, P. J., Katona, S. K., and Stone, G. S. (1989). Population composition of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on Silver Bank 1984. Canadian Journal of Zoology 67: 281-285.
- Mattila, D. K., Clapham, P. J., Vasquez, O., and Bowman, R. S. (1994). Occurrence, population composition, and habitat use of humpback whales in Samana Bay, Dominican Republic. Canadian Journal of Zoology 72: 1898-1907.
- Martins, C.C. A., Morete, M.E., Engel, M.C., Freitas, A.C., Secchi, E.R., and Kinas, P.G. (2001). Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. Memoirs of the Queensland Museum 47 (2): 563-570.
- Mobley, J.R., Herman, L.M., and Frankem, A. (1988). Responses of wintering humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to playback recordings of winter and summer vocalizations and of synthetic sound. Behavior Ecology and Sociobiology 23: 211-223.
- Olavarría, C., Baker, C.S., Garrigue, C., Poole, M., Hauser, N., Caballero, S., Flórez-González, L., Brasseur, M., Bannister, J., Capella, J., Clapham, P., Dodemont, R., Donoghue, M., Jenner, C., Jenner, M.N., Moro, D., Oremus, M., Paton, D., Rosenbaum, H., and Russell, K. (2007). Population structure of South Pacific humpback whales and the origin of the eastern Polynesian breeding grounds. Marine Ecology Progress Series 330: 257-268.
- Salden, D. R. (1988). Humpback whale encounter rates offshore of Maui, Hawaii. Journal of Wildlife Management 52 (2): 301-304.
- Schaffar, A. and Garrigue, C. (2006). Whale watching activities in New Caledonia: current status and evolution since 1995. Poster presented at the 20th annual conference of the European Cetacean Society, April 2nd-7th 2006, Gdynia, Poland.
- Schaffar A. et Garrigue C. (2007). Synthèse des connaissances des baleines à bosse du lagon sud - Gestion de l'activité d'observation des cétacés: état des lieux et propositions pour la Nouvelle Calédonie. Rapport pour le WWF et la Province Sud. 67p.
- Schaffar, A., et Garrigue, C. (2008). Synthèse des connaissances sur les baleines à bosse de la Province Sud – Evaluation de l'activité de whale watching et du trafic maritime dans le lagon Sud de Nouvelle-Calédonie. Rapport d'étude WWF-Province Sud, photocopié. 57p.
- Schaffar, A. (2009). Suivi des baleines à bosse et du trafic maritime dans le lagon Sud de Nouvelle Calédonie - Suivi du plan de gestion de l'activité commerciale d'observation des baleines à bosse, évolution de la fréquentation maritime. Rapport pour la Province Sud. 52p.
- Schaffar, A., Garrigue, G., Virly, S., and Martinez, E. (2009a). The unregulated growth of whale watching in New Caledonia: where are we today? Poster presented at the 6th Coastal & Marine Tourism Congress, June 23rd-26th 2009, Port Elizabeth, South Africa.

- Schaffar, A., Madon, B., Garrigue, C., and Constantine, R. (2009b). Avoidance of whale watching boats by humpback whales in their main breeding ground in New Caledonia. IWC SC61/WW6.
- Smultea, M.A. (1994). Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with calves in coastal habitat near the island of Hawaii. Canadian Journal of Zoology 72: 805-811.
- Tyack, P., and Whitehead, H. (1983). Male competition in large groups of wintering humpback whales. Behaviour 83: 132-154.
- UICN (2008). IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org
- Urban, J.R., Jaramillo, A.L., Aguayo, A.L., Ladron de Guevara, P.P., Salinas, M.Z., Alvarez, C.F., Medrano, L.G., Jacobsen, J.K., Balcomb, K.C., Claridge, D.E., Calambokidis, J., Steiger, G.H., Straley, J.M., Von Ziegesar, O., Waite, J.M., Mizroch, S., Dalheim, M.E., Darling, J.D., and Baker, C.S. (2000). Migratory destinations of humpback whales wintering in the Mexican Pacific. Journal of Cetacean Research Management 2 (2): 101-110.
- Würsig, B., Cipriano, F., and Würsig, M. (1991) Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies. In: K. Pryor and K.S. Norris (eds.) Dolphin Societies: discoveries and puzzles, pp. 79-111. University of California Press, Berkeley.

