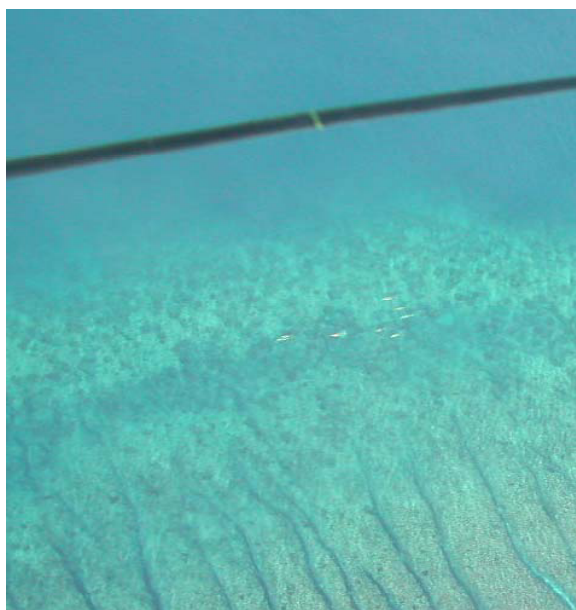


ZONéCo

PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES
DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

Opération Cétacés

Statut de la population de dugongs en Provinces Nord et Sud de Nouvelle- Calédonie



Rapport final

Dr Claire GARRIGUE et Dr Nathalie PATENAUDE



Opération Cétacés

B.P. 12 827

98802 Nouméa

tél/ fax : 24-16-34

SOMMAIRE

<u>RÉSUMÉ</u>	4
<u>1. INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE</u>	6
1.1. <u>GÉNÉRALITÉS SUR LES DUGONGS</u>	6
1.2. <u>CONTEXTE DE L'ÉTUDE</u>	7
1.3. <u>OBJECTIFS</u>	7
<u>2. MATERIEL ET MÉTHODE</u>	8
2.1. <u>EQUIPE DE RECHERCHE</u>	8
2.2. <u>MATÉRIEL UTILISÉ</u>	8
2.3. <u>COMPTAGES AÉRIENS</u>	8
2.4. <u>ZONE ÉCHANTILLONNÉE</u>	9
2.5. <u>PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE</u>	10
2.6. <u>DATE D'ÉCHANTILLONNAGE</u>	11
2.7. <u>INFORMATIONS COLLECTÉES</u>	12
2.7.1 <u>OBSERVATIONS AU COURS DES RADIALES</u>	12
2.7.2 <u>OBSERVATIONS PENDANT LES TRAJETS</u>	15
2.8. <u>ANALYSE DE LA DISTRIBUTION</u>	15
2.9. <u>ESTIMATION DE LA DENSITÉ ET DE LA TAILLE DE LA POPULATION</u>	15
2.9.1 <u>PROBABILITÉ D'ÉCHANTILLONNER LA RADIALE (P_{SI})</u>	16
2.9.2 <u>PROBABILITÉ DE DISPONIBILITÉ DE L'ANIMAL (P_{DI})</u>	16
2.9.3 <u>PROBABILITÉ DE PERCEVOIR UN ANIMAL (P_{PI})</u>	17
2.9.4 <u>ABONDANCE ET FACTEUR D'INFLATION DE LA VARIANCE (FIV)</u>	17
2.9.5 <u>ESTIMATION PAR SIMULATION</u>	17
2.10. <u>DESCRIPTION DE L'HABITAT</u>	18
<u>3. RÉSULTATS</u>	19
3.1. <u>COMPOSITION ET TAILLE DES GROUPES</u>	20
3.2. <u>DISTRIBUTION DES DUGONGS</u>	21
3.2.1 <u>DISTRIBUTION SPATIALE</u>	21
3.2.2 <u>DISTRIBUTION TEMPORELLE</u>	23
3.3. <u>ABONDANCE ET DENSITÉ DE LA POPULATION</u>	25

3.3.1	<u>DÉFINITION DES BLOCS</u>	25
3.3.2	<u>ABONDANCE ET FRÉQUENCE DES CLASSES DE DÉTECTION PAR BLOCS</u>	27
3.3.3	<u>RÉSULTATS DES SIMULATIONS</u>	27
3.4.	<u>DESCRIPTION DE L'HABITAT</u>	28
3.5.	<u>OBSERVATIONS D'AUTRES ANIMAUX MARINS</u>	30
4.	<u>PREMIERE DESCRIPTION DE LA POPULATION</u>	31
4.1.	<u>COMPOSITION DE LA POPULATION</u>	31
4.2.	<u>DISTRIBUTION</u>	31
4.3.	<u>CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT</u>	32
4.3.1	<u>DESCRIPTION DE L'HABITAT</u>	32
4.3.2	<u>AUTRES ESPÈCES MARINES</u>	33
4.4.	<u>TAILLE ET DENSITÉ DE LA POPULATION</u>	34
5.	<u>DISCUSSION SUR LA MÉTHODE UTILISÉE</u>	35
6.	<u>LA POPULATION DE DUGONGS DE NOUVELLE-CALÉDONIE DANS LE CONTEXTE DES AUTRES ÎLES DU PACIFIQUE SUD</u>	36
7.	<u>CONCLUSIONS GÉNÉRALES</u>	37
8.	<u>PROPOSITIONS DE RECHERCHES</u>	38
9.	<u>REFERENCES</u>	40
	<u>ANNEXE I – CARTE DE DISTRIBUTION GÉNÉRALE DES GROUPES DE DUGONGS OBSERVES AU COURS DES SURVOLS EFFECTUES ENTRE LE 2 ET LE 30 JUIN 2003</u>	44
	<u>ANNEXE II – CARTES DES PLANS DE VOL</u>	46

RESUME

- ◆ Le dugong (*Dugong dugon*), seul mammifère herbivore strictement marin, est classé comme « vulnérable » par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature. Le dugong est présent en Nouvelle-Calédonie mais sa distribution et son abondance restent inconnues.
- ◆ Une méthode de survol aérien utilisant des radiales à largeur fixe, a été utilisée pour établir la distribution et l'abondance de cette espèce en Nouvelle-Calédonie. Elle fait appel à des facteurs de correction (probabilité de percevoir l'animal et probabilité de disponibilité de l'animal) développés en Australie.
- ◆ La zone échantillonnée correspond à l'ensemble des lagons situés autour de la Grande Terre, entre l'île des Pins et les îles Bélep. Elle a été survolée entre le 2 juin et le 30 juin 2003.
- ◆ La distribution, établie à l'aide de tous les groupes de dugongs observés (N=181), est irrégulière. La majeure partie se trouve sur la côte ouest (84%). Sur la côte est, la majorité des groupes se rencontre dans la partie nord-est et quelques rares individus sont vus aux environs de Thio.
- ◆ Les groupes de dugongs sont surtout composés d'individus solitaires (72 %) ou de paires (16 %). Les groupes de plus de 3 individus restent rares. La taille moyenne des groupes est de 1.5 individus ($\sigma = 0.1$). Le plus grand groupe rencontré contenait 13 individus.
- ◆ La présence de mères/petits indique que le système lagunaire de Nouvelle-Calédonie est utilisé pour la reproduction de l'espèce.
- ◆ La taille de la population de dugong autour de la Grande Terre a été établie à l'aide d'un algorithme par simulation en tenant compte de tous les paramètres environnementaux. Elle est comprise entre 801 et 2663 individus ; les veaux représentent environ 9% de la population. La densité globale est de 0.096 individu / km².
- ◆ Autour de la Grande Terre, les dugongs fréquentent généralement les milieux lagunaires coralliens et sablonneux en eaux peu profondes (inférieures à 10 m). Dans la région sud ouest, plus de la moitié des dugongs (65 %) a été observée sur des herbiers de phanérogames. La région centre ouest se distingue des autres régions par la proportion d'animaux associés à une passe (73 %) ainsi que la proportion d'animaux retrouvée à l'extérieur du récif (33 %). La particularité de l'association aux passes dans cette région pourrait être liée à la présence de requins. Un grand nombre de tortues et de raies ont été rencontrées dans l'habitat du dugong.

- ◆ Les habitats importants ont été définis comme les localités d'agréations répétées sur plusieurs jours. Elles concernent les zones de passes de la région centre ouest, la région de Kaala-Gomen et la zone au nord de Nouméa.
- ◆ Les dugongs sont présents en Papouasie-Nouvelle-Guinée, aux îles Salomon, au Vanuatu et à Palau. Dans l'état actuel des connaissances la petite population de Nouvelle-Calédonie, bien que minuscule par rapport à la population australienne, représente la plus importante concentration d'Océanie.
- ◆ En terme de conservation, le dugong est le mammifère marin le plus important de Nouvelle-Calédonie. L'établissement de son statut nécessiterait l'obtention d'autres d'informations, telles que la tendance de la population et les menaces qui pèsent sur elle.
- ◆ Quatre axes de recherches sont proposés pour de futures études. Ils consistent à vérifier l'existence de variation temporelle dans la distribution et la densité, à déterminer la distribution au delà de la Grande Terre, à déterminer si la population est stable, en augmentation ou en déclin et à identifier et quantifier les menaces.

1. INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1. Généralités sur les dugongs

Le dugong ou vache marine (*Dugong dugon*) appartient à l'ordre des Siréniens. Il constitue l'unique représentant de la famille des Dugongidés proche cousin des lamantins. Cette espèce est classée comme « vulnérable » par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2001).

Seul mammifère herbivore strictement marin, sa nourriture est principalement composée de phanérogames marines. Le taux de mortalité naturel du dugong est faible. C'est un animal qui vit longtemps et présente un faible taux de reproduction. Chez la femelle, la maturité sexuelle est atteinte entre 10 et 17 ans et la gestation dure environ 13 à 15 mois. Elle n'a qu'un seul petit tous les 3 à 7 ans qu'elle allaite pendant 14 à 18 mois. Son taux de fécondité diminue lorsque la nourriture n'est pas assez abondante (Marsh, 1999 ; Kwan, 2002).

Dans des conditions optimales, c'est à dire faible mortalité naturelle et aucune mortalité due aux effets anthropiques, une population de dugong augmentera rarement de plus de 5% par an (Marsh, 1995 et 1999 ; Kwan, 2002). Cette espèce est donc extrêmement sensible à toute sur-exploitation. Du fait de son alimentation, sa zone de nutrition se limite à un habitat côtier peu profond soumis à de fortes influences anthropiques. Ces dernières (i.e. pression de pêche, trafic maritime, destruction de son habitat) constituent une menace pour la survie de l'espèce (Marsh *et al.* 2002 ; Marsh *et al.*, 2003).

Historiquement la distribution du dugong s'étendait des côtes de l'Afrique de l'Est jusqu'au Vanuatu ; elle correspondait vraisemblablement à une seule population. Cette population s'est trouvée fragmentée et il ne reste actuellement que des populations reliques dont les zones de répartition ne se chevauchent pas. Actuellement l'espèce est présente dans 37 pays mais sa distribution est limitée à la région tropicale de l'Indo-Pacifique (Nishiwaki et Marsh, 1985). Il est probable qu'elle soit déjà éteinte dans de nombreuses îles de l'océan Indien telles que les Mascareignes ou les Maldives.

La présence de dugong en Nouvelle-Calédonie est connue (Sylvestre et Richer de Forges, 1985) mais sa distribution, son abondance et son importance au sein du système lagunaire restent à déterminer. La population de dugong de Nouvelle-Calédonie est culturellement importante. Sa chasse est liée à certaines fêtes coutumières mélanésiennes qui rythment la vie des tribus comme la fête des ignames ou les fêtes relatives aux chefs (mariage, intronisation, deuil). Depuis 1963 le dugong est totalement protégé sur le territoire de Nouvelle-Calédonie par la délibération 68 du 25 juin 1963 qui interdit sa capture à l'exception d'une pêche coutumière réglementée. En Province Nord il est inscrit depuis 2001 sur la liste des espèces animales protégées (délibération 85-2001/BPN) qui sont réglementées par la délibération relative à la protection de la faune, de la flore et des espaces naturels en Province Nord (23-2001/APN). En Province Sud le dugong est protégé par une délibération relative à la protection des mammifères marins qui a été votée en avril 2004.

1.2. Contexte de l'étude

Sur demande de l'ADECAL, dans le cadre du programme ZoNéCo 2002-2003, une étude des dugongs en Provinces Nord et Sud a été réalisée par Opération Cétacés.

Elle vise à déterminer la distribution et la densité des dugongs présents dans les lagons autour de la Grande Terre par comptages aériens dans des radiales. Cette approche permet aussi d'identifier les habitats importants pour l'espèce. Elle comporte également l'avantage d'éviter toute réaction des animaux à la présence humaine.

L'étude se compose de deux parties : la phase 1 correspond à la préparation de la campagne et à l'acquisition des données ; la phase 2 correspond au traitement et à l'analyse des données. La phase 1 a été réalisée en juin 2003. Un rapport intermédiaire a été remis le 4 juillet 2003 (Garrigue et Patenaude, 2003). Le présent document constitue le rapport final.

1.3. Objectifs

Les objectifs de la présente étude visent à :

- déterminer la distribution des dugongs autour de la Grande Terre ;
- décrire l'habitat du dugong ;
- estimer l'abondance et la densité autour de la Grande Terre.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Equipe de recherche

L'équipe de recherche est composée de quatre scientifiques :

- Dr Claire Garrigue, Opération Cétacés : responsable du projet,
- Dr Nathalie Patenaude, Université d'Auckland (Auckland, Nouvelle-Zélande) : co-responsable,
- Professeur Helene Marsh, Université de James Cook (Townsville, Australie) : consultant expert,
- Magaly Chambellant, Doctorante, Université de Winnipeg (Canada) : observatrice.

Le pilotage de l'avion a été confié à Eric Soucaze, pilote professionnel.

2.2. Matériel utilisé

Une partie du matériel utilisé a été mis à disposition par le professeur Helene Marsh. Il comprend le matériel d'enregistrement et d'écoute, c'est à dire les casques, l'interphone, le magnétophone à deux canaux, les micro-ordinateurs et les structures apposées sur l'avion servant à délimiter la zone d'échantillonnage.

Le complément du matériel a été fourni par Opération Cétacés ; il comprend : les GPS embarqués, les jumelles, l'appareil photo et la caméra numérique, l'ordinateur, les cartes marines.

Les cartes marines utilisées sont les suivantes : 6687, 7273, 7168, 7167, 7375, 7351, 2759, 6985, 7320, 7318, 2744, 7051, 6852, 6537, 6529, 6949, 7011, 6986, 7052, 7268.

2.3. Comptages aériens

La méthode de comptage aérien est basée sur celle utilisée pour l'étude des dugongs en Australie depuis plus de 20 ans (Anderson, 1985 ; Marsh et Sinclair, 1989 a et b, Pollock *et al.*, sous presse).

Les vols sont réalisés à bord d'un Cessna 172 à quatre places en location à la compagnie Air Services.

La vitesse de vol est de 90 nœuds ; cette vitesse s'entend en vitesse sol. L'altitude de vol a été choisie à 274 m (900 pieds) notamment pour une raison de sécurité. Des zones d'observation, ou radiales, correspondant à une largeur de 400 m à la surface de la mer, sont délimitées de chaque côté de l'avion à l'aide de marques apposées sur les structures de l'avion (Figure 1).

La position de ces marques dépend de la largeur souhaitée pour l'observation (400 m dans ce cas-ci), de l'altitude de vol (900 pieds) et de la taille des observateurs. La surface échantillonnée couvre théoriquement 800 m. La superficie totale échantillonnée est fonction de l'écart entre les radiales. Une zone aveugle où aucune observation n'est possible existe sous l'avion. Dans cette étude elle représente une largeur de 331 m.

L'avion survole chaque radiale d'après les coordonnées GPS pré établies. Il est très important que le pilote maintienne l'altitude et la vitesse de l'avion constantes tout au long des radiales puisque l'analyse des résultats est basée sur une probabilité d'observation qui dépend entre autre, de ces paramètres. L'assiette de l'avion doit également être maintenue parfaitement horizontale. Les survols sont réalisés par temps clair et mer calme, lorsque le vent n'excède pas force 3 sur l'échelle de Beaufort.

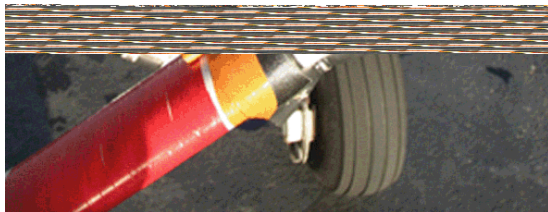


Figure 1. Marques apposées sur l'avion.

L'équipe de recherche est composée d'un pilote, d'un coordinateur de vol et de deux observateurs (l'un à bâbord, l'autre à tribord). Chaque observateur annonce sur l'interphone tous les dugongs observés de son côté. Les observations sont enregistrées en direct sur un ordinateur par le coordinateur. Parallèlement toutes les conversations échangées entre les observateurs et le coordinateur sont enregistrées sur un magnétophone. Ceci permet, à la suite de chaque vol, de vérifier et de compléter les informations qui ont été saisies sur l'ordinateur pendant le vol.

2.4. Zone échantillonnée

La zone échantillonnée correspond à l'ensemble des lagons situés autour de la Grande Terre, entre l'île des Pins et les îles Bélep. Cette zone d'étude a été divisée, a priori, en 8 secteurs géographiques (Figure 2, Table 1)

Table 1. Description des secteurs géographiques échantillonnés.

Secteurs	Dénomination	Radiales	S'étend de :
1	Lagon sud ouest	7 à 101	De la passe de Mato à la passe de Saint Vincent
2	Lagon ouest	8.2 à 27.2	Du nord de la passe de Saint-Vincent à la Passe de Duroc
3	Lagon nord ouest	27 à 39	Du nord de la passe de Duroc à la passe de Poum
4	Lagon nord est	54 à 70	Zone comprise entre l'est de l'île Baaba et la grande passe de Touho
5	Lagon est	71 à 97	Du sud de la grande passe de Touho à la passe de La Havannah

6	Lagon sud	102 à 107	Du sud de la passe de Mato au sud du grand récif sud ouest et de la passe de La Havannah à la Passe de la Sarcelle
7	Ile des Pins	108 à 112	De la passe de la Sarcelle à l'atoll de Nokanhui
8	Iles Bélep	40 à 46	De la passe de Poum, au sud de la passe d'Estrées et aux îles Bélep

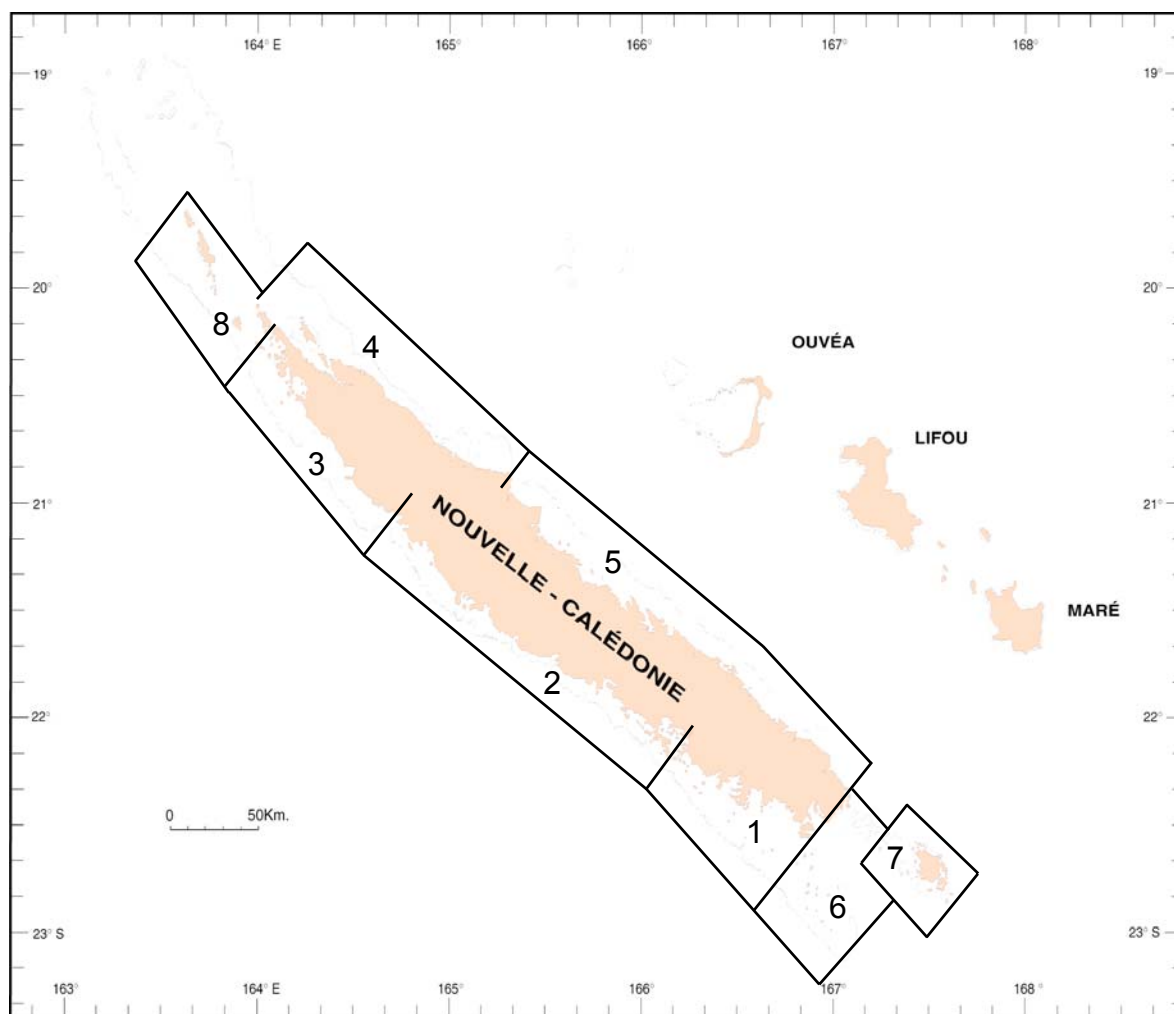


Figure 2. Secteurs géographiques échantillonnés.

