

Le dugong (*Dugong dugon*),
monographie de l'espèce, état des lieux
des connaissances et des méthodologies
d'études. Propositions d'actions en vue
d'améliorer les connaissances relatives au
dugong en Nouvelle-Calédonie



Christophe Cleguer
Consultant

Juillet 2010

Rapport réalisé dans le cadre du projet



« Plan d'actions dugong 2010-2012
en Nouvelle-Calédonie »

Le dugong (*Dugong dugon*),
monographie de l'espèce, état des lieux des connaissances et des
méthodologies d'études. Propositions d'actions en vue d'améliorer les
connaissances relatives au dugong en Nouvelle-Calédonie

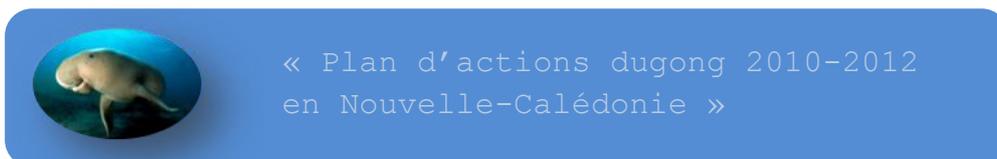
Christophe Cleguer
Consultant

Juillet 2010

Ce rapport a été financé par



Il a été élaboré dans le cadre du projet



Soutenu par :



WWF &
Opération
Cétacés

Reference à citer : « Cleguer, C. 2010. *Le dugong (Dugong dugon)*, monographie de l'espèce, état des lieux des connaissances et des méthodologies d'études. Propositions d'actions en vue d'améliorer les connaissances relatives au dugong en Nouvelle-Calédonie. 64 p.+annexes »

SOMMAIRE

1- BIOLOGIE ET ECOLOGIE DU DUGONG	1
1.1 Biologie	1
1.1.1 Taxonomie et origines.....	1
1.1.2 Caractéristiques physiques.....	1
1.1.3 Système squelettique.....	2
1.1.4 Dentition	3
1.1.5 Système digestif	3
1.1.6 Système nerveux	3
1.2 Ecologie.....	4
1.2.1 Régime alimentaire	4
1.2.2 Reproduction.....	5
1.2.3 Locomotion	5
1.2.4 Déplacement et utilisation de l'habitat.....	5
1.2.5 Comportement.....	6
1.2.6 Distribution et abondance	7
1.2.7 Pressions exercées sur l'espèce.....	8
2. ETAT DES LIEUX	9
2.1 Connaissances disponibles	9
2.1.1 Connaissances régionales.....	9
2.1.2 Connaissances en Nouvelle-Calédonie	17
2.1.3 Champs non-couverts par les connaissances disponibles en Nouvelle-Calédonie.....	24
2.2 Synthèse et comparaison des méthodes d'étude sur les siréniens.....	26
2.2.1 Abondance et distribution	26
2.2.2 Déplacements.....	30
2.2.3 Habitat.....	35
2.2.4 Nutrition.....	39
2.2.5 Génétique.....	42
2.2.6 Contaminants	43
2.3 Expertises disponibles à l'échelle internationale.....	44
2.4 Mesures de gestion/plans de conservation.....	47
2.4.1 Contexte international	47
2.4.2 Contexte régional	47
2.4.3 Contexte réglementaire national	47
2.4.4 Contexte réglementaire en Nouvelle-Calédonie.....	47
3. PROPOSITIONS EN VUE D'AMELIORER LES CONNAISSANCES.....	50
3.1 Introduction	50
3.2 Diagramme représentatif de la hiérarchisation des besoins de connaissances.....	51
3.3 Volet A : Acquisition des connaissances sur le dugong	52
3.3.1 Action A1 : Etudier la connectivité et la diversité génétique de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie.....	52

3.3.2	Action A2 : Estimer la distribution et l'abondance minimale de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie.....	53
3.3.3	Action A3: Etudier le déplacement des dugongs et leur utilisation de l'habitat	55
3.3.4	Action A4 : Etudier la symbolique du dugong dans la culture des peuples de Nouvelle-Calédonie .	58
3.4	Volet B : Acquisition des connaissances sur l'habitat du dugong	59
3.4.1	Action B1 : Réaliser une description préliminaire de l'habitat des dugongs à grande échelle.....	59
3.4.2	Action B2 : Déterminer l'influence de la qualité de l'habitat sur la distribution et le comportement de déplacement et de nutrition des dugongs.....	60
3.5	Volet C : Acquisition des connaissances sur les pressions exercées sur le dugong.....	62
3.5.1	Action C1 : Accroître et optimiser les connaissances issues des données d'échouage : projet Réseau-Kit-Formation.....	62
3.5.2	Action C2 : Réaliser une enquête sur la fréquence de collision avec les engins marins dans la zone du grand Nouméa	63
3.5.3	Action C3 : Réaliser une enquête sur la consommation du dugong en Nouvelle-Calédonie	64
4.	ANNEXES	65
5.	LITTERATURE CITEE	100

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Taxonomie du dugong.....</i>	<i>1</i>
<i>Tableau 2 : Résumé des enquêtes sur la consommation des dugongs menées en Provinces Nord et Sud.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 3 : Avantages et inconvénients des différents moyens d'observation d'une population de siréniens.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 4 : Fonctionnement, avantages et inconvénients des différents outils télémétriques.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 5 : Liste des fournisseurs d'outils télémétriques.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 6 : Les différentes techniques de capture des siréniens.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 7 : Avantages et inconvénients des survols aériens et suivis satellitaires.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 8 : Exemples d'outils d'imageries satellitaires utilisés pour l'étude d'un habitat et description de leurs différentes caractéristiques (MS=Bandes Multi-spectral, Pan=Bandes Panchromatic ; B=bleu, V=vert, R=rouge, NIR= Near Infra-Red, MIR= Middle Infra-Red, TIR= Far Infra-Red ; issue de Hines et al., sous presse).....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 9 : Différents cas d'étude et outils correspondants.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 10 : Avantages et inconvénients des méthodes d'examen direct de la nutrition.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 11 : Etapes d'un examen direct de l'alimentation des siréniens.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 12 : Avantages et inconvénients des méthodes d'identification de l'alimentation des siréniens.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 13 : Les différentes techniques d'études des contaminants chez les siréniens.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 14 : Liste des experts internationaux pour l'étude des siréniens par ordre alphabétique.....</i>	<i>46</i>

Liste des figures

Figure 1 : Nageoire caudale large et horizontalement aplatie (© Roberto Sozzani)..... 2
Figure 2 : Œil et orifice auditif d'un dugong (a) ; Narines composées de clapets (b). (© Roberto Sozzani)..... 2
Figure 3 : Vue latérale d'un squelette de dugong (Bryden et al., 1998). 2
Figure 4 : Incisive de dugong (© Roberto Sozzani). 3
Figure 5 : Dugong entrain de s'alimenter. (© Roberto Sozzani). 4
Figure 6 : Sillons générés lors de l'alimentation.(© Roberto Sozzani). 5
Figure 8 : Petit groupe de dugongs. 6
Figure 7 : Paire mère/veau 6
Figure 9 : Distribution des dugongs dans le monde (Marsh et al., 2002). 7
Figure 10 : Morsure de requins (© Queensland Parks and Wildlife Services)..... 8
Figure 11 : Poumons infectés d'une bronchopneumonie 8
Figure 12 : Carte de l'Australie (© E-Atlas.org.au)..... 10
Figure 13 : Cartes des trois grandes régions d'étude des dugongs en Australie, A : côte Ouest, B : côte Nord, C : côte Est/Nord-Est (Marsh et al., 2002). 11
Figure 14 : Cartes des pays/territoires étudiés dans ce document, A : Papouasie Nouvelle-Guinée, B : Iles Salomon, C : Nouvelle-Calédonie et Vanuatu (Marsh et al., 2002)..... 12
Figure 15 : Densité des dugongs autour de la Grande-Terre en 2003 et 2008 (Bordin, 2009)..... 18
Figure 16 : Aires de conservation prioritaires identifiées pour la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie (Bordin, 2009). 49

Liste des annexes

Annexe 1..... 65
Annexe 2..... 68
Annexe 3..... 73
Annexe 4..... 75
Annexe 5..... 77
Annexe 6..... 82
Annexe 7..... 90

1- BIOLOGIE ET ECOLOGIE DU DUGONG

Ce chapitre est issu d'une monographie réalisée par Amandine Bordin (Bordin, 2009). Il a été complété et modifié pour la réalisation de ce document.

1.1 Biologie

1.1.1 Taxonomie et origines

Le dugong est un mammifère herbivore strictement marin. Il est le seul représentant vivant de la Famille des Dugongidés (Tableau 1 ; Heinsohn & Marsh, 1977 ; Reynolds & Odell, 1991). Un autre membre de cette famille, la rhytine de Steller (*Hydrodamalis gigas*) qui vivait en mer de Béring, a été chassé jusqu'à son extinction survenue 27 ans après sa découverte en 1741 (Stejneger, 1887). Les plus proches parents du dugong sont les lamantins de la Famille des Trichechidés (Reynolds & Odell, 1991).

Les dugongs et les lamantins appartiennent à l'Ordre des Siréniens ; ce groupe zoologique descendrait avec les éléphants, d'herbivores terrestres vivant il y a 6 millions d'années (Heinsohn & Marsh, 1977). Des fossiles de Siréniens ont été découverts dans diverses parties du monde où les espèces actuelles n'y sont pas présentes (NAILSMA, 2006). La phylogénie du dugong est connue mais peu de fossiles ont été retrouvés (Domning, 1978 ; Jousse & Guérin, 2003). Les plus importantes découvertes ont été réalisées sur l'île d'Akab dans les Emirats Arabes-Unis entre 1990 et 1992. Ces fossiles constituent des restes de consommation humaine et datent du V et IV^{ème} millénaires. Ce sont les plus anciens spécimens connus. Leur étude a dévoilé que la morphologie des individus actuels est quasi similaire à celle des individus ancestraux (Jousse & Guérin, 2003).

