

Synthèse des connaissances sur les baleines à bosse et autres mammifères marins dans la zone sous influence du projet Goro - Nickel pour la période 2000-2003 et 2005

Claire GARRIGUE



Opération Cétacés

B.P. 12 827 98802 Nouméa

Tél / fax : 24 16 34

Ridet : 476804 001

op.cetaces@offratel.nc

SOMMAIRE

RESUME	8
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	10
2. ZONE ET PERIODE D'ETUDE	11
3. INVENTAIRE DES INFORMATIONS DISPONIBLES	12
3.1 LES DONNEES ANALYSEES	12
3.2 LES INFORMATIONS SCIENTIFIQUES ISSUES DES CAMPAGNES EN MER	18
3.2.1 Localisation des recherches	18
3.2.2 Effort d'échantillonnage	19
3.2.3 Méthodes utilisées	22
3.2.4 Informations collectées	23
3.3 LES INFORMATIONS SCIENTIFIQUES ISSUES DES SURVOLS AERIENS	25
3.3.1 Localisation des recherches	25
3.3.2 Effort d'échantillonnage	25
3.3.3 Méthode utilisée	26
3.4 LES INFORMATIONS COLLECTEES LORS D'ECHOUAGES	26
3.5 LES OBSERVATIONS OPPORTUNISTES	27
3.6 LA BASE DE DONNEES MEGAPTERA	27
4. TRAITEMENT DES DONNEES	28
4.1 SELECTION DES DONNEES A L'AIDE DES LOGICIELS ACCESS ET MAPINFO	28
4.2 ANALYSE DE LA DISTRIBUTION SPATIALE ET TEMPORELLE DES BALEINES A BOSSE	28
4.2.1 Distribution spatiale	28
4.2.2 Variation de la distribution spatiale	29
4.2.3 Distribution temporelle	29
4.3 ESTIMATION DE LA FREQUENTATION PAR LES BALEINES A BOSSE	29
4.4 USAGE DE LA ZONE PAR LES BALEINES A BOSSE	29
4.4.1 Analyse des groupes sociaux	29

4.4.2 Analyse des émissions acoustiques des baleines à bosse	29
4.5 FIDELITE ET DEPLACEMENTS DES BALEINES A BOSSE	30
4.6 ESTIMATION DE L'ABONDANCE DES BALEINES A BOSSE	31
4.7 DISTRIBUTION DES AUTRES ESPECES DE MAMMIFERES MARINS	31

5. LES BALEINES A BOSSE DANS LA ZONE SOUS INFLUENCE DU PROJET GORO NICKEL

5.1 GENERALITES	32
5.2 DISTRIBUTION SPATIALE	33
5.3 VARIATION DE LA DISTRIBUTION SPATIALE	35
5.4 DISTRIBUTION TEMPORELLE	38
5.5 FREQUENTATION	40
5.6 USAGE DE LA ZONE	42
5.6.1 Distribution spatiale et analyse quantitative des groupes sociaux	42
5.6.2 Distribution temporelle et analyse quantitative des groupes sociaux	46
5.6.3 Activité acoustique	46
5.7 FIDELITE ET DISPERSION	49
5.8 TAILLE DE LA POPULATION	50
5.9 SYNTHESE	50

6. LES AUTRES ESPECES DE CETACES DANS LA ZONE SOUS INFLUENCE DU PROJET GORO NICKEL

6.1 RESULTATS DES CAMPAGNES D'OBSERVATION EN MER	52
6.2 OBSERVATIONS OPPORTUNISTES	52
6.3 ECHOUAGES	52
6.4 LES AUTRES ESPECES DE CETACES : SYNTHESE ET DISTRIBUTION	52
6.4.1 Le grand dauphin de l'Indo Pacifique	52
6.4.2 Le petit rorqual	54
6.4.3 Le grand cachalot	55
6.4.4 Cachalot pygmée	55
6.4.5 Baleine à bec de Blainville	55
6.4.6 Baleine bleue	56

7. LES DUGONGS DANS LA ZONE SOUS INFLUENCE DU PROJET GORO NICKEL

7.1 RESULTATS DES CAMPAGNES D'OBSERVATION EN MER	57
---	-----------

7.2 RESULTATS DES SURVOLS AERIENS	57
7.3 OBSERVATIONS OPPORTUNISTES	57
7.4 DONNEES HISTORIQUES	57
7.5 LES DUGONGS : SYNTHESE ET DISTRIBUTION	58

**8. LISTE DES ESPECES DE MAMMIFERES MARINS RENCONTRES
DANS LA ZONE SOUS INFLUENCE DU PROJET GORO NICKEL** **59**

9. CONCLUSIONS **60**

10. LITTERATURE CITEE **61**



LISTE DES TABLEAUX

Table 1 - Liste des publications scientifiques disponibles sur les mammifères marins de Nouvelle-Calédonie.	13
Table 2 - Liste des présentations dans des congrès scientifiques sur les mammifères marins de Nouvelle-Calédonie.	15
Table 3 - Liste des rapports sur les mammifères marins.	16
Table 4 - Effort d'échantillonnage en mer et à terre entre 2000 et 2005 dans le lagon Sud.....	19
Table 5 - Dates de début et de fin de campagne.	21
Table 6 - Définition des groupes sociaux chez les baleines à bosse.	24
Table 7 - Effort d'échantillonnage au cours des survols aériens conduits en juin 2003.	26
Table 8 - Répartition des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (2000-2005).	33
Table 9 - Définition des semaines utilisées.	38
Table 10 - Définition des quinzaines utilisées.	39
Table 11 - Effort d'échantillonnage, nombre de groupes et d'individus étudiés par Opération Cétacés entre 2000-2003 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.	41
Table 12 - Indices de fidélité pour la Nouvelle-Calédonie calculés à partir des données photographiques et génétiques entre 1995 et 2002.	49
Table 13 - Indices d'échanges entre la Nouvelle-Calédonie et Tonga calculés à partir des données photographiques et génétiques entre 1995 et 2005.	50
Table 14 – Identification de grand dauphin de l'Indo Pacifique dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.	54
Table 15 - Liste des mammifères marins recensés dans la zone soumise à l'influence du projet Goro Nickel.	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Zone d'influence du projet Goro Nickel.	11
Figure 2 - Localisation des recherches conduites sur les mammifères marins.	18
Figure 3 - Principale zone d'étude depuis 1995.	19
Figure 4 - Répartition de l'effort d'échantillonnage en mer pendant la période d'observation	20
Figure 5 - Effort d'échantillonnage en mer au cours de la saison 2005.	21
Figure 6 - Effort d'échantillonnage des dugongs par comptage aérien.	25
Figure 7 - Structure des stocks de baleines à bosse de l'hémisphère Sud.	32
Figure 8 - Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (2000 à 2005).	34
Figure 9 - Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2000.	35
Figure 10 - Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2001.	36
Figure 11 - Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2002.	36
Figure 12 - Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2003.	37
Figure 13 - Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2005.	37
Figure 14 - Distribution temporelle des baleines à bosse recensées entre 2000-2003 et ainsi qu'en 2005.	38
Figure 15 - Evolution de la distribution temporelle des baleines à bosse par semaine (2000 à 2005).	39
Figure 16 - Distribution temporelle des baleines à bosse par quinzaine et par année (en pourcentage du nombre de baleines recensés.	40
Figure 17 - Effectif des baleines à bosse recensées entre 2000 et 2003 et en 2005 en nombre de groupes et en nombre d'individus.	40
Figure 18 - Taille des groupes de baleines à bosse entre 2000 et 2005 en nombre d'individus.	41
Figure 19 - Répartition des différents types sociaux au sein des groupes étudiés entre 2000-2003 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.	42
Figure 20 - Distribution spatiale des différents groupes sociaux dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	43
Figure 21 - Distribution des groupes de deux baleines dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	44
Figure 22 - Distribution des individus solitaires dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	44
Figure 23 - Distribution des femelles suitées dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	45

Figure 24 - Distribution des groupes reproducteurs avec et sans maman-petit et des chanteurs dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	45
Figure 25 - Répartition annuelle des différents groupes sociaux entre 2000 et 2003 ainsi qu'en 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.	46
Figure 26 - Localisation des stations d'écoutes dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	47
Figure 27 - Localisation des chants et des enregistrements entre 2000 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.	47
Figure 28 - Variation mensuelle de l'activité acoustique.	48
Figure 29 - Analyse annuelle de la variation mensuelle de l'activité acoustique.	48
Figure 30 - Carte de distribution des delphinidés.	53
Figure 31 - Taille des groupes de delphinidés observés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (1991-2005).	53
Figure 32 - Carte de distribution des autres grands Cétacés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (1991-2005).	54
Figure 33 - Carte de distribution des échouages documentés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.	56
Figure 34 - Carte de distribution des dugongs dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (1991-2005).	58

RESUME

- ◆ Les documents existants sur les mammifères marins de Nouvelle-Calédonie sont composés de 19 publications, 11 présentations réalisées pour des congrès scientifiques et 8 rapports d'étude. Une base de données regroupe les observations scientifiques réalisées en mer par Opération Cétacés depuis 1995.
- ◆ La zone sous influence du projet Goro Nickel couvre une superficie de 292,1 km² et un périmètre de 233,3 km.
- ◆ Entre 2000 et 2005, l'effort d'échantillonnage représente 240 jours d'observation soit près de 1615 h d'observation en mer. L'effort d'échantillonnage par moyen aérien représente 53 heures de survol, toutes réalisées en juin 2003.
- ◆ Les observations en mer ont permis de dénombrer 100 groupes de baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*), 78 groupes de delphinidés appartenant pour la plupart à l'espèce grand dauphin de l'Indo Pacifique (*Tursiops aduncus*), un petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*) et un dugong solitaire (*Dugong dugon*).
- ◆ Trente sept fiches d'observation ont signalé 4 espèces de mammifères marins dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.
- ◆ Trois espèces ont été documentées au cours de cinq échouages survenus dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.
- ◆ Au total huit espèces de mammifères marins ont été identifiées dans la zone. Il s'agit du dugong, du grand cachalot (*Physeter macrocephalus*), de la baleine à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*), du cachalot pygmée (*Kogia breviceps*), du grand dauphin de l'Indo Pacifique, de la baleine à bosse, du petit rorqual et de la baleine bleue pygmée (*Balaenoptera musculus brevicauda*).
- ◆ La Nouvelle-Calédonie héberge une petite population de baleines à bosse estimée à 533 individus (CV = 0.15) avec les données de génétiques et à 327 individus (CV = 0.11) avec les données photographiques. Les caractéristiques des baleines observées dans la zone sous influence du projet Goro Nickel sont exposées ci dessous :
 - La distribution spatiale des baleines à bosse n'est pas homogène ; le centre et l'ouest de la zone, de l'île Ouen à l'îlot Nouaré, présentent la plus forte fréquentation (70 % des groupes recensés).
 - La distribution temporelle des baleines n'est pas homogène sur l'ensemble de la période d'étude. L'arrivée des baleines est un événement progressif ; le pic de la saison se situe au mois d'août, généralement vers la mi août.
 - La fréquentation exprimée en nombre de groupes et en nombre d'individus varie entre les années.
 - Tous les groupes sociaux sont rencontrés dans la zone. Leur abondance varie selon les années.

- La présence de groupes reproducteurs, de femelles suitées et l'audition de chants témoignent que l'ensemble de la zone sous influence du projet Goro Nickel est utilisé pour la reproduction de la population.
- L'observation répétée de certains individus montre que les baleines à bosse sont fidèles à la zone. Cette fidélité est un héritage maternel qu'il est important de prendre en compte dans les projets d'aménagements et de protection des sites car elle a des implications sur le succès reproducteur.
- L'activité acoustique de la zone est de 35 % pour l'ensemble de la période d'étude. Elle varie selon les années mais elle est toujours plus forte au mois d'août. Les chants sont rarement émis dans les zones où les courants sont puissants comme la passe de La Havannah, dans celles où les récifs sont nombreux, comme la réserve Merlet, ni dans les zones relativement fermées, comme la baie du Prony.
- ◆ L'espèce la plus fréquemment observée, après la baleine à bosse, dans la zone d'influence du projet Goro Nickel est le grand dauphin de l'Indo-Pacifique. Il fréquente notamment la baie du Prony et la partie centrale de la zone.
- ◆ Certains individus observés à plusieurs années d'intervalle témoignent de l'existence d'une population résidente.
- ◆ Les groupes les plus fréquents sont composés d'individus solitaires. Le plus grand groupe rencontré comprenait 12 individus.
- ◆ Les quelques observations et signalements qui confirment la présence actuelle du dugong dans la zone, sont récents (2002 et 2003), bien que la zone soit étudiée depuis plus de 10 ans. Ceci laisse supposer une faible abondance de l'espèce dans la zone.
- ◆ La présence occasionnelle du petit rorqual dans la zone sous influence du projet Goro Nickel est confirmée.
- ◆ Le grand cachalot est une espèce pélagique dont l'observation à l'intérieur des eaux peu profondes de la zone d'influence du projet Goro Nickel reste un phénomène exceptionnel.
- ◆ Les individus échoués appartiennent tous à des espèces pélagiques ; il est donc peu probable de les observer dans les eaux côtières de la zone d'influence du projet Goro Nickel.
- ◆ Les études réalisées depuis plus de 10 ans dans la zone sous influence du projet Goro Nickel ont permis d'établir la présence de plusieurs espèces importantes en terme de conservation. Ces espèces sont protégées par plusieurs conventions internationales.
- ◆ Il est donc important d'envisager la réalisation de suivis réguliers dans cette zone pour établir les effets potentiels de la mise en place du port de la baie Nord et du complexe industriel de Goro Nickel.

1. Contexte et objectifs de l'étude

La Nouvelle-Calédonie abrite plus d'une vingtaine d'espèces de mammifères marins dont plusieurs sont classées comme vulnérable ou en danger par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Parmi celles-ci une petite population de baleines à bosse utilise les eaux néo-calédoniennes et plus particulièrement le lagon Sud comme zone de reproduction (Garrigue et Gill, 1994).

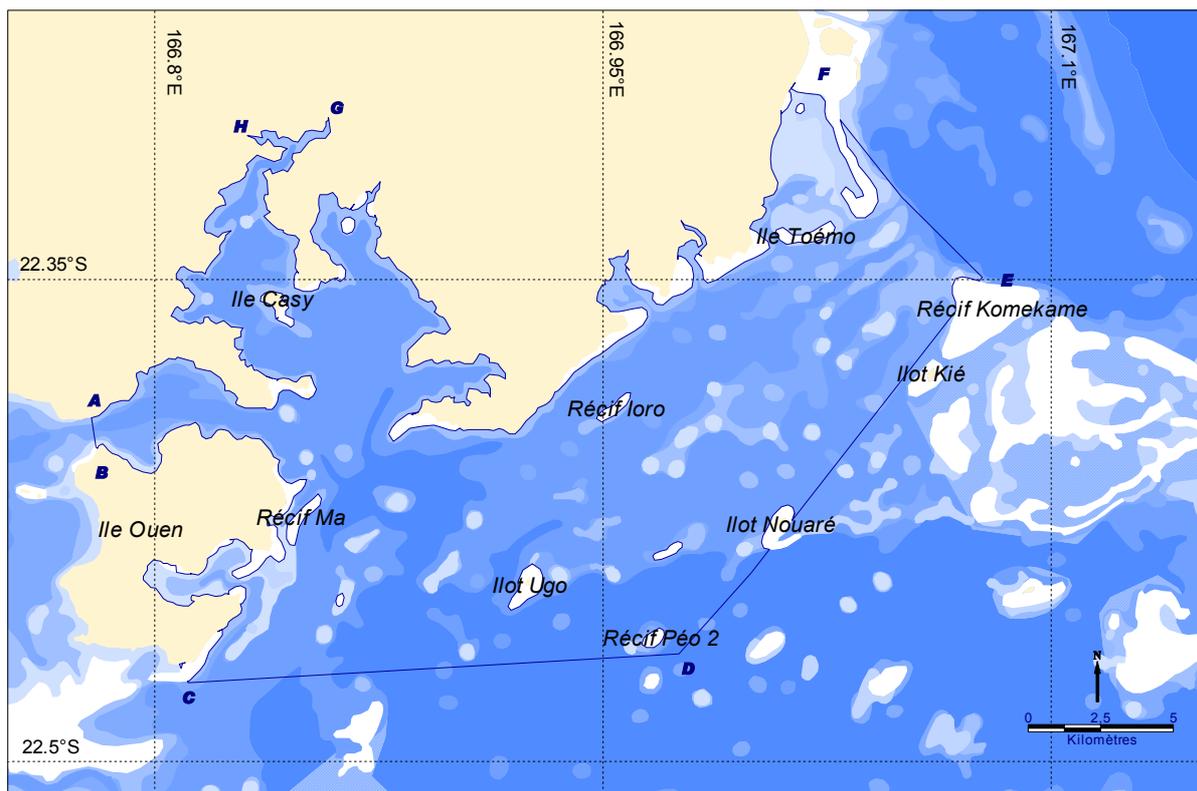
C'est pourquoi dans le cadre du projet Goro Nickel, M. Jean-Michel N'Guyen de la société Inco Goro Nickel a consulté Claire Garrigue, responsable scientifique de Opération Cétacés, pour la réalisation d'une synthèse des connaissances sur les baleines à bosse et autres mammifères marins dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Le présent document constitue le rapport final. Une liste des documents disponibles et des données existantes est fournie. Les méthodes utilisées pour collecter les données au cours des cinq campagnes de recherche conduites en saison fraîche entre 2000 et 2003 ainsi qu'en 2005 sont détaillées. Les résultats obtenus sont utilisés pour réaliser un bilan sur l'usage de la zone sous influence du projet Goro Nickel par les mammifères marins.

2. Zone et période d'étude

La zone d'étude nommée « zone d'influence du projet Goro Nickel » a été définie en accord avec le commanditaire (Figure 1). Elle est délimitée par le trait de côte et six points (A à H) dont les coordonnées sont précisées au bas de la carte.

Elle inclue la totalité de la baie du Prony, du Canal Woodin et du Canal de La Havannah. Elle s'étend jusqu'au sud des îlots Ugo et Nouaré et du récif Peo 2. Cette zone couvre une surface totale de 292,1 km² et son périmètre est de 233,3 km.



A : 166,7780 -22,3932 / B : 166,7808 -22,4020 / C : 166,8111 -22,4758 / D : 166,9761 -22,4666
E : 167,0774 -22,3498 / F : 167,0194 -22,2884 / G : 166,8581 -22,2995 / H : 166,8314 -22,3053

Figure 1. Zone d'influence du projet Goro Nickel.

La synthèse requise par le commanditaire s'étend sur les années 2000 à 2003 auxquelles s'ajoute l'année 2005. L'année 2004 n'a pas été prise en compte car quelques jours seulement ont été passés dans le lagon Sud.

3. Inventaire des informations disponibles

Les données existantes sur les mammifères marins (Cétacés et Siréniens) de Nouvelle-Calédonie comprennent :

- ◆ Des **données analysées** sous forme de documents publiés qui sont soit disponibles, comme les publications scientifiques (Table 1) ou les présentations lors de congrès scientifiques (Table 2), soit à diffusion restreinte, comme les rapports réalisés suite à une commande (Table 3). Toutes les références à l'exception des références 1, 2, 15, 16 et 17, correspondent aux résultats d'études menées par Opération Cétacés.

- ◆ Des **données brutes** qui nécessitent traitement et analyse. Ces données regroupent :
 - (a) Des données scientifiques relatives à toutes les espèces de Cétacés et de Siréniens, récoltées par Opération Cétacés dans le cadre de ces activités de recherches depuis 1995 ;
 - (i) Données collectées en mer ;
 - (ii) Données collectées au cours de survols aériens ;
 - (iii) Données provenant d'animaux échoués.
 - (b) Des données opportunistes qui proviennent des fiches d'observations remplies par les usagers du milieu marin et diffusées depuis 1991.

3.1 Les données analysées

Les 19 documents disponibles référencés dans la table 1, sont principalement des publications parues dans des revues scientifiques à comité de lecture ainsi qu'un document de travail disponible à la Commission Baleinière Internationale (IWC). Les plus anciennes publications datent des années 80 ; elles font référence à des échouages d'Odontocètes dont certains sont survenus dans la zone d'intérêt du commanditaire.

Les 11 documents présentés dans la table 2 sont constitués d'exposés ou de posters réalisés lors de congrès scientifiques.

Des rapports réalisés à l'issue d'études conduites dans le cadre de contrats et/ou de conventions constituent les huit documents présentés dans la table 3. Leur disponibilité est à la discrétion de chaque commanditaire.

Table 1. Liste des publications scientifiques disponibles sur les mammifères marins de Nouvelle-Calédonie.