2.5. Plan d'échantillonnage

L'effort d'échantillonnage a été défini en fonction des facteurs suivants :

- zone où le dugong est, ou a été chassé pour raisons coutumières ;
- zone où la présence d'herbier de phanérogames est connue ou soupçonnée.

Dans les zones répondant aux critères définis ci-dessus l'effort d'échantillonnage a été intensifié. Les radiales ont été réalisées tous les 2.5 MN. Dans les autres zones du lagon elles ont été effectuées tous les 5 MN. L'effort d'échantillonnage représente théoriquement entre 8 et 16 % de la surface des lagons.

Les cartes SHOM couvrant les lagons de la Grande Terre, ont été utilisées pour définir les coordonnées (latitude et longitude) du début et de fin de chaque radiale.

Les radiales s'étendent de la côte vers le large (Figure 3). Le trait de côte constitue l'arrêt naturel des radiales coté terre ; la ligne de sonde de 500 m a été choisie comme limite, coté large. Dans le cas où cette profondeur se situait à plus de 1 MN du récif, la radiale a été arrêtée à la distance de 1 MN à l'extérieur du récif barrière.

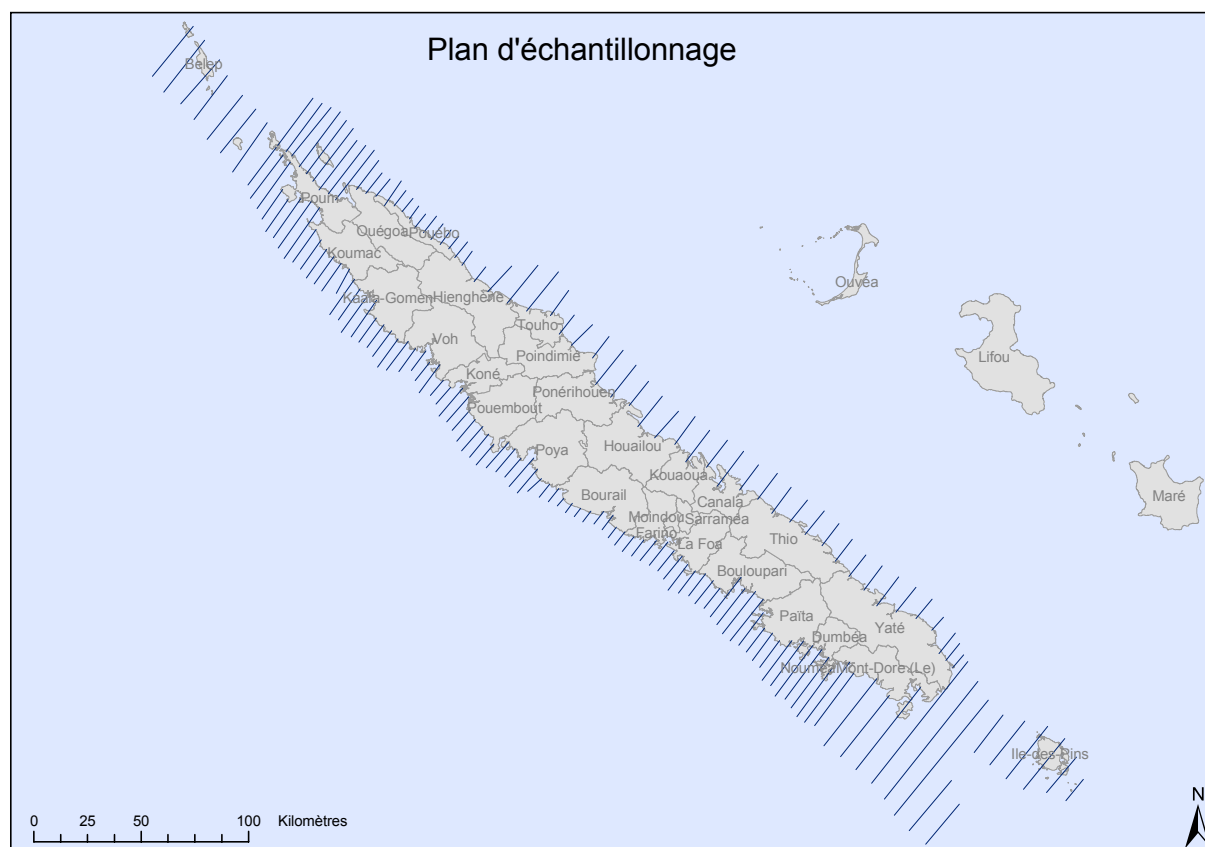


Figure 3. Plan d'échantillonnage présentant les radiales survolées.

2.6. Date d'échantillonnage

Les statistiques mensuelles établies par le service météorologique de Nouvelle-Calédonie entre 1986 et 2000 ont permis d'identifier les mois les moins ventés sur l'ensemble des stations météorologiques du territoire (Table 2).

D'après ces informations il a été décidé de réaliser la phase de collecte de données sur le terrain au mois de juin 2003.

Table 2. Informations recueillies auprès du service météorologique.

Stations météorologiques	Mois le moins venté
Nouméa	Juin – Juillet
Phare Amédée	Août – Septembre
Koumac	Mai – Juin
Ile des Pins	Juin

Poindimié	Juin
Touho	Juin
Pouebo	Juin
Ouloup	Juillet
Wanaham	Juin
La Roche	Juin

2.7. Informations collectées

2.7.1 Observations au cours des radiales

Lors des radiales, les informations recueillies concernent :

- les paramètres du vol ;
- les paramètres environnementaux ;
- les animaux observés.

2.7.1.1 Paramètres du vol

L'altitude définie en pieds est relevée au début et à la fin de chaque radiale, ainsi qu'au cours des radiales lorsqu'elle varie. Les positions GPS (degré, minute, centième) sont prélevées en temps réel toutes les minutes ou toutes les vingt secondes.

2.7.1.2 Paramètres environnementaux

Les paramètres environnementaux sont recueillis de façon à apporter un facteur de correction à la probabilité d'apercevoir un dugong présent dans une radiale lors de l'analyse des données.

L'état de la mer est défini selon l'échelle de Beaufort (Table 3). La réflexion s'entend par la réflexion due au soleil sur la surface de l'eau à l'intérieur de la radiale d'observation. La réflexion et la turbidité sont définies selon les codes présentés dans les tables 4 et 5. La couverture nuageuse est notée en octas en conformité avec la notation aéronautique.

Table 3. **Echelle de Beaufort**

Force	Vitesse moyenne	Etat de la mer
0	< 1 nœud	Miroir
1	1-3 nœuds	Quelques rides
2	4-6 nœuds	Vaguelettes ne déferlant pas
3	7-10 nœuds	Les moutons apparaissent
4	11-16 nœuds	Petites vagues, de nombreux moutons

Table 4. **Codes de réflexion**

Codes de réflexion	Critères
0	Pas de réflexion
1	< 25 % de réflexion dans la zone de la radiale
2	Entre 25 et 50 % de réflexion dans la zone de la radiale
3	> 50% de réflexion dans la zone de la radiale

Table 5. **Codes de turbidité**

Codes de turbidité	Critères
1	Le fond est nettement visible
2	Le fond est visible mais indistinct
3	L'eau est claire mais profonde, ne permettant pas de voir le fond
4	L'eau est turbide

2.7.1.3 Animaux observés

Les informations relevées par les observateurs concernent principalement les dugongs mais les observations d'autres animaux tels que cétacés (dauphins, baleines, cachalots), tortues, requins, raies et serpents marins sont également notés (Table 6).

Table 6. **Informations relevées par les observateurs**

	DUGONG	Dauphin	Baleine	Tortue	Requin	Raie	Serpent
Position par rapport à l'avion (bâbord, tribord)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nombre d'animaux dans le groupe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Position par rapport à la surface de l'eau	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Position dans la radiale	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nombre de veaux	✓	✓	✓				
Genre ou espèce		✓	✓				
Qualité de l'observation	✓	✓	✓				
Turbidité	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

La position de l'observation par rapport à la surface de l'eau est définie ainsi :

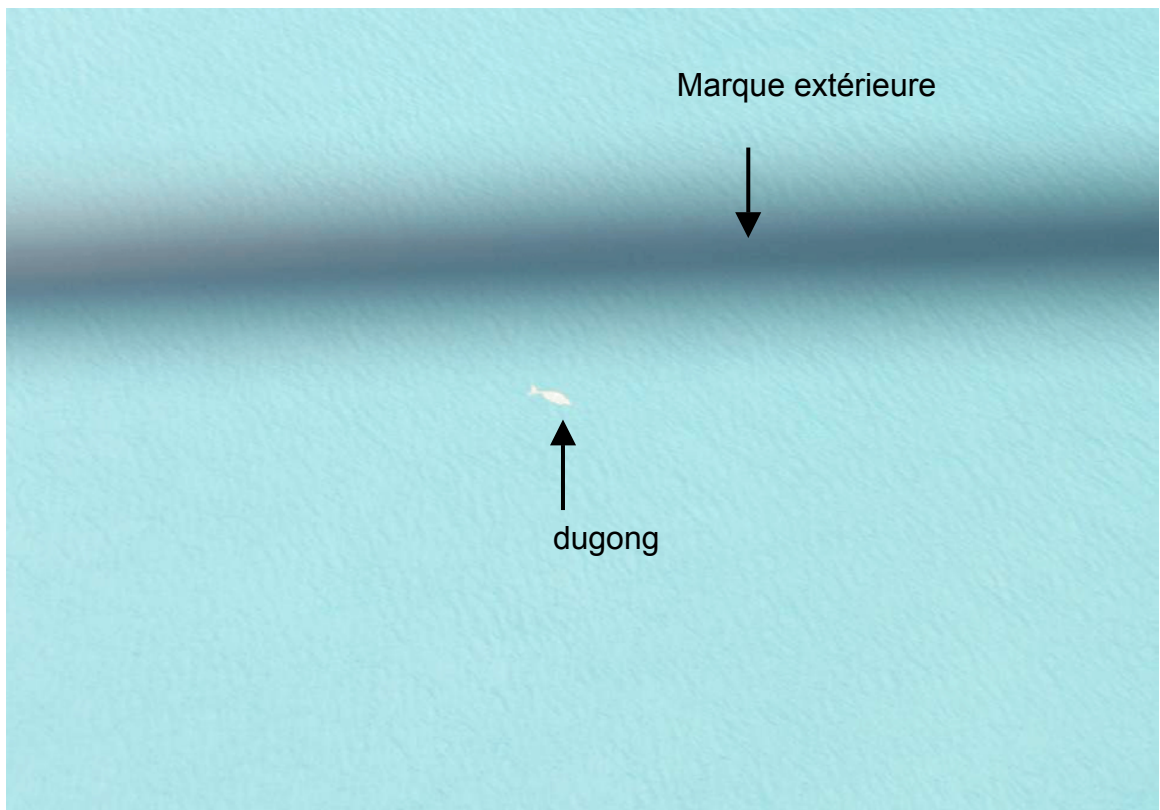
- à la surface de l'eau lorsqu'une partie du corps de l'animal est en surface ;
- sous l'eau lorsque l'animal est complètement immergé.

La position de l'observation dans la radiale est définie ainsi :

- si l'animal a été observé entre l'avion et la marque interne de la radiale la position de l'observation sera qualifiée de « interne »,

- si l'animal a été observé entre la marque extérieure de la radiale et l'aile de l'avion, la position de l'observation sera qualifiée de « externe » ;
- si l'observation a été réalisée à l'intérieur de la radiale, entre la marque extérieure et le milieu de la radiale, la position de l'observation sera qualifiée de « haute » (Figure 4).
- si l'animal a été observé dans la radiale entre la marque interne et le milieu de la radiale, la position de l'observation sera qualifiée de « basse » ;

Figure 4. Dugong observé en position « haute » de la radiale



Chez les dugongs la présence de mères/petits est définie ainsi :

- deux animaux en contact l'un avec l'autre et ;
- l'un des animaux mesure au maximum 2/3 de la taille du second.

La qualité de l'observation se définit ainsi :

- l'observation peut être « certaine », l'observateur est sûr de l'espèce ou du genre observé ;
- l'observation peut être « probable », l'observateur pense qu'il a observé la dite espèce ou genre ;
- l'observation peut être « incertaine », si l'observateur ne confirme pas le genre ou l'espèce.

2.7.2 Observations pendant les trajets

Les observations de dugongs et de tortues ont également été notées lors des trajets entre les radiales ainsi que lors des trajets entre les aérodromes et les secteurs échantillonnés. Durant ces périodes, les informations relevées comprennent la date, l'heure, le nombre d'animaux dans le groupe, la présence de veaux et la position GPS de l'observation.

2.8. Analyse de la distribution

Les positions recueillies en WGS84 et en degré, minutes et centième de minutes ont été transformées en degré décimaux afin d'être intégrées dans la base de données de la SGVL (Structure de Gestion et Valorisation Locale des données ZoNeCo) au SMAI (Service des Méthodes Administratives et Informatiques de Nouvelle-Calédonie). Elles ont ensuite été transformées en UTM58NC pour être projetées sur les cartes IGN72. Les logiciels ArcGis et ArcView 8.3 de la société ESRI Inc., ont été utilisés pour visualiser les informations.

Afin de permettre une étude de la distribution générale, toutes les positions correspondant à des observations de groupes de dugongs relevées au cours du programme de survols de juin 2003, ont été affichées sur une carte générale de distribution. Les positions des observations de groupes contenant des veaux ont été extraites afin d'obtenir une carte de distribution des mères/petits. La cartographie des observations journalières a permis de rechercher les zones d'utilisation répétée.

2.9. Estimation de la densité et de la taille de la population

La méthode des radiales à largeur fixe ou « strip transects », adaptée au comptage de dugong (Marsh, 1995b), a été utilisée. Elle présente l'avantage d'éviter de tenir compte de la probabilité d'observation en fonction de la distance perpendiculaire à l'avion. Elle diminue ainsi le nombre de paramètres à considérer dans l'analyse puisqu'elle postule que tous les animaux observés dans une radiale ont la même probabilité d'être détectés. Ce postulat a été vérifié à l'aide d'un test statistique du χ^2 sur les observations effectuées en positions « haute » et « basse » à l'intérieur des radiales.

L'estimation de la densité et de l'abondance est fonction du nombre d'animaux observés, de la surface échantillonnée et de la probabilité de détecter un animal dans la radiale.

Cette probabilité doit être corrigée afin de tenir compte des facteurs de perception de l'observateur et de disponibilité de l'animal (Marsh et Sinclair, 1989b). Les données brutes récoltées au cours du survol des radiales ont donc été pondérées en fonction de trois facteurs liés à la probabilité de détection d'un animal (P_i) pour chaque observation :

$$P_i = P_{Si} P_{Di} P_{Pi}$$

avec

P_{Si} : probabilité d'échantillonner la radiale ;

P_{Di} : probabilité de disponibilité d'un animal ;

P_{Pi} : probabilité de percevoir un animal qui est disponible.

La modélisation de ces facteurs a été établie par l'équipe du professeur Marsh de l'université de James Cook, en Australie, au cours de vingt années d'études sur les dugongs (Marsh et Sinclair, 1989a et b ; Pollock *et al.*, sous presse). Ces modèles de probabilité, utilisés dans le présent projet, sont détaillés ci-dessous.

2.9.1 Probabilité d'échantillonner la radiale (P_{Si})

Le premier facteur est relatif à la surface échantillonnée. Une correction est effectuée en fonction de l'effort d'échantillonnage ; c'est la proportion entre la surface échantillonnée et la surface totale de la zone d'étude. La surface réellement échantillonnée est calculée à partir de la longueur de la radiale, de l'altitude moyenne au cours du vol qui est pondérée par une correction liée à la dérive de l'altimètre de bord si nécessaire.

La surface échantillonnée doit également être représentative de l'ensemble de la zone étudiée, pour cela les radiales ont été orientées de la côte vers le large, de façon à couvrir l'ensemble des habitats lagunaires.

2.9.2 Probabilité de disponibilité de l'animal (P_{Di})

Le second facteur concerne la disponibilité de l'animal pour l'échantillonnage. Il est relatif au temps passé par l'animal en surface, lorsqu'il est disponible pour l'observation, ainsi qu'aux conditions environnementales tels que la turbidité de l'eau et l'état de la mer.

Ces deux facteurs relevés au cours des survols servent à calculer une classe de détection. Chaque classe est associée à une probabilité de disponibilité de l'animal (Table 7).

Ces probabilités ont été calculées par l'équipe du professeur Marsh. Elles s'appuient sur des recherches ayant trait au comportement des dugongs et à leur temps de plongée (Chilvers *et al.*, sous presse), ainsi que sur des études expérimentales au cours desquelles des maquettes de dugong, grandeur nature, ont été tractées par un bateau et observées à partir d'un hélicoptère sous les différentes combinaisons de turbidité et de l'état de la mer rencontrées au cours des survols (Pollock *et al.*, sous presse).

Table 7. **Probabilité de détection d'un dugong en fonction de la turbidité et de l'état de la mer.**

Turbidité	Beaufort	Classe de détection	Probabilité de détection
1	≤ 2	1	1
2	≤ 2	2	0.65
3	≤ 2	3	0.46
4	≤ 2	4	0.47
1	≥ 2	5	1
2	≥ 2	6	0.47
3	≥ 2	7	0.30
4	≥ 2	8	0.47

La turbidité et l'état de la mer, notés pour chaque observation de dugong effectuée dans les radiales, permettent d'associer une probabilité de détection à chaque observation.

2.9.3 Probabilité de percevoir un animal (P_{Pi})

Le troisième facteur est la probabilité de perception visuelle ; c'est à dire le fait que l'observateur voit un animal disponible dans la radiale. Ce facteur constitue l'erreur due aux observateurs. En pratique, elle nécessite la présence d'un binôme d'observateur de chaque coté de l'avion. La comparaison des observations réalisées par le binôme situé à bâbord permet de calculer la probabilité de perception pour ce coté grâce à une méthode de capture-recapture. Le même calcul est effectué pour le coté tribord (Marsh et Sinclair, 1989b).

La probabilité utilisée dans cette étude a été calculée par l'équipe du professeur Marsh dans le cas où un seul observateur est présent de chaque coté de l'avion. Elle est de 0.72 ($\sigma = 0.0159$) pour les observateurs bâbord et tribord (Pollock *et al.*, 2003).

2.9.4 Abondance et facteur d'inflation de la variance (Fiv)

L'analyse du nombre de dugongs dans les radiales sert à définir des blocs dont les limites correspondent à une discontinuité dans la distribution des animaux.