Nom scientifique :	Dugong dugon (Müller, 1776)
Nom vernaculaire :	Dugong (Lacépède, 1799)
Nom français :	Dugong, vache marine
Nom anglais :	Dugong, sea cow
Classe :	Mammifères
Famille :	Dugongidés
Ordre :	Siréniens

Tableau 1 : Taxonomie du dugong.

1.1.2 Caractéristiques physiques

Un dugong adulte peut atteindre 3 m de long et peser jusqu'à 450 kg (Marsh, 1999). A la naissance, un veau mesure entre 1,1 et 1,25 m et pèse entre 27 et 35 kg (Marsh *et al.*, 1984d).

La morphologie et la physiologie des dugongs sont adaptées au milieu marin (Marsh *et al.*, 2003). Le corps du dugong est massif, profilé et fusiforme ; il se termine par une nageoire caudale large, échan-crée et horizontalement aplatie rappelant celle des Cétacés (Figure 1). Ses nageoires pectorales ont la forme de pagaies et présentent des doigts externes discernables. La femelle est dotée de mamelles situées sous ses nageoires. Il ne possède pas de membres postérieurs et seuls subsistent de petits os pelviens rudimentaires hérités de son origine terrestre. Sa peau, parsemée de courts poils, est lisse et de couleur grise ou bronze mais tire vers le marron lorsqu'il est observé d'avion ; sa face ventrale est plus claire. Les plus vieux individus possèdent des zones dépigmentées et d'importantes cicatrices au niveau du dos. Le dugong a un très gros museau recouvert de soies raides. Ses yeux sont relativement petits et ses oreilles se distinguent par de minuscules orifices sans pavillon (Fi-

Figure 2 ; Heinsohn & Marsh, 1977 ; Marsh, 1989). Ses narines sont placées sur le haut du front lui permettant de respirer rapidement lorsqu'il fait surface ; elles possèdent des clapets qui se ferment durant les plongées (Figure 2 ; Heinsohn & Marsh, 1977).



Figure 1 : Nageoire caudale large et horizontalement aplatie (© Roberto Sozzani).



a)



b)

Figure 2 : Œil et orifice auditif d'un dugong (a) ; Narines composées de clapets (b). (© Roberto Sozzani).

1.1.3 Système squelettique

Le squelette du dugong est composé d'os très denses lui permettant de rester au fond de l'eau lorsqu'il se nourrit (Figure 3). La colonne vertébrale est composée de 57 à 60 vertèbres dont sept cervicales, 17 à 19 thoraciques, quatre lombaires, une sacrale ainsi que 28 à 29 caudales (Husar, 1975). Le sternum est relativement réduit. La scapula possède un court acromion dont le coracoïde est bien développé. L'humérus présente des tubérosités de forme arrondie et proéminentes et les ligaments médio carpiens sont unis (Harrison & King, 1980).

Le crâne est plutôt large et permet d'identifier les mâles des femelles. En effet, un dimorphisme sexuel est observable (Spain *et al*, 1976 ; Spain & Marsh, 1981) grâce à la largeur des prémaxillaires qui sont beaucoup plus imposantes chez les individus mâles (Marsh, 1989).

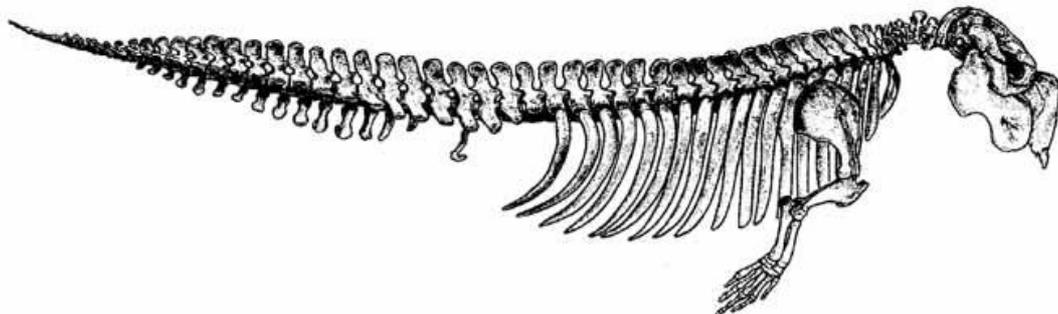


Figure 3 : Vue latérale d'un squelette de dugong (Bryden *et al.*, 1998).

1.1.4 Dentition

En fonction de son âge, le dugong possède de 2 à 6 dents sur chaque demi mâchoire (Heinsohn & Marsh, 1977) adaptées au prélèvement et à la mastication des plantes (Marsh, 1989). Ces dents sont des molaires qui se développent progressivement au cours de la croissance de l'individu et des prémolaires qui apparaissent dès la naissance (Marsh, 1989). La structure dentaire montre des similitudes avec celle des éléphants (Nishiwaki, 1977) ; des incisives apparentées à des défenses apparaissent chez les mâles adultes et chez certaines femelles (Figure 4 ; Heinsohn & Marsh, 1977). Lors de la puberté des mâles, ces incisives croissent jusqu'à atteindre la base des prémaxillaires ; soit une longueur de 150 mm environ. Chez les femelles, elles poussent durant toute la croissance de l'individu et peuvent atteindre 180 mm de long (Marsh, 1989).

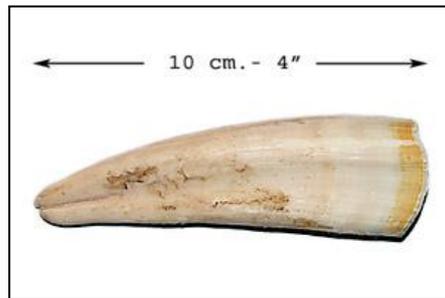


Figure 4 : Incisive de dugong (© Roberto Sozzani).

1.1.5 Système digestif

Le dugong possède une lèvre supérieure de forme allongée qui sépare les narines de la bouche. Cette lèvre, pouvant être apparentée au museau du cheval, lui permet de détecter, sélectionner et manipuler sa nourriture (Kamiya & Yamasaki, 1981).

Le dugong est un herbivore et non un ruminant (Marsh *et al.*, 1977), le système digestif étant composé d'une seule poche stomacale. Le caecum situé à la jonction du petit et gros intestin est relativement petit. Chez l'adulte le gros intestin peut atteindre 25 m de long, deux fois plus que le petit intestin. Le caecum et le gros intestin sont considérés comme les principales zones de digestion des fibres présentes dans l'alimentation du dugong (Murray *et al.*, 1977).

1.1.6 Système nerveux

Le cerveau est relativement petit, environ 282 grammes pour une femelle adulte pesant 300 kg (Kamiya *et al.*, 1979). Les tubercules quadrijumeaux, petites éminences naturelles arrondies situées à la partie supérieure du bulbe rachidien entre le cerveau et le cervelet, sont proéminents ce qui suppose une certaine sensibilité auditive. Le cervelet est bien développé avec de larges lobules, en rapport avec les voies nerveuses de l'équilibre, offrant une grande habileté à se mouvoir dans l'eau (Harrison & King, 1965). Les dugongs possèdent une acuité visuelle assez peu développée (Roughsey, 1971).

1.2 Ecologie

1.2.1 Régime alimentaire

Le dugong est un herbivore qui consomme principalement des phanérogames marines (Heinsohn & Marsh, 1977) formant des prairies sous marines (Figure 5 et 6). Cette espèce se nourrit uniquement sur le fond et aucune preuve de dugong se nourrissant de feuilles flottant en surface n'a été recensée. Aucune différence de nutrition liée au sexe ou à la taille de l'animal n'a été observée (Marsh et al., en préparation) mis à part le fait que les jeunes dugongs tètent leur mère jusqu'à l'âge de 18 mois. L'acquisition de défenses chez les mâles adultes et les femelles d'âge avancé ne modifie pas non plus leur mode de nutrition (Marsh et al., en préparation).

Le dugong sélectionne les espèces en fonction de leur composition chimique. Il préfère celles qui sont facilement digestibles dont le taux de fibres est faible et la concentration en azote élevée (Lanyon, 1991 ; Aragones, 1996) comme les *Halophila* spp. et les *Halodule* spp. (Aragones, 1996). Le prélèvement intensif des dugongs altère la composition des herbiers et favorise une repousse rapide d'espèces pionnières comme *Halophila ovalis* (Preen, 1995b). Ainsi, les zones où les effectifs de dugongs sont importants fournissent une nourriture plus appréciée par l'espèce, par rapport aux sites qui dépendent uniquement d'un turnover naturel pour le recyclage et la redistribution des nutriments (Aragones & Marsh, 2000). Lorsque les herbiers se font plus rares, les dugongs peuvent devenir moins sélectifs et se nourrir d'espèces généralement peu consommées (Heinsohn & Spain, 1974) comme les *Enhalus* spp. (Nietschmann, 1984) ou les algues marines (Marsh et al., 1982). Des invertébrés (crabes, mollusques ou concombres de mer) peuvent accidentellement être ingérés (Heinsohn & Marsh, 1977).