Réf.	Auteur	Date	Titre	Revue/Rapport	Type d'informations	Sujet	Intéresse la zone d'étude
1	Robineau D. et Rancurel P.	1981	Sur deux spécimens du genre <i>Kogia</i> (famille Physeteridae) en Nouvelle-Calédonie.	Zeitschrift für Säugetierkunde 46 : 56-58.	Analysées et publiées	Présence Absence	Oui
2	Sylvestre J.P.	1988	On a specimen of pygmy sperm whales, <i>Kogia breviceps</i> (Blainville, 1838) from New Caledonia.	Aquatic Mammals, 14 : 76-77	Analysées et publiées	Présence absence	Non
3	Garrigue C. et Gill P.	1994	Observations of humpback whales (<i>Megaptera novaeangliae</i>) in New Caledonia waters during 1991-1993.	Biological Conservation, 70 (3) : 211-218.	Analysées et publiées	Localisation, activité	Oui
4	Gill P. et al.	1995	Observations of humpback whales (<i>Megaptera novaeangliae</i>) on a cruise to New Caledonia and the Chesterfield reefs.	Memoirs of the Queensland Museum, 38 (2) : 505-511.	Analysées et publiées	Localisation, activité, acoustique	Oui
5	Helweg D.A. et al.	1998	Geographic variation in South Pacific humpback whale songs.	Behaviour : 135 : 1-27.	Analysées et publiées	Acoustique	Oui
6	Greaves J. et Garrigue C.	1999	First record of false killer whales (<i>Pseudorca crassidens</i>) in New Caledonia, South Pacific.	Memoirs of Queensland Museum, 43 (2) : 588.	Analysées et publiées	Présence absence	Non
7	Garrigue C. et Greaves J.	1999	Nouvelle-Calédonie : un rendez-vous pour les baleines.	C. Ledru (ed.), Nouméa, 160 p. (Ouvrage bilingue français - anglais).	Générale	Générale	Oui
8	Garrigue C. et al.	2000	Migratory movement of humpback whales (<i>Megaptera novaeangliae</i>) between New Caledonia, East Australia and New Zealand.	Journal of Cetacean Research and Management, 2 (2) : 111-115.	Analysées et publiées	Déplacements régionaux	Oui
9	Garrigue C. et Greaves J.	2001	Cetacean records for the New Caledonian area (South West Pacific).	Micronesica, 24 (1) : 27-33.	Analysées et publiées	Présence absence	Oui
10	Garrigue C. et al.	2001	Characteristics of the New Caledonian	Memoirs of Queensland	Analysées et	Caractéristiques	Oui

			humpback whale population.	Museum, 47 (2) : 539-546.	publiées		
11	Garrigue C. <i>et al.</i>	2002	Movements of humpback whales in Oceania, South Pacific.	Journal of Cetacean Research and Management 4 (3) : 255-260.	Analysées et publiées	Déplacements régionaux	Oui
12	Garrigue C. <i>et al.</i>	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.	Marine Ecology Progress Series, 274 : 251-262.	Analysées et publiées	Taille de la population, caractéristiques	Oui
13	Garrigue C. <i>et al.</i>	2003	Identification of a juvenile pygmy blue whale (<i>Balaenoptera musculus breviceuda</i>) in New Caledonia, South-West Pacific.	IWC /SC/55/SH4	Analysées	Présence absence	Oui
14	Bustamante, P. <i>et al.</i>	2003	Trace elements in two odontocete species (<i>Kogia breviceps</i> and <i>Globicephala macrorhynchus</i>) stranded in New Caledonia (South Pacific).	Environmental pollution 124: 263-271.	Analysées et publiées	Métaux lourds	Non
15	Borsa P. et Hoarau G.	2004	A pygmy blue whale (Cetacea : Balaenopteridae) in the inshore waters of New Caledonia.	Pacific Science 58 (4) : 579-584.	Publiées	Présence absence	Oui
16	Borsa P. et Robineau D.	2005	Blainville's beaked whales in New Caledonia.	Pacific Science 59 (3) : 467-472	Publiées	Présence absence	Oui
17	Borsa P.	2006	Marine mammal stranding in the New Caledonia region, Southwest Pacific.	Compte rendu de Biologies 329 : 277-288.	Publiées	Présence absence	Oui
18	Olavarria C. <i>et al.</i>	2006	Population structure of humpback whales and the origin of the eastern Polynesian breeding grounds.	Marine Ecology Progress Series	Analysées et publiées	Caractéristiques génétiques des populations	Oui
19	Garrigue C.	2006	Marine mammals of New Caledonia and the Loyalty islands. Checklist of the species.	In Compendium of marine species from New Caledonia. Eds C.Payri & B.Richer de Forges. IRD Documents scientifiques et techniques II7. 385-391	Analysées et publiées	Présence absence	Oui

Table 2. Liste des présentations dans des congrès scientifiques sur les mammifères marins de Nouvelle-Calédonie.

Réf.	Auteur	Date	Titre	Revue/Rapport	Type d'informations	Sujet	Intéresse la zone d'étude
20	Greaves J.A. et Garrigue C.	1997	Preliminary estimation of the humpback whales population of New Caledonia.	Marine Benthics Habitats congrès, Noumea, New Caledonia, 10-16 November 1997.	Analysées et publiées	Taille de la population	Oui
21	Garrigue C. et Greaves J.A.	1998	Preliminary estimation of the humpback whales population of New Caledonia (South Pacific).	World Marine Mammal Science Conference, Monaco (Poster)	Analysées et publiées	Taille de la population	Oui
22	Dodemont R. <i>et al.</i>	2001	Behaviour of singing humpback whales in New Caledonia (South Pacific).	XIVth Marine Mammals Conference, 29th November to 3rd December, Vancouver, Canada.	Analysées et publiées	Activité, localisation	Oui
23	Garrigue C. et Virly S.	2000	Whale watching in New Caledonia : a new industry.	Humpback 2000 conference, 29 august to 1 september 2000, Brisbane, Australia.	Analysées et publiées	Activité humaine, localisation	Oui
24	Garrigue C.	2000	Characteristic of the New Caledonian humpback whales population	Humpback 2000 conference, 29 august to 1 september 2000, Brisbane, Australia.	Analysées et publiées		Oui
25	Garrigue C. <i>et al.</i>	2000	Impact of the human activities in short-finned pilot whales (<i>Globicephala macrorhynchus</i>) and pygmy sperm whale (<i>Kogia breviceps</i>) of the South West Pacific ocean by mesuring Cs-137, K-40 and Pb-210.	SPERA 2000, June 2000, Nouméa, New Caledonia.	Analysées et publiées	Radio nucléides	Non
26	Bustamante P. <i>et al.</i>	2001	Heavy metals contains in two odontocetes (<i>Kogia breviceps</i> and <i>Globicephala macrorhynchus</i>) stranded in New Caledonia (South Pacific).	XIVth Marine Mammals Conference, 29th November to 3rd December, Vancouver, Canada (poster).	Analysées et publiées	Métaux lourds	Non
27	Garrigue C. <i>et al.</i>	2001	Movements of humpback whales in Oceania.	XIVth Marine Mammals Conference, 29th November to 3rd December, Vancouver, Canada (poster).	Analysées et publiées	Déplacements régionaux	Oui
28	Olavarria, C. <i>et al.</i>	2003	Population differentiation of South pacific humpback whales based on mitochondrial and nuclear DNA	XVth Marine Mammals Conference, 14-19 December 2003, Glensboro, USA.	Analysées et publiées	Génétique	Oui

			markers.				
29	de Tezanos Pinto G. <i>et al.</i>	2005	Population structure and genetic diversity of coastal bottlenose dolphins (<i>Tursiops truncatus</i>) in New Zealand from a world-wide perspective.	XVIth Marine Mammals Conference, December 2005, San Diego, USA.	Analysées et publiées	Génétique	Oui
30	Schaffar A. et Garrigue C.	2006	Whale watching activities in the Southern Lagoon of New Caledonia: current status and evolution since 1995.	XXth annual conference of the European Cetacean Society, April 2 nd – 7 th 2006, Gdynia, Pologne (poster)	Analysées et publiées	Activité humaine, localisation	Oui

Table 3. Liste des rapports sur les mammifères marins.

Réf.	Auteur	Date	Titre	Revue/Rapport	Type d'informations	Sujet	Intéresse la zone d'étude
28	Opération Cétacés	1999	Compte rendu de l'étude sur les mammifères marins des Iles Loyauté	Rapport photocopié, 17p. Contrat service de l'environnement de la province des Iles Loyauté	Brutes et semi-traitées	Présence absence, activité	Non
29	Garrigue C., pour Opération Cétacés	2004	Etude de la population de baleines à bosse de la province Nord.	Rapport photocopié : 99p, Contrat service de l'environnement de la province Nord	Analysées	Localisation, activité	Non
30	Virly S. et Garrigue C.	2000	Etude de l'activité commerciale de l'observation des mammifères marins en Nouvelle-Calédonie.	Rapport pour la province Sud : 54p., Contrat service du tourisme de la Province Sud.		Activité touristique	Oui
31	Garrigue C. et Patenaude N., pour Opération Cétacés	2004	Etude du statut de la population de dugongs en provinces Nord et Sud.	Rapport photocopié : 57 p. Contrat Zoneco.	Analysées	Localisation, densité, abondance, caractéristique	Oui
32	Garrigue C., pour Opération Cétacés	2004	Etude de la population de dugongs de la zone située près de la baie de Vavouto.	Rapport photocopié : 56 p. Contrat Falconbridge.	Analysées	Localisation	Non

33	Garrigue C. pour Opération Cétacés	2005	Analyse éco régionale : informations relatives aux mammifères marins	Rapport polycopié : 54 p. Contrat WWF France	Analysées	Générale	Oui
34	Garrigue C.	2006	Projet Pélamis : informations relatives aux mammifères marins rencontrés à Lifou.	Rapport polycopié : 25 p. Contrat : Soproner	Analysées	Localisation, présence absence	Non
35	Garrigue C. et Schaffar A.	2006	Surveillance des baleines dans le lagon Sud.	Rapport polycopié : 7 p. Contrat : Inco Goro Nickel	Brutes et semi traitées	Présence	Oui

3.2 Les informations scientifiques issues des campagnes en mer

Les données scientifiques ont été récoltées dans le cadre des travaux de recherche sur les mammifères marins menés par Opération Cétacés depuis 1995.

Chaque année une campagne d'observation est entreprise entre juillet et septembre. Pendant 40 à 60 jours, des informations sont collectées à partir d'un point d'observation terrestre et à partir d'une embarcation qui navigue dans le lagon Sud. Un minimum de 300 heures d'observation en mer est effectué au cours desquelles plus de 2000 MN sont parcourus à la recherche de Cétacés. En parallèle, plus de 200 heures d'observation sont conduites à partir de terre.

3.2.1 Localisation des recherches

Les données scientifiques sur les mammifères marins ont été recueillies en mer au cours de plusieurs campagnes d'échantillonnage réalisées autour de la Nouvelle-Calédonie (Figure 2).

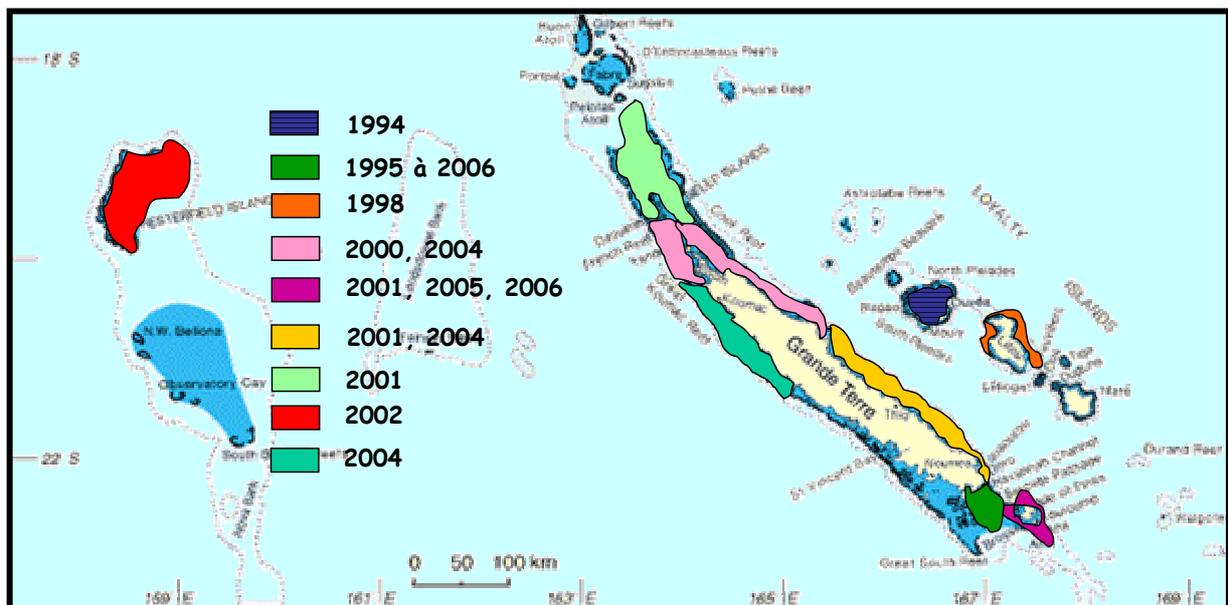


Figure 2. Localisation des recherches conduites sur les mammifères marins.

L'effort d'échantillonnage n'est pas régulièrement réparti. La majeure partie des études a été réalisée au sein du lagon Sud, dans une zone comprise entre la baie du Prony et la ligne reliant le récif Maria à l'îlot Ndo et entre le Canal Woodin et la passe de La Havannah (Figure 3). Dans les autres lagons, des campagnes, d'importances variées, ont été conduites depuis 1998.

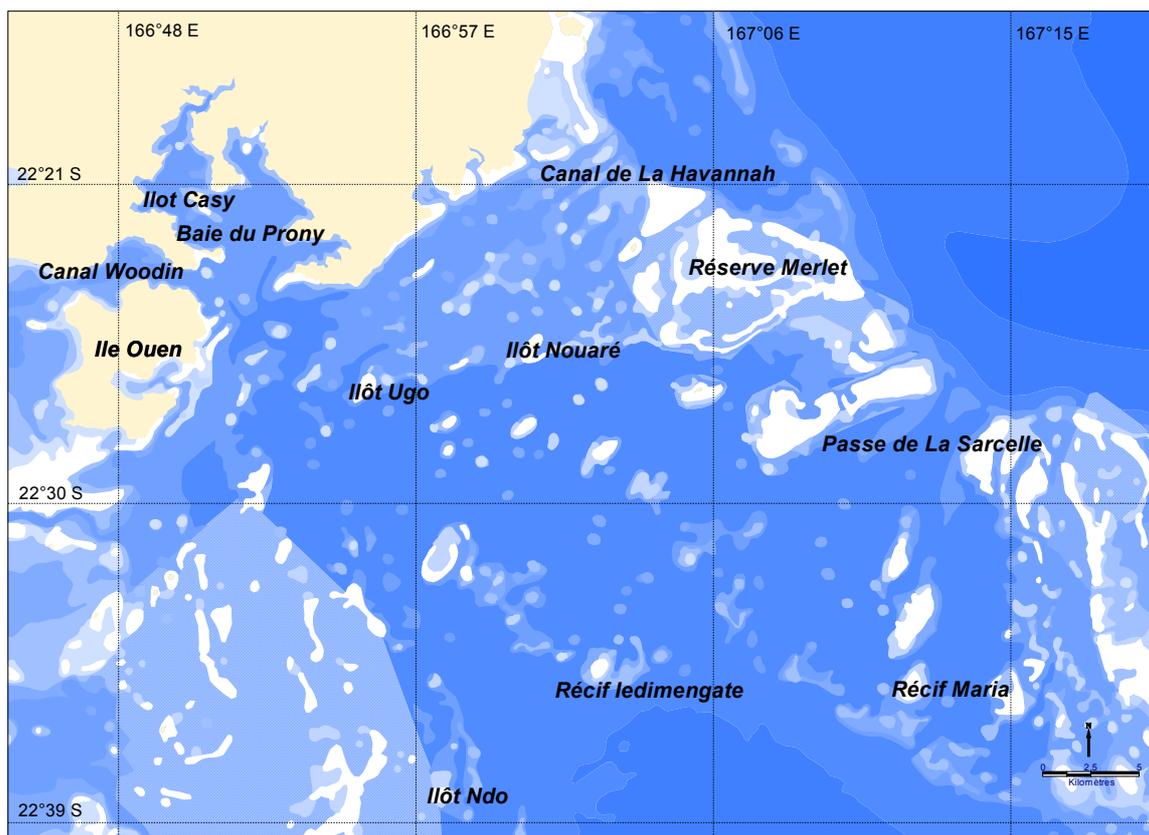


Figure 3. Principale zone d'étude du lagon Sud surveillée depuis 1995.

3.2.2 Effort d'échantillonnage

Depuis 1995 des campagnes de recherche ont été régulièrement effectuées dans la partie sud du lagon de Nouvelle-Calédonie pendant la période de présence des baleines à bosse entre juillet et septembre. Entre 2000 et 2005, l'effort d'échantillonnage a représenté 240 jours en mer et 219 jours à terre soit près de 1615 h d'observation en mer et près de 1200 h d'observation à terre (Table 4).

Table 4. Effort d'échantillonnage en mer et à terre entre 2000 et 2005 dans le lagon Sud.

Année	Mois	Nombre de jours d'observation en mer	Nombre d'heures d'observation en mer	Distance parcourue (NM)	Nombre de jours d'observation à terre	Nombre d'heures d'observation à terre
2000	Juillet	17	106h11	926	17	81h42
	Août	23	138h52	1190	18	94h40
	Septembre	10	66h47	545	9	49h05
	TOTAL 00	50	311h50	2661	44	225h27
2001	Juillet	21	130h34	1172	17	83h53
	Août	25	183h10	1566	25	160h40
	Septembre	15	106h48	936	12	75h32
	TOTAL 01	61	420h32	3674	54	320h05

2002	Juillet	12	59h48	663	16	65h22
	Août	18	121h40	1051	19	109h20
	Septembre	5	38h54	363	3	19h29
	TOTAL 02	35	220h22	2078	38	194h11
2003	Juillet	11	70h30	639	12	62h57
	Août	22	150h45	1246	24	131h36
	Septembre	9	54h49	451	5	29h05
	TOTAL 03	42	276h04	2336	41	223h38
2004*	Juillet	6	39h30	273	0	0
	Août	0	0	0	0	0
	Septembre	4	29h15	236	0	0
	TOTAL 03	10	68h45	509	0	0
2005	Juillet	11	83h36	757	14	81h09
	Août	22	150h42	1268	24	136h15
	Septembre	10	82h47	467	4	17h55
	TOTAL 05	43	317h05	2492	42	235h19
TOTAL		241	1614h38	13748	219	1198h40

*On notera le faible effort d'échantillonnage dans le lagon Sud au cours de la saison 2004. Seuls quelques jours ont été passés dans le lagon Sud, la plus grande partie de l'effort d'échantillonnage ayant été réalisée en Province Nord.

3.2.2.1 Répartition temporelle

L'effort d'échantillonnage exprimé en nombre de jours d'observation ou en nombre d'heures d'observation n'est pas également réparti au cours des trois mois de campagne. Environ 30 % de l'effort est réalisé en juillet, 50 % en août et 20 % en septembre (Figure 4).

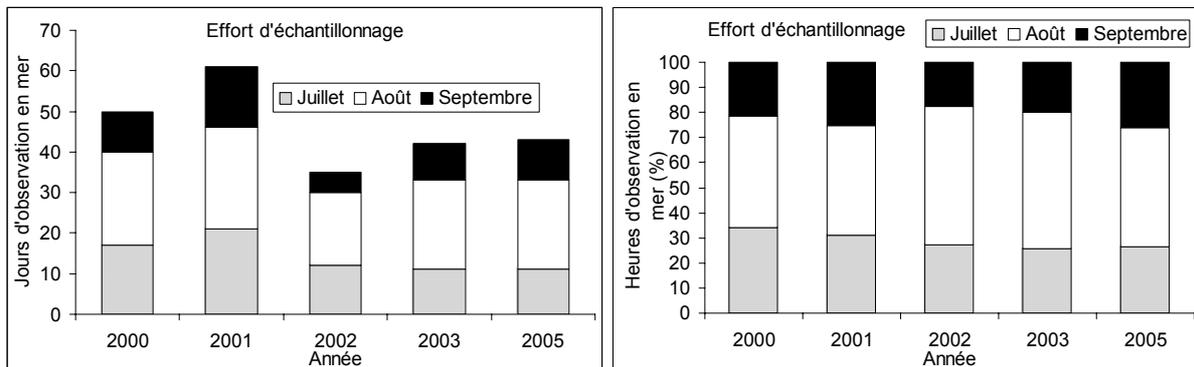


Figure 4. Répartition de l'effort d'échantillonnage en mer pendant la période d'observation.

Cette répartition de l'effort d'échantillonnage est le résultat des études réalisées entre 1995 et 2002. L'irrégularité de la présence des baleines en juillet nous a amené à commencer nos observations plus tardivement à partir de 2003 (Table 5). La fin

des observations est fonction de la quantité d'animaux présents au mois de septembre.

Table 5. Dates de début et de fin de campagne.

Année	Date de début de campagne	Date de fin de campagne
2000	9 juillet	10 septembre
2001	2 juillet	16 septembre
2002	5 juillet	8 septembre
2003	20 juillet	14 septembre
2005	14 juillet	21 septembre

3.2.2.2 Répartition spatiale

La figure 5 présente les trajets réalisés au cours des journées de recherche conduites en 2005. On remarque que l'ensemble de la zone sous influence du projet Goro Nickel est surveillé au cours des campagnes d'observation.

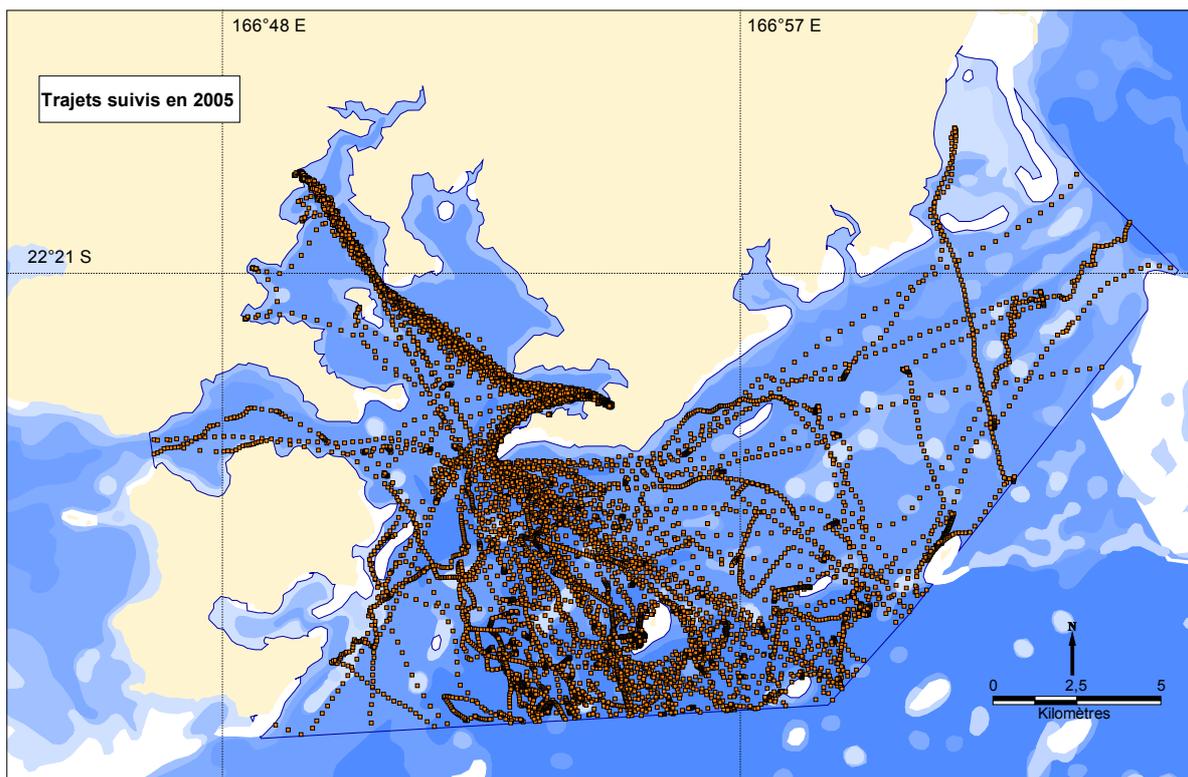


Figure 5. Effort d'échantillonnage en mer au cours de la saison 2005

Le trajet entre l'Anse Sebert et l'Anse Magique en baie du Prony est réalisé tous les jours pour déposer l'équipe d'observation terrestre.