A l'aide des facteurs de corrections présentés ci-dessus, une première valeur du nombre d'animaux par bloc (N_a), est calculée en utilisant l'estimation de Horvitz-Thompson appliquée au modèle de capture-recapture pour une population fermée (Huggins, 1989, 1991 ; Alho, 1990) :

$$N_a = \sum [1/P_i]$$

Afin de tenir compte de la distribution non-aléatoire des groupes dans les radiales, un facteur d'inflation de la variance (Fiv) est associé au calcul de la densité. Il est calculé ainsi :

$$Fiv = \text{Var}(Y)/Y = A \sum a_i (y_i/a_i - Y/A)^2 / (k-1)$$

avec :

A : surface totale du bloc ;

Y : nombre de dugong compté dans le bloc ;

a_i : surface échantillonnée dans chaque radiale ;

y_i : nombre de dugongs comptés dans chaque radiale du bloc ;

k : nombre de radiales.

2.9.5 Estimation par simulation

Afin d'obtenir une variance plus précise et indépendante des observations sur lesquelles sont basées l'estimation d'abondance de la population, Pollock *et al.* (sous presse) ont développé un algorithme qui utilise des simulations itératives (Monte-Carlo) pour déterminer l'écart type de l'estimation pour chaque bloc. Il permet de modéliser les conditions d'échantillonnage dans l'ensemble de la surface du bloc. Les simulations générées par ce programme informatique sont basées sur toutes les sources de variations (taille moyenne des groupes de dugong, effort d'échantillonnage et facteur

d'inflation de la variance) ainsi que sur la fréquence des classes de probabilité de détection dans le bloc.

Le programme informatique génère une moyenne de la taille de la population pour chaque bloc (N_{Bi}) à partir des estimations obtenues par simulation ($n = 10\,000$). L'estimation de la population totale (N_{pop}) est obtenue en sommant celle de chaque bloc :

$$N_{pop} = \sum N_{Bi}$$

La variance de la population est obtenue en sommant la variance de chaque bloc.

$$\text{Var}(N_{pop}) = \sum (\text{Var}(N_{Bi})) = \sum (\sigma(N_{Bi})^2)$$

et l'écart type de la population est obtenu en prenant la racine carrée de la variance de la population.

2.10. Description de l'habitat

Afin de permettre une analyse de l'habitat des dugongs chaque observation a été associée à un certain nombre de paramètres physiques et biologiques.

Certains paramètres ont été relevés sur les cartes marines. Il s'agit de la profondeur (m), la distance à la côte la plus proche (km), la distance au récif barrière le plus proche (km), la position relative au récif barrière (à l'intérieur du lagon ou bien à l'extérieur du récif barrière), la position par rapport aux passes (dans une passe, ou non) et la composition sédimentaire du fond.

Enfin, pour tenter d'établir une relation entre dugongs et herbiers, la littérature existante a été consultée. Des informations relatives à la distribution et à la biomasse des herbiers sont disponibles pour la partie sud de Nouvelle-Calédonie (Garrigue, 1987 et 1995). Garrigue (1995) a montré qu'environ 20 % de la surface étudiée soit 413 km², était occupée par des herbiers de phanérogames, zone de nutrition potentielle pour les dugongs. La description des communautés benthiques, en rapport avec la constitution sédimentaire a été réalisée par Chardy et al. (1988) dans la partie sud-ouest du lagon de Nouvelle-Calédonie, de la passe de Saint-Vincent à la passe de Mato. Toutes ces informations ont été utilisées pour analyser la distribution des dugongs par rapport aux herbiers dans une zone comprise entre la Passe de Ouaraï et celle de Boulari.

3. RESULTATS

L'ensemble des secteurs a été survolé en dix jours entre le 2 juin et le 30 juin 2003 (Table 8).

Un total de 53.5 heures a été nécessaire pour survoler l'ensemble des secteurs. La durée des survols a varié entre 1.3 et 4.4 heures, l'état de la mer a varié entre 0 et 4 sur l'échelle Beaufort. Le détail de chaque plan de vol a été fourni dans le rapport intermédiaire en (annexe I). Les cartes correspondant aux radiales survolées chaque jour sont présentées dans ce rapport en annexe I.

Table 8. **Calendrier des activités**

Date	Secteur survolé	Vent (nœuds)	Etat de la mer (Beaufort)	Commentaires
29/05/03				Arrivée Prof. Marsh et Dr. Patenaude
30/05/03				Préparatifs, équipement et visite technique de l'avion
31/05/03				Préparatifs de l'avion
01/06/03				Préparatifs de l'avion
02/06/03	Lagon ouest	0 – 12	0 – 4	Vol d'essai
03/06/03	Lagon ouest	0 – 12	0 – 3	
04/06/03	Lagon ouest et nord ouest	0 – 12	0 – 3	
05/06/03	Lagon sud ouest	1 – 15	1 – 4	Vents augmentent rapidement, interruption du vol
06/06/03				Trop de vent, pas de vol
07/06/03				Trop de vent, pas de vol
08/06/03				Plafond nuageux trop bas, pas de vol
09/06/03				Cyclone
10/06/03				Trop de vent, réunion avec la DRN, Province Sud; Conférences en soirée a la CPS
11/06/03				Vent et grain, pas de vol
12/06/03				Trop de vent, pas de vol
13/06/03				Trop de vent, pas de vol
14/06/03				Trop de vent, pas de vol
15/06/03				Pilote indisponible
16/06/03	Ile des Pins et grand lagon sud	1 – 15	1 – 4	Vents augmentent rapidement, interruption du vol
17/06/03				Pilote indisponible
18/06/03	Grand lagon sud et lagon est	1 – 12	1 – 3	
19/06/03	Lagon est, nord est et nord ouest	1 – 12	1 – 3	
20/06/03	Lagon nord est	8 – 15	3 – 4	Vents augmentent rapidement, interruption du vol
21/06/03				Trop de vent, pas de vol
22/06/03	Lagon sud ouest	0 – 5	0 – 2	
23/06/03				Venteux nord et nord est, dernière section à survoler.
24/06/03				Venteux nord et nord est, dernière section à survoler.
25/06/03				Secteur nord et nord est venteux
26/06/03				Secteur nord et nord est venteux
27/06/03				Secteur nord et nord-est vent et pluie
28/06/03				Pilote indisponible
29/06/03				Pilote indisponible
30/06/03	Lagon nord est et nord	0 – 15	0 – 3	

3.1. Composition et taille des groupes

Un total de 181 groupes de dugongs comprenant 323 individus, dont 37 veaux, a été observé au cours des survols aériens (Table 9). Le plus grand groupe dénombré a été observé au cours d'un trajet ; il comprenait 13 animaux dont deux veaux. Le maximum de dugongs a été observé le 22 juin. Ce jour, 57 dugongs ont été comptés dans le secteur sud-ouest au cours de l'échantillonnage dans les radiales et hors des radiales. Ce chiffre représente le nombre minimum de dugong présent dans cette région. Les données brutes des enregistrements en vol ont été fournies dans le rapport intermédiaire en annexe II.

Les observations effectuées durant les trajets ont permis de compter 169 dugongs dont 23 petits. Elles ne sont utilisées que pour la description de la distribution car elles ne sont pas corrigées pour le double comptage probable, le trajet du transit survolant plusieurs jours les mêmes lieux.

Au cours des radiales, 104 observations ont été réalisées. Un total de 125 dugongs, dont 9 veaux, a été dénombré à l'intérieur des radiales et 29 dugongs, dont 5 veaux, à l'extérieur des radiales. La taille des groupes variait de 1 à 7 individus. La taille des groupes incluant des mères/petits, comprenait de 2 à 5 individus. Les animaux rencontrés étaient le plus souvent solitaires ; ils représentent 72% des groupes (Figure 5). Les paires représentent 16% des groupes ; plus de la moitié d'entre elles était composée d'une mère accompagnée par son petit. Les veaux représentent 9% des animaux observés. La taille moyenne des groupes (t_{moy}) est de 1.5 individus ($\sigma = 0.1$).

Table 9. **Nombre de groupe et nombre de dugongs observés lors des survols.**

Date	Dans les radiales		A l'extérieur des radiales		Lors des trajets		Total	
	Nombre total : groupe/individu	Nombre veaux : groupe/individu	Nombre total : groupe/individu	Nombre veaux : groupe/individu	Nombre total : groupe/individu	Nombre veaux : groupe/individu	Nombre total : groupe/individu	Nombre veaux : groupe/individu
02/06/03	11/16	1/1	4/4	0	2/6	0	17/26	1/1
03/06/03	8/18	1/1	3/4	1/1	16/29	7/7	27/51	9/9
04/06/03	17/21	1/1	5/6	1/1	16/39	5/6	38/66	7/8
16/06/03	0	0	0	0	1/9	1/2	1/9	1/2
18/06/03	2/2	0	1/1	0	2/2	0	5/5	0
19/06/03	3/3	0	0	0	14/36	2/3	17/39	2/3
20/06/03	0	0	0	0	8/20	0	7/19	0
22/06/03	29/47	2/2	6/10	2/2	12/21	3/4	47/78	7/8
30/06/03	12/18	4/4	3/4	1/1	6/7	1/1	21/29	6/6
Total	82/125	9/9	22/29	5/5	77/169	19/23	181/323	33/37

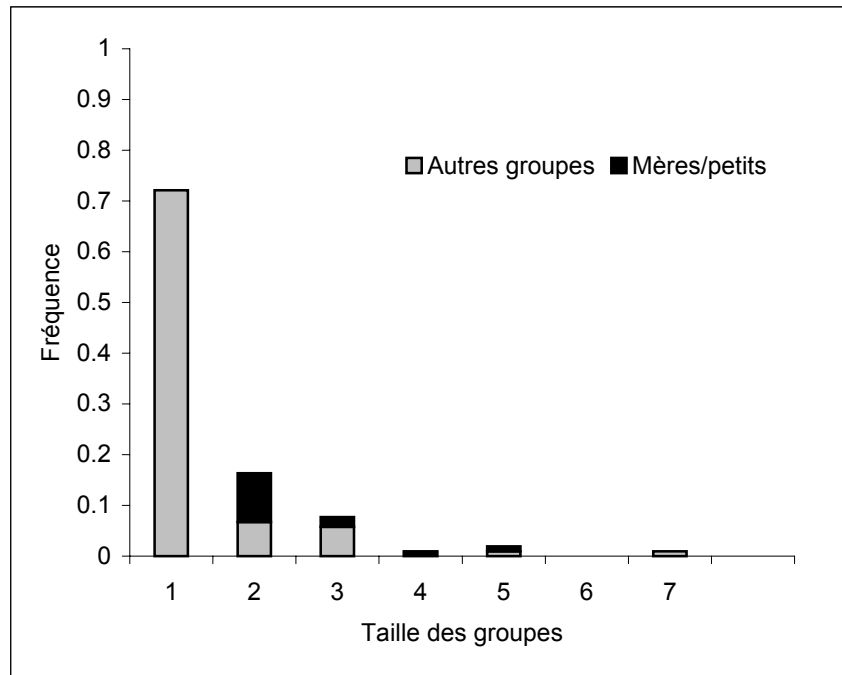


Figure 5. Fréquence de la taille des groupes observés au cours des radiales

3.2. Distribution des dugongs

3.2.1 Distribution spatiale

Toutes les informations obtenues au cours des survols aériens ($n = 181$) ont été cartographiées afin d'établir une première distribution générale des dugongs autour de la Grande Terre (Figure 6).

La distribution des dugongs n'est pas uniforme. La majeure partie des observations ($n = 152$, 84 %) a été effectuée sur les trois secteurs de la côte ouest. Le long de cette côte la distribution générale est plus ou moins continue. Dans certaines zones les observations sont agrégées alors que dans d'autres elles sont éparées.

Concernant la côte est, la majeure partie des groupes a été observée dans la partie nord-est et quelques rares observations ont été réalisées aux environs de Thio. Dans la partie sud, une seule observation a été réalisée près de Port Koué. Dans la partie nord, quelques observations éparées ont été faites entre la Grande Terre et les îles Bélep.

Dans certaines régions aucun dugong n'a été observé. Il s'agit de la partie médiane et sud est de la côte est, de la zone comprise entre La Havannah et l'île des Pins et de la corne sud jusqu'à la passe de Boulari.

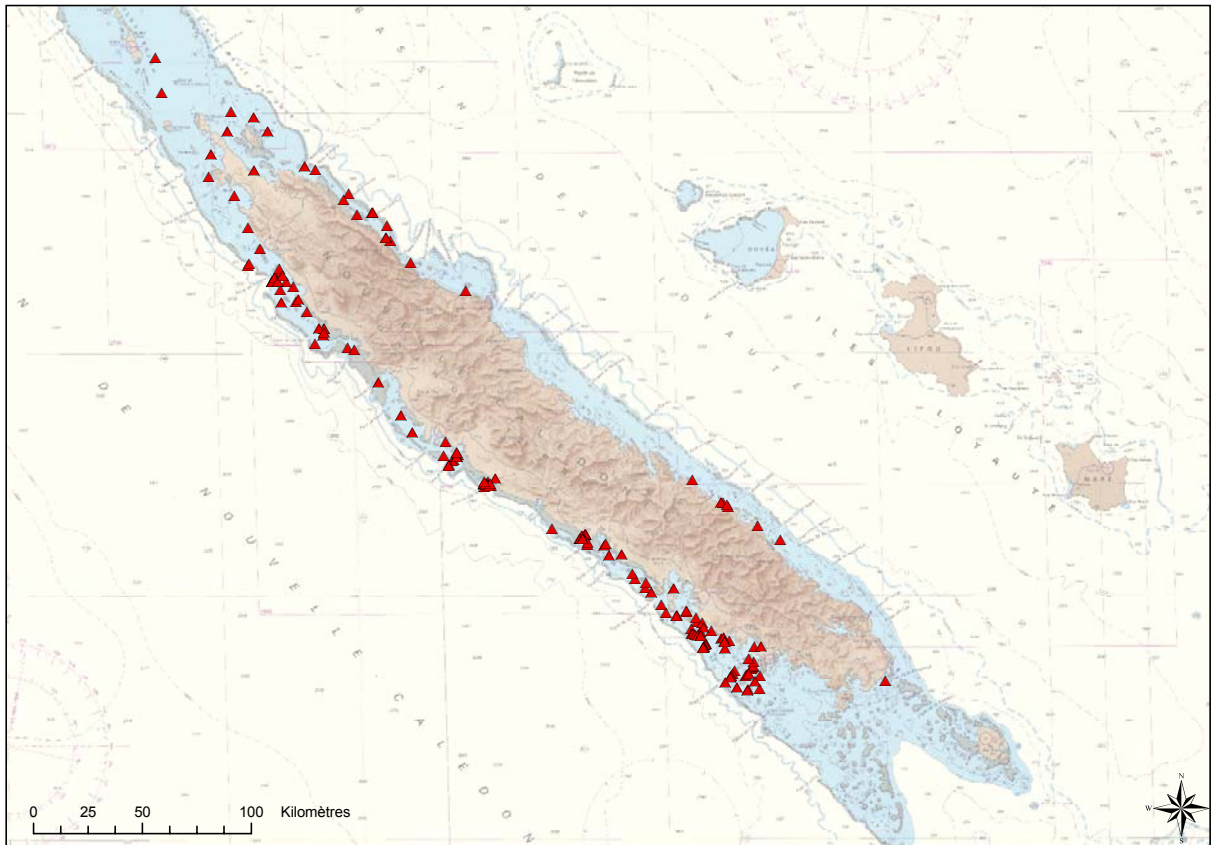


Figure 6. Distribution générale des dugongs autour de la Grande Terre entre le 2 et le 30 juin.

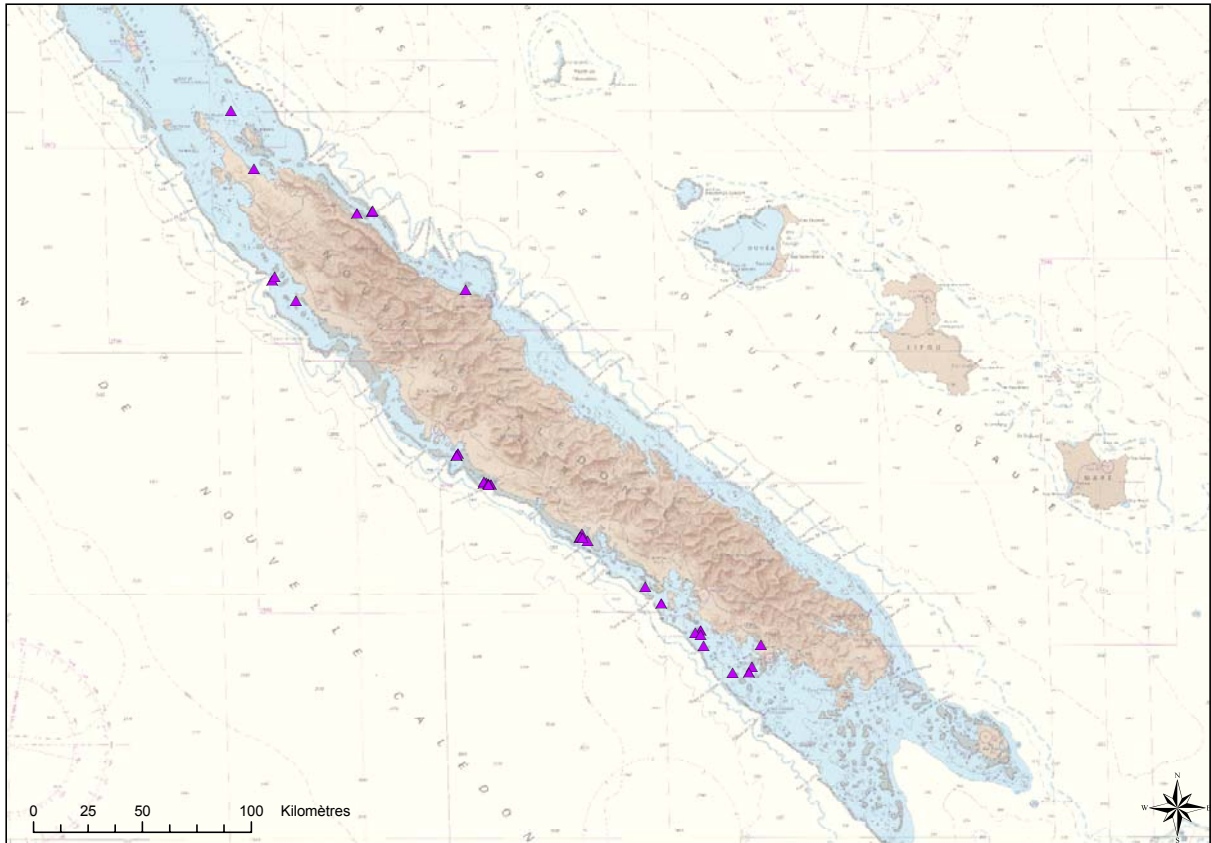


Figure 7. Distribution générale des groupes de mères/petits autour de la Grande Terre entre le 2 et le 30 juin 2003.

Les informations concernant les mères/petits ($n = 33$) sont présentées sur la Figure 7. Ce type de groupes a été observé sur les deux côtes et leur distribution recoupe la distribution générale (Figure 6). Il ne semble donc pas y avoir d'habitat spécifique pour les mères/petits, du moins à cette échelle.

3.2.2 Distribution temporelle

Une approche de la distribution temporelle a été tentée pour les zones survolées au minimum trois jours entre le 2 et le 30 juin 2003. Ceci correspond généralement au trajet vers une zone d'échantillonnage distante de l'aérodrome de départ.

Au sein de ces zones, certaines localités semblent être fréquentées de manière régulière, du moins pendant la période sur laquelle l'échantillonnage s'est déroulé (Table 10). C'est le cas de Kaala-Gomen (Figure 8), la Coupée du Cap Goulvain et Moindou (Figure 9) où des dugongs ont été observés quasiment à chaque passage. Le nombre minimum d'animaux compté varie entre 4 et 18 au Cap Goulvain, entre 4 et 19 à Kaala-Gomen et entre 2 et 10 à Moindou. Dans ces trois zones les observations étaient circonscrites dans une surface de quelques kilomètres carrés.

Table 10. Informations relatives à la distribution temporelle

Zone	Nouméa – Passe de Uitoé – Passe d'Ouarai	Moindou	Coupée du Cap Goulvain	Poya	Kaala- Gomen	Thio	Nakéty - Touho
Nombre de passages aériens	6	5	4	4	3	3	3
Nombre d'observations positives	6	4	4	2	3	3	0
Nombre d'animaux observés (min – max)	1 – 20	2 – 10	4 – 18	4 – 8	4 – 19	1 – 1	0
Etendue de la zone (km)	80	4	4	6	10	4	120

Par comparaison, la région de Thio a également été survolée trois fois et chaque fois des observations positives ont été effectuées mais elles ne concernent qu'un seul animal.