Chilvers et al., (2004) ont montré que les dugongs peuvent passer jusqu'à 16 heures par jour à s'alimenter. Ils se nourrissent contre le courant pour éviter l'ingestion de sédiments (Heinsohn & Marsh, 1977). Ils déterrent les plantes entières (racines et rhizomes) des herbiers générant des sillons distinctifs dans les prairies sous marines (Figure 6). Chaque sillon, en forme de serpentins, représente un effort continu au cours d'une seule plongée. La quantité de nourriture nécessaire à un individu dans son milieu naturel n'est pas connue mais Heinsohn & Marsh (1977) ont évalué à 63% la quantité de phanérogames prélevées dans les sillons ; estimant ainsi à plus de 3,5 ha la surface d'herbiers nécessaire pour alimenter un dugong pendant un an. Un seul herbier supportera donc difficilement un large troupeau pendant une longue période, incitant les animaux à se déplacer constamment d'une zone à une autre. Deux dugongs en captivité à Mandapam Camp dans le Sud de l'Inde mangeaient 50 à 60 kg d'herbe par jour (Heinsohn & Marsh, 1977). Les deux dugongs actuellement présents à l'aquarium de Sydney sont nourris avec de la laitue dont la composition est semblable à celle des herbiers de phanérogames ; ils en consomment environ 45 kg par jour chacun (Sydney Aquarium, 2009).

Les dugongs se nourrissent généralement jusqu'à 10 m de profondeur (Heinsohn & Marsh, 1977) mais ils peuvent aussi s'alimenter dans des herbiers se développant à des profondeurs plus importantes jusqu'à 30-40 m (Garrigue & Patenaude, 2004 ; Garrigue et al., 2008).



Figure 5 : Dugong entrain de s'alimenter. (© Roberto Sozzani).



Figure 6 : Sillons générés lors de l'alimentation.(© Roberto Sozzani).

1.2.2 Reproduction

Les femelles atteignent leur maturité sexuelle entre 10 et 17 ans. La gestation dure entre 13 et 15 mois (Marsh, 2003) et les femelles n'ont qu'un seul petit par portée (Marsh, 1999). En Australie, la mise bas est estimée entre les mois d'août et de décembre (Marsh *et al.*, 1984d). L'investissement maternel est très important chez les dugongs (Heinsohn & Marsh, 1977 ; Marsh, 2003), la période d'allaitement dure entre 14 et 18 mois. Le veau grossit très vite et consomme rapidement des phanérogames (Marsh, 2003). L'intervalle entre les naissances est de 2,4 (Kwan, 2002) à 7 ans (Marsh *et al.*, 2002 ; Marsh, 2003). Le taux de reproduction est donc relativement faible ; de plus, il est influencé par la disponibilité des ressources alimentaires (Marsh, 1999 ; Kwan, 2002). Lorsque la nourriture est moins abondante, les animaux réduisent les activités qui demandent de l'énergie comme la reproduction (Marsh *et al.*, 1984d).

La durée de vie des dugongs est longue et le taux de mortalité naturelle est faible. Les animaux peuvent vivre 70 ans ou plus (Marsh, 1999). Le plus vieil individu étudié avait 73 ans (Marsh, 2003).

1.2.3 Locomotion

La nageoire caudale permet au dugong de se déplacer à l'aide de lents et puissants battements (Anderson, 1982b). Les nageoires pectorales sont essentiellement utilisées pour tourner ou s'arrêter puisqu'elles ne disposent pas d'une grande liberté de mouvements (Anderson, 1981). Lorsque l'animal veut tourner, il s'arrête et agite ses nageoires pour effectuer le changement de direction. Durant l'accélération, ces dernières sont positionnées contre le corps tandis qu'elles sont écartées lorsque le dugong se déplace à une vitesse plus réduite (Anderson, 1982b). Il est capable de nager à 10 ou 12 nœuds sur une distance d'un kilomètre environ (Marsh *et al.*, 1978) ; mais ses déplacements sont plutôt lents la majorité du temps (Marsh, 1989).

Les veaux nagent à seulement quelques centimètres de leur mère pour faciliter leur déplacement grâce à l'effet de Bernoulli, principe de base de l'hydrodynamisme (Marsh, 1989).

1.2.4 Déplacement et utilisation de l'habitat

Étant donné que les seules informations existantes sur le déplacement et l'utilisation de l'habitat proviennent d'études réalisées en Australie, ce thème est abordé dans les parties 2.1.1.2 et 2.1.1.3.

1.2.5 Comportement

1.2.5.1 Comportements sociaux

Le suivi des dugongs est assez difficile et les comportements sociaux sont rarement observés. Les actes de sociabilité les plus répandus se déroulent entre les mères et leurs petits (Figure 7 ; Marsh, 1989). D'autres interactions peuvent toutefois être observées comme les importants regroupements d'animaux (Marsh *et al.*, 1977). Près des côtes Est australiennes et des côtes somaliennes (Travis, 1967), des groupes de plusieurs centaines d'individus ont en effet été signalés (Marsh *et al.*, 1977). Cependant, cette espèce ne forme généralement que des groupes restreints (Figure 8 ; Heinsohn *et al.*, 1976).



Figure 7 : Paire mère/veau



Figure 8 : Petit groupe de dugongs.

1.2.5.2 Comportement reproducteur

Les informations concernant les comportements sexuels adoptés par les dugongs restent anecdotiques et diffèrent parfois selon les auteurs (Boyd *et al.*, 1999 ; Wells *et al.*, 1999). Ces agissements sont généralement observés au sein de petits groupes d'individus. Les mâles peuvent adopter des comportements allant de simples démonstrations de supériorité (Anderson & Birtles, 1978) à de véritables combats de force (NAILSMA, 2006). Certains vont montrer un empressement en se positionnant directement sur la femelle qui se met alors sur le dos (Anderson & Birtles, 1978). Preen (1989) décrit plutôt des mâles s'éclaboussant, se poursuivant, se battant ou se montant dessus pour courtoiser ensuite une femelle solitaire.

1.2.5.3 Communication

La formation et le maintien de larges troupes suggèrent un certain niveau de communication entre les individus (Marsh, 1989). Les aborigènes australiens notent la présence d'un individu dominant au sein de chaque groupe choisi en fonction des sons qu'il est capable d'émettre. Des enregistrements ont pu être réalisés en captivité (Nair & Mohan, 1977) ainsi que sur des individus en liberté (Niet-schmann, 1984). Tous les sons étaient compris entre 1 et 8 KHz (Marsh, 1989).

1.2.5.4 Comportement de surface et de plongée

Il est difficile d'obtenir des informations sur ces comportements puisque les dugongs vivent dans des eaux parfois turbides et ne viennent respirer en surface que brièvement. Les travaux de Chilvers *et al.*, (2004), menés sur 15 dugongs dans le Nord de l'Australie, montrent que ces animaux plongent généralement entre 2,1 et 7,2 m de profondeur pendant 1,8 et 4,2 min. Les résultats permettent également de noter qu'un individu plonge approximativement 12 fois par heure.

Anderson et Birtles (1978) observent différents comportements de surface. L'animal peut casser la surface de l'eau avec l'avant de son corps en se mouvant doucement et silencieusement. La tête puis le museau surgissent laissant apparaître les narines à une dizaine de centimètre au-dessus de la surface de l'eau. L'expiration est assez forte voire explosive. L'inspiration est quant à elle beaucoup plus discrète. Concernant l'immersion, Anderson & Birtles (1978) expliquent que le dugong continue d'avancer en disparaissant progressivement sous la surface. Il peut aussi effectuer une sorte de pivotement vers l'avant. Le corps de l'animal est alors arqué, la tête est submergée, le milieu du dos apparaît au-dessus de la surface, cependant la nageoire caudale reste émergée. Ce sont essentiellement les plus petits individus qui utilisent cette technique de plongée lorsque les profondeurs d'eau sont situées entre 2 et 4 m. Les plus grands individus l'utilisent dans des eaux plus profondes lorsqu'ils vont s'alimenter. Cette technique peut être un indicateur pour déterminer si l'animal est entrain de se nourrir ou non (Anderson & Birtles, 1978).

1.2.6 Distribution et abondance

1.2.6.1 Distribution mondiale de l'espèce

Les dugongs vivent dans les zones côtières tropicales et sub-tropicales d'au moins 37 pays et territoires, entre l'Afrique de l'Est et le Vanuatu (Figure 9 ; Smyth, 2006). Ils sont encore présents aux limites historiques de leur distribution (Marsh *et al.*, 2002) sous forme de populations éparses et indépendantes (Nishiwaki & Marsh, 1985) mais ils ont disparu de plusieurs îles comme l'île Maurice, les Maldives et Taiwan (Marsh *et al.*, en préparation).

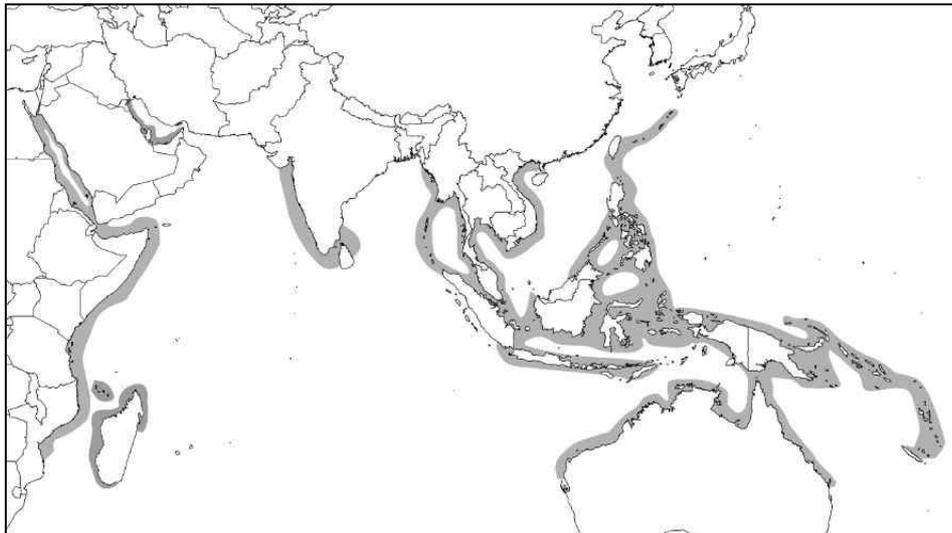


Figure 9 : Distribution des dugongs dans le monde (Marsh *et al.*, 2002).