3.2.3 Méthodes utilisées

Les méthodes employées pour étudier les Cétacés et les Siréniens sont très diverses. Elles dépendent du sujet de l'étude et des objectifs de recherche. Les méthodes couramment utilisées au cours des travaux menés par Opération Cétacés dans le lagon Sud sont décrites ci-dessous.

3.2.3.1 Echantillonnage visuel

Des navigations sont effectuées chaque jour lorsque les conditions météorologiques sont favorables ; c'est à dire lorsque les vents sont inférieurs à 15-20 nœuds et qu'il ne pleut pas. Deux observateurs (en plus du pilote) recherchent les animaux à l'œil nu et à l'aide de jumelles.

3.2.3.3 Echantillonnage photographique

La photographie a plusieurs usages. Elle sert tout d'abord à confirmer l'identification de l'espèce. Lors de chaque observation de mammifère marin, différentes parties du corps de l'animal sont photographiées (nageoire dorsale, flanc, nageoire caudale). La forme, la couleur et certains motifs distinctifs aident à identifier l'espèce. La qualité de l'identification est classée en trois catégories :

- ◆ « certaine », l'observateur est sûr de l'espèce observée ;
- ◆ « probable », l'observateur pense qu'il a observé la dite espèce;
- ◆ « incertaine », l'observateur ne confirme pas l'espèce.

Elle sert également à reconnaître un individu particulier grâce à la technique de photo identification qui consiste à reconnaître individuellement un animal grâce à des photographies de marques uniques, naturellement présentes en différentes parties de son corps. En Nouvelle-Calédonie, cette technique est essentiellement utilisée pour le grand dauphin de l'Indo Pacifique et la baleine à bosse. Chez les dauphins, ce sont les photographies de la nageoire dorsale et des découpes qu'elles présentent qui sont utilisées. Chez les baleines à bosse, c'est la face ventrale de la nageoire caudale qui est ciblée. Elle présente une coloration, une découpe et des dessins qui lui sont propres. Comparable à une empreinte digitale elle est appelée « empreinte caudale » (Katona *et al.*, 1979).

Les photographies d'identification se regroupées en catalogues (Garrigue et Greaves, 1999). Elles sont utilisées afin d'identifier le nombre d'individus présents, de déterminer la constitution des groupes, de rechercher la présence éventuelle des mêmes individus au cours de plusieurs rencontres et d'étudier le comportement des individus (fréquence des visites, fréquence des naissances, etc.).

Concernant les baleines à bosse, les photographies sont également comparées à celles des autres régions du Pacifique Sud afin de contribuer à la connaissance des routes de migration et d'établir les liens qui relient la population de Nouvelle-Calédonie à celles des régions voisines (Garrigue *et al.*, 2000 et 2002).

Enfin les photographies servent à estimer la taille des populations grâce aux différentes méthodes de capture-recapture (voir paragraphe 4.5).

3.2.3.4 Echantillonnage génétique

Des prélèvements de tissu sont réalisés à l'aide d'un fusil hypodermique muni d'un embout spécial ou d'une arbalète équipée de flèches dont l'embout est constitué d'un emporte pièce (Lambertsen, 1987). Lorsque les animaux rencontrés ont un comportement actif (comme des sauts), l'écumage de la surface de l'eau permet de recueillir des morceaux de peau (Clapham *et al.*, 1993).

Les analyses génétiques conduites sur les échantillons servent à confirmer l'espèce, à rechercher l'origine des populations et leurs liens avec les autres populations du Pacifique Sud (Olavarria *et al.* sous presse), à connaître le sexe des individus échantillonnés, à étudier le système reproducteur (Garrigue *et al.*, 2004), à établir les liens de parenté entre les individus et à estimer la taille de la population (Garrigue *et al.*, 2004).

3.2.3.2 Echantillonnage acoustique

Les baleines à bosse adulte mâles émettent des chants liés à la reproduction (Payne et Guinee, 1983). L'étude de ces chants est entreprise en Nouvelle-Calédonie grâce à un équipement acoustique utilisé pour détecter la présence de mammifères marins. Des échantillonnages acoustiques sont réalisés tout au long de la journée tous les 5 milles nautiques. Pour cela, le bateau est stoppé, moteur coupé, et un hydrophone (micro sous-marin) relié à un amplificateur est immergé dans l'eau. La durée de l'écoute est de 5 minutes afin de permettre la détection des chants de baleines à bosse. Les informations suivantes sont relevées:

- ◆ Date, heure et position GPS ;
- ◆ Nombre de chants entendus ;
- ◆ Amplification du signal : 5 classes de 1 (faible amplification) à 5 (forte amplification) ;
- ◆ Intensité du chant en 5 classes : de 1 (très bon) à 5 (très faible).

Ces informations servent à estimer la distance à laquelle se trouve le chanteur. Par exemple, si l'intensité du chant entendu est bonne à très bonne avec une amplification de 1 ou 2, il est probable que l'animal soit proche du bateau. Un enregistrement, d'une durée de 45 minutes, est effectué lorsque les chants sont bons.

3.2.4 Informations collectées

A chaque rencontre avec des mammifères marins, une identification visuelle est effectuée. Elle est, si possible, complétée par des photographies et/ou des prélèvements génétiques, qui peuvent aider à confirmer l'espèce et/ou dans certains cas identifier l'individu.

Les informations suivantes sont notées :

- ◆ La date ;
- ◆ L'heure ;
- ◆ La position GPS (latitude et longitude) ;

- ◆ Le type de groupe et le nombre d'individu qu'il contient ;
- ◆ La taille des individus ;
- ◆ Le statut social des individus ;
- ◆ Le comportement du groupe et/ou des individus.

3.2.4.1 Définition des groupes sociaux

La définition des groupes sociaux chez les baleines à bosse est présentée dans la table 6.

Table 6. Définition des groupes sociaux chez les baleines à bosse.

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
Maman et baleineau	une femelle avec son baleineau de l'année
Maman et « jeune »	une femelle avec son baleineau de l'an passé
Groupe reproducteur	plusieurs individus adultes engagés dans des activités de reproduction, comportement compétitif
Maman, baleineau et escorte	une femelle et son baleineau, accompagnés par un individu adulte de sexe mâle
Maman, baleineau et groupe reproducteur	une femelle et son baleineau, accompagnés 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

3.2.4.2 Définition de la taille des individus

Quatre catégories sont reconnues : adulte, juvénile, « jeune » et baleineau. Chez les baleines à bosse, un baleineau se définit comme un animal qui mesure au maximum un tiers de la taille de l'adulte et qui est toujours à proximité voire en contact physique avec l'adulte. Le « jeune » est un baleineau de l'an passé qui peut être observé avec sa mère lors de son arrivée en Nouvelle-Calédonie l'année suivant sa naissance. La séparation survenant très rapidement l'observation d'un individu de cette catégorie de taille est exceptionnelle. Le juvénile est un individu qui n'a pas atteint la taille de maturité sexuelle.

Chez les dugongs, le veau mesure au maximum 2/3 de la taille de l'adulte avec lequel il est en contact physique ou proche.

Chez les dauphins, le delphineau mesure moins des trois quarts de la taille de l'adulte.

3.2.4.3 Définition des comportements

Une définition des comportements les plus communs chez les baleines à bosse est donnée dans Garrigue et Greaves (1999).

En ce qui concerne les dauphins, la classification de l'activité a été basée sur les descriptions faites par Shane (1990).

3.3 Les informations scientifiques issues des survols aériens

Elles sont essentiellement le fruit d'une étude conduite sur les dugongs en 2003 dans le cadre du programme ZoNeCo. Une technique de comptage aérien a été mise en œuvre afin d'établir la distribution et la taille de la population de dugongs présents autour de la Grande Terre (Garrigue et Patenaude, 2004).

3.3.1 Localisation des recherches

L'étude a couvert l'ensemble des lagons bordant la Grande Terre, de l'île des Pins jusqu'aux îles Bélep (Figure 6) (Garrigue et Patenaude, 2004).

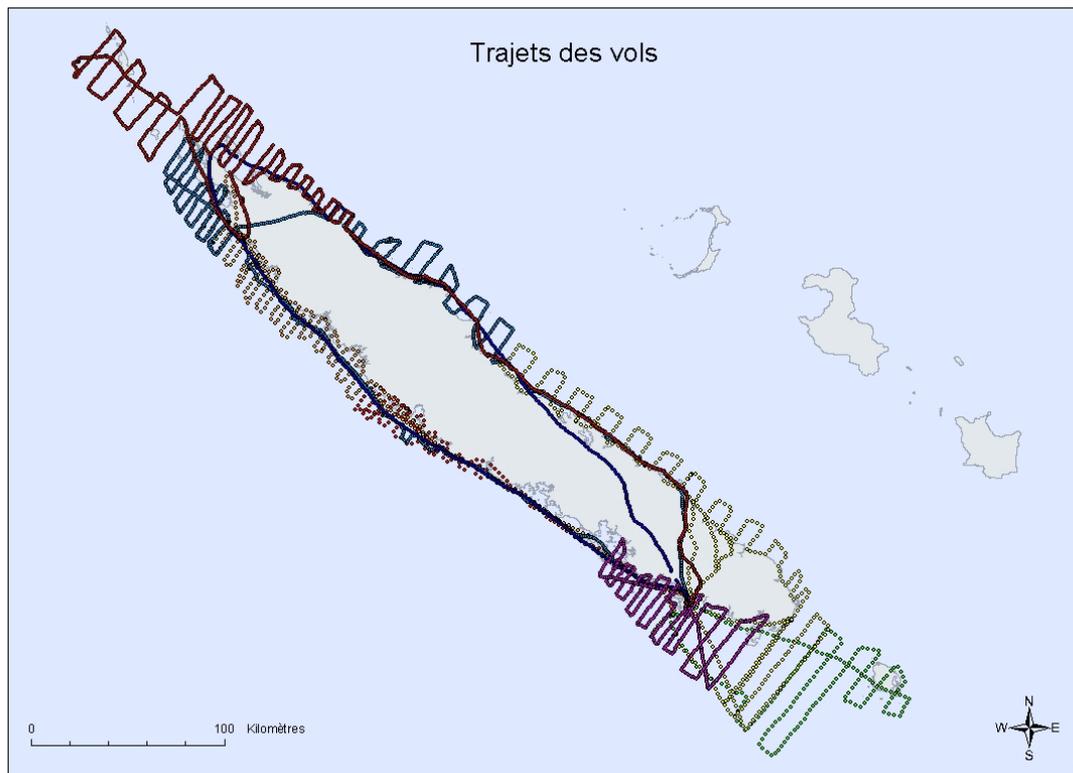


Figure 6. Effort d'échantillonnage mis en place pour l'étude des dugongs par comptage aérien.

3.3.2 Effort d'échantillonnage

L'effort d'échantillonnage a représenté 53 heures de survol, toutes effectuées en juin 2003 pendant la saison fraîche (Table 6).

Table 7. Effort d'échantillonnage au cours des survols aériens conduits en juin 2003.

Année	Date	Nombre d'heures de comptages aériens	Distance parcourue (km)	Surface échantillonnée (km ²)
2003	2 au 30 juin	53h30	2788	2227

La zone sous influence du projet Goro Nickel a été survolée les 5, 18 et 22 juin 2003.

3.3.3 Méthode utilisée

La méthode de comptage aérien est basée sur celle développée depuis 20 ans en Australie pour l'étude des dugongs (Anderson, 1985 ; Marsh et Sinclair, 1989 a et b). Elle consiste à dénombrer les animaux le long de radiales qui s'étendent entre la côte et l'extérieur du récif barrière jusqu'à une isobathe de 100 m ou 500 m selon la distance au récif barrière (Figure 6). Les survols aériens sont réalisés par temps clair et mer calme, lorsque le vent n'excède pas force 3 sur l'échelle de beaufort. Un avion à ailes hautes est équipé de barres qui délimitent une superficie connue à l'intérieur de laquelle tous les dugongs présents sont comptés.

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. Un modèle développé par Pollock *et al.* (2006) a été utilisé.

3.4 Les informations collectées lors d'échouages

Les échouages de mammifères marins sur les côtes de Nouvelle-Calédonie ont été répertoriés depuis 1934 (Garrigue *et al.*, en préparation ; Borsa, 2006).

Depuis 1991 Opération Cétacés intervient en cas d'échouage de mammifères marins. Environ trois quarts des échouages répertoriés ont été documentés par Opération Cétacés. Les autres informations proviennent de témoignages, de publications scientifiques et des journaux locaux.

Les informations recueillies par Opération Cétacés concernent :

- ◆ La localisation spatiale et temporelle de l'échouage ;
- ◆ Les conditions de l'échouage ;
- ◆ Les caractéristiques permettant d'identifier l'espèce échouée ;
- ◆ Les paramètres biométriques, physiologiques (contenus stomacaux, âge, parasites), génétique, environnemental (métaux lourds).

Afin de répondre à la question du commanditaire les fiches d'échouages concernant la zone sous influence du projet Goro Nickel ont été extraites de l'ensemble des informations détenues sur 62 échouages totalisant 74 individus.

Les échouages survenus avant 1991 sont documentés dans quatre des publications scientifiques référencées dans la table 1.

3.5 Les observations opportunistes

Depuis 1991 une « fiche d'observation des mammifères marins » est mise à disposition des usagers de la mer. Elle a été publiée dans les journaux locaux de 1991 à 1994. Elle est depuis distribuée à toutes personnes susceptibles de se rendre en mer : Services provinciaux de l'environnement, plaisanciers, pêcheurs, Gendarmerie maritime, Marine nationale, magasins d'accastillage et de plongée. La Gendarmerie aérienne est également sollicitée. Cette fiche est destinée à faciliter les signalements de mammifères marins observés en mer. Plus de 800 observations ont ainsi été collectées sur l'ensemble de la Grande Terre.

La création d'un site Internet (operationcetaces.lagoon.nc) a également permis d'obtenir des informations par voie électronique.

Les informations recueillies concernent :

- ◆ L'identité de l'observateur ;
- ◆ La localisation temporelle et spatiale de l'observation ;
- ◆ Les conditions de l'observation en terme de météorologie et de moyens utilisés ;
- ◆ Des caractéristiques devant permettre l'identification de l'espèce observée.

Afin de répondre à la question du commanditaire les fiches d'observation récoltées depuis 1991 ont été saisies sous format électronique et les informations concernant la zone sous influence du projet Goro Nickel ont été extraites.

Lorsque les coordonnées géographiques n'étaient pas précisées sur la fiche d'observation, les positions géographiques de la localité citée ont été relevées sur une carte marine en degré, minutes et centième de minutes.

3.6 La base de données Megaptera

La base de données « Megaptera », réalisée à l'aide du logiciel Access, regroupe toutes les informations recueillies par Opération Cétacés relatives aux baleines à bosse et aux autres Cétacés. Elle contient également les données opportunistes provenant des fiches d'observation.

Dans cette base de données, les informations correspondant aux groupes de baleines à bosse et aux autres espèces de mammifères marins observés sont réparties dans plusieurs tables. Les tables suivantes ont été utilisées :

- ◆ "Groupe", correspond aux groupes de baleines à bosse observés par Opération Cétacés ;
- ◆ "Espèces" correspond aux autres espèces de mammifères également observés par Opération Cétacés ;
- ◆ "Opportunistes" regroupe les observations de baleines à bosse et autres espèces collectées par les fiches d'observation.
- ◆ "Ecoute" contient les informations concernant les déploiements de l'hydrophone.

4. Traitement des données

Les étapes suivantes ont été entreprises afin de réaliser une synthèse des mammifères marins dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

4.1 Sélection des données à l'aide des logiciels Access et MapInfo

La sélection des données a été réalisée sous Access au travers de plusieurs requêtes de création de tables paramétrées. Les paramètres concernant la date et les coordonnées GPS ont été déterminés comme suit :

- ◆ Date : entre le 01/01/2000 et le 31/12/2005, en excluant l'année 2004 ;
- ◆ Coordonnées GPS :
 - Y min = -22.25° S ;
 - Y max = -22.5° S ;
 - X min = 166.77° E ;
 - X max = 167.1° E.

Un affinage de la sélection par coordonnées géographiques a ensuite été réalisé par le biais de MapInfo afin que seuls les points faisant partie de la zone d'étude soient sélectionnés.

Les informations extraites ont alors été regroupées en fonction des différents thèmes abordés traités (baleines à bosse, autres Cétacés, Siréniens, acoustiques) pour être analysées.

4.2 Analyse de la distribution spatiale et temporelle des baleines à bosse

Les positions recueillies en WGS84 et en degré, minutes et centième de minutes ont été intégrées en degré décimaux dans la base de données Megaptera. Elles ont ensuite été transformées en UTM58NC pour être projetées sur les cartes IGN72. Le logiciel Mapinfo a été utilisé pour visualiser les informations.

4.2.1 Distribution spatiale

Toutes les positions des observations¹ de baleines à bosse ont été utilisées pour établir une carte de distribution générale de l'espèce.

¹ Chez les mammifères marins une observation peut correspondre à un groupe d'animaux ou bien à un individu solitaire.

4.2.2 Variation de la distribution spatiale

Les positions des groupes observés en mer ont été cartographiées pour chaque année afin de rechercher une éventuelle variation dans la distribution spatiale des baleines au cours de la période d'étude.

4.2.3 Distribution temporelle

Afin de cerner la période de présence des baleines à bosse, la distribution, exprimées en nombre de groupes et en nombre d'individus, a été analysée par mois pour l'ensemble de la période étudiée. Elle a également été traitée par semaine pour voir si la présence des baleines est régulière.

Afin d'explorer les éventuelles différences inter annuelle, la distribution temporelle des individus a été approchée par quinzaine au sein de chaque saison.

4.3 Estimation de la fréquentation par les baleines à bosse

Une analyse du nombre de groupe et du nombre d'individus recensés chaque année a été réalisée afin de quantifier la fréquentation de la zone sous influence du projet Goro Nickel. Les données ont été pondérées afin de tenir compte des variations de l'effort d'échantillonnage.

4.4 Usage de la zone par les baleines à bosse

4.4.1 Analyse des groupes sociaux

Les différents types de groupes sociaux ont été définis. Leur abondance a été calculée et leur distribution spatiale a été établie afin d'identifier l'usage de la zone d'étude.

La distribution temporelle des groupes sociaux a été établie pour chaque année. La quantification des différents groupes sociaux a également été calculée par année.

4.4.2 Analyse des émissions acoustiques des baleines à bosse

4.4.2.1 Distribution spatiale et temporelle des chants

La distribution spatiale des stations d'écoutes est présentée ; elle correspond aux positions où l'hydrophone a été déployé. Les résultats des échantillonnages acoustiques ont été fournis sous forme de cartes.

Lorsqu'un chant de baleines à bosse a été entendu le résultat du déploiement acoustique est considéré positif. Une sélection des résultats positifs a été effectuée afin de ne conserver que ceux dont l'intensité était qualifiée de très bonne, bonne ou moyenne à niveau d'amplification ≤ 3 . La distribution spatiale des chants a été établie à partir de ces données auxquelles ont été ajoutées les positions des

enregistrements réalisés. Cette carte permet de cerner les zones susceptibles d'accueillir des chanteurs.

4.4.2.2 Calcul de l'indice d'activité acoustique des baleines à bosse

Les écoutes étant réalisées de manière régulière, un indice d'activité acoustique peut être calculé pour les baleines à bosse. Il est défini comme le pourcentage du rapport entre le nombre d'écoutes où un chant a été entendu et le nombre total d'écoutes (Dodémont *et al.*, 2001).

L'indice d'activité acoustique mensuel a été calculé sur l'ensemble de la période afin d'évaluer l'évolution temporelle de l'activité acoustique. Il a également été calculé pour chaque année afin de rechercher d'éventuelles variations inter annuelles.

4.5 Fidélité et déplacements des baleines à bosse

Les baleines à bosse peuvent être individuellement identifiées grâce à deux techniques : la photo identification et l'analyse de leur génotype. Une « capture » consiste à identifier photographiquement ou génétiquement une baleine une année X. L'animal est dit « recapturé » lors de la prochaine identification par photographie ou par analyse génétique les années suivantes. Ce type d'information a été utilisé pour calculer des indices de fidélité à l'intérieur de chaque région et des indices d'échanges entre les régions du Pacifique Sud (Garrigue *et al.*, 2000, 2002, 2006).

L'indice de fidélité des baleines à bosse en Nouvelle-Calédonie permet de connaître la fidélité des animaux à cette zone. Il 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 les années 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.

Les indices d'échange entre la Nouvelle-Calédonie et certaines régions avoisinantes ont également été calculés (Baker *et al.*, 1986 ; Calambokidis *et al.*, 2001) afin de d'évaluer le degré d'échanges régionaux :

$$R_{ij} = M_{i,j} / (A_1 * B_2) * 1000$$

Avec

A_1 = nombre de baleines capturées dans la région A ;

B_2 = nombre de baleines capturées dans la région B ;

$M_{i,j}$ = nombre de baleines capturées dans les deux régions.

Ces deux indices ont pour valeur zéro quand aucune baleine n'a été revue à l'intérieur d'une même région ou lorsque deux régions n'ont aucune baleine en commun.

4.6 Estimation de l'abondance des baleines à bosse

Elle a été calculée par la technique dite de capture-recapture décrite ci dessus. Les informations concernant les « captures », et les « recaptures » sont indispensables pour estimer la taille de la population de baleines qui fréquente le lagon.

Plusieurs modèles sont disponibles (Begon, 1979). Le modèle de la moyenne pondérée de Petersen (Begon, 1979) a été utilisé avec les données photographiques et avec les données génétiques (Garrigue *et al.*, 2004).

4.7 Distribution des autres espèces de mammifères marins

Toutes les informations disponibles, incluant les observations scientifiques en mer, les observations scientifiques aériennes et les fiches d'observation opportunistes, ont été regroupées par espèce afin d'obtenir la distribution de chaque espèce.