La région se situant entre Nouméa-Magenta, la passe de Uitoé et la passe d'Ouarai a également été survolée à de nombreuses reprises. Sur cette zone qui s'étend sur environ 80 km des dugongs ont été observés à chaque passage (Figure 10). Par comparaison aucun animal n'a été observé dans la zone qui s'étend sur 120 km de Nakéty à Touho et qui a été survolée 3 fois.

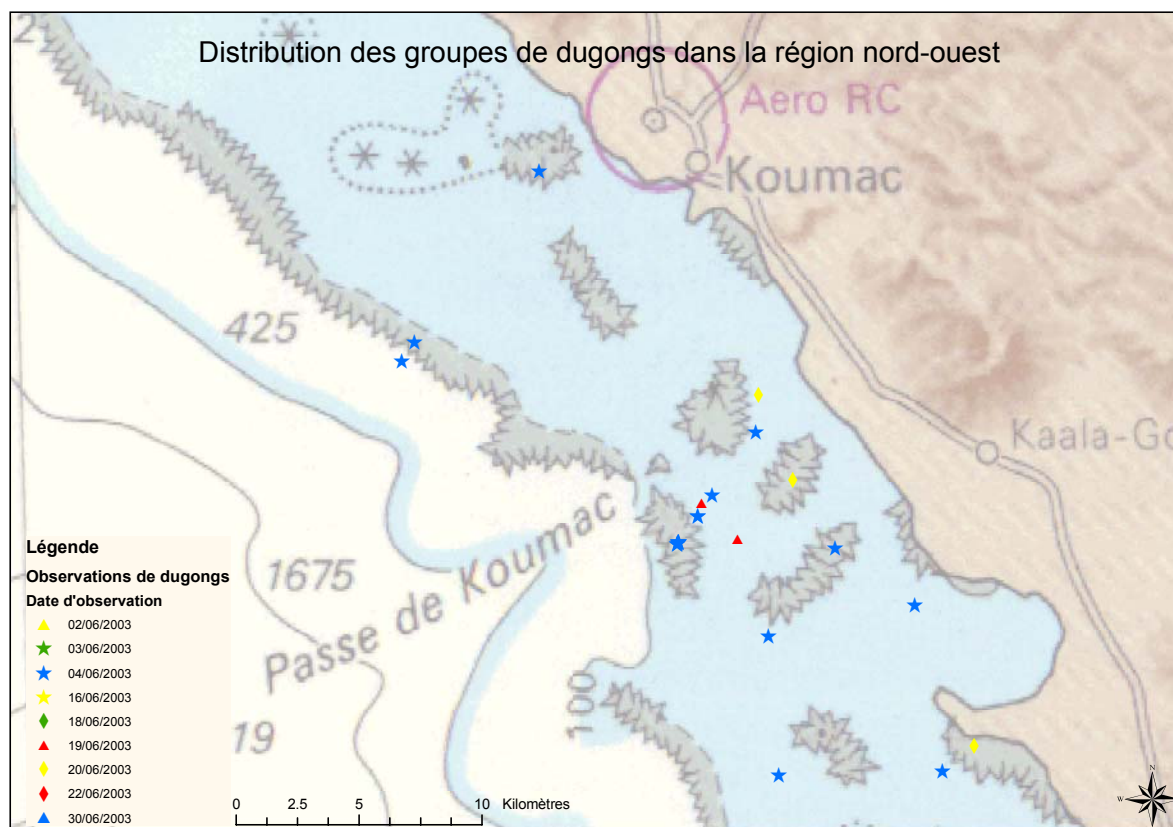


Figure 8. Distribution des groupes de dugongs observés dans la région de Kaala-Gomen, lors des survols effectués entre le 2 et le 30 juin 2003.

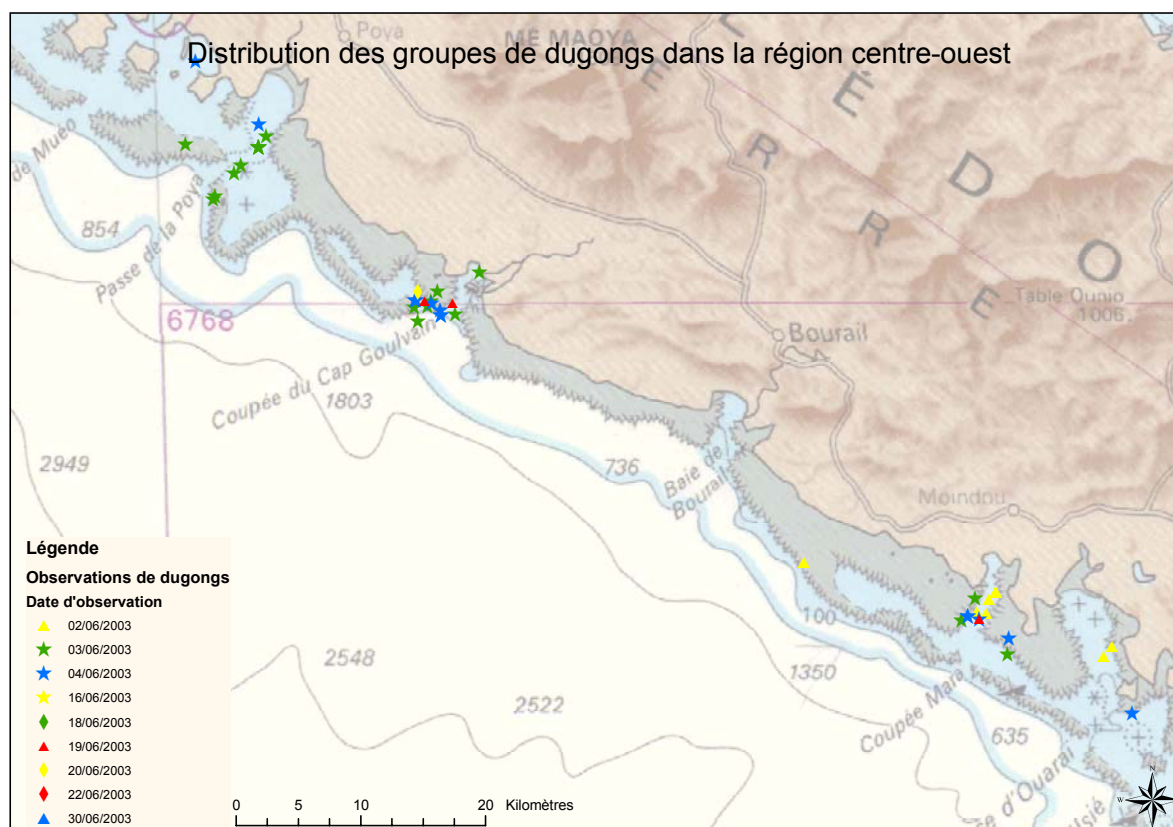


Figure 9. Distribution des groupes de dugongs observés dans la région centre ouest lors des survols effectués entre le 2 et le 30 juin 2003.

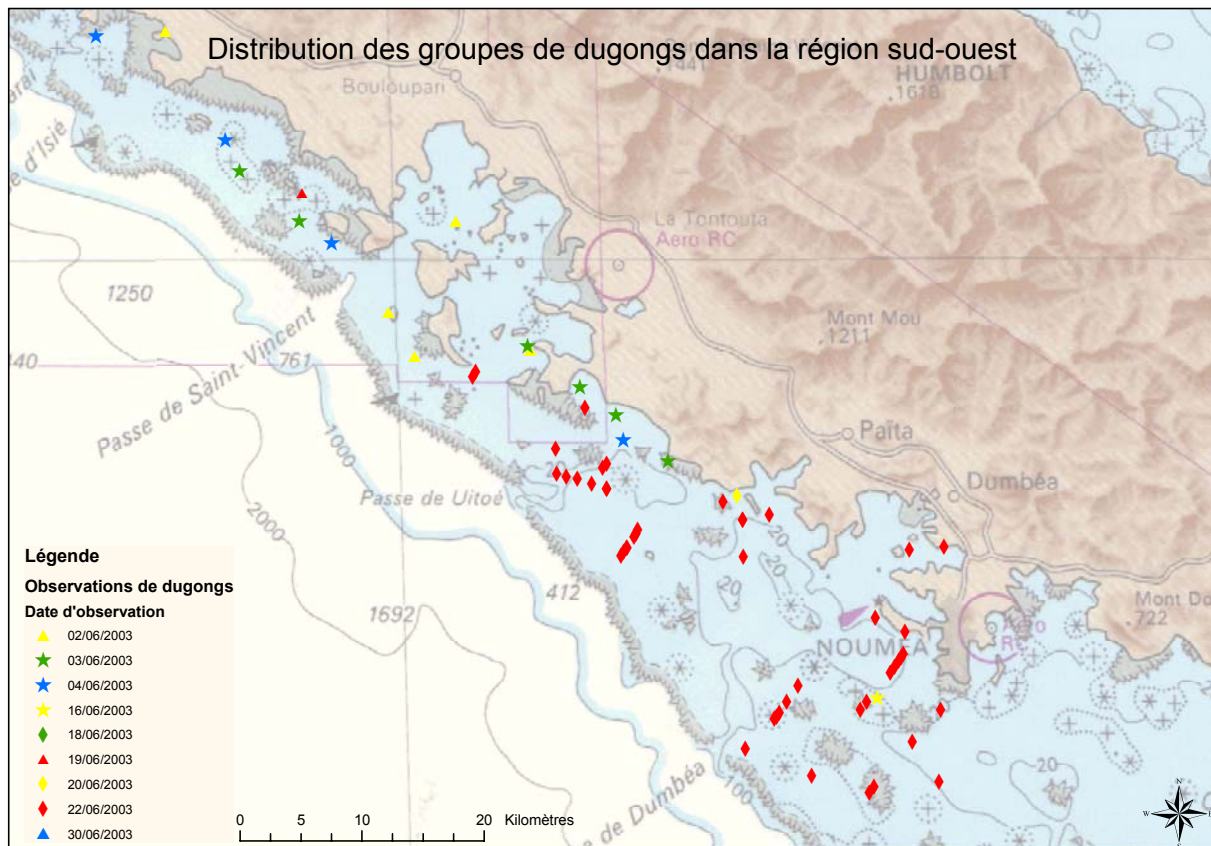


Figure 10. Distribution des groupes de dugongs observés dans la région sud lors des survols effectués entre le 2 et le 30 juin 2003.

3.3. Abondance et densité de la population

Le calcul de l'abondance de dugongs autour de la Grande terre a été effectué à l'aide des données relevées à l'intérieur des radiales. Un test du Chi² a permis de vérifier que les animaux observés en position basse ($n = 61$) et en position haute ($n = 64$) ont la même probabilité d'être détectés ($\text{Chi}^2 = 0.072$, $p > 0.1$).

3.3.1 Définition des blocs

La projection cartographique des données relevées dans les radiales montre une distribution discontinue autour de la Grande Terre (Figure 11). Afin de refléter cette réalité dans l'analyse de l'abondance, la surface échantillonnée a été divisée en 5 blocs dont les limites correspondent à une discontinuité dans la distribution des animaux (Figure 12 et Table 11). L'abondance a été calculée séparément pour chaque bloc. La taille de la population a été obtenue en sommant l'abondance de chaque bloc.

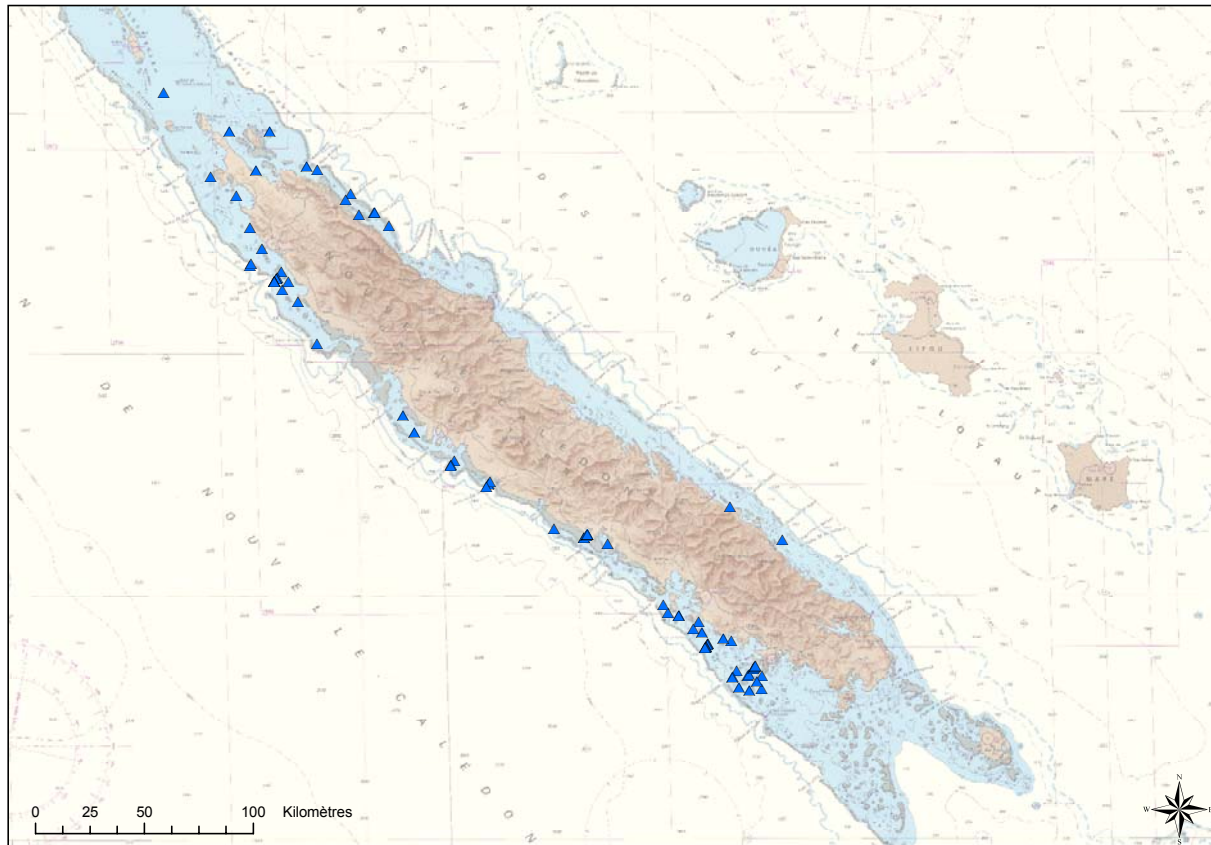


Figure 11. Distribution des groupes de dugongs observés dans les radiales entre le 2 et le 30 juin 2003.

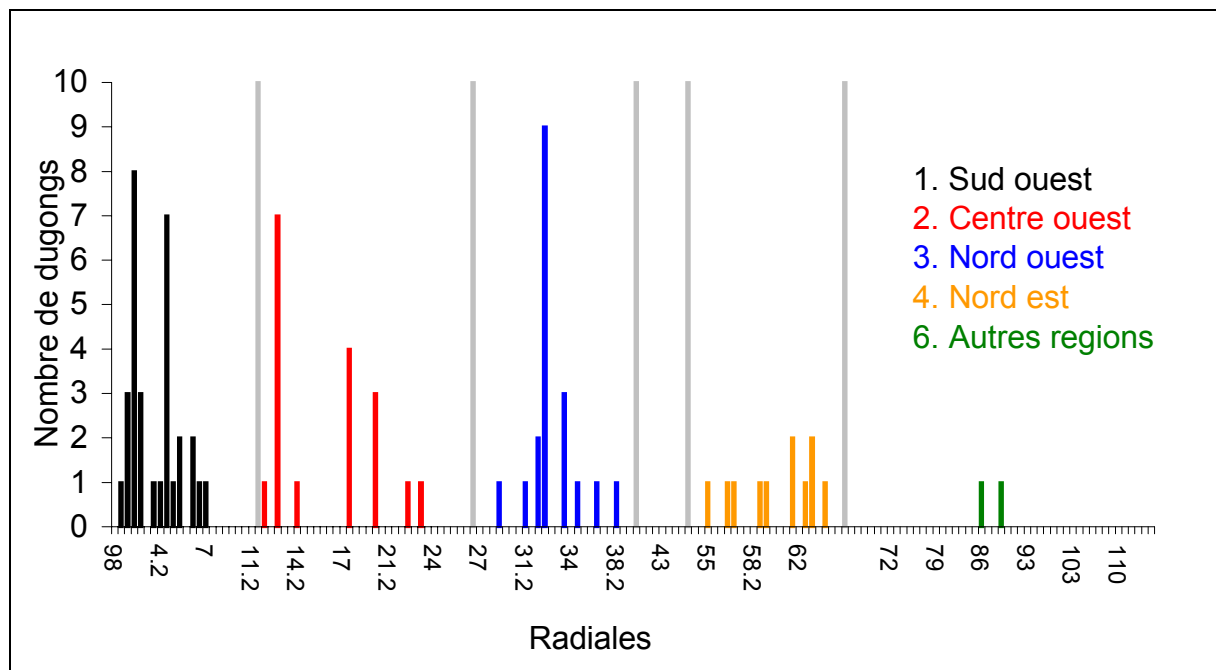


Figure 12. Fréquence de distribution du nombre de dugongs dans les radiales.

Table 11. Description des blocs utilisés dans les calculs de densité et d'abondance.

Blocs	Régions géographiques	Etendues	Radiales
1	Sud ouest	De la passe de Boulari à la passe d'Ouaraï	98 à 11.2
2	Centre ouest	De la passe d'Ouaraï à la passe du Duroc	11 à 27.2
3	Nord ouest	De la passe du Duroc au nord de la passe de Poum	27 à 39
4	Nord est	De l'est de l'île de Baaba aux passes d'Ouaième	54 à 65
6	Autres régions	Du nord de la passe de Poum aux îles Bélep, du sud des passes d'Ouaième à l'île des Pins et de l'île des Pins à la passe de Boulari	40 à 46, 66 à 97, 99 à 112

3.3.2 Abondance et fréquence des classes de détection par blocs

Les informations présentées dans les tableaux 12 et 13 sont utilisées dans les simulations Monte-Carlo du programme développé par Pollock *et al.* (sous presse) afin de calculer l'estimation d'abondance totale.

Table 12. Fréquence d'observations par classe de détection pour chaque bloc.

Blocs	Classe de détection							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	27.51	29.29	30.18	11.83	0.89	0.30	0.00	0.00
2	46.81	9.36	5.53	17.45	8.09	2.55	5.11	5.11
3	24.43	20.65	32.75	15.11	1.51	176	3.27	0.50
4	22.64	37.47	23.99	8.09	1.35	3.50	2.43	0.54
6	14.05	15.67	51.87	7.48	1.42	2.83	6.07	0.61

Table 13. Ensemble des paramètres utilisés dans les simulations.

Blocs	Y	A (km ²)	a	k	N _A	Fiv	t _{moy}
1	52	2036	0.181447	22	372.5	52.46	
2	30	1580	0.172493	32	164.5	57.15	
3	23	2186	0.165138	25	272.2	37.49	
4	17	1796	0.164419	23	142.5	30.72	
6	3	10530	0.087494	54	92.7	16.88	
Total	125	18128	0.122542	156			1.48

(Nombre de dugongs (Y), surface totale (A), proportion de la surface échantillonnée (a), nombre de radiales (k), N_A : estimation du nombre de dugongs, Fiv : facteur d'inflation de la variance et taille moyenne des groupes (t_{moy})).

3.3.3 Résultats des simulations

La taille de la population de dugong autour de la Grande Terre est estimée à 1732 individus ($\sigma = 475$; I.C. = 931 ; CV = 0.27) ce qui représente une densité globale de 0.096 individu / km² (Table 14). L'abondance de la côte ouest représente 72.6 % de

la population totale, 15 % de l'abondance est confinée au nord est de la côte est (Bloc 4) et 12.4 % est dispersée sur le reste de la Grande Terre (Bloc 6).

La densité de la population varie énormément selon les blocs. La densité moyenne de dugongs sur la côte ouest (Blocs 1, 2 et 3) est de 0.217 individu / km² ($\sigma = 0.075$). La densité calculée pour le nord est de la côte est représente environ la moitié de celle de la côte ouest. La densité n'a pas été calculée pour l'ensemble de la côte est car la distribution y est discontinue.

Table 14. **Estimation de la taille de la population de dugong autour de la Grande Terre.**

Blocs	N _B (σ)	Densité (σ)
1	520 (309)	0.255 (0.152)
2	333 (201)	0.211 (0.127)
3	404 (233)	0.185 (0.107)
4	253 (146)	0.141 (0.081)
6	222 (118)	0.021 (0.011)
N _{pop}	1732 (475)	0.096 (0.026)

N_B : moyenne de l'estimation de l'abondance par bloc, σ : écart-type,
N_{pop} : abondance de la population totale.