1.2.6.2 Abondance

Les plus grands effectifs sont rencontrés en Australie avec au moins 70 000 individus (Marsh *et al.*, en préparation), dans le Golfe d'Arabie avec environ 6000 individus (Preen, 2004 ; Preen *et al.*, sous presse) et en Nouvelle-Calédonie où la population a été estimée à environ un millier d'individus (Garrigue *et al.*, 2009). Ailleurs, les informations concernant l'abondance de l'espèce restent anecdotiques (Marsh *et al.*, 2002 ; Marsh *et al.*, en préparation).

1.2.7 Pressions exercées sur l'espèce

1.2.7.1 Pressions naturelles

a) Prédation

Les dugongs constituent des proies potentielles pour de nombreux prédateurs. En effet, certains individus ont été observés avec d'importantes cicatrices, probablement causées par des grands requins (Figure 10 ; Anderson, 1979).



Figure 10 : Morsure de requins (© Queensland Parks and Wildlife Services).

b) Maladies et parasitisme

Les dugongs sont sujets à certaines maladies, infections ou parasites (Campbell & Ladds, 1981). Les maladies les plus courantes sont les maladies de peau, gastro-intestinales ou pancréatiques (Marsh, 1989). En 1996, les nécropsies effectuées dans le Queensland Parks and Wildlife Service indiquent que parmi les 80 animaux dont l'origine de la mort avait été déterminée, 30% avaient succombé à une maladie (Haines & Limpus, 2000).

Le parasitisme touche également un grand nombre d'individus. En 1999 par exemple, la nécropsie d'un dugong à Townsville révèle qu'il était porteur d'une bactérie septicémique, de parasites logés dans les poumons et identifiés comme des *Cochleotrema indicum*, de divers nématodes *Paradujardi-na halicoris* présents dans l'estomac et qu'il était infecté par une broncho-pneumonie (Figure11).



Figure 11 : Poumons infectés d'une bronchopneumonie(© Department of Primary Industries and Fisheries)

1.2.7.2 Pressions anthropiques

Le dugong est une espèce vulnérable du fait de ses caractéristiques biologiques comme son faible taux de reproduction et parce que ses activités vitales se déroulent dans des zones côtières soumises aux activités anthropiques (Marsh *et al.*, 2002). Les principales pressions qui pèsent sur ces animaux sont le trafic maritime, la chasse, le braconnage ou la dégradation voire la perte d'habitat (Marsh *et al.*, 2002). Des études ont démontré que dans des conditions de vie optimales, c'est à dire avec une faible mortalité naturelle et aucune mortalité d'origine anthropique, une population de dugongs ne peut pas augmenter de plus de 5% par an (Marsh, 1995a et 1999 ; Kwan, 2002).

2. ETAT DES LIEUX

2.1 Connaissances disponibles

Les connaissances issues d'Australie, de la Papouasie Nouvelle-Guinée, des îles Salomon et du Vanuatu sont décrites dans une première partie (2.1.1.). Dans la seconde figurent les connaissances issues de la Nouvelle-Calédonie (2.1.2).

2.1.1 Connaissances régionales

2.1.1.1 Abondance et distribution

a) Introduction

La région Pacifique regroupe la plus grande population mondiale de dugongs (Marsh et al., 2002 ; Bass 2009). Cependant, l'information disponible relative à l'abondance et à la distribution du dugong dans la région de la Mer de Corail est actuellement dépassée (Bass, 2009). Les chiffres mentionnés dans les paragraphes suivant sont donc à prendre avec précaution, d'une part parce qu'ils sont issus de données anciennes et d'autre part parce qu'il a été prouvé depuis que les estimations d'abondance pouvaient être fortement biaisées par le mouvement à grande échelle des dugongs ainsi que par les méthodes d'observation et d'analyse employées à ce jour (Taylor et al., 2007 ; Marsh et al., en préparation).

b) Australie

Les données concernant l'abondance des populations de dugongs des différentes régions d'Australie sont issues de la revue de Marsh et al. (2002 ; figure 12 et 13). Elles ont été obtenues par le biais de survols aériens (Marsh et al., 2002). La population est estimée au minimum à 70 000 individus cependant les comptages n'ont pas été réalisés dans toutes les régions côtières supposées abriter des dugongs.

De grands groupes sont présents sur la côte Est du Queensland, (de Moreton Bay à Cape Bedford) mais les estimations d'abondance y sont très variables en fonction des années. En 1994 dans la région d'Hervey Bay, 807 dugongs ont été comptés lors des survols, tandis qu'en 1999 près de 1654 individus ont été observés. Dans le Nord de la grande barrière de corail (d'Hunter Point à Cape Bedford), des estimations réalisées entre 1985 et 2000 ont révélé entre 8 000 et 10 500 individus. Dans le golfe de Carpentaria, des survols effectués en 1997 ont permis d'estimer une taille de population comprise entre 20 000 et 30 000 individus. Le détroit de Torres abrite l'une des plus importantes populations de dugongs au monde avec 13 000 à 28 000 individus. Des survols réalisés dans le Territoire du Nord (Tiwi Islands, Cobourg Peninsula, Croker Island et Maningrida) ont permis d'estimer entre 10 500 et 16 500 la population de dugongs dans cette région. Enfin, une population de 10 000 à 14 000 dugongs a été estimée lors de survols réalisés en 1989, 1994, 1999 sur la côte Ouest de l'Australie. Les concentrations les plus importantes se situaient aux alentours de Shark Bay ainsi que dans le parc marin du récif de Ningaloo et du golfe d'Exmouth où environ 1 000 individus ont été comptés durant les survols de 1989 et de 1994. En revanche, seulement 350 individus y ont été comptés en 1999 (symbole probable de la destruction des habitats d'herbiers causé par le cyclone 'Vance' en Mars 1999).

Les dugongs sont parfois observés au large des côtes dans de grandes profondeurs comme dans le détroit de Torrès où quelques individus ont été repérés à plus de 10 km de toute terre (Marsh et al., 2003) ou bien dans la région du Queensland où des observations ont été faites à une cinquantaine de kilomètres de la côte dans des profondeurs avoisinant les 37m (Marsh & Saalfeld, 1989).

c) Papouasie Nouvelle-Guinée

La Papouasie Nouvelle-Guinée (PNG, figure 14) regroupe 600 îles et îlots entourés de récifs coralliens. Un survol aérien effectué en 1975 le long des côtes de la PNG a permis de compter 186 dugongs. Les observations ont montré que la plus grande concentration se situait dans la région de Warrior Reef (Ligon & Hudson, 1977). Ces chiffres sont inférieurs à ceux obtenus au travers de questionnaires conduits l'année précédente (Hudson, 1976). Un nouveau questionnaire a été réalisé dans un souci de conservation de la population de dugongs dans les régions de Manus, New Ireland et Bougainville en 2007/2008 (Bass, 2009). Seuls les résultats concernant Manus et Bougainville sont actuellement disponibles. Ils font état de 64 dugongs adultes et 18 juvéniles observés dans la région de Manus au cours des trois premiers mois de l'année 2008 et de 37 adultes et 17 juvéniles dans la région de Bougainville pour l'année 2007 et 2008 (Bass, 2009).

d) Iles Salomon

Les îles Salomon (figure 14), situées dans la région Sud-Ouest du Pacifique, sont constituées de six îles principales et de plusieurs centaines de petites îles secondaires. Globalement, très peu d'informations sont disponibles sur la distribution et l'abondance des dugongs dans cette région à l'exception de l'observation de quelques individus dans le lagon de Marovo (Province Ouest). En 2000, le Ministère de l'environnement des îles Salomon a tenté en vain de lancer des études préliminaires sur le dugong, mais les conflits sociaux qui animent le pays ont empêché toute avancée concrète de ce projet (Pita, Comm. Pers.).

e) Vanuatu

Le Vanuatu rassemble 80 îles situées au Nord-Est de la Nouvelle-Calédonie (figure 14). Il représente la limite Est de la répartition mondiale du dugong. Les informations actuellement disponibles sur le statut du dugong au Vanuatu sont dépassées. En effet, elles ont été obtenues en 1989 au travers d'entretiens et d'un survol aérien au cours duquel 11 dugongs furent observés (Chambers et al., 1989). Un minimum de 240 observations fut répertorié grâce aux entretiens menés autour de l'archipel (Chambers et al., 1989). Ces travaux montrent que les dugongs vivent en petits groupes du Sud du Vanuatu (Aneityum) jusqu'aux îles Torres dans le Nord (Chambers et al., 1989).