Une figure regroupe les informations issues des échouages. Les positions sont celles où les carcasses ont été retrouvées ; elles ne témoignent pas de l'existence de l'espèce à l'état vivant dans la zone.



5. Les baleines à bosse dans la zone sous influence du projet Goro nickel

5.1 Généralités

Plusieurs populations de baleines à bosse ont été identifiées par la Commission Baleinière Internationale pour des raisons de gestion des stocks. Définies en fonction des zones de concentration alimentaire dans l'océan austral, elles sont nommées Zones I à VI (Donovan, 1991). Les populations qu'elles abritent migrent vers différentes localités situées au nord. Les populations reproductrices sont nommées par des lettres de A à G (Figure 7) (Anonyme, 1998).

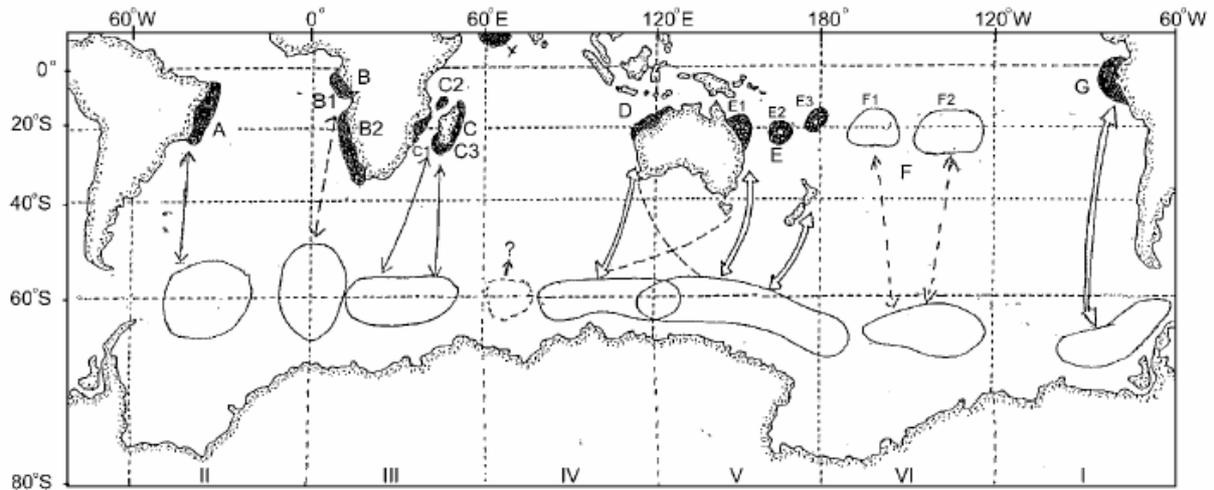


Figure 7. Structure des stocks de baleines à bosse de l'hémisphère Sud. Les zones et sous zones identifiées reflètent de manière approximative les limites. Les lignes en pointillé représentent les liens hypothétiques ; les lignes fines représentent un petit nombre d'échanges entre les zones et les lignes épaisses représentent un grand nombre de d'échanges entre les zones. Dans les deux cas les échanges sont documentées par des recaptures utilisant les « Discovery tags », la photo-identification, la génétique ou les balises satellites (Anonyme, 2004).

Les individus qui fréquentent les eaux de Nouvelle-Calédonie appartiennent à la population de la zone V (Garrigue et Gill, 1994) qui s'étend entre 130° E et 180° W, du sud de l'Australie jusqu'au sud du royaume de Tonga (Paterson, 1991 ; Chittleborough, 1965).

Les récents travaux ont montré que cette population se divise en plusieurs stocks reproducteurs, celui de la côte Est Australienne (Ei) et celui de la Nouvelle-Calédonie et de Tonga (Eii). Le faible taux d'échange de baleines entre les zones de reproduction de Nouvelle-Calédonie et de Tonga (Garrigue *et al.*, 2002) ainsi que les analyses de variance moléculaire réalisées sur la région de contrôle de l'ADN mitochondrial (Olavarria *et al.*, 2004) suggèrent l'existence de sous stocks distincts en Nouvelle Calédonie (Eii1) et à Tonga (Eii2) (Garrigue *et al.*, 2006 ; Anonymous, 2003a). Une analyse de paternité reposant sur des critères génétiques a montré que cette le sous stock de Nouvelle-Calédonie est autonome en matière de reproduction (Garrigue *et al.*, 2004).

5.2 Distribution spatiale

Un total de 125 groupes de baleines à bosse a été dénombré entre 2000 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel². Tous ces groupes ont servi à établir la carte de distribution spatiale des baleines à bosse (Figure 8).

La distribution n'est pas homogène. Les zones les plus fréquentées sont le centre et l'ouest de la zone, de l'île Ouen à l'îlot Nouaré ; 70 % des groupes y ont été recensés (Table 8). La baie du Prony est également bien fréquentée puisque 18 % des groupes y ont été observés. Les baleines sont principalement présentes dans la partie extérieure de la baie du Prony comprenant la baie nord, Bonne Anse et la zone sud de l'îlot Casy (Table 8). Les parties nord et ouest de la baie du Prony sont peu visitées (Figure 9). Le canal Woodin ainsi que la partie Est de la zone sous influence du projet Goro Nickel, située entre la passe de La Havannah, Port Boisé et l'îlot Nouaré, semblent moins fréquentées avec respectivement 7 et 6 % des groupes recensés (Table 8).

Table 8. Répartition des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (2000-2005).

Zone	Nombre de groupes recensés (%)
Baie du Prony	18
Phare de Bonne Anse – Ile Ouen – Nouaré- Port Boisé	70
Canal Woodin	6
Havannah – Nouaré – Port Boisé	7

² Les données récoltées en 2004 ont été utilisées pour établir la distribution générale de l'espèce.

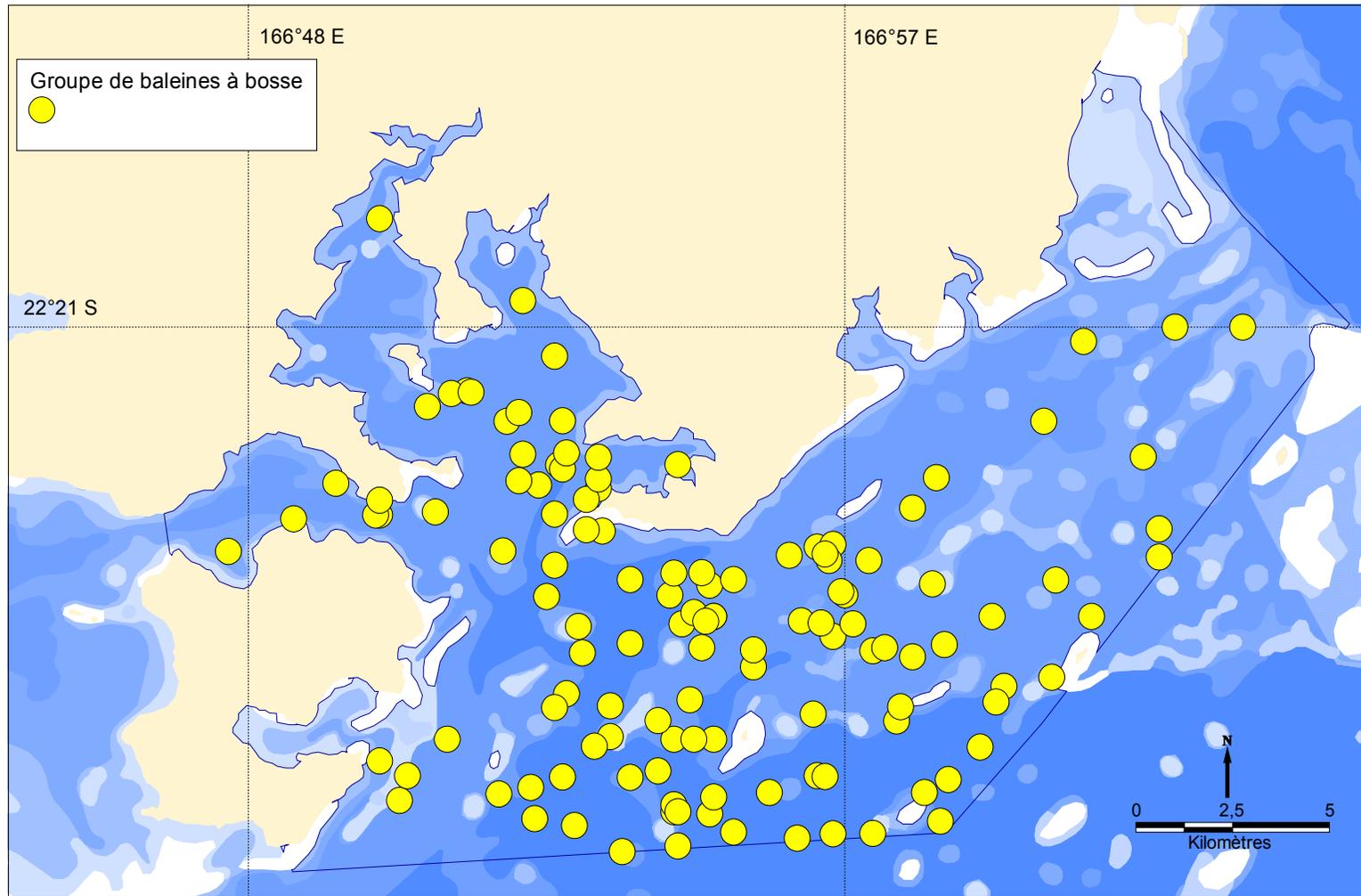


Figure 8. Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (2000 à 2005).

5.3 Variation de la distribution spatiale

La distribution spatiale des baleines à bosse a peu changé au cours des années 2000 à 2003 et 2005 (Figures 12 à 17). Sur l'ensemble des figures l'effectif des groupes est indiqué par un symbole de taille différente proportionnel au nombre d'animaux dénombrés dans le groupe.

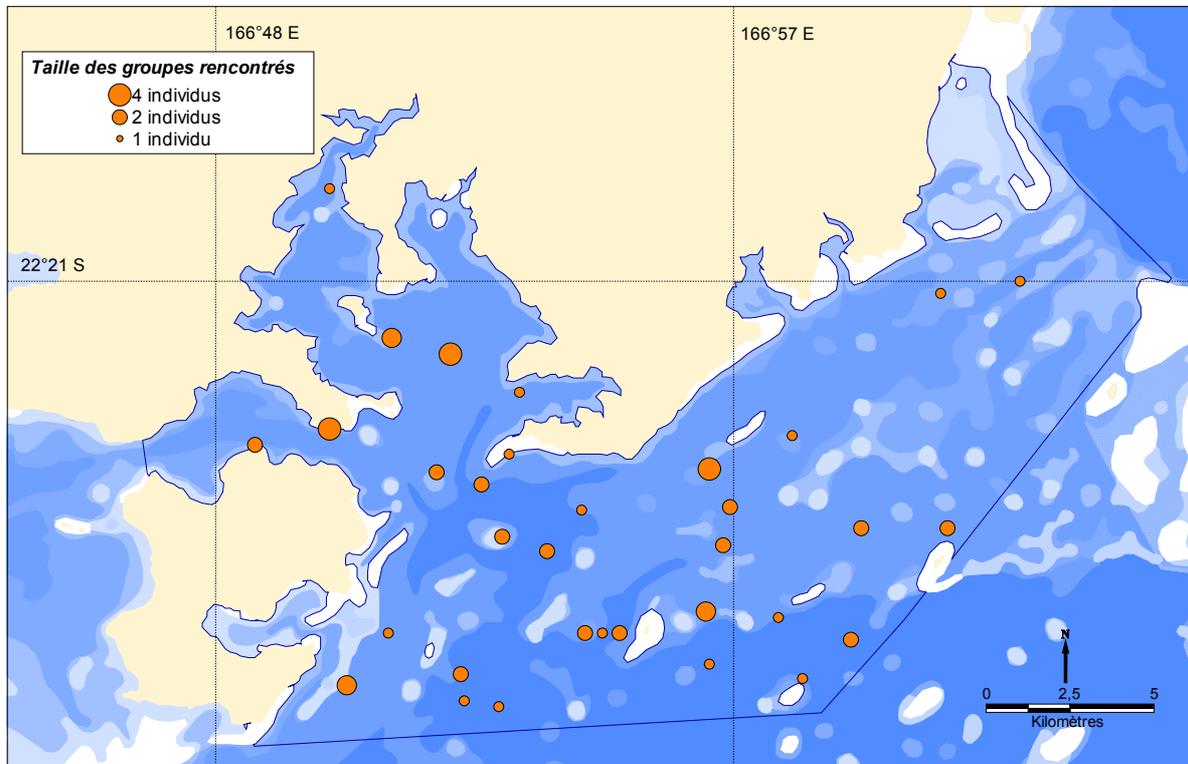


Figure 9. Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2000.

Les baleines à bosse ont régulièrement été observées entre l'île Ouen, l'îlot Ugo et l'îlot Nouaré. Elles ont également été communément rencontrées en baie du Prony mais le nombre de groupes observés a varié selon les années entre 0 et 10 groupes (Figures 12 et 13).

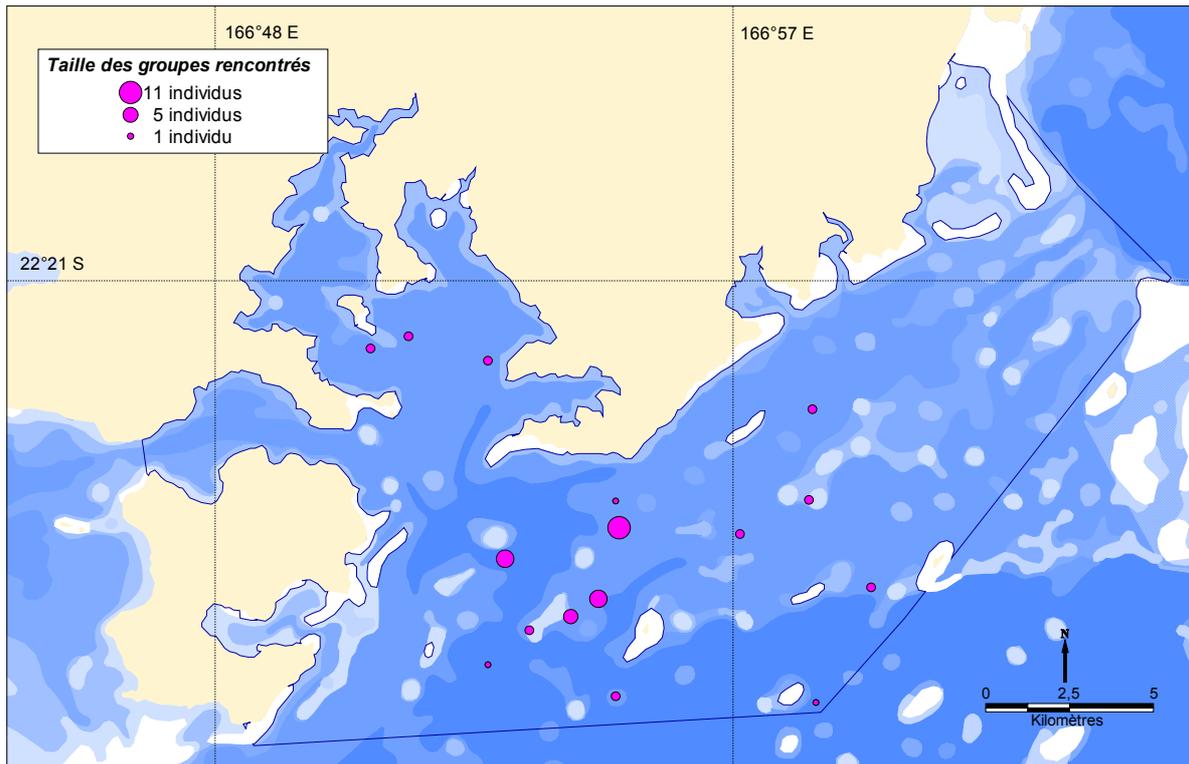


Figure 10. Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2001.

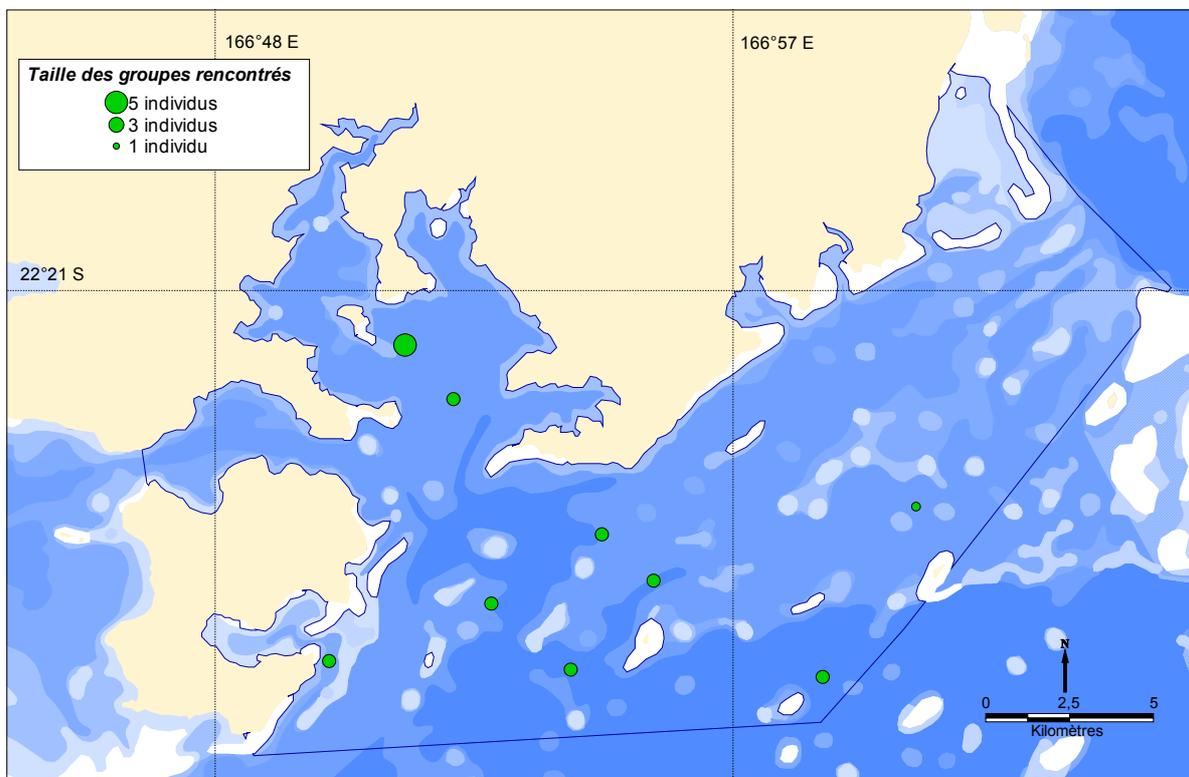


Figure 11. Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2002.

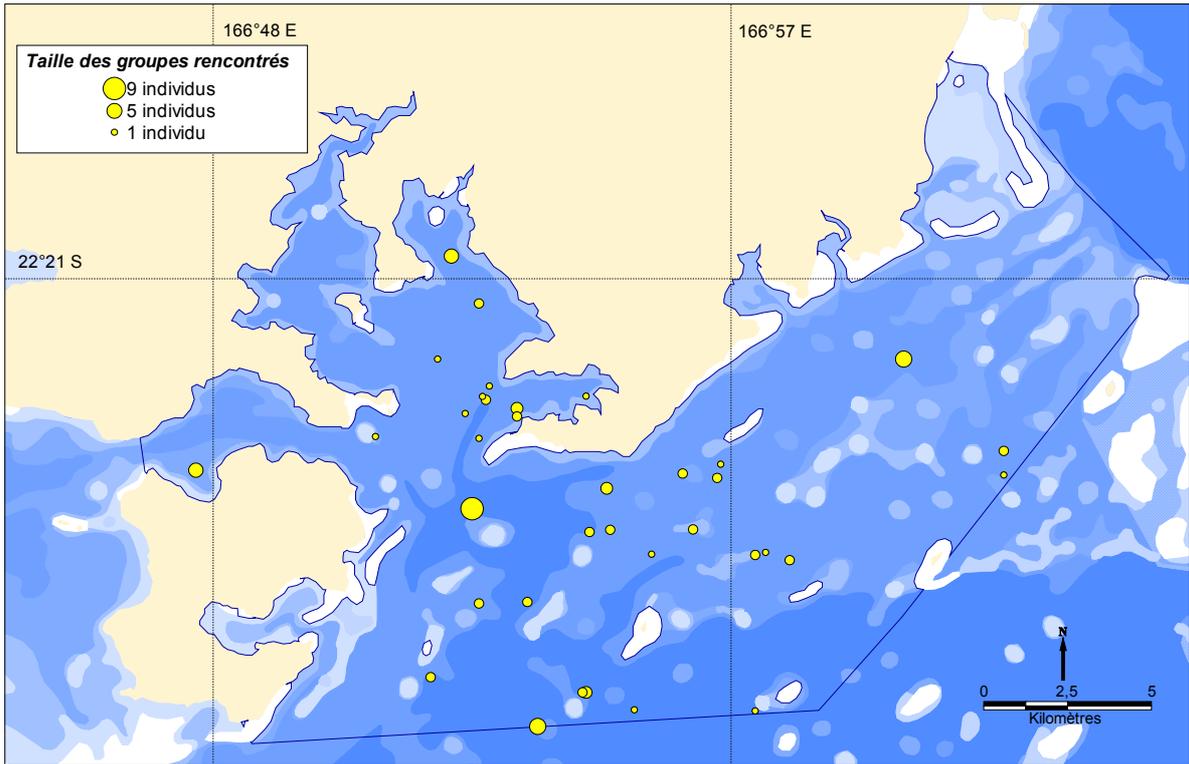


Figure 12. Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2003.