3.4. Description de l'habitat

Les différents paramètres environnementaux associés à la position des groupes de dugongs sont présentés dans la Table 15.

En général, les dugongs ont été observés en eaux peu profondes (moins de 10 m). Dans la région centre ouest et nord ouest la profondeur moyenne est inférieure à 7 m, dans les régions sud ouest et nord est elle est un peu plus profonde mais reste inférieure à 15 m. Concernant les autres régions qui couvrent une grande surface il est difficile de tirer des conclusions.

La distance moyenne à la côte est de 4.7 km et la distance moyenne au récif barrière est de 6.3 km. La distance maximale à la côte est de 18.3 km. La région Centre ouest se distingue des autres régions par la proportion d'animaux associée à une passe (73 %) ainsi qu'à la proportion d'animaux retrouvée à l'extérieur du récif (33%).

D'après les informations sédimentaires relevées sur les cartes marines, 42 % des groupes de dugongs ont été observés dans des milieux coralliens (récif, récif réticulé avec zones sableuses), 33 % des groupes se rencontraient dans un milieu de sable (principalement coquillier) et 11 % dans un milieu vaseux. Le reste (14 %) était associé à des milieux divers.

Table 15. Paramètres environnementaux associés aux observations de dugongs obtenues au cours des survols de juin 2003.

Régions	Profondeur (m)		Distance à la côte (km)		Distance au récif (km)		Associé à une passe	Extérieur du récif barrière
	Moyenne (σ)	Echelle	Moyenne (σ)	Echelle	Moyenne (σ)	Echelle		
Sud ouest n = 64	11.6 (6.7)	0.5-25	5.3 (4.0)	0.05-17.7	8.6 (5.2)	1.3-24.8	2%	0
Centre ouest n = 52*	3.6 (4.8)	0.5-20	3.6 (1.7)	0.6-9	2.6 (2.3)	0-7.1	73%	33%
Nord ouest n = 35*	6.5 (5.2)	0.5-21	5.6 (3.1)	0.2-2.2	5.0 (4.4)	0.1-12.4	0%	0
Nord est n = 17	13.5 (9.6)	0.5-31	4.9 (5.4)	0.1-17.0	7.8 (8.2)	0-27.0	6%	6%
Autres n = 12*	22.3 (5.5)	10-30	2.9 (5.1)	0.4-18.3	11.8 (5.9)	1.5-24.5	0%	0
Total n = 181	9.1 (7.8)	0.5 - 31	4.7 (3.7)	0.05-18.3	6.3 (5.5)	0 - 27	22%	10%

* pour la profondeur, centre ouest n = 50, nord ouest n = 33, autres n = 9

Des observations de dugongs ont été réalisées dans les trois communautés benthiques décrites par Chardy *et al.* (1988) dans la partie sud-ouest du lagon de Nouvelle-Calédonie. Il semble y avoir une préférence pour les fonds de sable gris puisque environ deux tiers des observations (62 %) et des individus (71 %) ont été vus sur ce type de fonds. Concernant le reste des observations, les individus se répartissaient également sur les fonds blancs (14 %) et sur les fonds de vase (15 %). Les herbiers de phanérogames peuvent former des herbiers denses sur les fonds de sable gris (Chardy *et al.*, 1988). Ces formations correspondent à la sous-association végétale des herbiers de phanérogames décrites par Garrigue (1995). Les fonds de vase peuvent quant à eux héberger la sous association-végétale des herbiers profonds et des herbiers à *Halophila ovalis* peuvent être observés sur les fonds blancs (Garrigue, 1995).

Un total de 108 dugongs, se rapportant à 63 observations, a été relevé dans la zone comprise entre la Passe de Ouaraï et celle de Boulari où des informations sont disponibles quant à la distribution des herbiers de phanérogames (Garrigue, 1987 et 1995). Plus de la moitié des observations (60 %), représentant 65 % des individus observés, se trouvait dans des zones d'herbiers de phanérogames, principalement dans la sous-association végétale des herbiers de phanérogames rencontrée sur la plaine lagonaire ainsi que dans la sous-association végétale des herbiers profonds rencontrée en zone côtière (Garrigue, 1995). Cette dernière est caractérisée par la présence d'*Halophila decipiens* tandis que la première comprend un cortège d'espèces (*Halodule uninervis*, *Cymodocea serrulata*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*) dont certaines sont particulièrement appréciées du dugong.

Très peu des cétacés observés au cours de l'étude (cf. 3.5) se trouvait à proximité immédiate des dugongs. Par contre un grand nombre de tortues et de raies a été rencontré dans l'habitat du dugong.

3.5. Observations d'autres animaux marins

D'autres animaux marins ont été observés au cours des survols, durant les radiales et pendant les trajets (Table 16). Il s'agit essentiellement de tortues et de petits cétacés. Les requins et les raies n'ont été notés que pendant les survols des radiales. Lorsque cela a été possible l'espèce a été identifiée.

Les radiales n'ont pas été interrompues pour identifier les petits cétacés, sauf dans le cas de grands groupes. Les espèces identifiées sont essentiellement le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le dauphin à long bec (*Stenella longirostris*).

Pour les raies, seules les raies mantas (*Manta birostris*) ont parfois été identifiées. L'observation de plumes de sédiments suggère la présence d'espèces de raies se nourrissant au fond (comme *Dasyatis sp.*).

Pour les requins, la seule identification concerne un requin baleine (*Rhynchodon typus*). Un membre de la famille des Sphyrnidae (requin marteau) a également été observé. Le 4 juin au cours d'un trajet dans la région centre ouest, un groupe de requins a été observé au nord de la Coupée Mara pourchassant un mammifère marin dans une zone de récif réticulé. Composé d'une dizaine de requins tigres et d'une vingtaine d'autres petits requins, le groupe a acculé l'animal au fond et l'a dévoré. L'observation *in situ* et l'observation postérieure du film vidéo n'ont pas permis de confirmer l'espèce mais il semble probable, d'après la taille et la couleur de l'animal, qu'il s'agisse d'un dugong.

Table 16. **Autres espèces observées lors des survols effectués autour de la Grande Terre entre le 2 et le 30 juin 2003.**

Taxons	Durant le survol des radiales :	Durant les trajets :
	Nombre de groupes / Nombre d'animaux	Nombre de groupes / Nombre d'animaux
Tortues	184/195	81/125
Requins	74/85	-
Raies	94/170	-
Cétacés	43/210	17/189

4. PREMIERE DESCRIPTION DE LA POPULATION

Ce projet a permis de compléter les objectifs définis. Les données obtenues au cours des survols aériens vont servir à établir une première description de la distribution des dugongs et à calculer une première estimation de la densité et de la taille de la population autour de la Grande Terre. Cette première description de la population sera interprétée dans le contexte des populations voisines du Pacifique Sud. Les informations disponibles proviennent principalement d'Australie où des recherches ont été effectuées depuis plus de vingt ans.

4.1. Composition de la population

Les groupes de dugongs observés au cours de cette étude sont surtout composés d'individus solitaires (72 %) ou de paires (16 %). Les groupes de plus de 3 individus restent rares. Le plus grand groupe rencontré contenait 13 individus.

Les veaux représentent environ 9 % des animaux comptés. La présence de mères/petits indique que le système lagonaire de Nouvelle-Calédonie est utilisé pour la reproduction de l'espèce.

Les résultats obtenus en Nouvelle-Calédonie sont consistants avec ceux trouvés ailleurs. Les études effectuées en Australie dénombrent en moyenne 70 % d'individus solitaires (Marsh, *et al.* 2003 ; Anderson, 1982 ; Marsh *et al.*, 1981 ; Marsh et Saalfeld, 1989). En général les groupes de plus de 10 individus sont rares ; parmi ceux-ci des groupes contenant jusqu'à 200 animaux ont été dénombrés (Marsh et Lawler, 2002).

En Australie le pourcentage de veaux diffère selon les régions. Il est, par exemple, de 3 % dans les Territoires du Nord (Bayliss, 1986) tandis qu'il atteint 19 à 24 % dans la partie ouest du pays (Marsh *et al.*, 1994). Une variation temporelle peut également être observée selon les saisons (Lawler, 2002) et entre les années (Lawler et Marsh, 2000).

Le pourcentage de veaux calculé dans le cadre de la présente étude est similaire à celle du détroit de Torrès (9.9 % ; Marsh *et al.*, 2003).

4.2. Distribution

Le nombre d'animaux observé prouve que la présence de dugongs en Nouvelle-Calédonie ne se limite pas à quelques individus isolés. En effet, des dugongs adultes et des veaux ont été vus sur la moitié de la surface échantillonnée.

La distribution des individus n'est pas uniforme et certaines régions semblent plus propices à la présence de l'espèce. Les dugongs sont surtout répartis sur les côtes ouest et nord est de la Grande Terre. Les zones d'agréations observées sur la côte ouest au cours de la présente étude se situaient dans la région de Kaala-Gomen, dans celle comprise entre Nouméa, la passe de Uitoé et celle d'Ouaraï ainsi qu'autour de certaines passes de la région du centre ouest. Dans ces zones des observations de dugongs ont été réalisées à un intervalle de plusieurs semaines sur une surface de quelques kilomètres carrés.

Sur la côte est ce phénomène d'agrégation n'a pas été observé. Au nord est la répartition des dugongs est éparse mais un seul survol a été effectué dans cette région. Les autres passages ont été réalisés dans des conditions environnementales inadéquates pour le comptage. Les résultats obtenus ne permettent donc pas de confirmer l'utilisation régulière de cette région par les dugongs. La seule zone d'observation répétée, sur la côte est, concerne la région de Thio où trois survols n'ont permis de dénombrer qu'un seul animal à chaque fois.

L'absence de dugong dans le grand lagon sud et la partie sud est de la côte est peut s'expliquer par le nombre de passages aériens. En effet ces régions n'ont été survolées qu'une seule fois. Des informations opportunistes rapportent la présence de quelques dugongs dans la région sud du Cap Ndoua, à l'île des Pins ainsi qu'aux cinq îles (cf. fiches d'observations Opération Cétacés). Par contre l'absence de dugongs dans la région médiane de la côte est, survolée à trois reprises, est probablement réelle.

Des observations de mères/petits ont été réalisées sur les deux côtes. Aucun couple mère/petit n'a été vu au sud est de La Ouaième ainsi que dans les lagons sud et nord. La distribution de ces groupes recoupe la distribution générale.

Il est impossible de comparer les résultats de cette étude à une distribution historique puisque aucune information n'est disponible. Néanmoins la distribution observée au cours de cette étude semble généralement recouvrir les zones décrites dans les rapports de chasses coutumières (Plateaux de la côte ouest, nord est de la Grande Terre) à l'exception de la partie sud-est de la côte est de Yaté-Goro (Sylvestre et Richer de Forges, 1985).

En Australie, les dugongs se rencontrent tout autour de la partie nord du pays (Australie de l'Ouest, Territoires du Nord, Queensland), le long de 15 000 km de côtes de Shark Bay sur la côte ouest à Moreton Bay, sur la côte est (Marsh *et al.*, 1999). Leur distribution n'est pas uniforme. Les concentrations observées correspondent à celles des herbiers de phanérogames. La précision des informations actuellement disponibles sur la distribution des herbiers dans la partie sud ouest du lagon de Nouvelle-Calédonie, laisse présager de l'importance des herbiers de phanérogames sur la distribution des dugongs. Elle ne permet néanmoins pas de conclure quant à la corrélation entre herbier et dugong, bien que de telles associations végétales constituent des zones de nutrition potentielle pour cette espèce.

4.3. Caractéristiques de l'habitat

4.3.1 Description de l'habitat

Le dugong est un membre important de la communauté des récifs coralliens. Autour de la Grande Terre, les dugongs fréquentent généralement les milieux lagunaires coralliens et sablonneux en eaux peu profondes (inférieures à 10 m). Quelques groupes ont néanmoins été observés sur des fonds de 20 à 30 m. La majorité des observations a été faite dans des régions abritées des vents dominants (alizés sud est). Environ un quart des dugongs a été observé dans/ou près des passes et certains se trouvaient à l'extérieur du récif barrière. La distance maximale à la côte était de 18 km.

Aucun lien particulier entre les paramètres environnementaux et les régions n'a été noté à l'exception de la région centre ouest où la majeure partie des animaux se

trouvaient dans une passe (73 %) et/ou à l'extérieur du récif (33 %). Cette région présente un système lagonaire majoritairement constitué de récifs réticulés en eau peu profonde. Les distances entre la côte et le récif barrière y sont faibles.

En Australie les dugongs sont généralement observés dans les baies larges et peu profondes, dans les chenaux de mangrove, et à l'abri du vent des îles (Heinsohn *et al.*, 1979). Ces zones coïncident généralement avec des herbiers. Ils sont également régulièrement observés en eaux plus profondes, là où le plateau continental est large et protégé comme dans le détroit de Torrès (Marsh et Saalfeld, 1989a, 1991). Des observations ont été effectuées jusqu'à 58 km de la côte du Queensland dans des eaux d'une profondeur de 37 m (Marsh et Saalfeld 1989b). Cette distribution reflète celle des phanérogames d'eau profonde.

Il est intéressant de noter que la présence de dugong à l'extérieur du récif barrière observée en Nouvelle-Calédonie (10 % des individus) n'a jamais été rapportée en Australie (com. pers. H. Marsh) ; elle a par contre été relevée au Japon (Kasuya *et al.*, 1999). La plupart des 10 observations de dugongs réalisées sur cette population en voie d'extinction, a été effectuée à l'extérieur du récif (Kasuya *et al.*, 2000). Il semble que ces animaux se rapprochent des baies pour se nourrir pendant la nuit et qu'ils retournent à l'extérieur du récif le jour pour se protéger contre les prédateurs (Kasuya, pers. com.). Il également est possible que cette distribution particulière soit dû à la faible distance entre la côte et le récif barrière ce qui n'est pas le cas en Australie où la grande barrière de corail est très éloignée de la côte. Il serait possible de vérifier si cette particularité est régulière ou bien si elle est liée à un facteur saisonnier (e.g. température de l'eau) en répétant cette étude en été.

4.3.2 Autres espèces marines

D'autres espèces marines ont été observées dans l'habitat du dugong. Les petits cétacés ont été notés principalement sur la côte ouest. Très peu d'entre eux se trouvaient à proximité immédiate des dugongs.

S'agissant des tortues, les espèces n'ont pas été confirmées mais d'après la taille et la couleur il est probable qu'au moins deux espèces étaient présentes : la tortue verte (*Chelonia mydas*) et la tortue grosse tête (*Caretta caretta*). La tortue verte consomme des phanérogames comme le dugong (Anderson, 1979) mais il semble que lorsque la ressource est insuffisante elle se nourrisse préférentiellement d'algues (André, 2002). Leur présence dans l'habitat du dugong ne semble donc pas être source de compétition pour la nourriture du moins lorsque celle-ci est peu abondante (André, 2002).

Concernant les sélaciens la présence de requins dans la zone d'échantillonnage et l'observation possible d'un cas de prédation suggère que le dugong doit composer avec certains prédateurs dans son habitat (Heinsohn *et al.*, 1977 ; Heithaus, 2001). Il est possible que dans la région centre ouest le récif réticulé limite le déplacement et la fuite devant un prédateur. La particularité de l'association aux passes dans cette région représenterait donc un comportement lié à la protection face aux prédateurs. Les dugongs font partie de l'alimentation des requins tigre (Heithaus, 2001) et Anderson (1982) rapporte une corrélation positive entre la distribution des grands requins et celles des grands groupes de dugongs.

4.4. Taille et densité de la population

La taille de la population de dugong de la Grande Terre est comprise entre 801 et 2663 individus répartis de manière non uniforme. Les trois quart de la population se retrouvent sur la côte ouest et le quart restant est partagé entre la région nord est et le reste de la Grande Terre.

La densité globale est faible (0.096 individu / km²). Les densités régionales ne sont présentées dans ce rapport qu'à titre indicatif. Elles ne constituent qu'une représentation de la situation au cours de l'échantillonnage en fonction de l'échelle spatiale à laquelle elles sont associées. Cette situation peut fluctuer énormément selon le déplacement des animaux lié à différents facteurs (température de l'eau, raréfaction de la nourriture, immigration, émigration, Marsh *et al.*, 1996 ; Lawler et Marsh, 2000 ; Lanyon, 2003).

La densité la plus élevée a été relevée sur la côte ouest où elle montre une tendance à augmenter du nord vers le sud. L'analyse de la côte est révèle une situation différente. Les dugongs y sont essentiellement regroupés au nord est où la densité représente environ la moitié de celle de la côte ouest.

Il est difficile de comparer la taille de la population de Nouvelle-Calédonie à celle de l'Australie qui est estimée à 85 000 individus. A titre indicatif la taille de la population de Nouvelle-Calédonie est équivalente à celle d'une zone d'agrégation qui représente 2% de l'ensemble de la population australienne (golfe d'Exmouth-Ningaloo, ouest Australie ; N = 1974). Par contre la densité observée dans cette dernière région est beaucoup plus élevée (0.58 individu / km² ; Preen *et al.*, 1997).

Les densités régionales calculées en Nouvelle-Calédonie n'atteignent jamais les densités maximales mesurées en Australie. Toutefois à titre indicatif la densité de la région sud ouest de la Nouvelle-Calédonie est similaire à celle de Moreton Bay sur la côte est du Queensland (0.27 individu / km²) (Marsh *et al.*, 1999). Cette région, qui se situe à la limite sud est (27°S) de la distribution des dugongs en Australie, couvre une superficie équivalente à celle de la région sud-ouest de Nouvelle Calédonie.

5. DISCUSSION SUR LA METHODE UTILISEE

Un mois entier a été nécessaire pour réaliser les survols car de mauvaises conditions météorologiques ont empêché d'effectuer tous survols aériens pendant 10 jours consécutifs. D'après les données relevées par le service météorologique de Nouvelle-Calédonie depuis 20 ans, le mois de juin est le moins venté sur la majeure partie du territoire. La venue d'un cyclone fut exceptionnelle puisque la saison cyclonique se termine généralement le 30 avril.

La méthode utilisée pour estimer la taille de la population fait appel à des facteurs de correction (probabilité de percevoir l'animal disponible et probabilité de disponibilité de l'animal) calculés pour la population de dugongs d'Australie à l'aide d'informations récoltées sur de nombreuses années (Marsh et Sinclair, 1989b ; Marsh 1995). Récemment une nouvelle méthode a été développée afin de prendre en compte la distribution des dugongs dans les blocs ainsi que la probabilité de voir un animal lorsqu'il n'a pas été vu au sein de la surface échantillonnée tout en tenant compte des facteurs de correction (Pollock *et al.*, sous presse). Cette nouvelle méthode a été appliquée aux données recueillies au cours de ce projet. Les postulats associés à l'application de cette méthode impliquent que les facteurs de correction sont appropriés.

L'utilisation de la probabilité de perception dans le cas où seul deux observateurs sont présents dans l'avion a été utilisée. Elle a été calculée à partir de l'ensemble des vols réalisés en Australie ; elle représente une probabilité moyenne pour un observateur (Pollock *et al.*, 2003). Le facteur de probabilité de perception n'a pas pu être calculé au cours de la présente étude puisqu'il nécessite l'utilisation d'un avion à 6 places et la présence de binômes d'observateurs de chaque côté de l'avion. Nous postulons donc que les observateurs ayant participé à la présente étude ont la même capacité d'observation que ceux d'Australie. Dans l'hypothèse où la probabilité de perception des observateurs était moindre l'estimation de la population serait sous estimée. Dans le cas contraire elle serait sur-estimée.

Deux paramètres entrent dans le calcul de la probabilité de disponibilité de l'animal ; ce sont la profondeur à laquelle l'observateur reconnaît un dugong, établie selon les différents états des paramètres environnementaux (turbidité, état de la mer) et la modélisation des temps de plongée du dugong. Les survols ayant été effectués en présence du Professeur Marsh, les codes de turbidité utilisés dans la présente étude ont pu être définis comme ceux d'Australie. Concernant les temps de plongée, le postulat est que les profils de plongée des dugongs de Nouvelle-Calédonie sont les mêmes qu'en Australie. La confirmation de cette hypothèse nécessiterait la pose de TDR (enregistreur de temps et profondeur de plongée) sur un échantillon de dugongs.