Figure 12 : Carte de l'Australie (© E-Atlas.org.au)

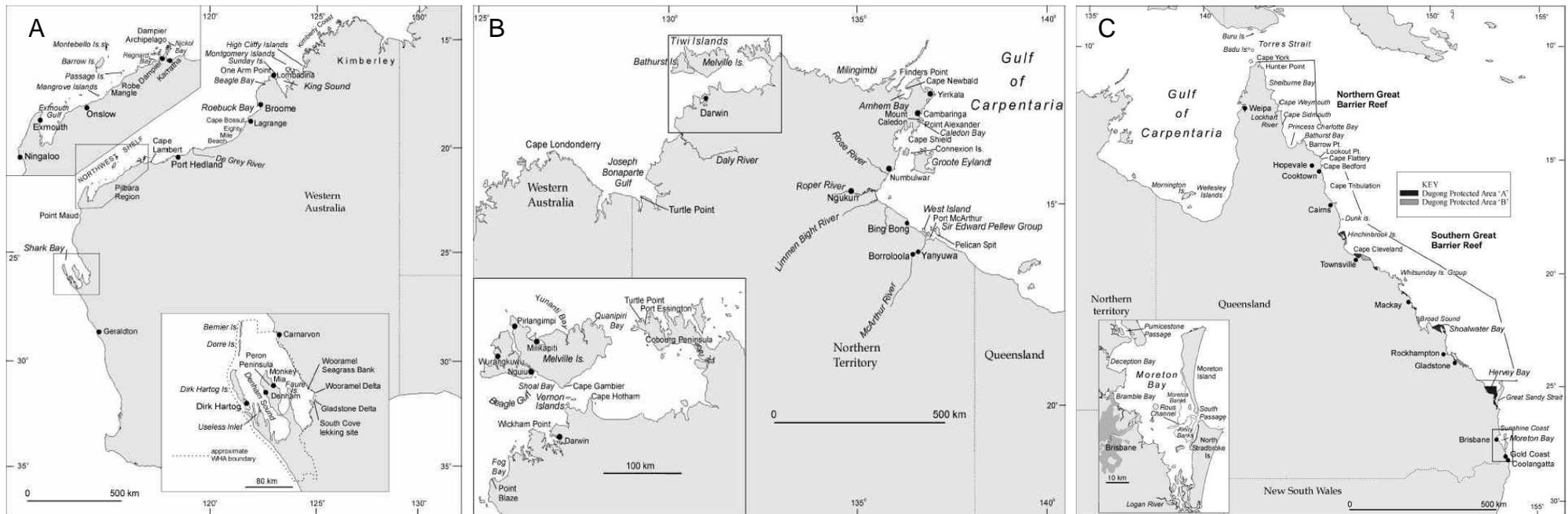


Figure 13 : Cartes des trois grandes régions d'étude des dugongs en Australie, A : côte Ouest, B : côte Nord, C : côte Est/Nord-Est (Marsh et al., 2002).

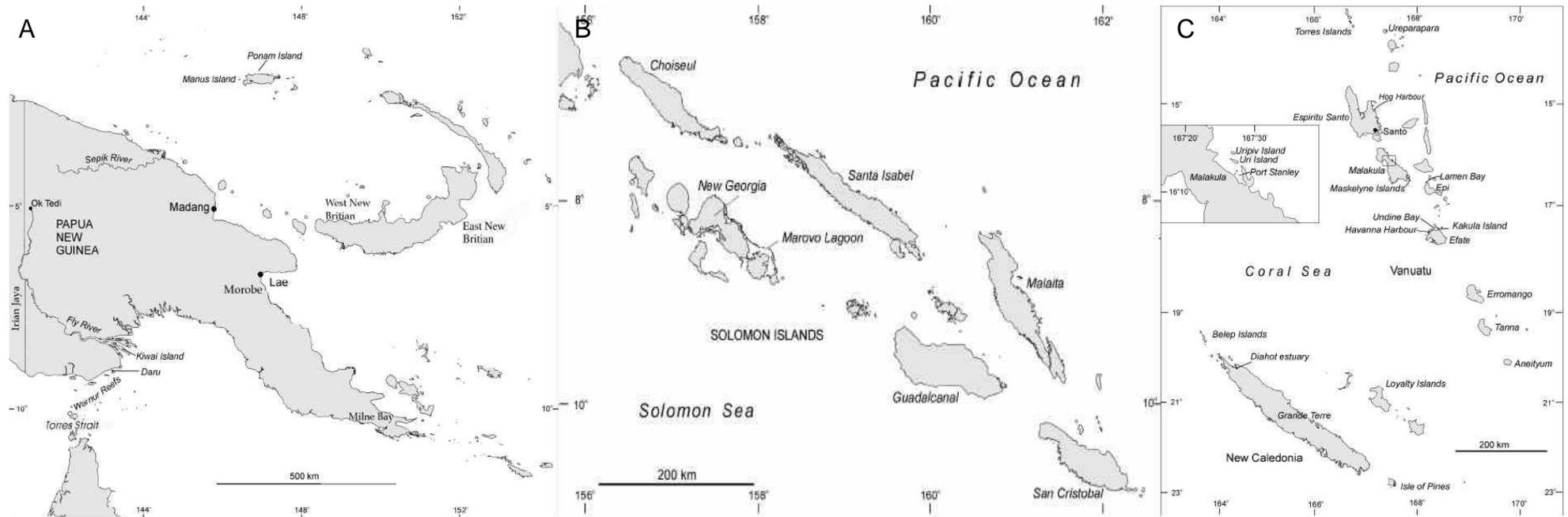


Figure 14 : Cartes des pays/territoires étudiés dans ce document, A : Papouasie Nouvelle-Guinée, B : Iles Salomon, C : Nouvelle-Calédonie et Vanuatu (Marsh et al., 2002).

f) Evolution de la taille des populations

Il est aujourd'hui très difficile voir impossible de donner une estimation précise de l'évolution de la taille des populations de dugongs en mer de corail ou ailleurs dans le monde (voir 2.2.1.2 C). Les seules données utilisables à cet effet sont issues du programme de contrôle des pêches de requins dans la région du Queensland en Australie (Queensland Shark Control Program) ; elles font état d'un net déclin de la population de dugong dans cette région entre les années 60 et les années 80 (Marsh et al., 2002).

2.1.1.2 L'habitat, son utilisation par les dugongs

a) Introduction

La distribution générale semble liée aux sites de répartition des herbiers de phanérogames (Husar, 1978 ; Marsh et al., 2002). Des derniers sont plus rares et leur richesse spécifique diminue à mesure que l'on se dirige vers l'Est du Pacifique, limitant ainsi la répartition du dugong. La qualité de l'habitat est également un facteur déterminant de l'état de santé des dugongs et notamment de celui des femelles gravides (Marsh & Kwan, 2008).

Les dugongs fréquentent principalement les eaux côtières peu profondes où les prairies de phanérogames sont abondantes (Marsh, 2003 ; Chilvers et al., 2004). Ils sont souvent concentrés dans les baies protégées, les chenaux de mangroves ou les côtes sous le vent des îles côtières (Heinsohn et al., 1979). Lorsque les eaux se refroidissent, ils ont tendance à se déplacer vers des eaux plus profondes et à s'éloigner de la côte où le plateau continental est large et protégé (Anderson 1986 ; Marsh et al., 1990 ; Marsh & Saalfeld, 1989 ; Preen, 1995). Anderson (1981 et 1997) a noté que plusieurs habitats peuvent être utilisés pour les activités vitales de ces animaux.

La majeure partie des études menées sur les habitats dans la région de la Mer de Corail a été réalisée en Australie. En Papouasie Nouvelle-Guinée, dans les Iles Salomon et au Vanuatu les données sont rares et dépassées.

b) Australie

De façon générale, les dugongs utilisent des habitats différents en fonction de leur activité, des menaces naturelles et anthropiques et de la variabilité des différents facteurs environnementaux. Ainsi, les eaux peu profondes seraient préférées par les dugongs pendant les périodes de mise bas (Marsh et al., 2003). Elles seraient également utilisées dans le but de minimiser le risque de prédation par les requins (Anderson, 1994 ; Wirsing et al., 2007). Durant l'hiver des eaux plus profondes et plus chaudes que les eaux côtières seraient utilisées par les dugongs au Nord de l'Australie (Marsh et al., 1990 ; Preen, 1995).

En Australie comme dans les autres régions où le dugong est présent, l'herbier constitue l'habitat préférentiel de l'espèce et sa distribution est étroitement liée à celle des dugongs. L'Australie regroupe la plus grande diversité de phanérogames et la plus grande superficie d'herbier au monde (Butler & Jernakoff, 1999 ; SeagrassWatch, 2010). On les trouve principalement sur des fonds sableux ou vaseux, dans les estuaires, dans les lagons près des côtes et dans des baies abritées. Dans la région Sud de l'Australie, onze espèces de phanérogames sont présentes. Celles-ci couvrent environ 9620 Km² de superficie. Dans l'Ouest de l'Australie, les herbiers de phanérogames couvrent environ 20 000 Km² de côte (4 500 Km² rien qu'à Shark Bay où se situaient avant 1989 les plus grandes prairies du monde). Dans la partie Nord du pays, la distribution, la composition spécifique et la distribution des herbiers répartis sont mal connues et nécessitent de nouvelles recherches (Seagrass-Watch, 2010). Dans le détroit de Torres (Australie), les prairies d'herbiers s'étendent entre 13 425 Km² et 17 500 Km² (Coles et al., 2007). Sur la côte Est, dans la région de la grande barrière de corail, 20% de la zone intertidale est couverte par des prairies de phanérogames (Coles et al., 2007). Une vaste étude des fonds supérieurs à 15 m de profondeur dans cette région a été effectuée. Des modèles statistiques ont révélé que 40 000 Km² des fonds marins étaient susceptibles d'abriter des herbiers. Cette étude a aussi montrée que seul le genre *Halophila* était représenté dans les fonds supérieurs à 15 m (Coles et al., 2009). Sur la côte Sud-Est du pays, sept espèces de phanérogames sont présentes,

mais les données concernant la superficie couverte dans cette région n'est pas à jour. La superficie couverte par les prairies de phanérogames en Australie a fortement diminué entre les années 1950 et aujourd'hui (Environment Protection Agency, 2009). Ce phénomène serait principalement dû à l'industrialisation des côtes et au réchauffement climatique (Coles et al., 2007 & 2009 ; Seagrass-Watch 2010).