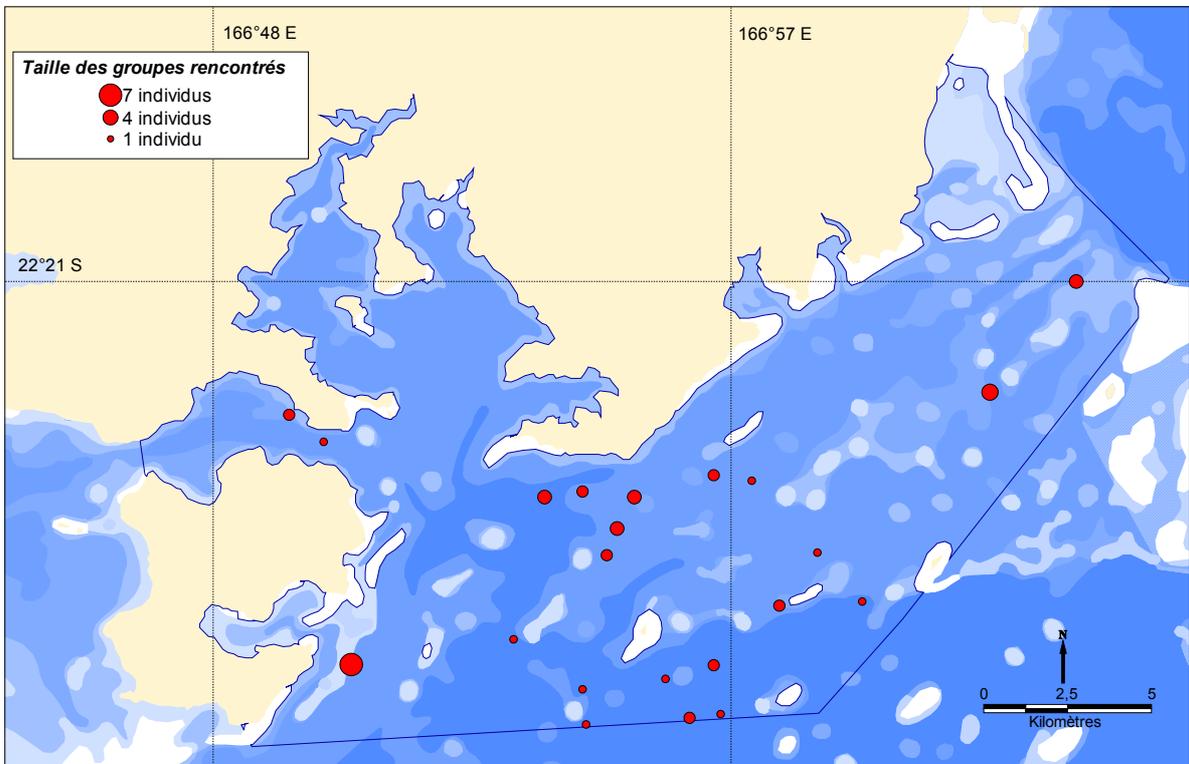


Figure 13. Distribution spatiale des groupes de baleines à bosse recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel en 2005.

5.4 Distribution temporelle

Entre 2000 et 2003 ainsi qu'en 2005, des baleines à bosse ont été recensées entre les mois de mai et de septembre.

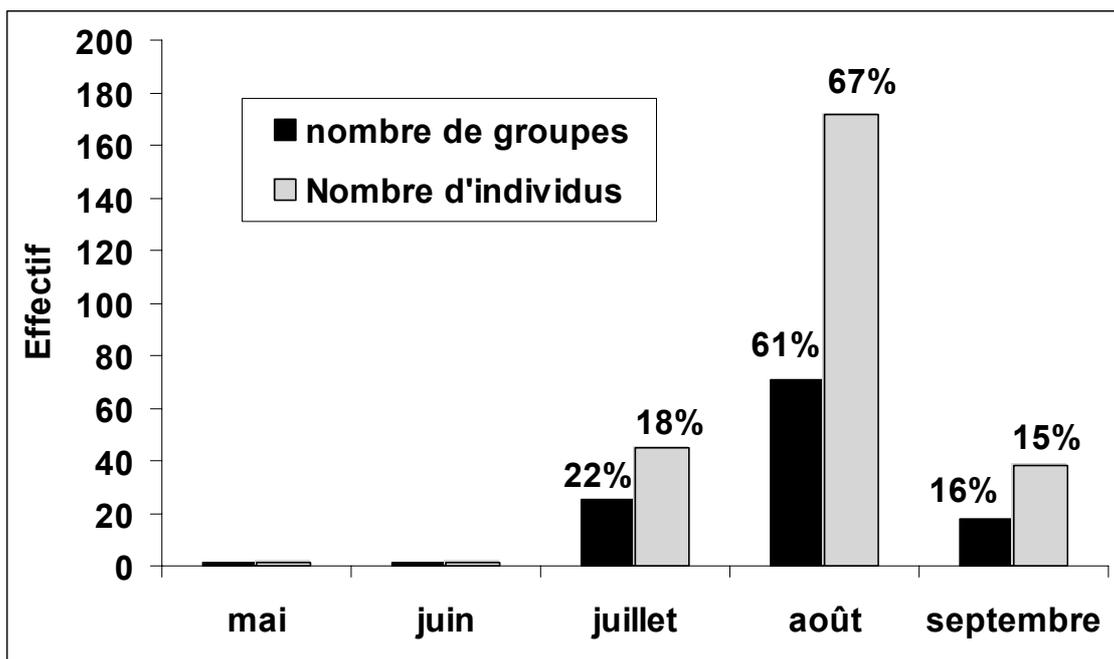


Figure 14. Distribution temporelle des baleines recensées entre 2000 et 2003 ainsi qu'en 2005.

La distribution temporelle des baleines n'est pas homogène sur l'ensemble de la période d'étude (Figure 14). Leur présence en mai et en juin est rare comme l'indique le faible nombre de signalements ($N = 1$ pour chacun de ces deux mois). Elles commencent à être observées à partir du mois de juillet mais le pic de la saison se situe au mois d'août avec 61 % des groupes recensés et 67 % des individus dénombrés (Figure 14). Il a été vérifié que cette variation n'est pas liée à l'effort d'échantillonnage.

Une analyse plus précise de la distribution temporelle a été réalisée en analysant les données par semaine, comme défini dans la table 9, pendant la période de présence de l'espèce.

Table 9. Définition des semaines utilisées.

Semaine	Dates
0	Avant le début juillet
1	1 ^{er} au 7 juillet
2	8 au 14 juillet
3	15 au 21 juillet
4	22 au 28 juillet
5	29 juillet au 4 août
6	5 au 11 août
7	12 au 18 août
8	19 au 25 août
9	26 août au 1 ^{er} septembre
10	2 au 8 septembre
11	9 au 15 septembre
12	16 au 22 septembre

L'arrivée des baleines est un événement progressif. La légère diminution d'abondance observée en semaine 5 (du 29 juillet au 4 août) n'est pas due à l'effort d'échantillonnage qui reste constant au cours des semaines 3 à 5. Ce phénomène est difficile à expliquer avec les seules données de la zone d'étude. Pour émettre une hypothèse il faudrait tout d'abord vérifier si cette tendance se maintient en analysant les données collectées sur l'ensemble du lagon Sud au cours de la même période.

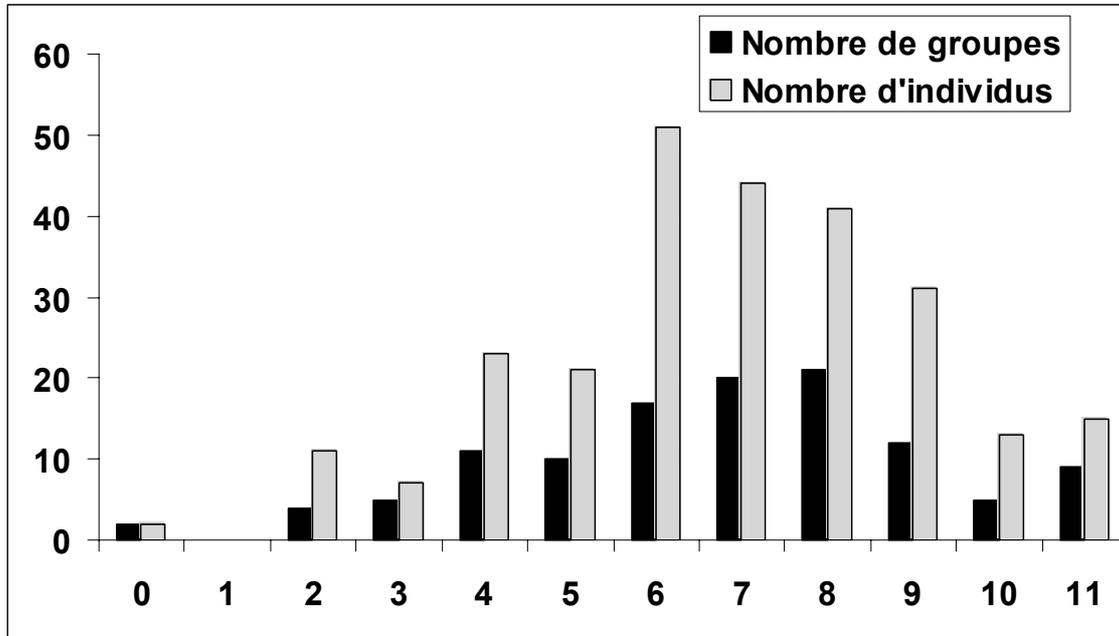


Figure 15. Evolution de la distribution temporelle des baleines à bosse par semaine (2000-2003 et 2005).

Plus de 50 % des groupes et des individus ont été recensés au cours des semaines 4 à 7 c'est à dire entre le 22 juillet et le 18 août (Figure 15). Plus de 80 % des groupes et des individus ont été dénombrés entre le 22 juillet et le 1er septembre.

Une approche par quinzaine a été envisagée afin d'aborder les variations annuelles de la distribution temporelle (Table 10) car il est impossible de réaliser une analyse hebdomadaire des données par année, le nombre d'informations étant trop faible.

Table 10. Définition des quinzaines utilisées

Quinzaine	Dates
0	Avant le début juillet
1	1 ^{er} au 15 juillet
2	16 au 31 juillet
3	1 ^{er} au 15 août
4	16 au 31 août
5	1 ^{er} au 15 septembre

Cette approche a permis de constater une variation annuelle dans l'abondance des effectifs de baleines (Figure 16). Le pic d'abondance varie ; il est situé en quinzaine 3, 4 ou 5 selon les années. Il a plus souvent été observé en quinzaine 3, c'est à dire entre le 1er et le 15 août (2001, 2003 et 2005). En 2002 il

s'est produit plus tardivement au cours de la seconde quinzaine d'août tandis qu'en 2000 il y a eu deux pics l'un en quinzaine 3 et l'autre plus tardivement dans la saison (quinzaine 5).

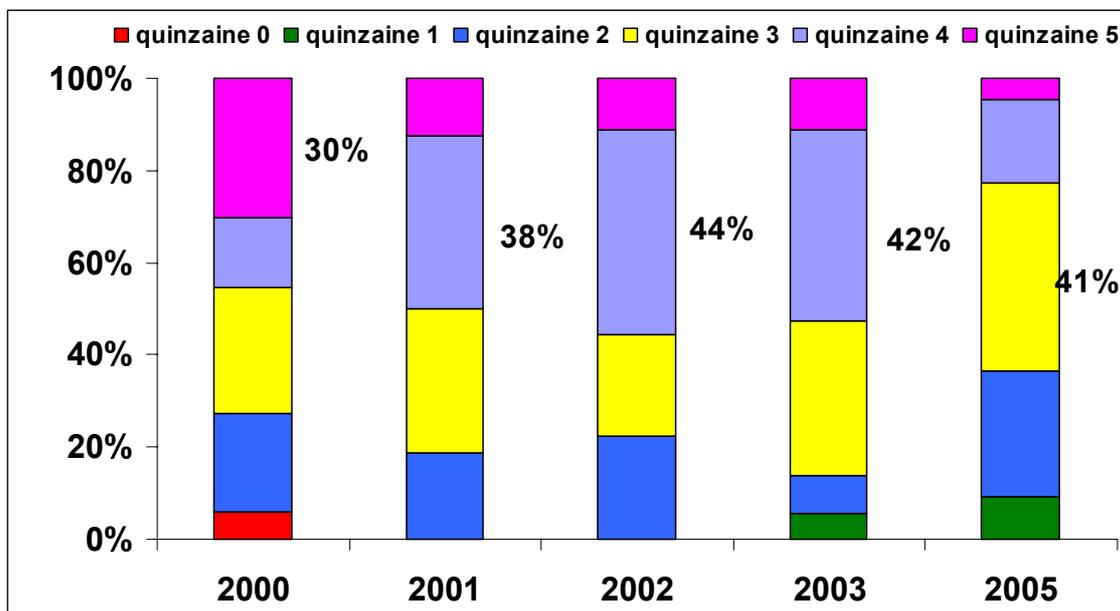


Figure 16. Distribution temporelle des baleines à bosse par quinzaine et par année (en pourcentage du nombre de baleines recensées).

5.5 Fréquentation

Un total de 116 groupes de baleines à bosse composé de 232 individus a été recensé entre 2000 et 2003 et en 2005.

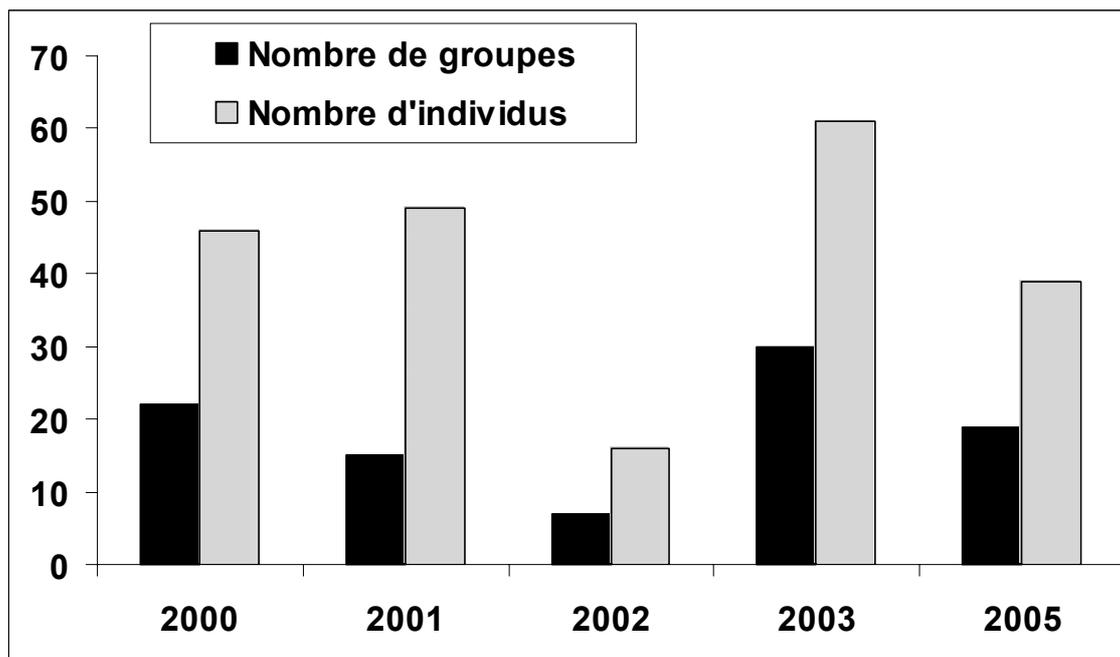


Figure 17. Effectif des baleines à bosse recensées entre 2000 et 2003 et en 2005 en nombre de groupes et en nombre d'individus.

Parmi cela 46 baleines à bosse ont été signalées en 23 occasions grâce aux fiches d'observation. Opération Cétacés a étudié 93 groupes composés de 211 individus entre 2000 et 2003 et en 2005.

L'effectif exprimé en nombre de groupes ou en nombre d'individus varie selon les années (Figure 17).

Seules les données collectées par Opération Cétacés ont été utilisées pour voir si cette variation était significative. Elles ont, pour cela, été pondérées par l'effort d'échantillonnage afin d'obtenir le nombre de groupes et d'individus observés par jour d'observation en mer (Table 11). La fréquentation exprimée en nombre de groupes ainsi qu'en nombre d'individus n'est pas différente entre les années.

Table 11. Effort d'échantillonnage, nombre de groupes et d'individus étudiés par Opération Cétacés entre 2000-2003 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Année	Effort d'échantillonnage (nombre de jours)	Nombre de groupes étudiés	Nombre d'individus étudiés	nombre de groupes/jour	nombre d'individus/jour
2000	50	22	46	0.44	0.92
2001	53	15	49	0.28	0.92
2002	35	7	16	0.20	0.46
2003	42	30	61	0.71	1.45
2005	34	19	39	0.56	1.15
Total	214	93	211		

Les groupes recensés comprennent entre un et onze individus (Figure 18). La taille moyenne des groupes est de 2.20 individus ($\sigma = 1.60$). Les grands groupes (plus de cinq individus) sont très rares. L'analyse de la taille des groupes par année donne des résultats comparables.

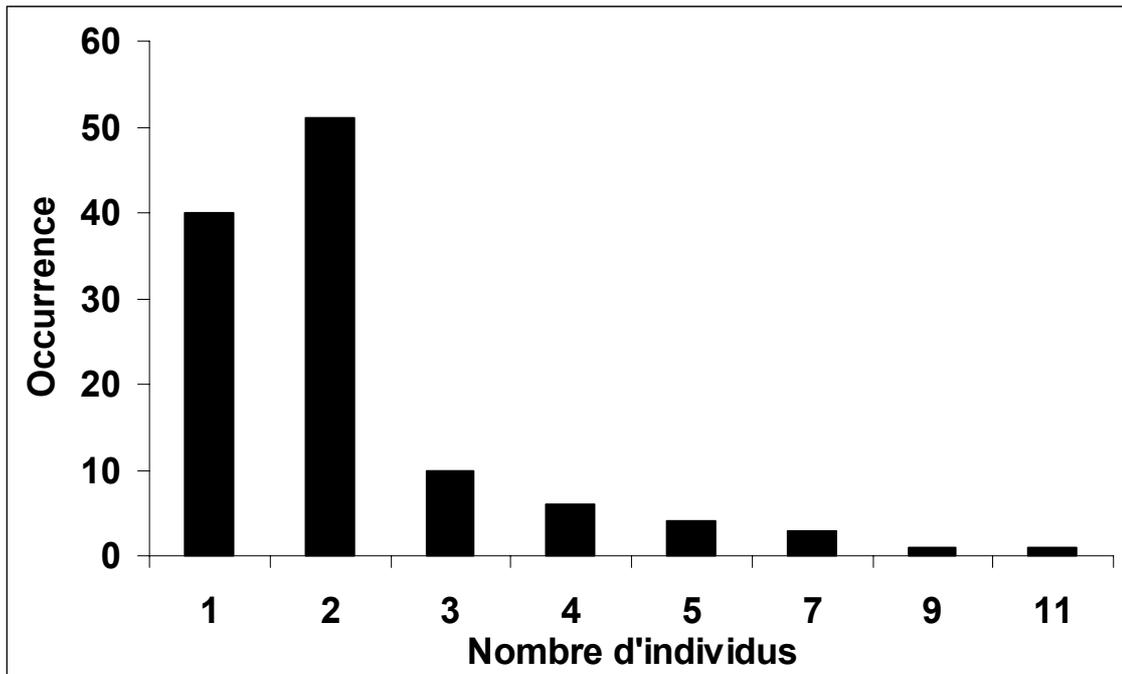


Figure 18. Taille des groupes de baleines à bosse recensés entre 2000 et 2003 et 2005 en nombre d'individus.

5.6 Usage de la zone

L'analyse des groupes sociaux permet de connaître l'usage spatial et temporel d'une région³.

5.6.1 Distribution spatiale et analyse quantitative des groupes sociaux

Tous les types de groupes sociaux sont présents dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (Figure 20) mais leur abondance varie (Figure 19).

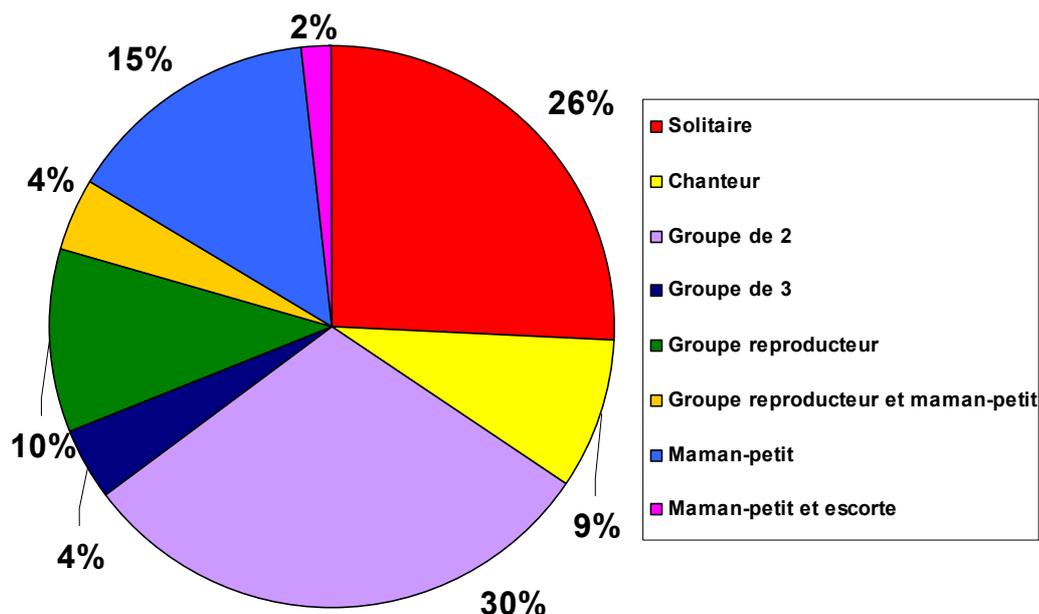


Figure 19. Répartition des différents groupes sociaux entre 2000-2003 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Les groupes les plus fréquemment rencontrés sont les paires (30 % des groupes observés) ou les animaux solitaires (26 %). Ces groupes sont distribués dans l'ensemble de la zone d'étude (Figures 20, 21 et 22).

Les femelles suitées seules, escortées par un autre adulte ou accompagnées d'un groupe d'animaux reproducteurs, sont largement représentées avec 21 % des observations. Ces groupes sont généralement plus proches de la terre (Figures 20 et 23).

L'activité de reproduction est répartie sur toute la zone avec des groupes d'animaux reproducteurs qui constituent 14 % des groupes étudiés et des chanteurs, représentent 9 % des observations (Figures 20 et 24).