Il est important de noter que ces facteurs de correction ont été calculés au cours de vol réalisés à une altitude de 137 m. L'altitude de vol choisie pour la présente étude étaient de 274 m car en volant plus haut la surface échantillonnée est plus grande et cette altitude est plus sécuritaire dans le cas de vols en avion mono moteur. Des vols expérimentaux réalisés par Marsh et Sinclair (1989b) ont permis de montrer que le nombre de dugongs comptés à ces deux altitudes était comparable. Cela sous-entend que les probabilités de perception et de disponibilité de l'animal sont équivalentes aux deux altitudes.

Il est raisonnable de considérer que l'utilisation des facteurs de correction établis en Australie aux données de Nouvelle-Calédonie est pertinente.

6. LA POPULATION DE DUGONGS DE NOUVELLE-CALEDONIE DANS LE CONTEXTE DES AUTRES ILES DU PACIFIQUE SUD

En ce qui concerne les îles du Pacifique Sud, les dugongs sont présents en Papouasie Nouvelle-Guinée, aux îles Salomon ainsi qu'au Vanuatu mais très peu d'informations sont disponibles dans ces pays. La seule étude réalisée dans cette région concerne le Vanuatu (Chambers *et al.*, 1989) où un survol aérien ainsi qu'un questionnaire ont montré la présence de dugongs en faible quantité dans la plupart des îles de l'archipel. Un total de 11 observations a été dénombré au cours du survol, dont 2 groupes mères/petits. Les dugongs sont également présents tout autour de la côte de Papouasie Nouvelle-Guinée ainsi qu'aux îles Salomon mais aucune information quantitative n'est disponible. Dans l'état actuel des connaissances la population de Nouvelle-Calédonie représente la plus importante concentration de dugong dans la région.

7. CONCLUSIONS GENERALES

La Nouvelle-Calédonie abrite une petite population de dugong. La présence de mères/petits indique qu'elle est utilisée pour la reproduction de l'espèce. La population n'est pas distribuée de manière régulière. La côte ouest et le nord de la côte est semblent être plus favorables à la présence de l'espèce.

La réalisation de ce projet a permis de localiser les habitats importants pour la population de dugong autour de la Grande Terre. Dans le contexte de cette étude, ils sont définis comme les localités d'agréations répétées sur plusieurs jours et sont donc fonction de la densité et de la distribution. Ils concernent les zones de passes de la région centre ouest, la région de Kaala-Gomen et la zone au nord de Nouméa.

Aucune donnée historique n'étant disponible, les informations présentées dans ce rapport constituent un point zéro des connaissances sur les dugongs de Nouvelle-Calédonie. Elles proviennent de données recueillies à une période particulière et ne préjugent en rien des variations spatiales et temporelles pouvant exister.

Cette population est vraisemblablement isolée et il est peu probable qu'il y ait immigration en provenance des îles voisines, bien que la distance entre le Vanuatu et la Nouvelle-Calédonie puisse théoriquement être couverte par un dugong. Les dugongs se conforment en effet à un modèle d'isolation par distance (Tikel, 1998) ce qui signifie que si une population s'éteint d'une région il est peu probable qu'une recolonisation rapide se fasse en provenance d'îles voisines. C'est pourquoi il est impératif d'essayer de maintenir les dugongs dans la totalité de leur zone de distribution.

L'établissement du statut des dugongs de Nouvelle-Calédonie dans un contexte de conservation internationale est actuellement impossible car il nécessite l'obtention d'information sur les menaces et leurs impacts sur la population, le taux de reproduction, les taux de mortalité naturelle et artificielle et la tendance de la population.

Toutefois, il est évident qu'en terme de conservation, le dugong est le mammifère marin le plus important de Nouvelle-Calédonie. La diminution du nombre de dugong est un phénomène mondial (Marsh et al., 2003). Cette espèce est menacée dans l'ensemble de son aire de distribution et elle est classée comme vulnérable par l'UICN (UICN, 2001). Les menaces qui pèsent sur elle sont la capture accidentelle dans les filets de pêche, la collision avec les bateaux, la chasse (traditionnelle et braconnage) et la dégradation de l'habitat. Ces deux dernières sont probablement les plus importantes en Nouvelle-Calédonie.

D'un point de vue économique, l'existence de dugong dans les eaux claires et protégées du lagon, peut représenter un attrait potentiel pour le développement touristique comme c'est le cas à Palau et au Vanuatu. En effet, la petite population de dugong de Nouvelle-Calédonie, bien que minuscule par rapport à la population australienne, représente probablement la plus grosse population d'Océanie.

8. PROPOSITIONS DE RECHERCHES

♦ Existe-t-il une variation temporelle dans la distribution et la densité ?

La distribution et la densité présentées dans cette étude ont été obtenues à partir de données récoltées en juin 2003. Elles reflètent uniquement la situation observée à cette période autour de la Grande Terre. Or des études ont démontré que la distribution et la densité des dugongs peuvent varier selon les saisons et les années (Lawler, 2002). Ces déplacements peuvent être associés à la température de l'eau (Preen, 1992 ; Marsh *et al.* 1994a) ou à la disponibilité de la nourriture (Marsh *et al.*, 1999). Afin de déterminer si la distribution et la densité varient en Nouvelle-Calédonie, une étude devrait être réalisée à plusieurs périodes de l'année ou au moins en été et répétée sur quelques années. Elle devrait utiliser les mêmes méthodes afin d'être comparables. S'il s'avère que la distribution est la même que celle observée dans cette étude (i.e. peu d'animaux hors des côtes ouest et nord est) cela permettrait de ne surveiller que les côtes ouest et nord est pour déterminer la tendance de la population.

♦ Les dugongs sont-ils présents ailleurs qu'autour de la Grande Terre ?

Les informations recueillies dans cette étude ne concernent que la Grande Terre. Or il a été montré que les dugongs peuvent parcourir de grandes distances à l'intérieur des récifs (Preen, 1995, 1999, 2001) et qu'ils peuvent également traverser des eaux océaniques (Whiting, 1999). Il est donc envisageable que des individus puissent traverser le bassin des Loyauté pour se rendre aux îles Loyauté ; le même postulat peut être envisagé pour les récifs d'Entrecasteaux. Ces zones devraient donc être incluses dans une future étude.

♦ La population de la Nouvelle-Calédonie est-elle stable, en augmentation ou en déclin ?

Cette étude nous a permis d'obtenir une première estimation de la population. Aucune information antérieure n'étant disponible, il est impossible de déterminer si la population est en accroissement ou en déclin. Cette information est pourtant essentielle pour la conservation de l'espèce. Est-il possible d'obtenir une telle information à une échelle spatiale et temporelle utilisable pour la gestion de cette espèce ? Il faut pour cela pouvoir détecter un déclin chronique dans la population avant que l'abondance n'ait été sérieusement diminuée.

Gerodette (1987) a démontré que la détection d'une variation de la taille d'une population est liée à son C.V., au nombre d'échantillonnage effectué ainsi qu'à la probabilité de détection souhaitée. Compte tenu de la petite taille de la population et du C.V. associé ($N = 1732$, $C.V. = 0.27$), il faudrait 17 ans d'échantillonnage annuel pour détecter un déclin de 5 % de la population avec une certitude de 95 %. Ceci est incompatible avec une problématique de gestion car à la fin de cette période, plus de la moitié de la population aurait disparue.

Pour réduire cette période d'échantillonnage il est possible de réduire le C.V. et/ou d'accepter d'augmenter la probabilité d'erreur de type II (c'est à dire de rejeter une hypothèse de déclin lorsqu'elle existe). La réduction du C.V. peut être accomplie par exemple en intensifiant l'échantillonnage dans la zone d'intérêt. En doublant le pourcentage de la surface échantillonnée, il serait possible de détecter un déclin de 10

% à l'aide d'un échantillonnage annuel pendant 5 ans en acceptant une erreur de type II d'environ 20 %.

♦ Quelles sont les menaces qui pèsent sur la population de dugong ?

Les menaces qui pèsent sur la population de dugong de Nouvelle-Calédonie sont inconnues. Le plan d'actions édité par le PNUE (Programme pour l'Environnement des Nations Unies) liste les menaces qui pèsent sur l'espèce (Marsh et al., 2002). Il s'agit de la capture accidentelle dans les filets de pêche, de la collision avec les bateaux, de la chasse (traditionnelle et braconnage) et de la dégradation de l'habitat. Certaines de ces menaces (capture accidentelle, collision et chasse traditionnelle) pourraient être évaluées à l'aide de questionnaires et de comptages. La dégradation de l'habitat pourrait être identifiée en évaluant la superficie des herbiers et les pressions potentielles. Quant au braconnage bien qu'il semble difficile de quantifier son impact exact, une évaluation peut être envisagée.

♦ Propositions quant à l'élaboration de facteurs de corrections spécifiques à la Nouvelle-Calédonie en réponse à la demande formulée par le programme ZoNeCo.

La probabilité de perception utilisée dans cette étude représente une probabilité moyenne pour un observateur. Le calcul de ce facteur pour la Nouvelle-Calédonie peut être réalisé en utilisant un avion à 6 places et la présence de binômes d'observateurs de chaque côté de l'avion. Il devrait toutefois être recalculé à chaque comptage aérien et à chaque changement d'observateur jusqu'à l'obtention d'une probabilité moyenne ayant un faible écart-type.

La probabilité de disponibilité de l'animal, utilisée dans cette étude, est basée sur une étude des profondeurs auxquelles l'observateur reconnaît un dugong et la modélisation des temps de plongée du dugong. Le calcul de cette probabilité pour la Nouvelle-Calédonie nécessiterait un déploiement matériel important. En effet l'étude des profondeurs auxquelles un observateur reconnaît un dugong a été réalisée à l'aide d'une maquette reliée à un bateau et équipée d'un système permettant de la faire remonter en connaissant sa profondeur. En parallèle un observateur se trouvait à bord d'un hélicoptère et relevait l'heure à laquelle il identifiait la maquette en tant que dugong. Ces expériences ont été réalisées pour les différentes conditions environnementales rencontrées pendant les survols. Enfin le postulat relatif au comportement des dugongs en plongée pourrait être vérifié grâce à la pose de TDR (enregistreur de temps et profondeur de plongée) sur un échantillon représentatif de dugongs.

Remerciements

Nous exprimons notre reconnaissance sincère au Professeur Helene Marsh pour nous avoir fait profiter de son expérience lors de la réalisation de cette étude. Nous remercions les personnes qui nous ont aidés lors de l'acquisition des données à savoir Magaly Chambellant pour son enthousiasme à toute épreuve, Rémi Dodemont pour son ingéniosité sans cesse renouvelée, sans oublier notre incomparable pilote, Eric Soucaze sans qui ce travail aurait été difficilement réalisable.

Nous remercions également les membres de l'Université de James Cook (Townsville, Australie) pour leur accueil lors de notre séjour à Townsville, notamment le Professeur Peter Valentine pour nous avoir reçu dans son département et le Dr Ivan Lawler pour ses conseils. Enfin ces remerciements ne seraient pas complet sans une chaleureuse pensée pour le Dr Lachlan Marsh pour son aide informatique et mathématique ainsi que pour Olivier de la Pommeraye et Sonia Dos Santos pour leur aide lors de la réalisation des cartes.

9. REFERENCES

- Alho, J.M. 1990. Logistic regression in Capture-recapture models. *Biometrics*, 46 : 623-635.
- Anderson, P.K. 1979. Dugong behavior: on being a marine mammalian grazer. *The biologist*, 61 (4) :113-144.
- Anderson, P.K. 1982. Studies of dugongs at Shark Bay, Western Australia. I. Analysis of population size, composition, Dispersion and habitat use on the basis of aerial survey. *Australian Wildlife Research*, 9: 69-84.
- Anderson, P.K. 1985 Aerial survey for dugongs: A review and recommendations. Proc. Symp . Endangered Marine Animals and Marine Parks, Calgary Canada 1:188-198
- André, J. 2002. Diet and resource partitioning between green turtles and dugongs in Torres Strait, Australia. Master of Science, School of Environment Studies and Geography, James Cook University, Townsville, Australie, 103p.
- Bayliss, P. 1986. Factors affecting aerial surveys of marine fauna, and their relationship to a census of dugongs in the coastal waters of the northern territory. *Australian Wildlife Research*, 13:27-37.
- Bayliss, P. et Freeland, W.J. 1989. Seasonal distribution and abundance of dugongs in the western Gulf of Carpentaria. *Australian Wildlife Research*, 16: 141-149.
- Chambers, M.R., Bani, E., Barker-Hudson, B.E.T. 1989. The status of the dugong (Dugong dugon) in Vanuatu. Nouméa, New Caledonia. South pacific Commission. Topic Review n°37 : 63p.
- Chilvers, B.L., Delean, S., Gales, N.J., Holley, D.K., Lawler, I.R., Marsh, H., Preen, A.R. (sous presse). Diving behaviour of dugongs, Dugong dugon. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*.

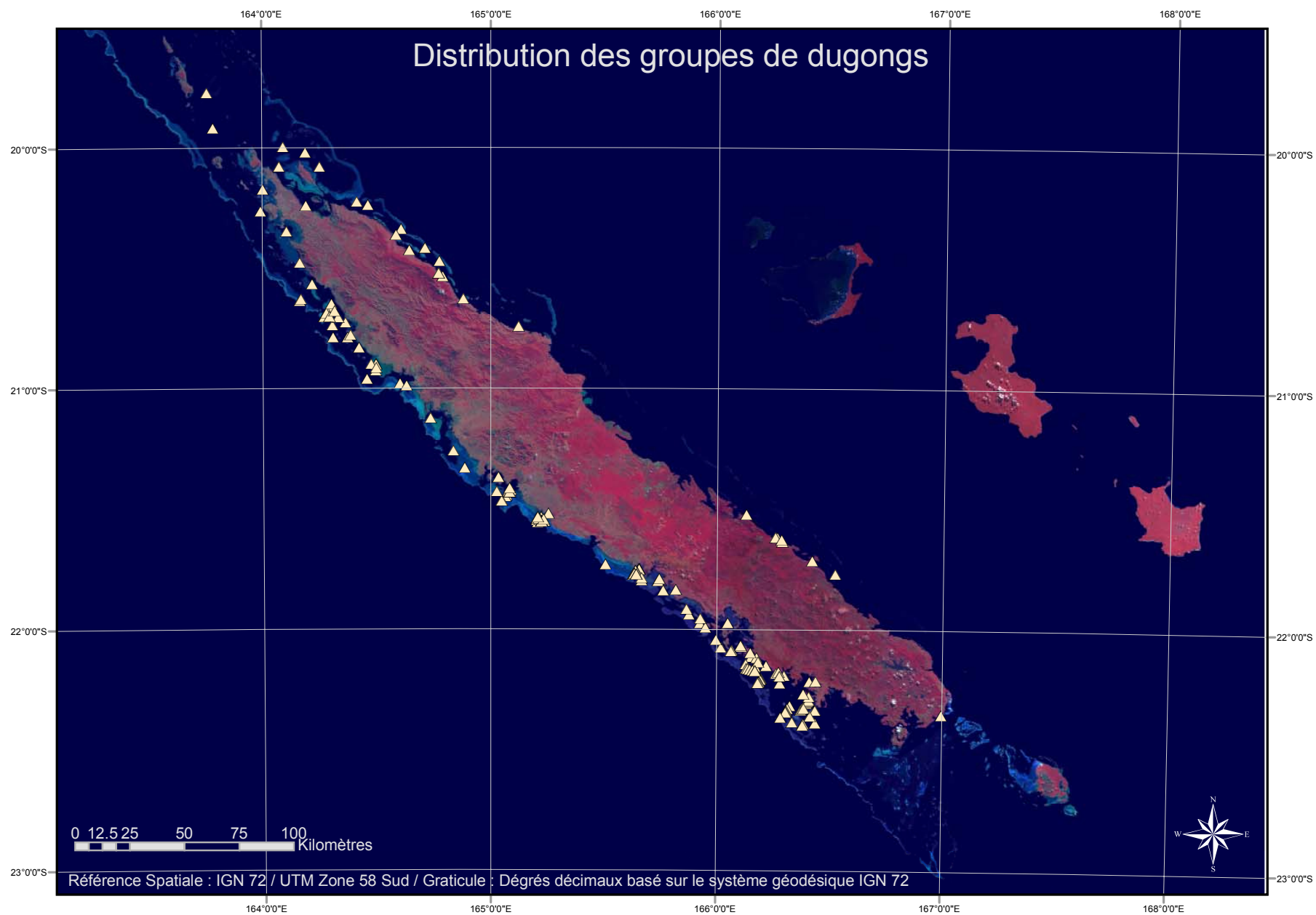
- Garrigue C. 1987. Les macrophytes benthiques du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. (Carte des principaux groupements). *ORSTOM : Nouméa Rap. Sci. tech., Sci. Mer, Biol. mar.* 46, 122p.
- Garrigue C. 1995. Macrophyte associations on the soft bottoms of the south-west lagoon of New Caledonia : description, structure and biomass. *Botanica Marina*, 38 : 481-492.
- Garrigue, C. et Patenaude, N. 2003. Etude du statut de la population de dugongs en Provinces Nord et Sud. Phase 1 : préparation de la campagne et acquisitions des données. Polycop. 144p. Convention Zoneco n°D03JMA377.
- Gerrodette, T. 1987. A power analysis for detecting trends. *Ecology*, 68: 1364-1372.
- Heinsohn, G.E., Wake J., Marsh H., Spain A.V. 1977. The dugong (*Dugong dugon* (Müller)) in the seagrass system. *Aquaculture*, 12: 235-248.
- Heinsohn, G.E., Marsh, H., Anderson, P.K. 1979. Australian dugong. *Oceans* 12 (3) : 48-52.
- Heinsohn, G.E., Wake, J., Marsh, H., Spain, A.V. 1997. The dugong (*Dugong dugon* (Müller)) in the seagrass system. *Aquaculture*, 12 :235-248.
- Heithaus, M.R. 2001. The biology of tiger sharks, *Galeocerdo cuvier*, in Shark Bay, Western Australia: sex-ratio, size distribution, diet, and seasonal changes in catch rates. *Environmental Biology of Fishes*, 61: 25-36.
- Huggins, R.M. 1989. On the statistical analysis of capture experiments. *Biometrika*, 76: 133-40.
- Huggins, R.M. 1991. Some practical aspects of a conditional likelihood approach to capture experiments. *Biometrics*, 47: 725-32.
- Kasuya, T., Shirakihara, M., Yoshida, H., Ogawa, H., Yokochi, H., Uchida, S., Shirakihara, K. 1999. Japanese dugongs their current status and conservation measures required. Report of 1998 dugong survey. In: 8th Report of Pro-Natura Fund. Japanese Association Protection of Nature. Tokyo. Pp. 55-63. (In Japanese with English summary).
- Kasuya, T., Ogawa, H., Yokochi, H., Hosokawa, T., Shirakihara, K., Higashi, N. 2000. Japanese dugongs, their current status and conservation measures required. Report of 1999 dugong survey. In 9th Report of Pro-Natura Fund. Japanese Association Protection of Nature. Tokyo. Pp. 55-63. (In Japanese with English summary).
- Kwan, D. 2002. Towards a sustainable fishery for dugongs in Torrès Strait: a contribution to empirical data and process. PhD thesis, James Cook, University, Townsville, Australia.
- Lanyon, J.M. 2003. Distribution and abundance of dugongs in Moreton bay, Queensland, Australia. *Wildlife Research*, 30 : 397-409.
- Lawler, I. 2002. Distribution and abundance of dugongs and other megafauna in Moreton Bay and Hervey Bay between December 2000 and November 2001. Report to the Queensland Parks and Wildlife Services. August 2002
- Lawler, I. et Marsh, H. (2000) Distribution and abundance of the dugong in Hervey Bay - Great Sandy Straits. November 1999. Report to the Queensland Parks and wildlife Service, August 2000.