c) Papouasie Nouvelle-Guinée

En 1979, Sander a réalisé une étude sur les herbiers qui entourent l'île de Manus. À l'époque, leur aire de répartition était vaste et une dizaine d'espèces de phanérogames étaient représentées. Des dugongs auraient été observés dans cette région. Sander (1979) a suggéré que les causes principales du choix des dugongs pour ces zones de nutrition étaient liées à la densité des herbiers et à l'absence de chasseurs (Sander, 1979).

d) Iles Salomons

De grands herbiers de phanérogames sont présents aux îles Salomon où une dizaine d'espèce a été recensée (Green, 2005). La plus grande zone d'herbier s'étend sur plus de 1 000 hectares et jusqu'à 37m de profondeur (localisation non précisée).

e) Vanuatu

Les côtes Vanuataises sont majoritairement composées de falaises abruptes, rochers et récifs qui ne constituent pas un habitat convenable pour le dugong (Marsh et al., 2002). Les eaux peu profondes, protégées du vent et abritant des herbiers sont rares. Elles se concentrent dans les régions de Havannah Harbour, Undine Bay, Lamien Bay, les îles Maskelyne, le Sud Est et Ouest de Malakula, Santo et Ureparapara (Chambers et al., 1989). Il y a aujourd'hui peu d'études publiées sur les herbiers du Vanuatu (Marsh et al., 2002)

2.1.1.3 Déplacements

a) Introduction

Les récentes avancées technologiques dans le domaine de la télémétrie ont permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur les déplacements des dugongs (Sheppard *et al.*, 2009). Cependant, toutes les études concernant le déplacement des dugongs dans la région de la mer de Corail ont été réalisées en Australie.

b) Australie

Le long des côtes australiennes, les déplacements à petites échelles dans les zones peu profondes semblent dictés par le rythme des marées, permettant aux animaux de s'alimenter dans des zones peu profondes essentiellement accessibles à marée haute (Sheppard *et al.*, 2009). Sheppard *et al.* (2007) précisent que les herbiers situés en zone intertidale seraient plus riches en nutriments que ceux localisés en zone subtidale. Par conséquent, leur composition nutritionnelle inciterait les dugongs à fréquenter ces zones peu profondes. Ils précisent également que les déplacements dans de faibles profondeurs permettraient de minimiser la prédation par les requins en limitant les attaques surprises (Heithaus, 2001 ; Wirsing, 2007).

La grande variabilité des chiffres obtenus grâce aux surveillances aériennes réalisées en Australie (en particulier dans le détroit de Torrès) suggère que les dugongs peuvent également parcourir de grandes distances (Preen & Marsh, 1995 ; Marsh *et al.*, 2004 ; Marsh & Lawler, 2000 ; Gales *et al.*, 2004). Des observations ont même mis en évidence leur capacité à se déplacer en zone océanique (Sheppard *et al.*, 2009). C'est ainsi qu'un dugong mâle a été observé à Cocos Island dans l'Océan indien à 1 000 Km du plus proche habitat côtier situé à Java en Indonésie (Whiting *et al.*, 2008). D'autres observations de dugongs ont été reportées pour la première fois depuis plusieurs années près de l'atoll d'Aldabra à 425 km de Madagascar (Cockcroft *et al.*, 1994 ; Cockcroft & Young, 1998). Toutefois, les longs déplacements restent majoritairement côtiers (Sheppard *et al.*, 2009) comme ceux effectués le long des côtes du Golfe de Carpentarie où des dugongs ont parcouru plusieurs centaines

de kilomètres en quelques jours (Heinsohn & Marsh, 1977). Deutsh *et al.*, (2003) pensent que les variations saisonnières de certains facteurs environnementaux comme la température, le niveau et la salinité de l'eau ainsi que la disponibilité en nourriture sont responsables de ces mouvements à grandes échelles. Certains animaux observés en hiver près de la côte Est australienne semblent parcourir de longues distances en réponse aux baisses des températures des eaux côtières (Sheppard *et al.*, 2007). Les dugongs seraient en effet sensibles aux températures d'eau inférieures à 18°C (Anderson, 1986 et 1994 ; Preen, 1989). Sheppard *et al.* (2009) ajoutent que les dugongs conservent une mémoire spatiale habitats spécifiques les plus importants, en particulier ceux dont la composition chimique leur est bénéfique et où la biomasse d'herbiers est la plus élevée (Marsh, 1999 ; Kwan, 2002). Les déplacements peuvent succéder à des phénomènes climatiques extrêmes causant la disparition d'herbiers comme en 1992 à Hervey Bay où plus de 1 000 km² d'herbiers ont disparu suite à un cyclone incitant les dugongs à se déplacer vers d'autres localités. Les animaux ont alors été observés 400 km plus au Sud (Preen & Marsh, 1995 ; Allen *et al.*, 2004).

2.1.1.4 Génétique

a) Introduction

Peu d'informations sont aujourd'hui disponibles sur la structure des populations de dugongs et le niveau de connectivité entre la Mélanésie et l'Australie n'est pas connu (Marsh *et al.*, en préparation). Néanmoins, l'émergence des techniques moléculaires utilisées pour l'examen de la structure des populations de mammifères marins pourrait tout à fait bénéficier à l'étude des dugongs dans les années à venir (Marsh *et al.*, 2002 ; Marsh *et al.*, en préparation). A notre connaissance, jusqu'à présent les seuls travaux génétiques concernant les dugongs vivant dans la région de la mer de Corail ont été effectués en Australie (McDonald, 2006).

b) Australie

Après l'analyse des gènes mitochondriaux (i.e. gènes transmis par la mère), McDonald (2006) a conclu qu'il existait deux lignées maternelles de dugongs en Australie; l'une s'étendant de la région du Queensland jusqu'aux territoires du Nord, l'autre, de Shark Bay (Ouest de l'Australie) jusqu'à Moreton Bay (région du Queensland). Cette divergence ferait suite aux variations de niveaux marins, la diminution du niveau de la mer entraînant la formation d'une barrière géographique (zone émergée) dans la région du détroit de Torres il y a plus de 7000 ans. La population de dugongs d'Australie ne peut pas être qualifiée de panmictique ce qui signifie que les individus de cette population n'ont pas autant de chances de se reproduire avec n'importe quel autre individu de leur population. Il est très peu probable qu'un dugong vivant dans la région de Shark Bay (Ouest de l'Australie) vienne se reproduire dans la région de Moreton Bay (Est de l'Australie) située à plus de 6 000 km de distance (McDonald, 2006). Cependant, la comparaison des résultats obtenus par l'analyse de l'ADN mitochondrial avec ceux obtenus par l'analyse de l'ADN nucléaire a démontré que le flux génique entre les deux lignées restait important.

L'étude de l'ADN mitochondrial montre également que la distance isole partiellement, non seulement les sous-populations d'Australie entre-elles, mais qu'elle les isole également des populations des pays voisins. Paradoxalement, l'étude des microsatellites (ADN nucléaire) a révélé que la différenciation génétique entre les populations d'Australie et les populations des pays voisins n'était pas significative. Ces résultats montrent qu'il existe un flux génique et que des migrations à grande échelle ont lieu. Selon le dernier rapport de l'IUCN, il existe également un flux génique entre l'Australie et l'Est de l'Indonésie (Marsh, 2008).

L'outil génétique a également été utilisé pour la détermination du sexe chez les siréniens. En effet, les analyses moléculaires de tissus prélevés par biopsie (généralement un morceau de peau de la taille d'un ongle est suffisant) sont une bonne alternative aux techniques de sexage par observation visuelle (Lanyon *et al.*, 2009).

2.1.1.5 Menaces

a) Introduction

Des pressions externes, naturelles ou anthropiques affectent, directement ou indirectement, les dugongs et leur habitat. Parmi les principales menaces figurent: les intempéries comme des inondations ou des cyclones (Preen & Marsh, 1995), la chasse, le braconnage, l'augmentation du trafic maritime et donc des collisions (Marsh et al., 2002), la disparition des herbiers causée par l'accroissement de l'urbanisation et les pollutions côtières (Seagrass-Watch, 2010). Ces pressions peuvent entraîner le déplacement à petite et grande échelle de groupes d'individus en quête de nouveaux habitats plus surs et riches en ressources nutritives (Preen & Marsh, 1995 ; Sheppard et al., 2009).

b) Australie

Dans le Nord de l'Australie, la chasse légalisée du dugong est sans aucun doute la menace la plus importante pour l'espèce (Marsh et al., 2002 ; Marsh et al., en préparation) car l'habitat est peu impacté du fait d'une activité humaine relativement faible. Dans d'autres régions comme la zone urbaine du Queensland, les captures accidentelles de dugongs représentent un grave danger auquel l'espèce doit faire face. L'habitat y est également soumis à des fortes pressions telles que l'agriculture, les rejets industriels, les développements portuaires, le dragage et les dommages créés par les accidents (fuites de pétrole) de bateaux de plaisance ou commerciaux (Grech, 2008).

c) Papouasie Nouvelle-Guinée, îles Salomon et Vanuatu

Peu d'informations sont disponibles sur les pressions naturelles et anthropiques de ces trois pays.