³ Les figures 20 à 24 ont été réalisées avec les données récoltées entre 2000 et 2005 ; l'année 2004 a été incluse.

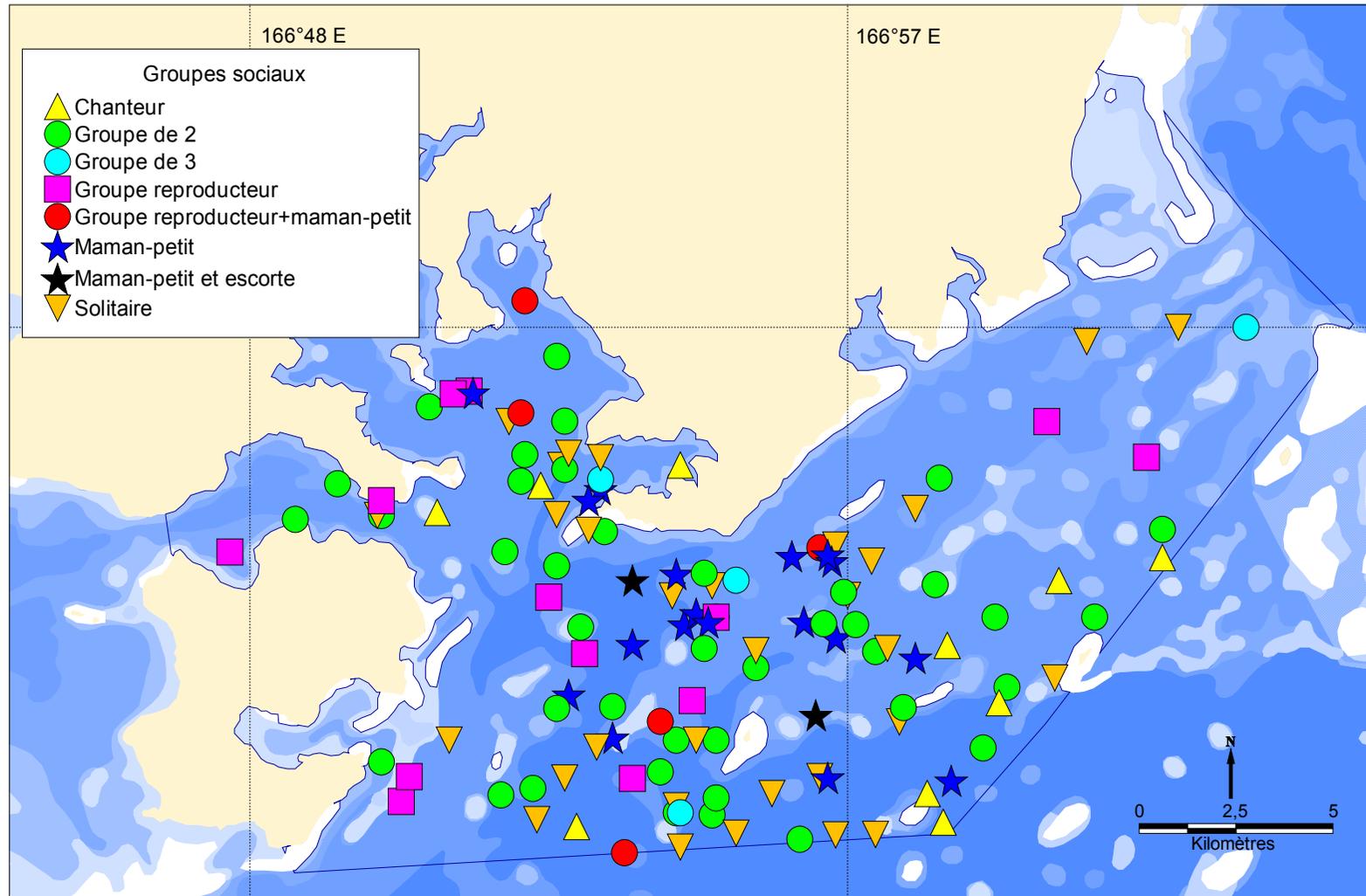


Figure 20. Distribution spatiale des groupes sociaux dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.

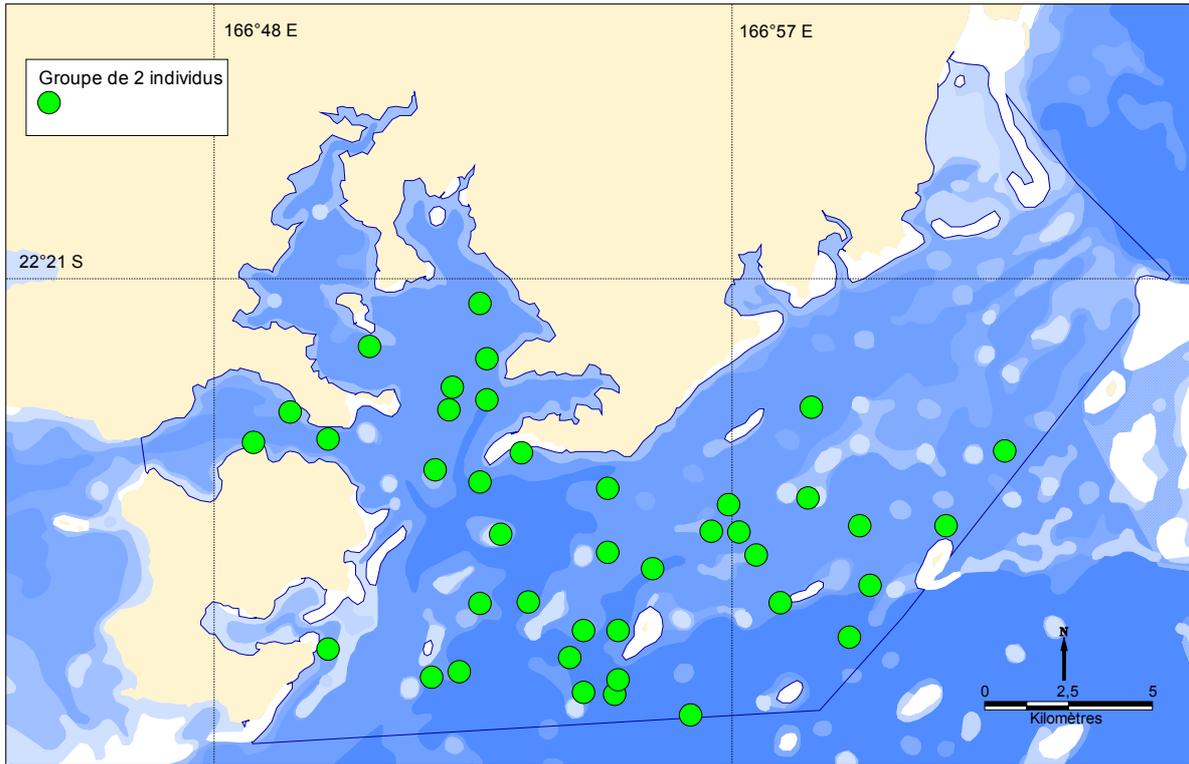


Figure 21. Distribution des groupes de deux baleines dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.

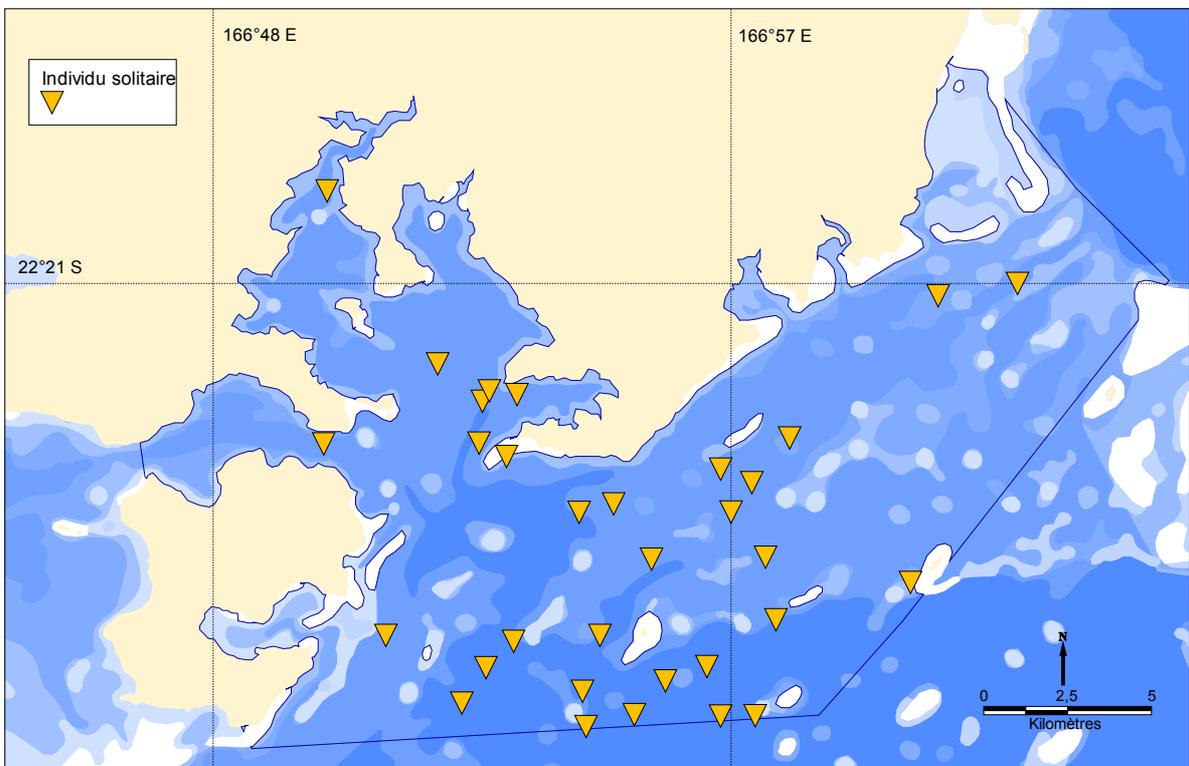


Figure 22. Distribution des individus solitaires dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.

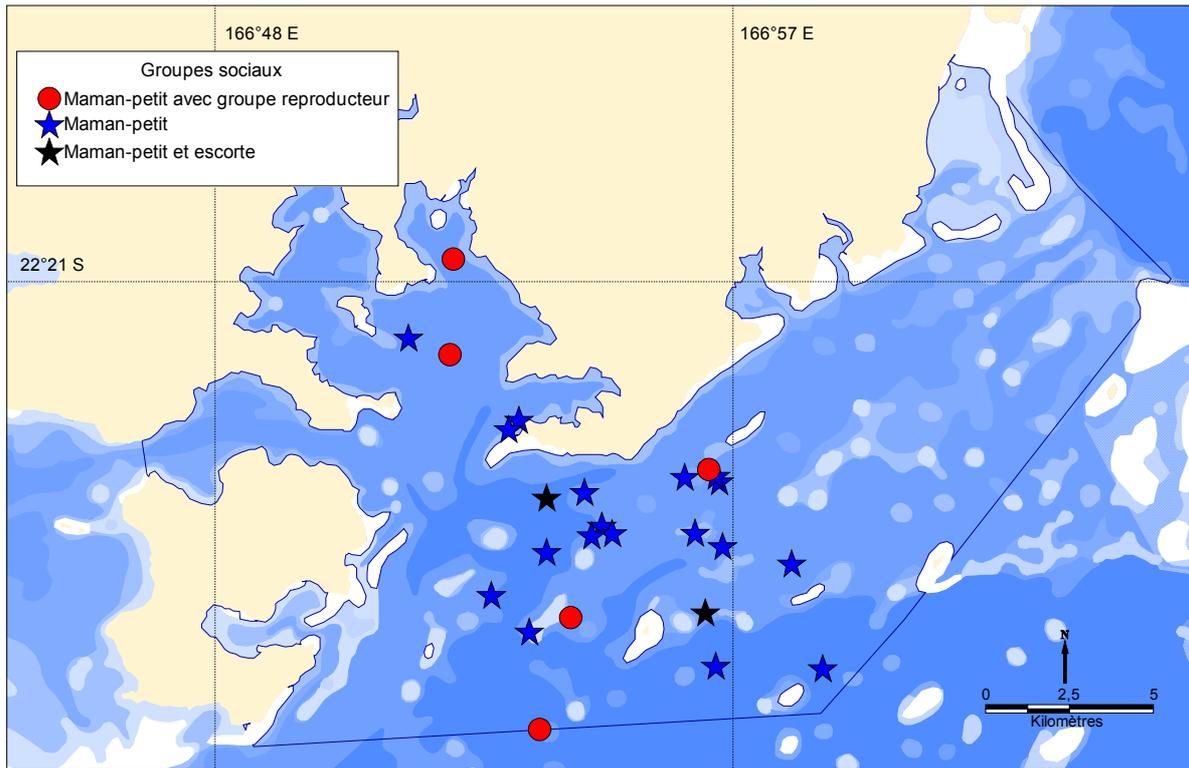


Figure 23. Distribution des femelles suitées dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.

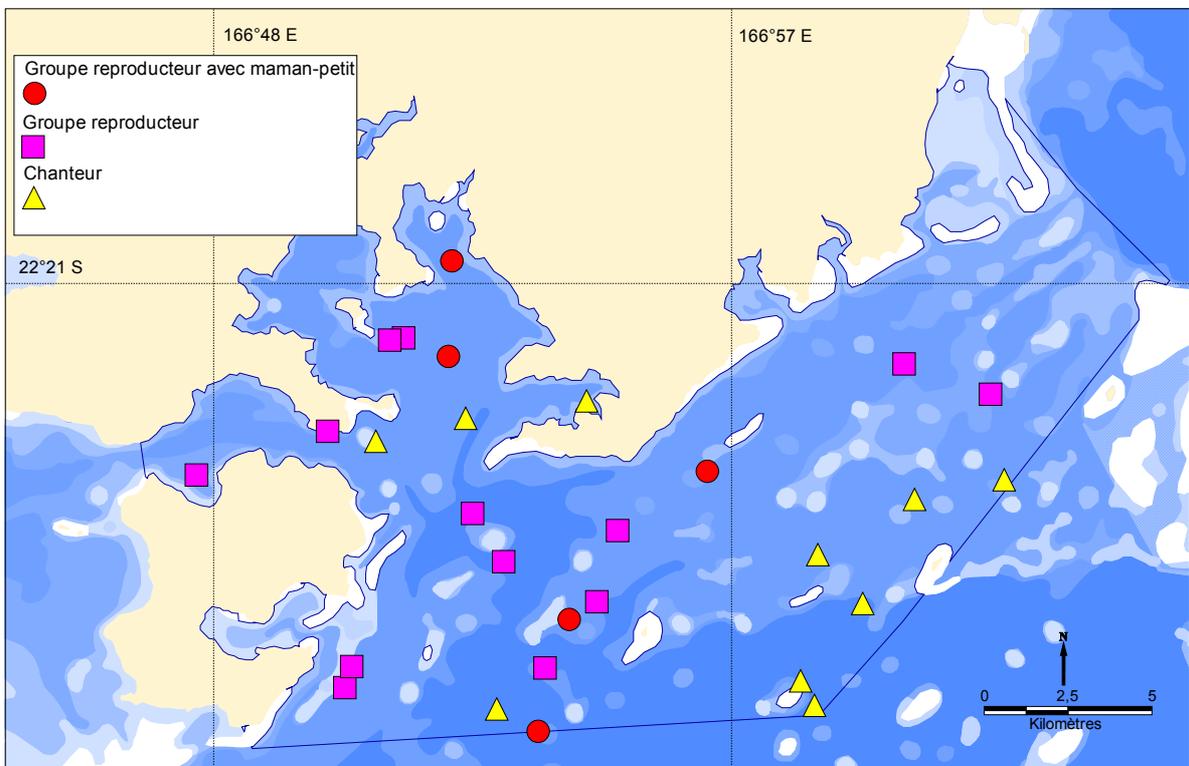


Figure 24. Distribution des groupes groupes reproducteurs avec et sans maman-petit et des chanteurs dans la zone sous influence du projet Goro Nickel entre 2000 et 2005.

5.6.2 Distribution temporelle et analyse quantitative des groupes sociaux

Une analyse de la répartition des groupes sociaux par année montre également une variation de leur abondance. Les principaux groupes sociaux (solitaire, groupe de 2, groupe reproducteurs et femelles suitées) sont tous représentés chaque année (Figure 25).

Ce sont généralement les groupes de deux individus qui sont les plus abondants ; ils comptent pour plus du quart des groupes rencontrés.

L'abondance des groupes reproducteurs varie selon les années. En 2001 ils étaient particulièrement nombreux puisqu'ils représentaient 25 % des groupes observés alors que les autres années ils ne dépassaient guère les 10 à 15 % des groupes étudiés.

Au cours de l'année 2002 seuls quatre types de groupes sociaux ont été observés. La fréquence des observations de maman-petit était élevée (33 % des observations). Aucun couple maman petit n'a été observé avec une escorte ou dans un groupe reproducteur. Les animaux reproducteurs étaient également peu nombreux cette année là ils ne comptaient que pour 11 % des groupes observés.

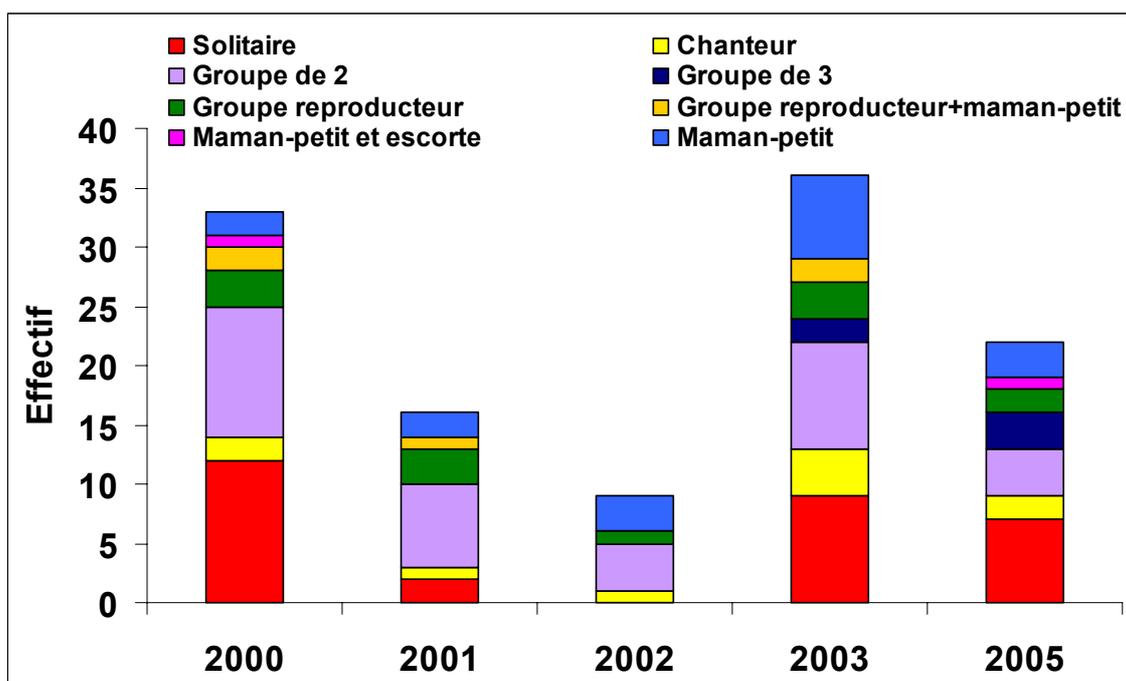


Figure 25. Répartition annuelle des différents groupes sociaux entre 2000 et 2003 ainsi qu'en 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

5.6.3 Activité acoustique

Dans le contexte du présent rapport l'activité acoustique peut nous renseigner sur l'utilisation de la zone. L'hydrophone a été déployé 506 fois entre 2000 et 2003 et en 2005 (Figure 26). Des chants ont été perçus à 179 occasions.