- Marsh, H., Gardner, B.R. et Heinsohn, G.E. (1981). Present-day hunting and distribution of dugongs in the Wellesley Islands, Queensland: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 19 : 255-268.
- Marsh, H. et Sinclair, D.F. 1989a. An Experimental Evaluation of Dugong and Sea Turtle Aerial Survey Techniques. *Australian Wildlife Research*, 16 : 639-650.
- Marsh, H. et Sinclair, D.F. 1989b. Correcting for visibility bias in strip transect aerial surveys of aquatic fauna. *Journal of Wildlife Management*, 53 : 1017-1024.
- Marsh, H. et Saalfeld, W.K. (1989a). The distribution and abundance of sea turtles in the Torres Strait region. Report to the Australian Fisheries Service, the Great Barrier Reef Marine Park Authority and the Fisheries Management Branch of the Queensland Department of Primary Industries, March 1989, 40 pp.
- Marsh, H. et Saalfeld, W.K. (1989b). Distribution and abundance of dugongs in the northern Great Barrier Reef Marine Park. *Australian Wildlife Research*, 16: 429-440.
- Marsh, H. et Saalfeld, W.K. (1991). The Status of the Dugong in the Torres Strait. In: D. Lawrence & T. Cansfield-Smith (eds). *Sustainable Development of Traditional inhabitants of the Torres Strait Region*. Great Barrier Reef Marine Park Authority Workshop Series 10. Pp. 187-94.
- Marsh H., Prince R.I.T., Saalfeld W.K., Sheperd R. 1994. The distribution and abundance of the dugong in Shark Bay, Western Australia *Wildlife Research*, 21 : 149-161.
- Marsh, H. 1995a. The life history, pattern of breeding and population dynamics of the dugong. In Proceedings of a workshop on manatee population biology. (Eds. T.J. O'Shea) pp. 75-83. U.S. Fish and Wildlife Service Technical Report.
- Marsh, H. 1995b. Fixed width aerials transects for determining dugong population sizes and distribution patterns. In: T.J. O'Shea, B.B. Ackermann & H.F. Percival (eds). *Population Biology of the Florida Manatee*. Pp. 52-62. U.S. Department of Interior, National Biological Service, Information and Technology Report 1.
- Marsh, H., Rathbun, G.B., O'Shea, T.J., Preen, A.R. 1995. Can dugongs survive in Palau? *Biological Conservation*, 72 : 85-89.
- Marsh, H. Corkeron, P., Lawler, I.R., Lanyon, J.M. & Preen, A.R. (1996). The status of the dugong in the southern Great Barrier Reef Marine Park. Great Barrier Reef Marine Park Authority. Research Publication No 41.
- Marsh, H. 1999. Reproduction in Sirenians. In 'Reproduction in marine mammals'. (Boyd, I.L., Lockyer, C. and Marsh, H.D.). In *Marine Mammals*. (eds) J.E. Reynolds and J.R. Twiss) pp. 243-256. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Marsh, H., Ros, C., Corkeron, P., Breen, B. 1999. A conservation for dugongs: implications of Australian research. *Marine and Freshwater Research*, 50 : 979-990.
- Marsh, H. Lawler, Y. 2002. Dugong distribution and abundance in the northern Great Barrier Reef Marine Park. November 2000. Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority, 77, 62p.
- Marsh, H., Penrose, H., Eros, C. and Hugues, J. 2002. The dugong (*Dugong dugon*) Status Reports and Action Plans for Countries and Territories in its Range. Final Report, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

- Marsh, H., Lawler, I.R., Kwan, D., Delean, S. Pollock, K et Alldredge, M. 2003. The status of the dugong in Torres Strait in November 2003. Project final report AFMA/JCU Final Report, Canberra, Australia. 48p.
- Marsh, H., Penrose, H., Eros, C. 2003. A future for the dugongs? Chapter 20 (pp.383-399) in *Marine Mammals and Humans: Fisheries, Tourism and Management*. Gales, N., Hindell, M. and Kirkwood, R. (eds.). Melbourne, Australia: CSIRO Publishing.
- Nishiwaki, M. et Marsh, H. 1985. The dugong. In *Handbook of Marine Mammals* Volume 3. (Eds. S. Ridgway and R.J. Harrison) pp. 1-31. Academic Press, London.
- Pollock K.H., Marsh H., Lawler I. Et Alldredge M.W. 2003. Improving the accuracy of aerial surveys for dugongs. Final report. AFMA/JCU Final report, Canberra, Australia, 29p..
- Pollock, K.H., Marsh, H.D., Lawler, I.R., Alldredge, M.W. (sous presse). Estimating animal abundance in heterogeneous environments: an application to aerial surveys for dugongs. *Wildlife Research*.
- Preen, A. 1992. Interactions between dugongs and seagrasses in subtropical environment. PhD thesis. James Cook University of North Queensland, Townsville, Australia. 392 pp.
- Preen, A. 1995. Movements and home range of dugongs in the south-west Gulf of Carpentaria, as determined by satellite telemetry. Unpublished report to the Australian Heritage Commission, the Conservation Commission of the Northern Territory and McArthur River Mine.
- Preen, A. 1999. Dugongs in Shoalwater Bay area. Draft report for the Great Barrier Reef Marine Park Authority. Townsville, Australia.
- Preen, A. 2001. Dugongs, boats, dolphins and turtles in the Townsville-Cardwell region and recommendations for a boat-traffic management plan for the Hinchinbrook dugong protection Area. Great Barrier Reef Marine Park Authority Research Publication n°67, Townsville, Australia.
- Preen, A.R., Marsh, H., Lawler, I.R., Price, R.I.T., Sheperd, R. 1997. Distribution and abundance of dugongs, turtles, dolphins and other megafauna in Shark Bay, Ningaloo Reef and Exmouth Gulf, Western Australia. *Wildlife Research*, 24 : 185-208.
- Sylvestre J.P. et Richer de Forges, B. 1985. Dugong (Dugong dugon) in New Caledonia. Fourth International Theriological Congress, 13-20 August 1985, Whitehorse, Canada.
- Tikel, D. 1998. Using a genetic approach to optimise dugong (Dugong dugon) conservation management. PhD Thesis. James Cook University, Townsville, Australia, 277p.
- UICN, 2001. Catégorie et critère de l'UICN pour la liste rouge. Version 3.1. UICN, 37p.
- Whiting, S.D. 1999. Use of remote Sahul Banks, Northwestern Australia by dugongs, including breeding females. *Marine Mammal Science*, 15 (2) : 609-615.

Nouméa le 18 avril 2004

**ANNEXE I – CARTE DE DISTRIBUTION GENERALE
DES GROUPES DE DUGONGS OBSERVES AU
COURS DES SURVOLS EFFECTUES ENTRE LE 2 ET
LE 30 JUIN 2003**



ANNEXE II – CARTES DES PLANS DE VOL

Figure 13 – Trajets des vols réalisés entre le 2 et le 30 juin 2003

Figure 14 - Vol du 2 juin 2003

Figure 15 - Vol du 3 juin 2003

Figure 16 - Vol du 4 juin 2003

Figure 17 - Vol du 5 juin 2003

Figure 18 - Vol du 16 juin 2003

Figure 19 - Vol du 18 juin 2003

Figure 20 - Vol du 19 juin 2003

Figure 21 - Vol du 20 juin 2003

Figure 22 - Vol du 22 juin 2003

Figure 23 - Vol du 30 juin 2003

Figure 13. Trajets de vols réalisés entre le 2 et le 30 juin 2003.

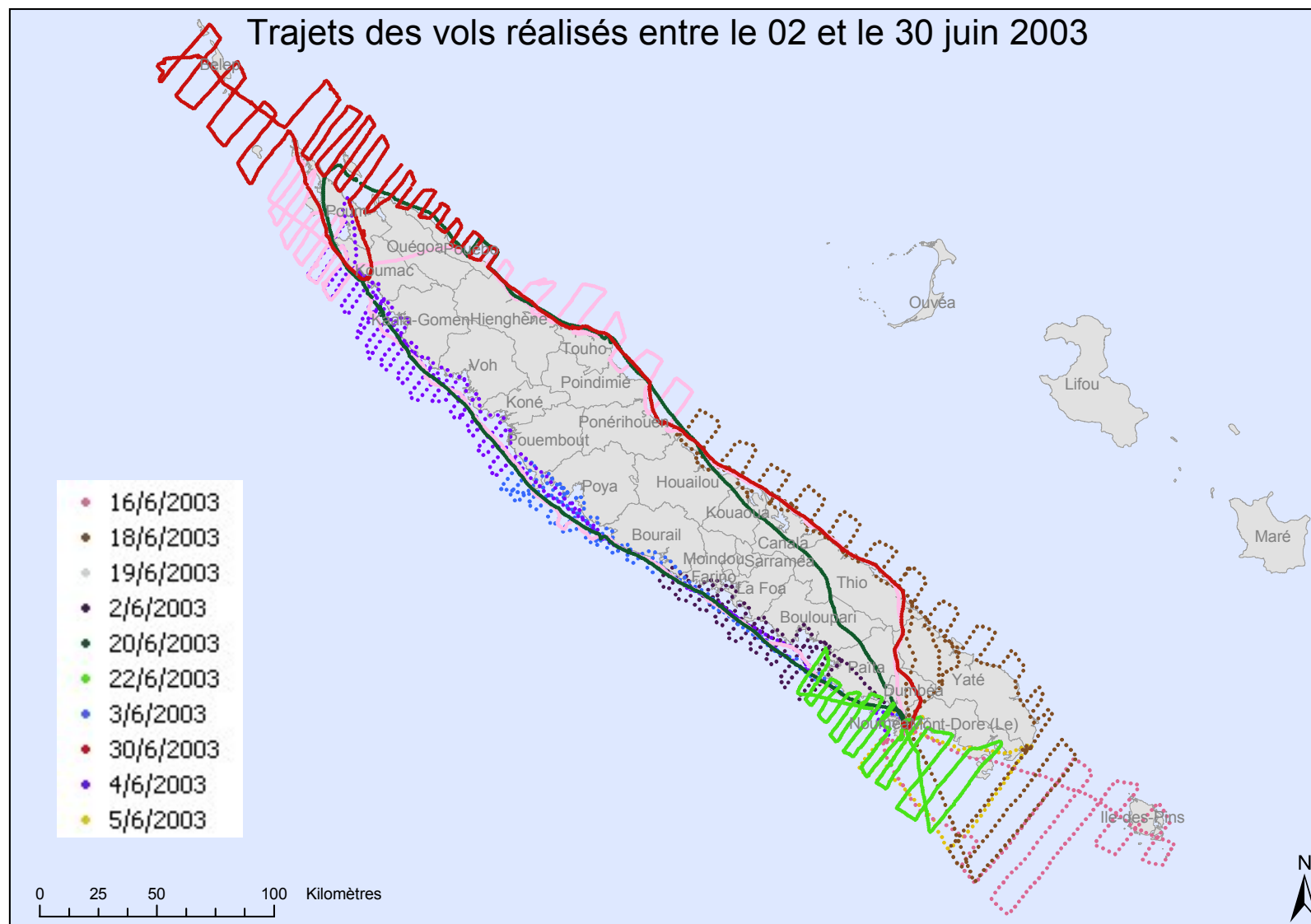


Figure 14. Vol du 2 juin 2003.

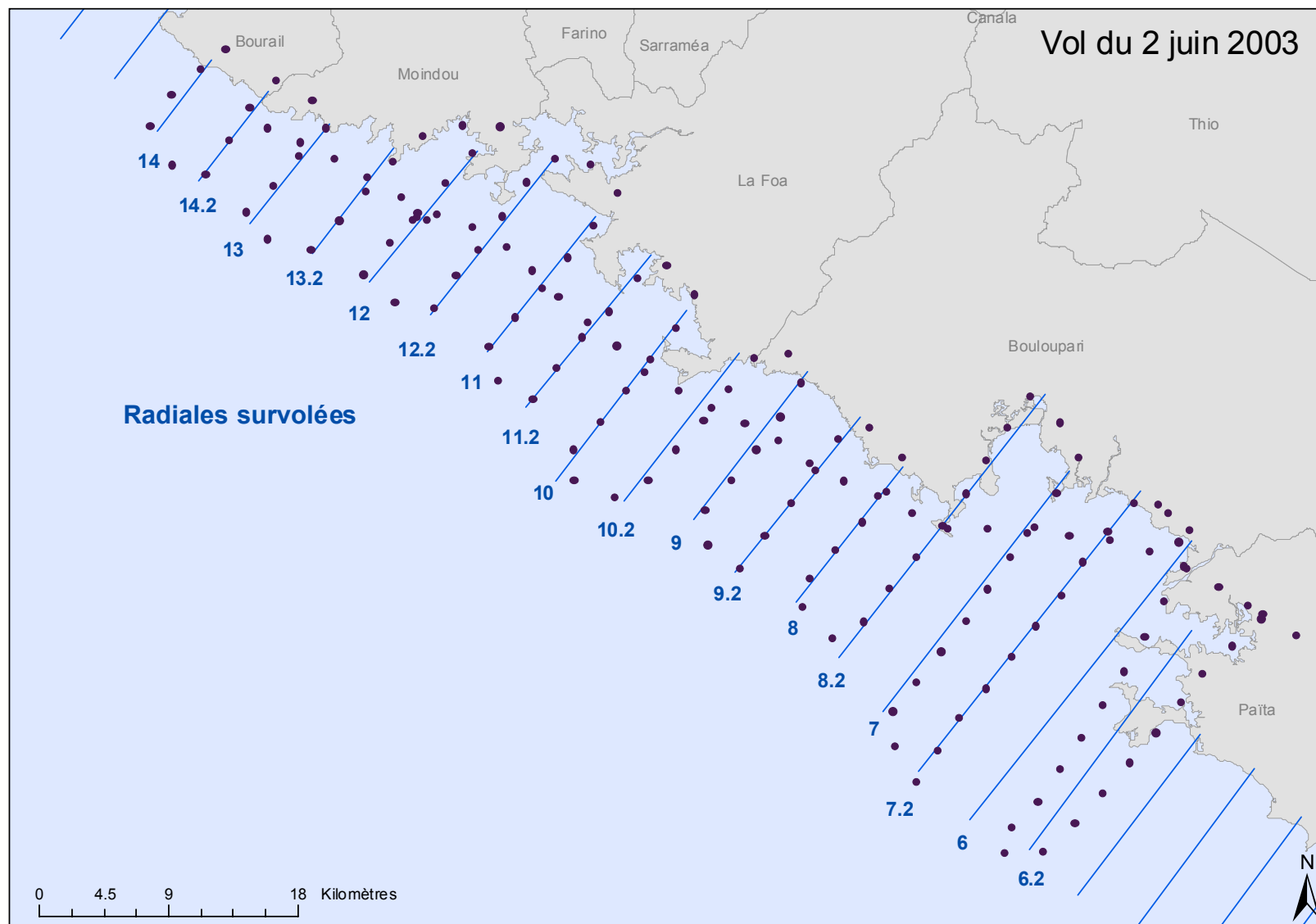


Figure 15. Vol du 3 juin 2003.

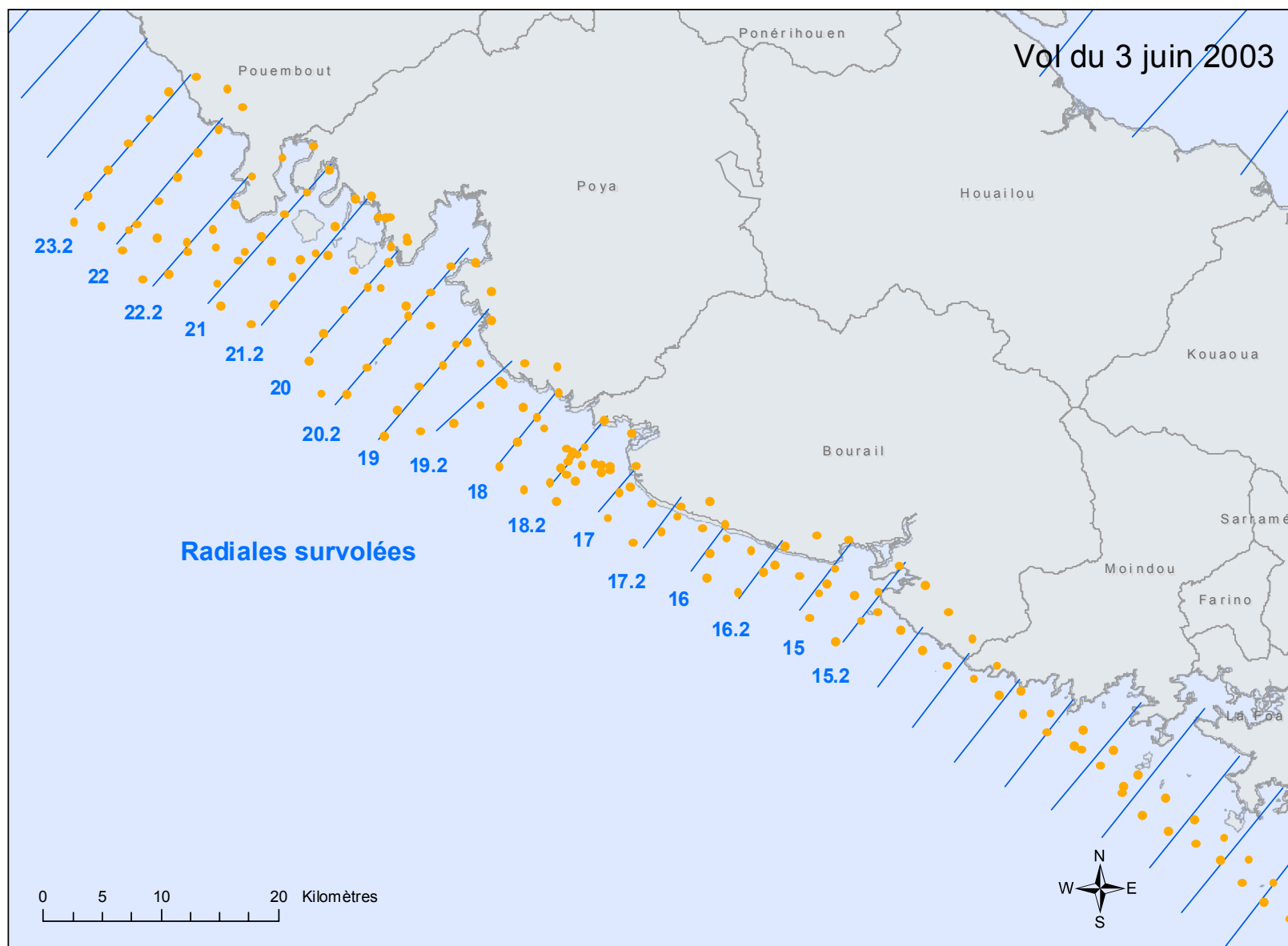


Figure 16. Vol du 4 juin 2003.



Figure 17. Vol du 5 juin 2003.

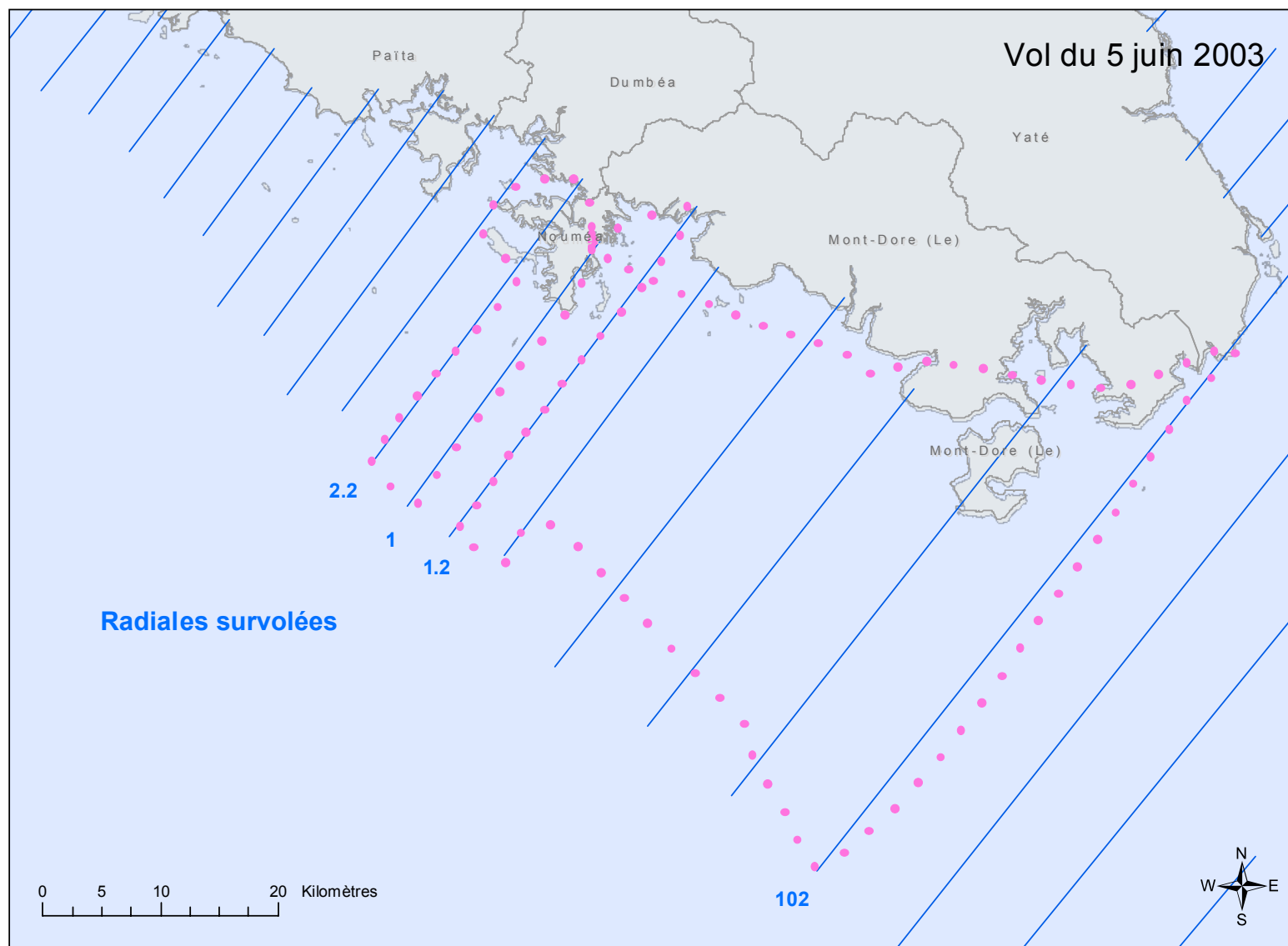


Figure 18. Vol du 16 juin 2003.