Néanmoins, il semblerait que la chasse excessive exercée dans les îles Salomon par les populations locales soit la principale cause d'un possible déclin de la population de dugongs (Pita, Comm. Pers.).

Au Vanuatu, le tourisme et la possibilité pour l'homme de nager avec les dugongs peuvent également représenter une menace au moins pour quelques individus.

Une récente étude d'Halpern et al. (2008) a révélé la liste des pressions naturelles et anthropiques ayant un impact sur les écosystèmes marins des pays du Pacifique Ouest afin d'en définir le statut global. Les habitats côtiers du Nord de la Papouasie Nouvelle-Guinée ainsi que les eaux du Vanuatu y apparaissent comme affectés. La pêche semble représenter la cause principale de la dégradation directe et indirecte des ressources des écosystèmes marins.

2.1.2 Connaissances en Nouvelle-Calédonie

2.1.2.1 Abondance et densité

A notre connaissance, les données les plus anciennes relatives à l'abondance et à la distribution de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie datent de 1976 et sont citées dans Marsh & Lefebvre (1994) comme rapport non publié (Martini, 1976). Martini avait alors estimé une taille de population comprise entre 2000 et 3000 individus sur la base de 89 observations. N'ayant pas eu accès au document original, il est hélas difficile de juger de la pertinence de cette information, la méthode de calcul utilisée n'étant pas connue.

Durant la saison fraîche de l'année 2003, des survols aériens ont été réalisés pour estimer la taille de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie, et ce en profitant de l'avancée des techniques de comptage et d'analyse mis au point par des spécialistes australiens (Garrigue & Patenaude 2004 ; Garrigue et al., 2008). La zone échantillonnée correspond à l'ensemble des lagons situés autour de la Grande-Terre, entre l'île des Pins et les îles Bélep. À l'issue de cette étude, la taille de la population de dugong a été estimée à environ 1 814 (Intervalle de confiance ± 332) individus.

Une seconde série de survols a été réalisée en saison chaude 2008, dans le but de déterminer s'il existait ou non une variabilité saisonnière de la distribution de la population de dugongs en Nouvelle-Calédonie (résultats plus bas). Cependant, un nouveau calcul de l'abondance a également été effectué, révélant une population avoisinant les 964 (intervalle de confiance ± 241) individus (Garrigue et al., 2009).

Ces résultats semblent indiquer que la population de dugongs a subi un déclin entre la saison fraîche 2003 et la saison chaude 2008 (Garrigue et al., 2009) mais la tendance n'était significative qu'à 85%. Par conséquent, il est impossible de conclure avec certitude que la population a diminué entre les deux périodes. De plus, les deux estimations proviennent de saisons différentes et il est donc possible que cette diminution apparente soit en partie la conséquence d'un effet saisonnier (Garrigue et al., 2009). Il est à noter que de récents travaux (Taylor et al., 2007 ; Marsh et al., en préparation) soulignent que l'étude de l'évolution des tailles de populations de siréniens semble difficilement réalisable, voir impossible dans certains cas, avec les méthodes et technologies actuellement disponibles. La différence observée entre les meilleures estimations d'abondance des deux survols ne signifie donc pas nécessairement que la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie soit actuellement dans une phase de déclin important.

Une étude visant à identifier des aires de conservations prioritaires pour les dugongs a été conduite à partir des données acquises pendant les survols de 2003 et 2008 (Bordin, 2009 ; voir détail dans 2.4). Pour cela, les densités d'individus les plus importantes ont été déterminées (Garrigue et al., 2009 ; Bordin, 2009 ; figure 15). Ces densités ont été observées dans le lagon Sud-Ouest au large des communes de Nouméa, Païta et de Bouloupari ; dans le centre Ouest au large des communes de la Foa, Moindou et du Nord de Bourail et Poya ; dans le Nord-Ouest au large des communes de Kaala-Gomen et de Koumac ainsi que dans le Nord-Est au large des communes de Pouébo et de Touho (Bordin, 2009).

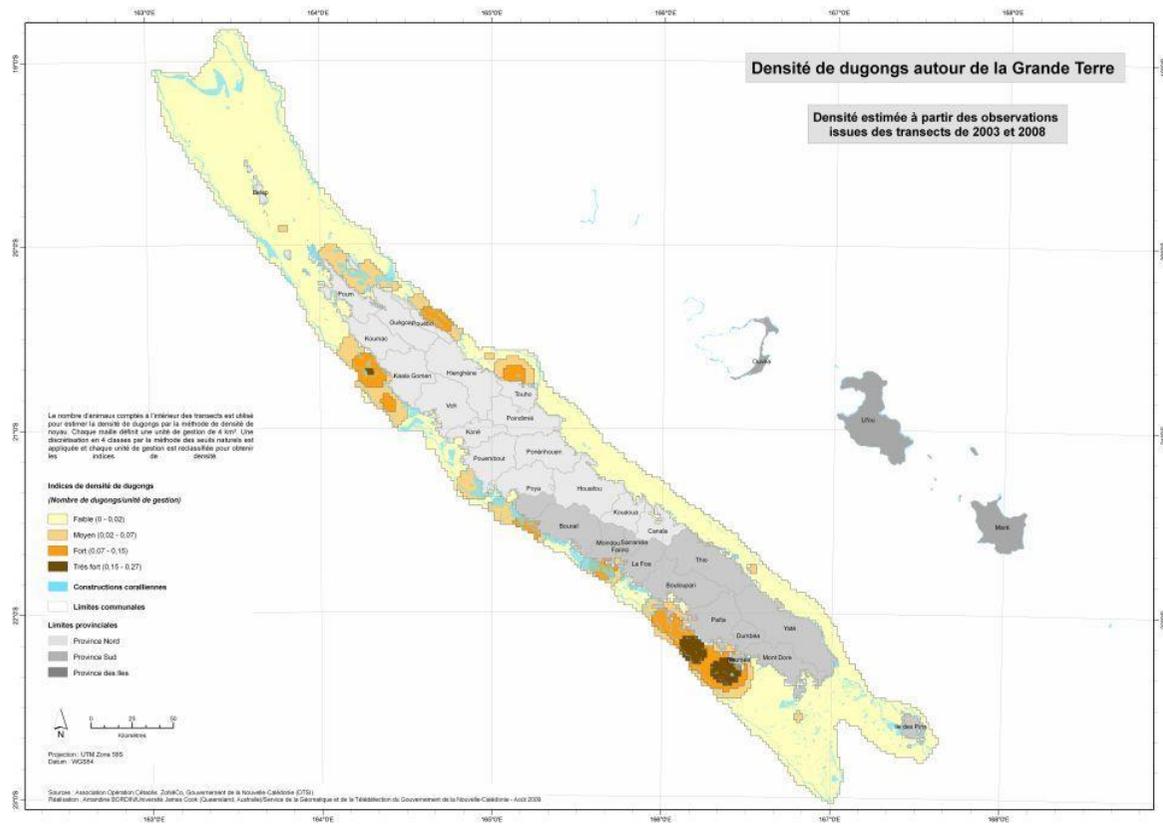


Figure 15 : Densité des dugongs autour de la Grande-Terre en 2003 et 2008 (Bordin, 2009).

2.1.2.2 Distribution

La distribution établie à l'aide des 181 observations collectées au cours du survol de 2003, a été décrite comme étant irrégulière avec 84% des individus observés sur la côte Ouest du territoire, 16% dans le Nord-Est, quelques rares individus dans la région centre Est, aucun dans le Sud-Est de la Grande-Terre et un seul individu dans le lagon Sud.

La comparaison des observations réalisées lors des survols aériens en 2003 et des résultats obtenus par l'analyse des demandes historiques de capture montre que la distribution actuelle des dugongs coïncide généralement avec les lieux de captures historiques. Une seule différence a été notée dans le Sud-Est du territoire (Goro) où des demandes de captures soulignent la présence historique de l'espèce alors que les survols aériens réalisés vingt ans plus tard dans la même région n'ont pas permis d'observer de dugongs.

La distribution des individus observés en 2008 semble similaire à celle obtenue en saison fraîche 2003. Cependant, en 2008, aucun dugong n'a été observé dans la zone centrale de la côte Est alors que quelques individus y avaient été repérés en 2003. Garrigue et al. (2009) ont néanmoins conclu que la distribution spatiale de l'espèce à méso échelle ne présentait pas de variation saisonnière. L'observation régulière de quelques dugongs dans cette région depuis quelques mois corrobore cette conclusion (obs. pers.).

D'autres survols ont été effectués dans la zone Voh-Koné-Pouembout (VKP) dans le cadre d'études pour les sociétés Falconbrige SAS et Koniambo Nickel SAS entre 2003 et 2009 (Garrigue, Comm. Pers.). Les données issues de ces travaux de recherche n'ont pas été diffusées publiquement. Enfin, un survol financé par le WWF semble avoir été conduit en Province Nord antérieurement mais les résultats sont introuvables (Garrigue, Comm. Pers.)

D'autres informations relatives à la distribution de l'espèce autour de la Grande-Terre sont potentiellement utilisables. Il s'agit d'observations opportunistes recensées par Opération Cétacés.