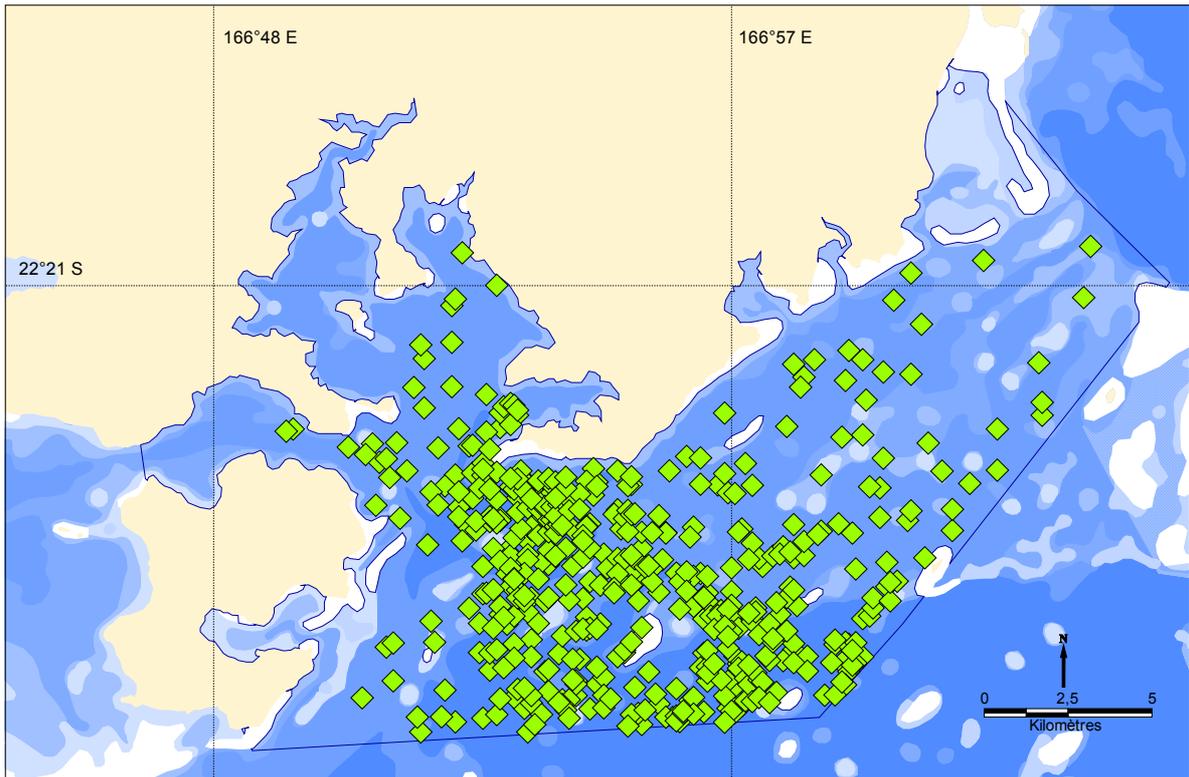


Figure 26. Localisation des stations d'écoute entre 2000 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

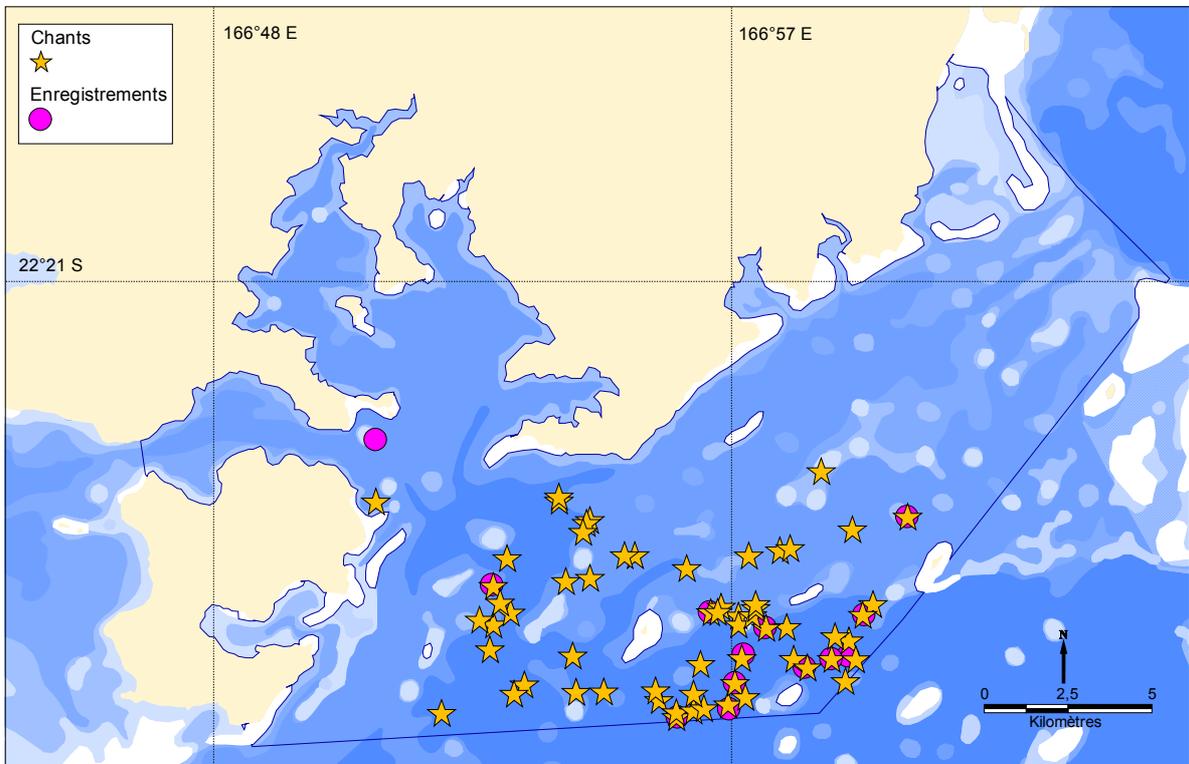


Figure 27. Localisation des chants et des enregistrements entre 2000 et 2005 dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Seuls les chants entendus à un gain ≤ 3 et une intensité très bonne, bonne ou moyenne ont été sélectionnés pour réaliser la figure 27. Les chants sont rarement émis dans les zones où les courants sont puissants dans celles où les récifs sont nombreux, ni dans les zones relativement fermées (Figure 27).

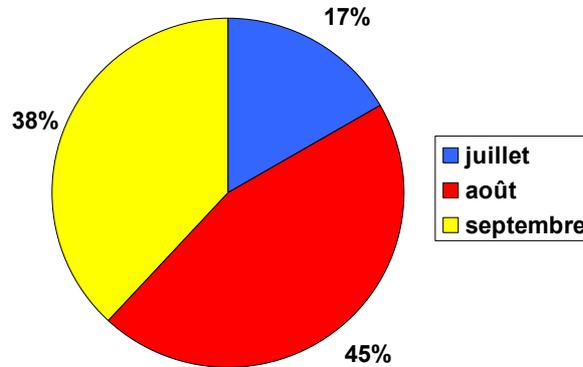


Figure 28. Variation mensuelle de l'indice d'activité acoustique dans la zone sous influence du projet Goro-Nickel entre 2000 et 2003 et 2005.

L'activité acoustique dans la zone est de 35 % sur la totalité de la période d'étude. Une analyse de l'indice d'activité acoustique pour l'ensemble de la période d'étude montre une évolution de l'activité acoustique au cours de la saison. Elle est toujours plus forte en août (Figure 28).



Figure 29. Analyse annuelle de la variation mensuelle de l'activité acoustique dans la zone sous influence du projet Goro-Nickel entre 2000 et 2003 et 2005.

L'indice d'activité acoustique analysé par mois et pour chaque année montre que l'activité acoustique varie selon les années et qu'elle est toujours plus forte en août (Figure 29).

5.7 Fidélité et dispersion

Cent quarante deux individus (142) différents ont été recensés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel pendant la période de l'étude. Parmi ceux-ci 86 ont été individuellement identifiés par photographies de la face ventrale de la nageoire caudale et 56 ont été différenciés par photographies des nageoires dorsales et/ou par analyse génétique. A titre indicatif le catalogue complet des baleines à bosse photographiquement identifiée par leur nageoire caudale en Nouvelle-Calédonie totalisait 359 individus fin 2005.

Parmi les 86 baleines photographiquement identifiées dans la zone d'étude, 26 individus ont été revus à plusieurs occasions au cours d'une même saison (entre deux et cinq fois). Ceci souligne le fait que cette zone ne constitue pas une zone de passage mais bien une zone d'hivernage pour la population. Quatorze individus (16 %) ont été observés plusieurs années au sein de la zone d'influence du projet Goro Nickel, dont 71 % de mâles et 29 % de femelles.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus à partir de l'ensemble des données disponibles pour le lagon Sud pour la période 1995 à 2002. Vingt quatre pourcent des animaux identifiés par photographies pendant cette période (N = 55 individus) a été observé à plusieurs occasions et 17% des individus génétiquement identifiés (N = 41 individus) ont été échantillonnés plusieurs fois. De tels résultats témoignent de la fidélité de l'espèce au lagon Sud (Garrigue *et al.*, 2006).

Les indices de fidélité ont été calculés pour la période 1995-2002 (Garrigue *et al.*, 2006) (Table 12). Ils reflètent la taille de la population et le degré de fidélité (Calambokidis *et al.*, 2001).

Table 12. Indices de fidélité pour la Nouvelle-Calédonie calculés à partir des données photographiques et génétiques entre 1995 et 2002.

	Identification génétique	Identification photographique
Nombre d'individus uniques entre 1995 et 2001	227	225
Nombre d'individus uniques en 2002	34	18
Nombre d'individus revus	11	11
Indices de fidélité	1.43	2.72

Quatre individus ont été observés dans autres régions du Pacifique à Byron Bay et à Hervey Bay sur la côte est australienne et en baie des Iles, en Nouvelle-Zélande. Ces zones sont principalement situées dans les corridors de migrations (Garrigue *et al.*, 2000 et 2002).

Les indices de fidélité et d'échanges ont été calculés pour plusieurs régions du Pacifique sud. Pour tous ces pays, et spécifiquement pour la Nouvelle-Calédonie l'indice de fidélité, calculé avec les données photographiques ou génétiques, est supérieur aux indices d'échanges avec les pays avoisinants (Garrigue *et al.*, 2002). Ceci signifie que les baleines observées en Nouvelle-Calédonie reviennent préférentiellement en Nouvelle-Calédonie. Un exemple est présenté ci-dessous (Table 13).

Table 13. Indice d'échanges entre la Nouvelle-Calédonie et Tonga calculés à partir des données photographiques et génétiques entre 1995 et 2002.

	Photo Identification	Identification génétique
Nombre d'individus uniques en Nouvelle-Calédonie en 2002	232	249
Nombre d'individus uniques à Tonga en 2002	401	255
Nombre d'individus revus entre les deux régions	11	2
Indices d'échange entre Tonga et la Nouvelle-Calédonie	0.12	0.03

5.8 Taille de la population

La dernière estimation de la taille de la population de baleines à bosse qui fréquentent la Nouvelle-Calédonie date de 2001 (Garrigue *et al.*, 2004). Elle a été calculée par une technique de capture-recapture à l'aide de la moyenne pondérée du modèle de Petersen (Begon, 1979) en utilisant les données photographiques et génétiques. Elle est estimée à 533 individus (CV = 0.15) avec les données de génétiques et à 327 individus (CV = 0.11) avec les données photographiques.

5.9 Synthèse

Les baleines à bosse sont présentes tout l'hiver, de juillet à septembre, dans l'ensemble de la zone sous influence du projet Goro Nickel. Elles ne sont pas régulièrement distribuées dans cette zone. La fréquentation est plus importante dans la partie centrale de la zone et en baie du Prony. Elles sont également observées mais en moins grand nombre dans la zone du grand tuyau dans le canal de La Havannah.

La présence de groupes reproducteurs, de femelles suitées et l'audition de chants témoignent que la zone est utilisée pour la reproduction de la population. La distribution des groupes sociaux montre que l'activité de reproduction a lieu dans l'ensemble de la zone. La présence d'une petite population autonome en matière de démographie et de reproduction souligne la fragilité de cette population.

L'indice de fidélité est supérieur aux indices d'échanges avec les régions voisines. Des échanges existent avec les régions voisines du Pacifique Sud (Tonga, Vanuatu, Nouvelle-Zélande ou côte Est de l'Australie) mais les indices d'échanges montrent qu'ils sont peu nombreux comparés à la forte fidélité que montrent les baleines à la Nouvelle-Calédonie.

L'observation régulière de certains individus confirme la fidélité des baleines à bosse à la zone (Gaskin, 1982). Plusieurs auteurs ont montré que cette fidélité est un héritage maternel (Baker *et al.*, 1994, Palsboll *et al.*, 1997, Urban *et al.*, 2000). Il est important de prendre en compte cette particularité dans les projets d'aménagements et de protection des sites car elle a des implications sur le succès reproducteur. Les femelles dépensent une grande énergie au cours de la migration et de l'allaitement de leur baleineau dans des eaux calmes et protégées des prédateurs. De telles zones restent limitées. En cas de déplacement, la recherche de nouvelles zones

serait néfaste car elle entraînerait une dépense énergétique supplémentaire ce qui pourrait, à long terme, aboutir à une diminution du succès reproducteur de l'espèce.



6. Les autres espèces de Cétacés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel

6.1 Résultats des campagnes d'observation en mer

Entre 2000 et 2005, 79 observations de cétacés ne concernaient pas les baleines à bosse mais principalement des delphinidés (N = 78 observations). Une seule espèce a pu être identifiée ; il s'agit du grand dauphin de l'Indo Pacifique (*Tursiops aduncus*).

L'autre espèce identifiée au cours des campagnes d'observation en mer est le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*).

De plus, un petit nombre de rencontres (N = 13 observations ; 27 individus) n'a pas permis d'identifier l'espèce de delphinidé, les observations ayant été trop brève.

6.2 Observations opportunistes

Entre 1995 et 2001, 8 fiches d'observation rapportent le signalement de Cétacés, autres que des baleines à bosse, dans la zone. Parmi celles-ci cinq concernent des grands dauphins de l'Indo Pacifique (*T. aduncus*) et trois font référence à des grands cachalots (*Physeter macrocephalus*).

6.3 Echouages

Depuis 1974, cinq échouages ont été documentés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel. Il s'agit du cachalot pygmée (*Kogia breviceps*), de la baleine bleue pygmée (*Balaenoptera musculus brevicauda*) et de la baleine à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*).

Les individus échoués appartiennent tous à des espèces pélagiques ; il est donc peu probable de les observer dans les eaux côtières de la zone d'influence du projet Goro Nickel.

6.4 Les autres espèces de Cétacés : synthèse et distribution

6.4.1 Le grand dauphin de l'Indo Pacifique

Le grand dauphin de l'Indo Pacifique est régulièrement observé dans la zone d'influence du projet Goro Nickel notamment dans la baie du Prony et dans la partie centrale de la zone (Figure 30). Les différentes observations réalisées dans la partie Nord s'étendent sur une distance de 20 à 25 km du fond de la baie du Prony jusqu'au récif Peo 2.

Soixante huit groupes de dauphin ont été observés totalisant 220 individus. Le nombre d'individus dénombrés chaque année est compris entre 35 et 54.

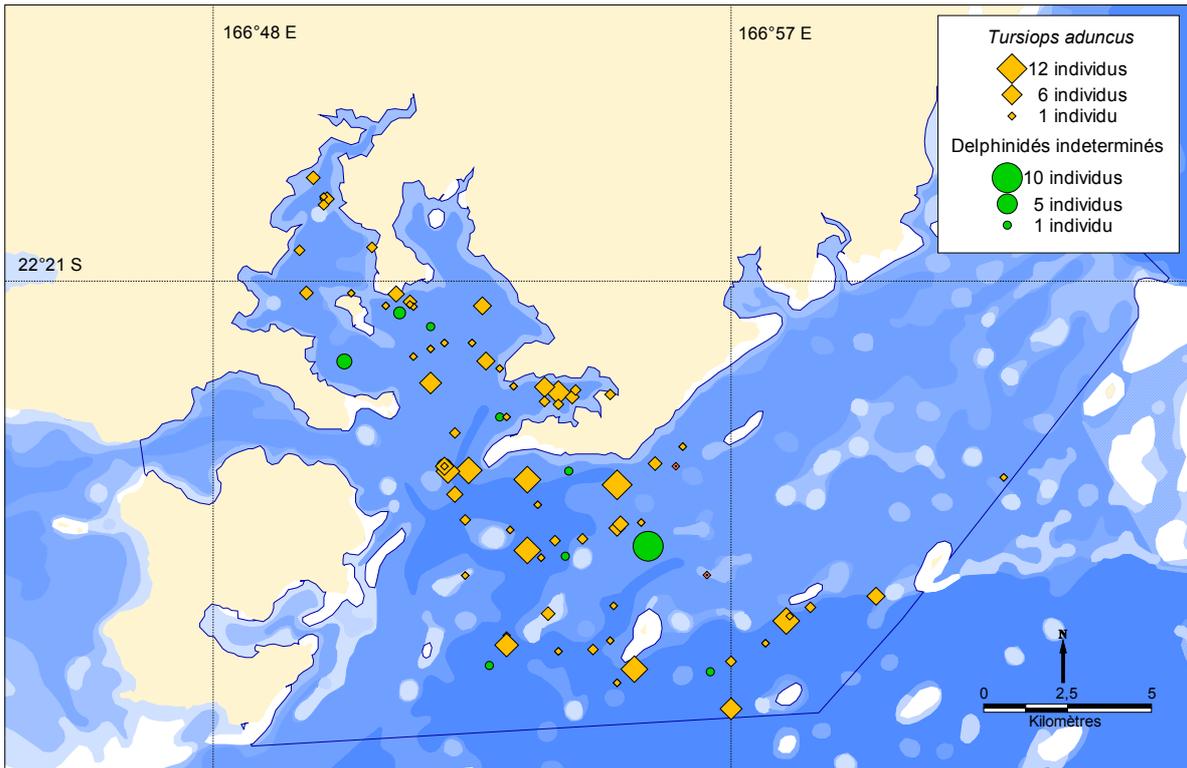


Figure 30. Carte de distribution des delphinidés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (1991-2005).

Les groupes sont généralement composés d'un petit nombre d'individus (Figure 31). Plus de 50 % des groupes observés sont des individus solitaires. Le plus grand groupe contient 12 individus.

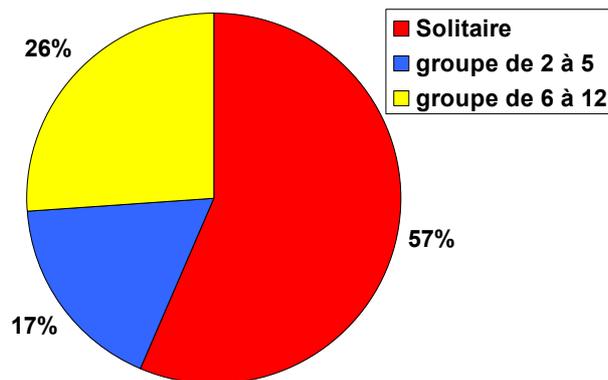


Figure 31. Taille des groupes de delphinidés observés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Les études entreprises sur les grands dauphins de l'Indo Pacifique ont permis de constituer un catalogue de 72 animaux individuellement identifiés par photographies des nageoires dorsales. L'analyse de ce catalogue a montré que quelques individus ont été observés à plusieurs années d'intervalle dans la zone Goro Nickel ; ceci indique que l'espèce est probablement résidente de la zone (Table 14).

Table 14. Identification de grand dauphin de l'Indo Pacifique dans la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Code des individus	Date de première observation	Localité	Accompagné par	Date de seconde observation	Localité
Tad006	19/07/99	Sud de l'îlot Ugo		17/07/05	Sud de la base Hydrographe
Tad012	06/08/00	Sud de la baie du Prony		25/07/02	Sud de la baie du Prony
Tad013	06/08/00	Sud de la baie du Prony		25/07/02	Sud de la baie du Prony
Tad022	14/09/03	Sud de l'îlot Ugo	Tad006	17/07/05	Sud de la base Hydrographe

6.4.2 Le petit rorqual

Un seul individu a été rencontré dans la zone au cours de la période d'étude mais l'espèce est régulièrement observée à la même période plus loin de la côte dans le lagon Sud (Figure 32). Les individus rencontrés sont toujours des animaux solitaires.

La présence temporaire du petit rorqual dans la zone sous influence du projet Goro Nickel est probable.

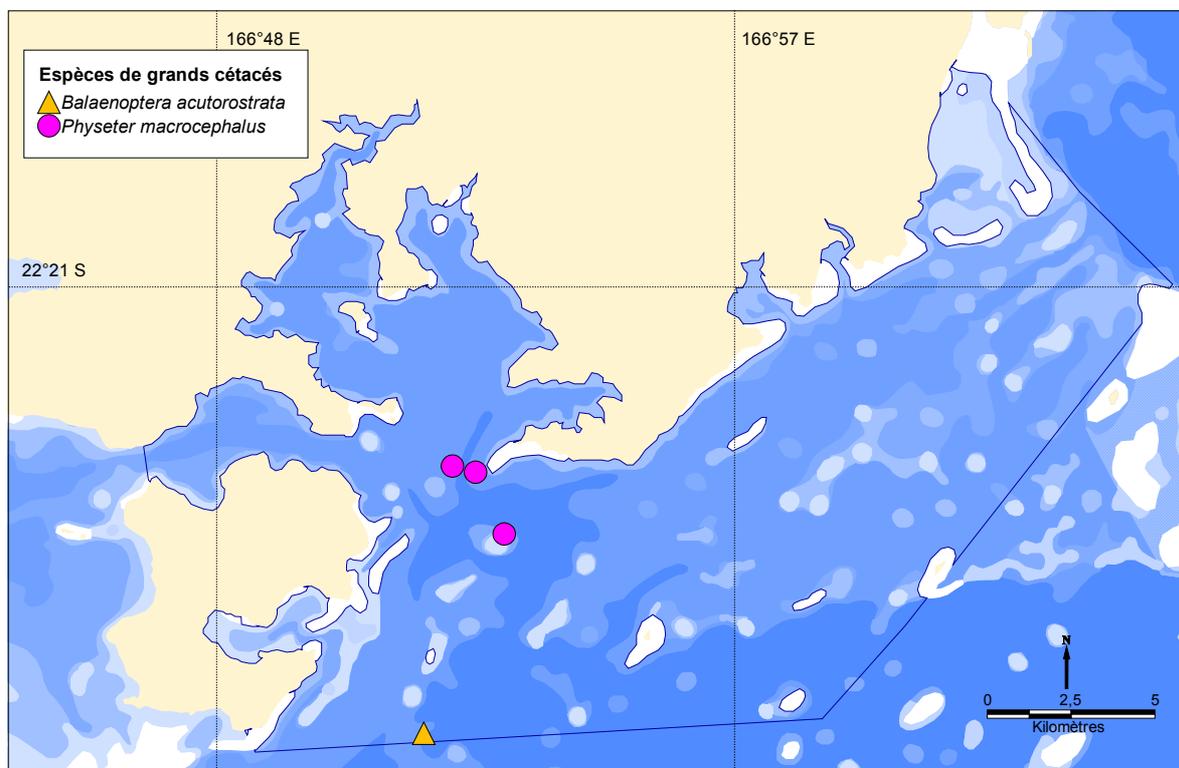


Figure 32. Carte de distribution des autres grands Cétacés dans la zone sous influence du projet Goro-Nickel (1991-2005).

6.4.3 Le grand cachalot

Tous les signalements de grands cachalots dans la zone sous influence du projet Goro Nickel sont situés en la zone côtière (Figure 32). En 2000 deux individus avaient été observés à l'extérieur du phare de Bonne Anse. En 1996 quatre individus ont été filmés à l'extérieur de la baie du Prony. En 1993, une trentaine d'individus étaient signalés au sud est du phare de Bonne Anse ; des photographies confirmaient cette information.

La période de présence des animaux, entre fin septembre et mars, et la taille du groupe observé en 1993, laissent supposer que la Nouvelle-Calédonie est utilisée comme zone de reproduction par cette espèce.

Le grand cachalot est une espèce pélagique dont l'observation à l'intérieur des eaux peu profondes de la zone d'influence du projet Goro Nickel reste un phénomène exceptionnel (Figure 32).

6.4.4 Cachalot pygmée

Trois échouages de cachalots pygmées (*Kogia breviceps*) ont été relevés dans la zone en 1974, 2002 et 2006 (Figure 33). Aucun renseignement n'est disponible sur le spécimen échoué à Port Boisé en décembre 1974 (Robineau et Rancurel, 1980). Seule une étude ostéologique a permis l'identification de l'espèce. Une analyse génétique réalisée sur de l'ADN prélevé sur un squelette retrouvé au fond de la baie de la Somme en baie du Prony en août 2002, a permis d'identifier un autre spécimen de cachalot pygmée. Enfin le 4 septembre 2006, un individu de 3.06 m était retrouvé échoué en baie de la Somme. L'état de la carcasse indiquait une mort récente.