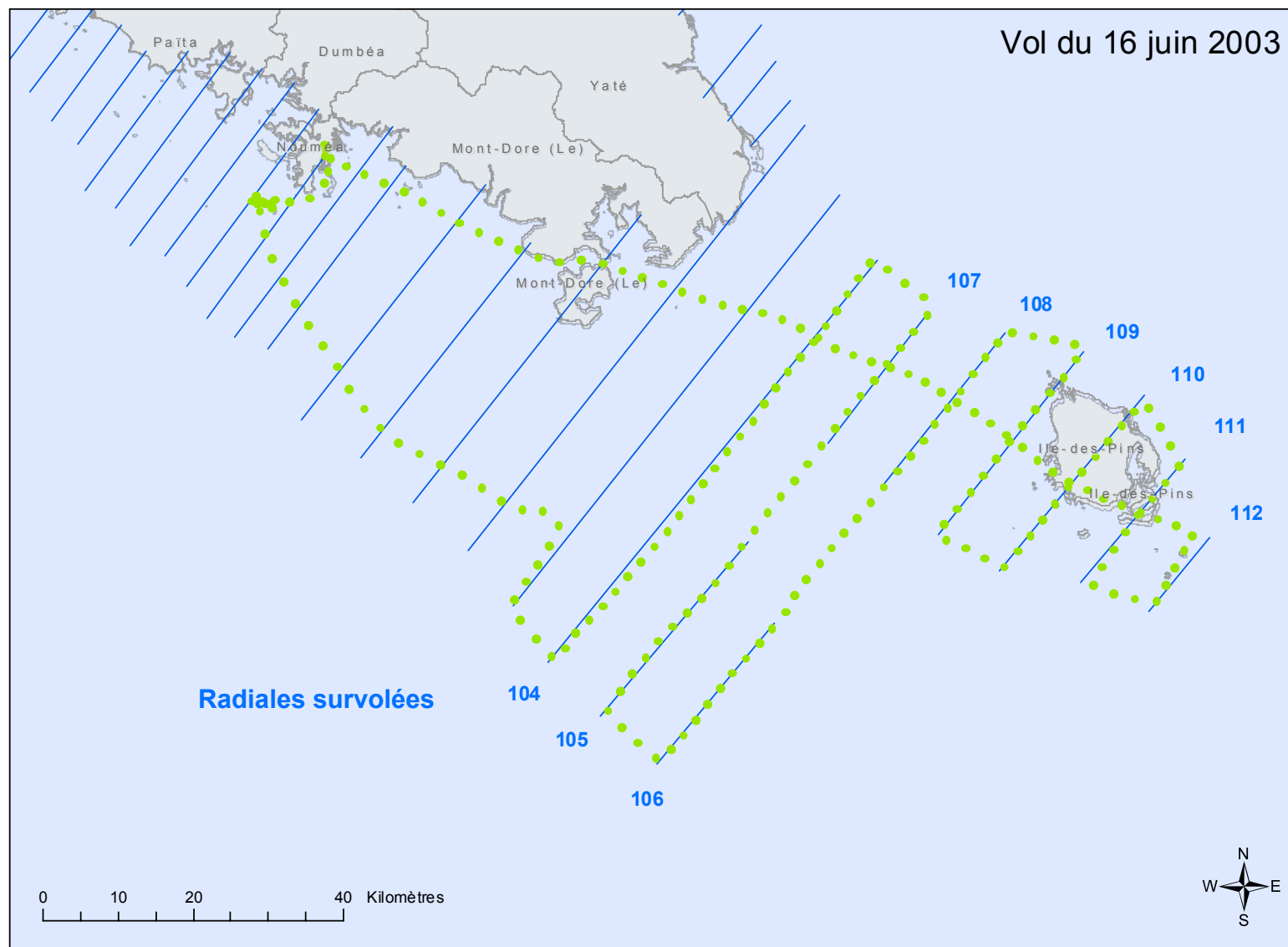


Figure 19. Vol du 18 juin 2003.

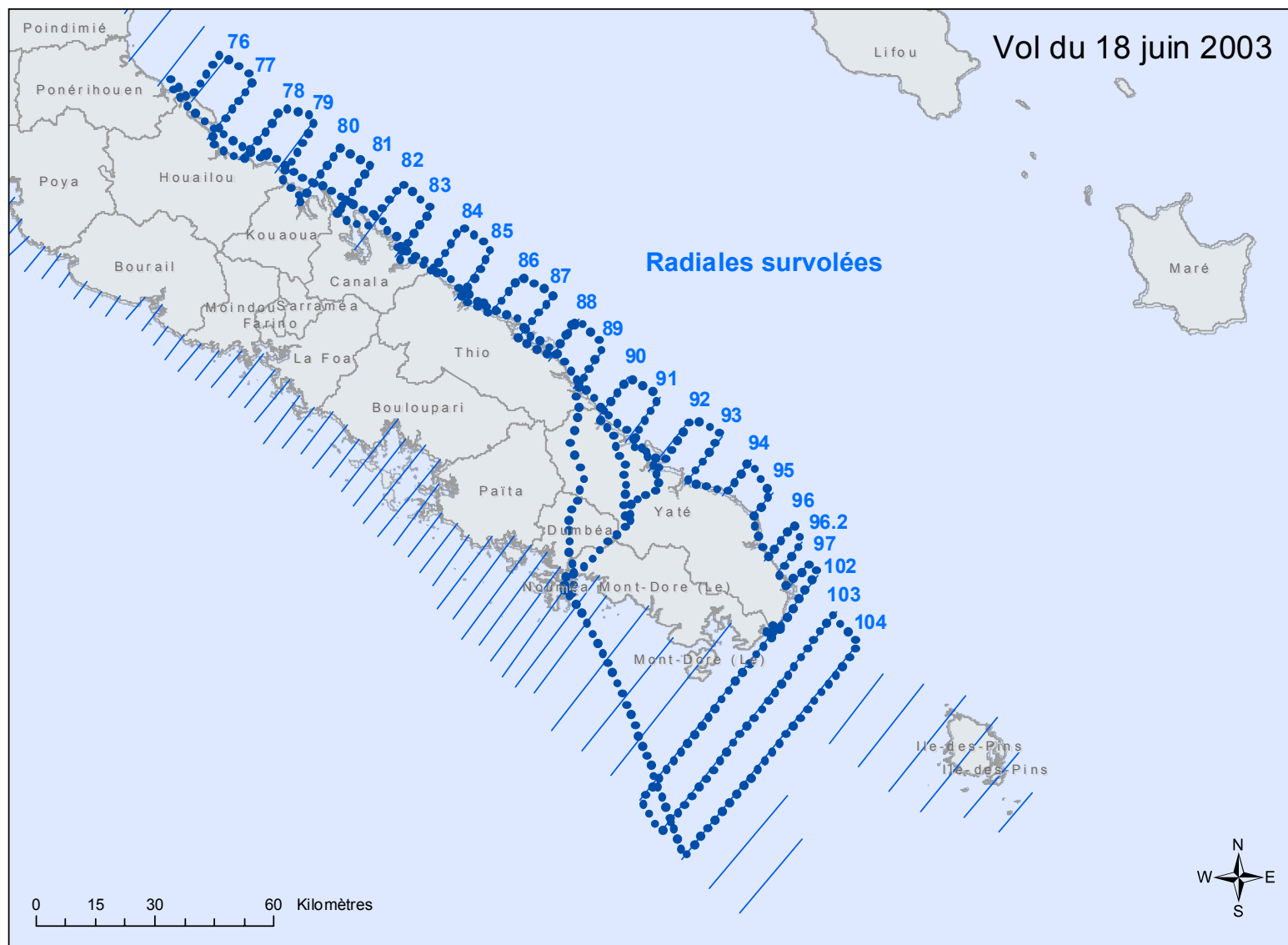


Figure 20. Vol du 19 juin 2003.

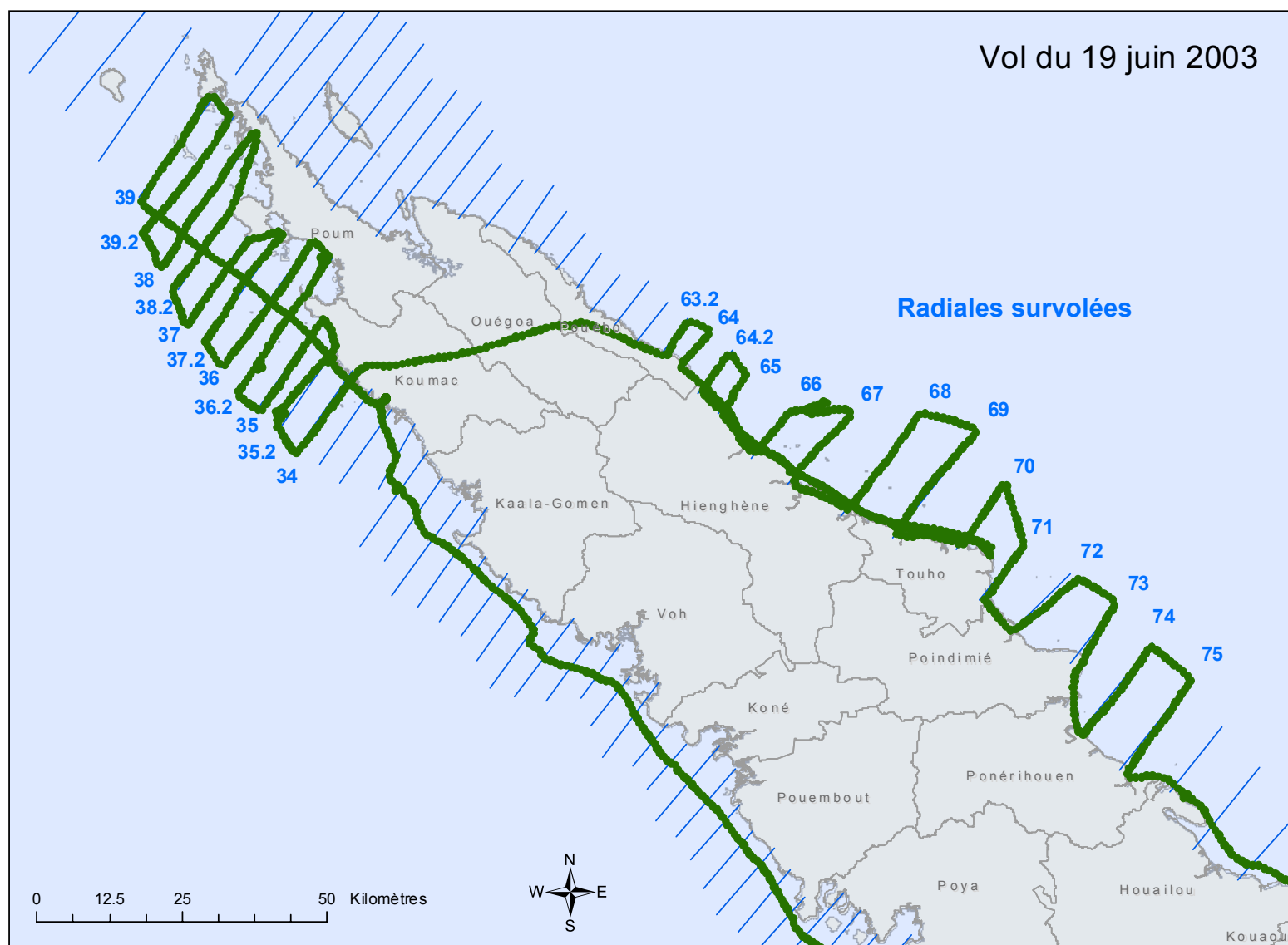


Figure 21. Vol du 20 juin 2003.

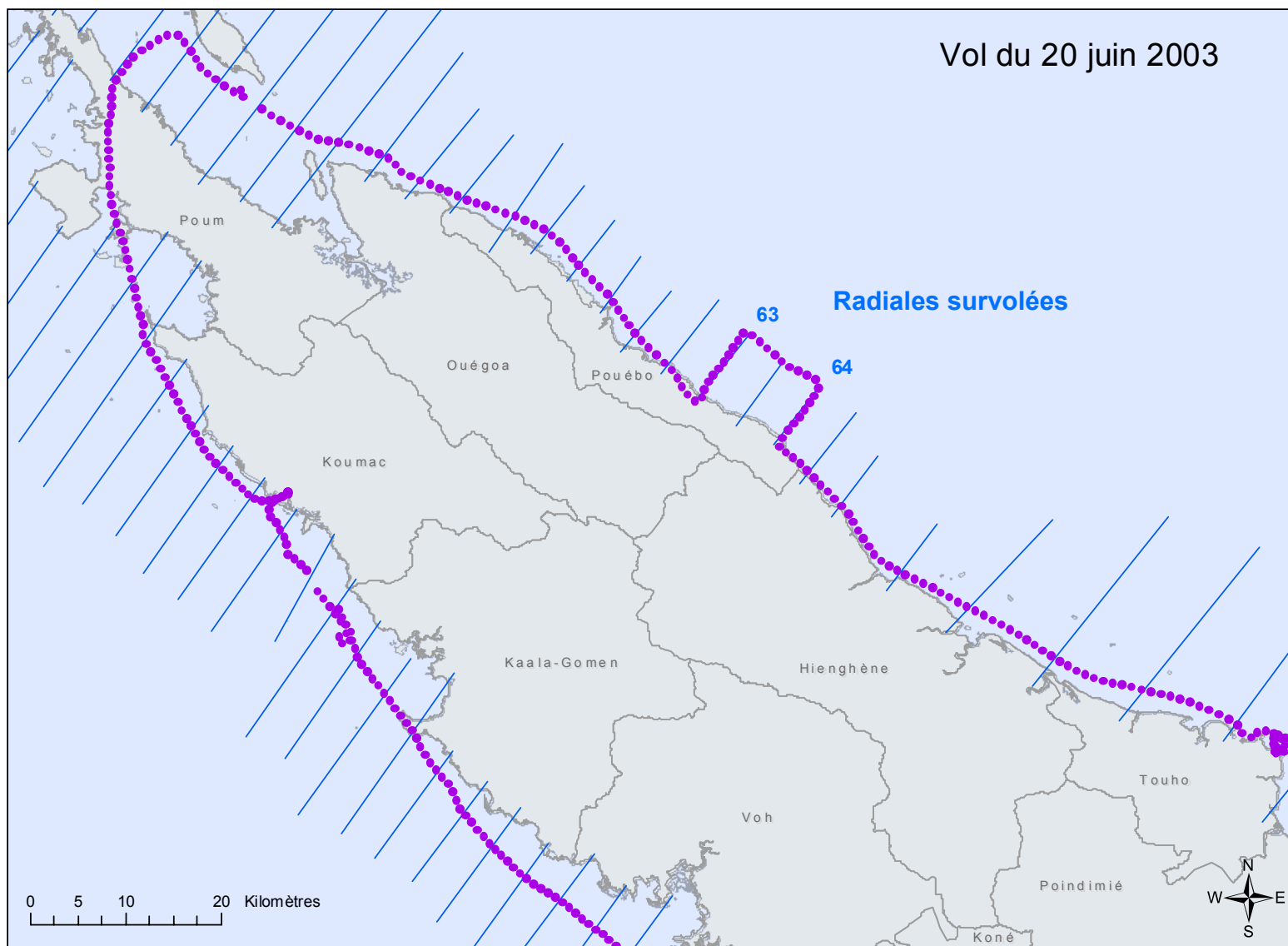


Figure 22. Vol du 22 juin 2003.

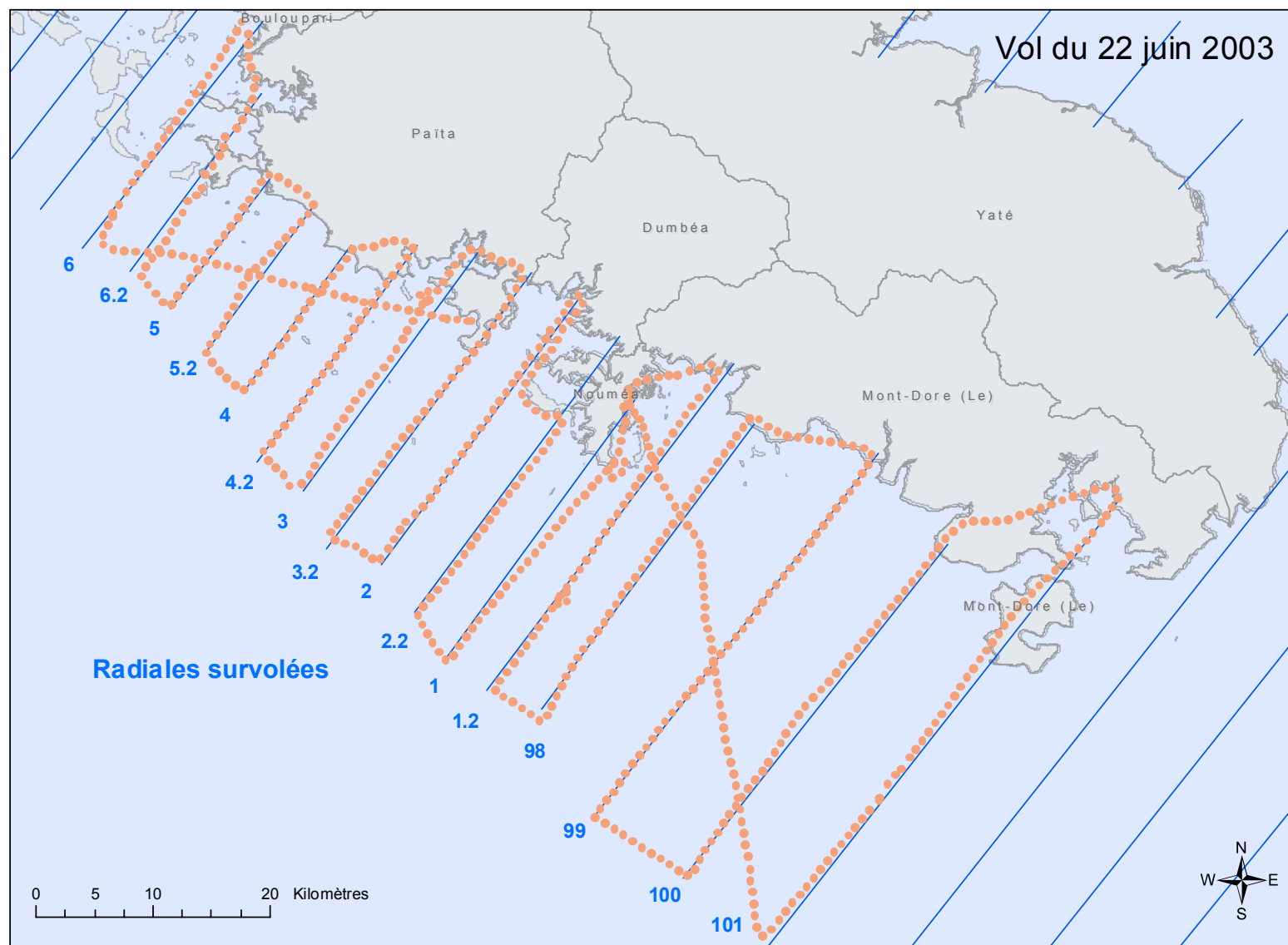


Figure 23. Vol du 30 juin 2003.