L'échouage de deux cachalots pygmées exactement au même endroit en baie du Prony à plusieurs années d'intervalle et le bon état de la carcasse étudiée en septembre dernier laisse à penser que cette espèce est présente dans une zone proche. Il est également possible que la baie du Prony soit propice aux échouages si les courants font dériver les carcasses dans cette baie relativement fermée. Cette espèce n'a jusqu'à présent été qu'exceptionnellement observée vivante en Nouvelle-Calédonie et aucune de ces observations n'étaient situées dans la zone sous influence du projet Goro Nickel. Il faut néanmoins souligner que le cachalot pygmée est très difficile à voir en mer du fait de son comportement discret.

6.4.5 Baleine à bec de Blainville

L'échouage d'un spécimen mâle de baleine à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*) sur les côtes de l'île Ouen a été documenté en novembre 1997 (Figure 33) à partir d'une dent retrouvée dans un curios (Garrigue pers.com. ; Borsa et Robineau, 2005). Aucune autre information n'est disponible sur cet échouage.

La présence régulière de la baleine à bec de Blainville dans la zone d'étude est peu probable. L'échouage d'un autre spécimen au Mont Dore, dans une zone proche de la zone d'étude, laisse supposer que l'espèce est probablement présente dans les eaux océaniques proches de la zone d'influence du projet Goro Nickel.

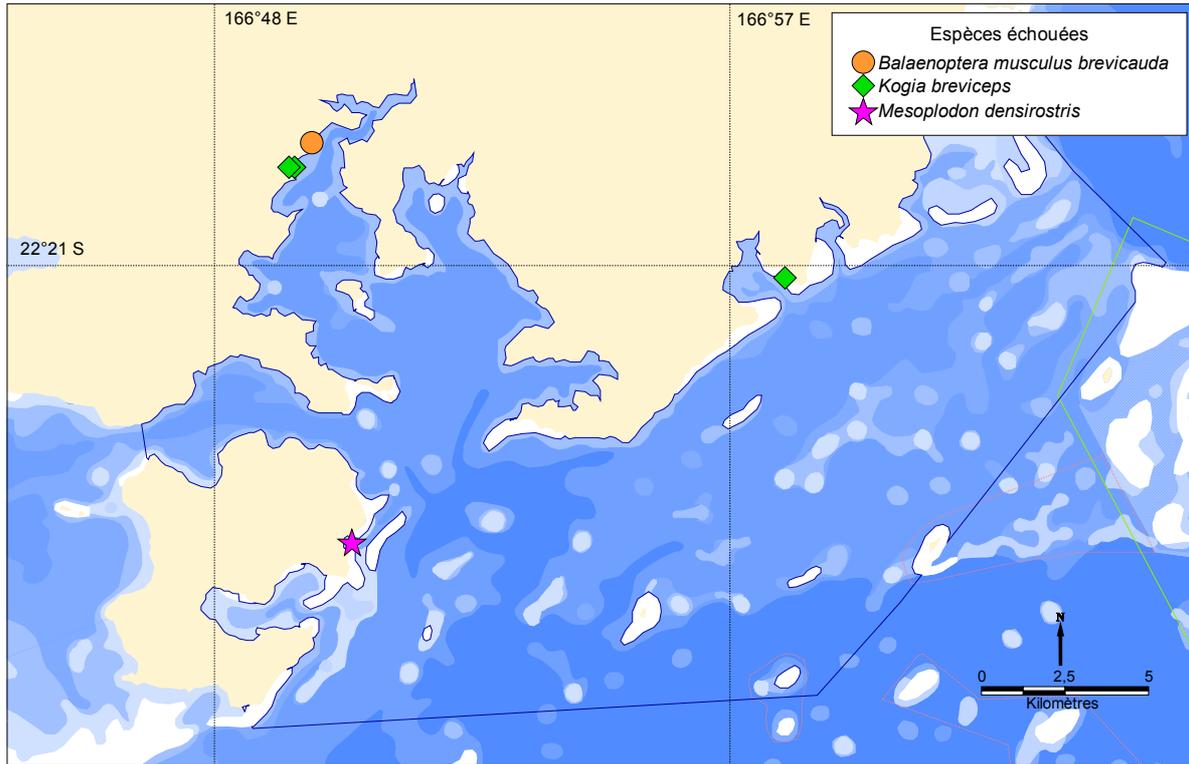


Figure 33. Carte de distribution des échouages documentés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (1934 -2005).

6.4.6 Baleine bleue

L'échouage d'un individu juvénile de baleine bleue pygmée (*Balaenoptera musculus brevicauda*) en janvier 2002 en baie du Prony (Figure 33) est un phénomène tout à fait exceptionnel (Garrigue *et al.*, 2003; Clua, 2002; Borsa et Goarau, 2004).

La baleine bleue n'a jamais été signalée en Nouvelle-Calédonie en dehors de cet échouage. L'espèce est présente dans la région Pacifique puisqu'une zone de nutrition a été identifiée au sud est de la côte australienne (Gill, 2002). Il est probable qu'elle migre aux larges de nos côtes mais sa présence régulière dans le lagon est improbable.

7. Les dugongs dans la zone sous influence du projet Goro Nickel

7.1 Résultats des campagnes d'observation en mer

L'observation en mer de dugongs est relativement rare dans la zone sous influence du projet Goro Nickel. Une seule observation a été faite aux alentours immédiats de l'îlot Nouaré en août 2003 (Figure 34).

7.2 Résultats des survols aériens

Une seule observation a été faite dans la zone sous influence du projet Goro Nickel au cours des survols réalisées dans le cadre du programme ZoNeCo en 2003. L'animal se trouvait dans le canal de La Havannah, à proximité de la baie Kué à l'extérieur du récif bordant cette baie. L'observation a été effectuée le 18 juin 2003 (Figure 34).

Au cours d'un vol d'agrément effectué début 2005, un dugong a été identifié par C. Garrigue à l'intérieur de la baie Kué (il n'est pas représenté sur la figure 34).

7.3 Observations opportunistes

Depuis 1991 quatre fiches d'observation opportuniste font état de l'observation de dugong.

Tous les signalements proviennent de la même zone située entre le Cap Ndoua, le récif de loro et Port Boisé (Figure 34). Trois des témoignages concernent un individu solitaire ; le quatrième fait référence à une femelle suitée.

7.4 Données historiques

L'analyse des autorisations de pêche pour fêtes coutumières et des fiches de captures inhérentes, fait état de 21 demandes déposées entre 1963 et 1989 pour la commune de Yaté⁴. Dix pourcent des captures accordées pendant cette période l'ont été pour cette zone (Garrigue *et al.* in prep.).

Deux fiches de captures font état de pêche au filet en baie Kué en 1982 et en 1984.

⁴ Les fiches proviennent du Service des Eaux et Forêts. Elles ont été mises à disposition par la DRN, Province Sud.

7.5 Les dugongs : synthèse et distribution

Historiquement la présence de l'espèce est reconnue dans la zone sous influence du projet Goro Nickel puisque des chasses coutumières étaient réalisées notamment en baie Kué.

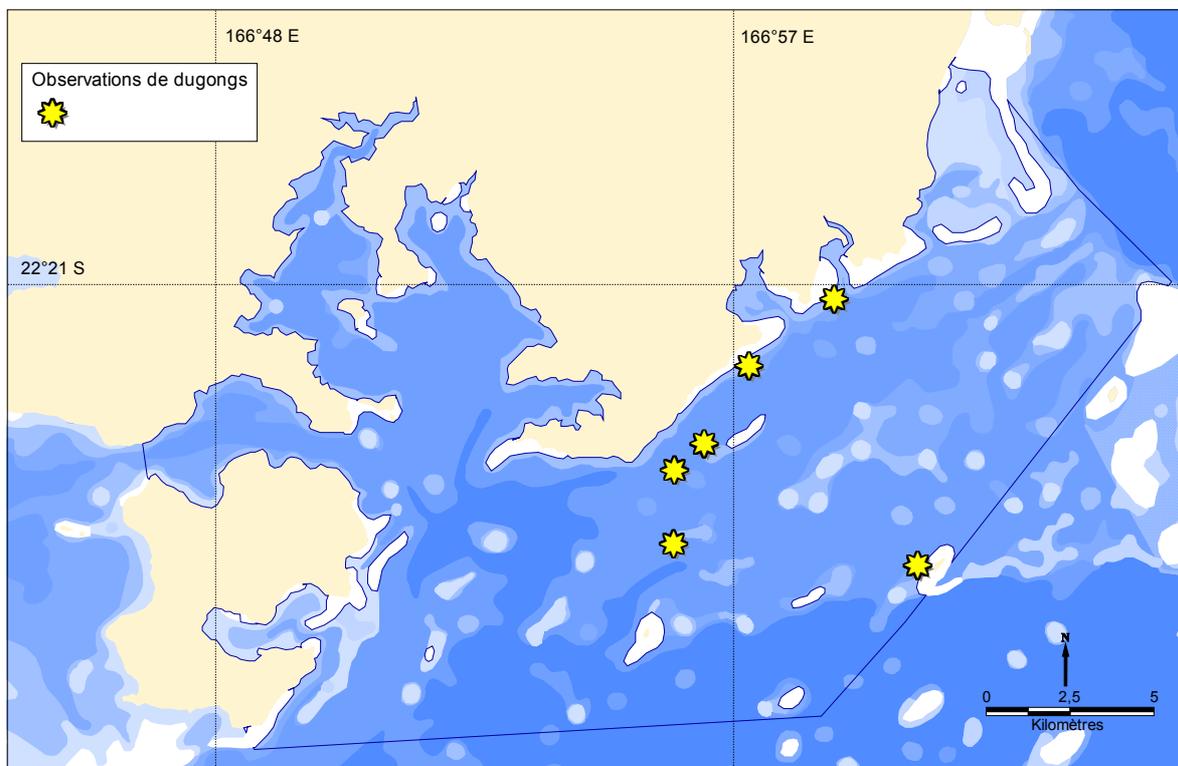


Figure 34. Carte de distribution des dugongs dans la zone sous influence du projet Goro Nickel (1991-2005).

La présence actuelle de dugong dans l'ensemble de la zone est confirmée puisque des observations ont été faites dans la partie est de la zone (baie Kué, îlot Nouaré) ainsi que dans la partie ouest (cap N'doua, îlot Ugo) (Figure 34). Il est important de noter que les quelques observations et signalements sont récents (2002 et 2003) bien que la zone soit étudiée depuis plus de 10 ans ; ceci laisse supposer une faible abondance de l'espèce dans la zone.

8. Liste des espèces de mammifères marins rencontrés dans la zone sous influence du projet Goro Nickel

Les informations publiées et non publiées présentées dans ce document ainsi que les connaissances du prestataire permettent d'établir un inventaire des mammifères marins fréquentant la zone sous influence du projet Goro Nickel.

Huit espèces ont été identifiées. Leur nom commun, leur nom scientifique ainsi que leur position dans la classification zoologique sont présentés dans la table 15.

Certaines espèces résident de manière permanente dans la zone comme le grand dauphin de l'Indo Pacifique ou le dugong ; d'autres y sont régulièrement observées à certaine saison seulement comme la baleine à bosse. Certaines espèces sont rarement observées telle le grand cachalot ou le petit rorqual et d'autres n'y ont été rencontrées qu'à l'occasion d'échouage (baleine bleue, baleine à bec de Blainville, cachalot pygmée). Il est probable que d'autres espèces puissent être observées dans cette zone.

Table 15. Liste des mammifères marins recensés dans la zone soumis à l'influence du projet Goro Nickel.

Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom commun
Cétacés	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i> subspecies Lacépède, 1804	Petit rorqual, rorqual à museau pointu, baleine de minke
		<i>Balaenoptera musculus</i> Borowski, 1781	Baleine bleue, rorqual bleu
		<i>Megaptera novaeangliae</i> Borowski, 1781	Baleine à bosse, rorqual à bosse
	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i> Linnaeus, 1758	Grand cachalot
	Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i> de Blainville 1838	Cachalot pygmée
	Ziphiidae	<i>Mesoplodon densirostris</i> de Blainville, 1817	Baleine à bec de Blainville
Delphinidae	<i>Tursiops aduncus</i> Ehrenberg, 1832	Grand dauphin de l'Indo-Pacifique	
Siréniens	Dugongidés	<i>Dugong dugon</i> Müller, 1776	Dugong, vache marine

9. Conclusions

L'ensemble des informations présentées dans ce rapport a permis l'identification de huit espèces de mammifères marins. Il s'agit d'une espèce de Sirénien, le dugong et de sept espèces de Cétacés.

Parmi ces derniers, quatre appartiennent aux odontocètes ou Cétacés à dents : le grand cachalot, la baleine à bec de Blainville, le cachalot pygmée et le grand dauphin de l'Indo Pacifique. Les trois autres appartiennent au sous-ordre des Mysticètes ou Cétacés à fanons : la baleine à bosse, le petit rorqual et la baleine bleue pygmée pour les Mysticètes.

Deux espèces vivent toute l'année dans la zone d'influence du projet Goro Nickel ; il s'agit du dauphin de l'Indo Pacifique et du dugong. Elles présentent probablement des populations résidant dans la zone d'intérêt du commanditaire. Ceci pourrait être confirmée par des études complémentaires. La Nouvelle-Calédonie a des responsabilités en terme de conservation du dugong car elle abrite la troisième population mondiale. Un accord international visant à protéger l'espèce et son habitat dans toute sa zone de distribution, est en projet (Garrigue, 2006).

Une petite population de baleines à bosse, démographiquement et reproductivement autonome, effectue une partie de son cycle de reproduction dans la région. Il est absolument nécessaire de prendre en compte la présence cette espèce et notamment l'importance des femelles suitées et de la fidélité des baleines à bosse dans les futurs projets d'aménagements et de protection des sites. Ces femelles dépensent une grande énergie pour accomplir la migration et pour allaiter leur baleineau dans des eaux calmes et protégées des prédateurs. De telles zones restent limitées. Tout dérangement aboutissant à un déplacement des animaux, entraînerait une dépense énergétique supplémentaire pour la recherche de nouvelles zones. Ceci serait néfaste et pourrait, à long terme, aboutir à une diminution du succès reproducteur de l'espèce.

Actuellement, la collision avec des bateaux et la pollution acoustique sont les principales menaces susceptibles de peser sur les baleines à bosse dans la zone sous influence du projet Goro Nickel. Des embarcations naviguent continuellement dans cette partie du lagon créant des risques de collisions. De même les émissions acoustiques dues aux activités de construction maritime (port, chargement de minerai) liées au développement des activités minières peuvent avoir un impact sur les baleines à bosse.

10. Littérature citée

- 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
- Anonyme, 1998. Annex G. Report of the sub-committee on comprehensive assessment of southern hemisphere humpback whales. Reports of the International Whaling Commission, SC/48:170-182
- Anonyme, 2003. Report of the annual meeting of the South Pacific Whale Research Consortium. SC/55/SH2.
- Anonyme, 2004. Annex H. Report of the sub-committee of other southern hemispheres whale stocks. Reports of the International Whaling Commission, SC/55 : 29p.
- 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: 105-119.
- Baker, C.S., Slade, R.W., Bannister, J.L., Abernethy, R.B., Weinrich, M.T., Lien, J., Urban, J.R., Corkeron, P., Calambokidis, J. Vasquez, O., Palumbi, S.R. 1994. Hierarchical structure of mitochondrial DNA gene flow among humpback whales *Megaptera novaeangliae*, world-wide. *Molecular Ecology*, 4 (3).
- Begon, M. 1979. Investigating animal abundance: capture recapture for biologist. University Park Press, Baltimore
- Borsa P. and Goarau G., 2004. A pygmy blue whale (Cetacea : Balaenopteridae) in the inshore waters of New Caledonia. *Pacific Science* 58 (4) : 579-584.
- Borsa P. and Robineau D. 2005. Blainville's beaked whales in New Caledonia. *Pacific Science* 59 (3) : 467-472.
- Borsa, P. 2006. Marine mammal stranding in the New Caledonia region, Southwest Pacific. *Compte rendu de Biologies* 329: 277-288.
- Calambokidis, J., Steiger, G.H., Straley, J. Herman, L.M., Cerchio, S., Salden, D., Urban, R.J., Jacobsen, J.K., von Zeigesar, O., Balcomb, K.C., Gabriele, C.M., Dalheim, M.E., Uchida, S., Ellis, G., Miyamura, Y., Ladron 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) : 769-794.
- Chittleborough, R.G. 1965. Dynamics of two populations of humpback whales, *Megaptera nodos* (Bonaterre). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 16 : 33-128.
- Clapham, P.J., Palsboll, P.J., Mattila, D.K. 1993b High-energy behaviors in humpback whales as a source of sloughed skin for molecular analysis. *Marine Mammal Science*, 9 (2):213-220.
- Clua, E. 2002. Présence et mort d'une baleine bleue sur les côtes néo-calédoniennes : quels enseignements scientifiques en tirer ? *Bulletin Vétérinaire*, 28 : 25-29.
- Dodémont, R., Garrigue C., Greaves J., and Chambellant M. 2001. Behaviour of singing humpback whales in New Caledonia (South Pacific). XIVth Marine Mammals Conference, 29th November to 3rd December, Vancouver, Canada.
- Donovan, G.P. 1991. A review of IWC stock boundaries. Reports of the International Whaling Commission, Special Issue 13: 39-68

- Garrigue C. and Gill P. 1994. Observations of Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in New Caledonian waters during 1991-1993. *Biological Conservation*, 70 (3) : 211-218.
- Garrigue C. and Greaves J. 1999. Nouvelle-Calédonie : un rendez-vous pour les baleines. C. Ledru (ed.), Nouméa, 160 p. (Ouvrage bilingue français - anglais).
- Garrigue, C., Forestell, P., Greaves, J., Gill, P., Naessig, P., Baker, C.S., Patenaude, N. (2000) Migratory movement of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between New Caledonia, East Australia and New Zealand. *Journal of Cetacean Research and Management*, 2:111-115
- Garrigue, C., Aguayo, A., Amante-Helweg, V.L.U., Baker, C.S., Caballero, S., Clapham, P., Constantine, R., Denking, J., Donoghue, M., Florez-Gonzalez, L., Greaves, J., Hauser, N., Olavarria, C., Pairoa, C., Peckham, H., Poole, M. 2002. Movements of humpback whales in Oceania, South Pacific. *Journal of Cetacean Research and Management*, 4 (3):255-260
- Garrigue, C., Clua, E., Breitenstein, D. 2003. Identification of a juvenile pygmy blue whale (*Balaenoptera musculus brevicauda*) in New Caledonia, South-West Pacific. SC/55/SH.
- Garrigue, C., Dodemont, R., Steel, D., 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 ; N. Patenaude 2004. Etude du statut de la population de dugongs en Provinces Nord et Sud. Rapport Final Zoneco, 57p.
- Garrigue, C., Olavarria, C., Baker, C.S., Steel, D., Dodemont, R., Constantine, R., and Russell, R. 2006. Demographic and genetic isolation of New Caledonia (E2) and Tonga (E3) breeding stocks. SC/A06/HW19.
- Garrigue C. 2006. Compte rendu de la 2ème réunion pour la conservation et la gestion du dugong. Bangkok, Thaïlande 15 au 18 mai 2006. Pour le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, polyc. 24p.
- Gaskin, D.E. 1982. The ecology of whales and dolphins. Ed London U.K.: Heinemann.
- Gill, P. 2002. A blue whale (*Balaenoptera musculus*) feeding ground in a southern Australian coastal upwelling zone. *Journal Cetacean Research and Management*, 4(2) : 179-184.
- Katona, S., Baxter, B., Brazier, O., Kraus, S., Perkins, J., 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.
- Lambertsen, R.H. 1987. A biopsy system for large whales and its use for cytogenetics. *Journal of Mammalogy*, 68:443-445.
- 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.
- Olavarria, C., Poole, M., Hauser, N., Garrigue, C., Caballero, S., Brasseur, M., Martien, C., Russell, K., Oremus, M. Dodemont, R., Florez-Gonzalez, L., Capella, J., Rosenbaum, H., Moro, D., Jenner, C., Nicole-Jenner, M., bannister, J., Baker, C.S. 2004. Population differentiation in humpback whales from far Polynesia (Group F breeding grounds) based on mitochondrial DNA sequences. SC/55/SH11, 6p.
- Olavarria, 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., Russell, K. (sous presse) Population structure of South Pacific humpback whales and the origin of the eastern Polynesian breeding grounds. *Marine Ecology Progress Series*.
- Palsboll, P.J., Allen, J., Bérubé, M., Clapham, P.J., Feddersen, T.P., Hammond, P., Jorgensen, H., Katona, S., Larsen, A.H., Larsen, F., Lien, J., Mattila, D.K., Sigursonsson, J., Sears, R., Smith, T. Sponer, R., Stevick, P. and Oien, N. 1997. Genetic tagging of humpback whales. *Nature*, 388 : 767-769.
- Paterson, R.A. 1991. The migration of humpback in East Australian waters. *Memoirs of Queensland Museum*, 30 : 333-341.
- Payne, R. and Guinee, L.N. 1983. Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) songs as an indicator of "stocks". Vol 10 p. 333-359 In *Communication and behavior of whales. Association for the Advancement of Science*, Westview Press, Boulder, Colorado 80301.
- Pollock, K.H., Marsh, H., Lawler, I.R. & Alldredge, M.W. (2006). Estimating animal abundance in heterogeneous environments: an application to aerial surveys for dugongs. *Journal of Wildlife Management*, 70 (1): 255-262.
- Robineau, D. & P. Rancurel. 1981. Sur deux spécimens du genre *Kogia* (Cetacea, Physeteridae) en Nouvelle-Calédonie. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 46: 56-58.
- Shane, S.H. 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida; In *The Bottlenose dolphin*. S. Leatherwood and R.R. Reeves, (eds.) Academic Press, San Diego: 245-265.
- Urban, J.R., Jamarillo, A.L., Aguayo, A.L., Ladron de Guevarra, 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 Ziegler, O., Waite, J.M., Misroch, S., Dahlheim, M.E., Darling, J.D., Baker, S.C. 2000. Migratory destinations of humpback whales wintering in the Mexican Pacific. *Journal of Cetacean Research and Management*, 2 (2): 101-110.
- 