2.1.2.3 L'habitat, son utilisation par les dugongs

Les données sur l'habitat du dugong en Nouvelle-Calédonie sont limitées. Les premières informations ont été recueillies lors de l'étude Zonéco de 2003 (Garrigue et al., 2004). Différents paramètres environnementaux (associés à la position des groupes de dugongs) comme la profondeur, la distance à la côte et au récif y sont présentés. On y découvre que les dugongs de Nouvelle-Calédonie fréquentent généralement les milieux lagunaires coralliens et sablonneux en eaux peu profondes (i.e. inférieures à 10 m) même si quelques groupes ont été observés sur des fonds de 20 à 30 m. Des groupes de dugongs ont également été observés dans ou près des passes et même à l'extérieur du récif barrière. À l'issue de la seconde campagne de survol l'ensemble des observations de dugongs a fait l'objet d'une analyse multivariée visant à comprendre la distribution de la densité de dugong en fonction de variables biologiques telles que le substrat (tel qu'identifié dans la carte Millénium Vs8 de l'Ifreco ; Garrigue Comm. Pers.), la distance à la côte, l'état de la mer, la distance à la passe, la distance au récif barrière, la bathymétrie, l'heure solaire et la turbidité. On y découvre par exemple que la densité de dugongs est plus importante dans les zones situées entre 5 et 10 Km de la côte et diminue à mesure qu'on s'écarte de celle-ci ou que la densité de dugongs décroît à mesure que la profondeur augmente. Ces résultats ont permis de mieux comprendre la distribution discontinue des dugongs autour de la Grande-Terre et notamment la faible densité de dugongs observés dans les lagons Nord et Sud caractérisés par des profondeurs importantes et une exposition aux vents dominants rendant l'habitat peu propice à la présence de l'espèce. Selon la même étude, les types de substrats abritant les dugongs seraient, entre autres, les récifs frangeants, les complexes de massifs coralliens et les terrasses peu profondes où les herbiers sont susceptibles de se développer (Garrigue et al., 2009).

En Nouvelle-Calédonie, ce sont autour de 11 espèces de phanérogames marines et 443 espèces d'algues qui sont identifiées dans les lagons de Nouvelle-Calédonie (Payri, Comm. Pers.). L'état des lieux des herbiers de phanérogames de Nouvelle-Calédonie a été établi récemment mais n'a pas encore été publié ('Monographie des herbiers de l'outre-mer français', Payri Comm. Pers.). Une étude publiée en 1995 concernant le lagon Sud-Ouest fait état d'environ 220km² (11% de l'aire totale du

lagon dans cette région) de fonds couverts par des phanérogames marines dans des profondeurs généralement supérieures à 5 mètres (Garrigue, 1995).

Les cartes de la distribution générale issues de plusieurs travaux conduits par l'IRD entre 1989 et 2000 (Garrigue, 2005) ont été intégrées sous ArcGis lors de l'Analyse Ecorégionale de la Nouvelle-Calédonie (Garrigue, 2005 ; Juncker, 2006). La liste taxonomique, la présence-absence et le nombre de taxa des algues et phanérogames échantillonnés figurent entre autres dans ce rapport pour tous les sites échantillonnés.

Une phase d'étude du potentiel de l'imagerie spatiale (landsat et quickbird) en matière de cartographie des herbiers de phanérogames a également été menée dans le cadre du programme ZONECO 2004-2005 (Andrefouet et al. ; en cours de restitution). Une estimation de la surface couverte par les herbiers peu profonds (entre zéro et cinq mètres), toutes espèces confondues, a été réalisée autour de la Grande-Terre, des îles Belep et de l'île des Pins. Celle-ci a été complétée par une vérité terrain (de niveaux de précision variables) dans plusieurs zones du territoire afin d'obtenir la typologie des herbiers peu profonds et la répartition des différentes espèces de phanérogames. Il est néanmoins important de noter que la cartographie réalisée à l'échelle du territoire dans le cadre de ce programme sera utile pour des applications de l'ordre de la dizaine ou centaine de kilomètres et non pas pour l'étude d'un herbier à l'échelle de quelques kilomètres carrés.

Plusieurs études ont également été menées sur différents herbiers de phanérogames afin de suivre leur évolution saisonnière, d'identifier la faune associée, d'évaluer les effets anthropiques sur ces milieux (Garrigue et al., 1999a et b).

2.1.2.4 Génétique

À ce jour, aucune étude n'a été réalisée sur la génétique de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie.

La plupart des échantillons de dugongs actuellement disponibles (N=15) a été collectée par Opération Cétacés au cours de diverses missions autour de la Grande-Terre (Garrigue, Comm. Pers.) ou avec l'aide de différents services tels que celui de la protection du lagon de la province Sud et de la province Nord.

Trois échantillons sont également disponibles à l'Institut de Recherche pour le Développement de Nouméa (IRD ; Borsa, Comm. Pers.).

2.1.2.5 Représentativité culturelle

La représentativité du dugong dans la culture mélanésienne est peu documentée. Le dugong peut être chassé à l'occasion de fêtes coutumières (mariages coutumiers, décès, intronisation d'un grand chef) en Province Nord sous réserve de l'obtention d'une dérogation remise par la direction de l'environnement de la Province Nord. D'autres informations sur le thème de la représentativité culturelle du dugong sont susceptibles d'être découverts. Cela implique néanmoins un travail qui va au delà des possibilités du présent document.

2.1.2.6 Echowages

Borsa (2006) a répertorié quatorze échouages de dugongs entre 1877 et 2005. Ces derniers proviennent de la Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie, des îles loyautés et du Vanuatu. Si on additionne les données recensées par Opération Cétacés, au total 30 échouages ont été recensés en Nouvelle-Calédonie. Les informations disponibles collectées à l'occasion d'échouages montrent que trois à quatre fois plus d'échouages ont été répertoriés entre 2004 et 2008 qu'entre 1999 et 2003 (Garrigue et al., 2009). Il est cependant probable que cette augmentation soit en partie due à un meilleur recensement des échouages, et non pas à un nombre d'échouage plus important. À ce jour, Opération Cétacés est l'unique structure connue veillant à l'acquisition de données d'échouages dont celles issues de braconnage. Cependant ces données n'ont pour le moment pas été traitées de manière exhaustive (Garrigue, Comm. pers.).

Tous les échouages qui surviennent ne sont sûrement pas renseignés et ceux qui ont lieu dans des zones peu fréquentées passent probablement inaperçus. Il est donc probable que les échouages soient plus nombreux que ceux réellement répertoriés (Garrigue et al., 2009)

2.1.2.7 Menaces naturelles

La majeure partie des données relatives aux pressions présentant un impact potentiel sur la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie a été résumée dans une revue bibliographique réalisée par Bordin (2009).

a) Prédation

Les dugongs ont pour prédateurs naturels connus les orques et les requins (notamment les requins tigres (Marsh, 1986; Marsh et al., 2002; Garrigue et al. 2009). De rares cas de prédatons de dugongs par des requins ont été documentés en Nouvelle-Calédonie, notamment dans un film amateur montrant un requin tigre se nourrissant sur un dugong à l'îlot Maître en province Sud. Les utilisateurs du plan d'eau (plaisanciers, véliplanchistes) autour de la ville de Nouméa relatent parfois des dugongs morts dévorés par des requins. De même, une observation aérienne de prédation par des requins tigres sur un animal ressemblant à un dugong mais dont l'identification n'a pas pu être confirmée, a été réalisée en 2003 (Garrigue & Patenaude, 2004). L'absence d'étude publiée sur l'état des populations de requins de Nouvelle-Calédonie (abondance, distribution, densité, déplacement, comportement de prédation) ne permet pas déterminer la pression qu'exercent ces prédateurs sur les dugongs autour des côtes Calédoniennes.

b) Maladies et phénomènes météorologiques

Aucun phénomène d'échouage massif pouvant traduire une potentielle crise épidémique de la population de dugongs n'a été répertorié. De même, aucun déplacement à grande échelle de dugongs résultant de conditions météorologiques extrêmes n'a été observé sur le territoire.

2.1.2.8 Menaces anthropiques

a) Trafic maritime

Le trafic maritime est l'une des principales pressions identifiées en Nouvelle-Calédonie (Bordin, 2009). Les impacts peuvent se traduire par le dérangement des dugongs ou les risques de collisions. Comme le montrent les informations collectées à l'occasion d'échouages où la moitié des échouages répertoriés entre 2004 et 2008 proviennent de la région de Nouméa, un tiers étaient dus à des collisions (Garrigue et al., 2009).

Le trafic maritime dans le lagon Sud-Ouest est considéré comme très important. La répartition des embarcations dans cette région n'est pas homogène ; les observations les plus nombreuses sont effectuées autour des îlots, des récifs, des sites d'embarquement et à la sortie de Nouméa. La forte intensité du trafic maritime dans cette région suggère une importante interaction entre engins marins et dugongs.

L'activité de plaisance dans le lagon Sud-Ouest est importante, le trafic étant le plus dense en sortie de Nouméa où les plaisanciers prennent directions des îles et îlots proches où sont souvent observés les dugongs (ex. îlot Maître, Larégnère) ainsi que du récif barrière.

De fortes et très fortes densités de dugongs sont observées dans les zones où les trafics commerciaux sont importants (Passes de Boulari, Dumbéa, Uitoé, Muéo, Deverd, Koumac et Yandé).

b) Dégradation et perte d'habitat

Les herbiers de phanérogames où se nourrissent les dugongs sont des écosystèmes fragiles susceptibles d'être perturbés par les rejets d'engrais, d'herbicides, d'eaux usées ou de métaux lourds issus des activités anthropiques (Marsh et al., 2002). Les exploitations aquacoles et l'élevage de bovins pratiqués sur la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie sont susceptibles d'exercer des pressions pouvant entraîner la dégradation ou la disparition des herbiers (Bordin, 2009). Juncker (2006) précise que

les fermes aquacoles rejettent des eaux usées enrichies en sels nutritifs et en matière organique pouvant causer une hyper sédimentation et une eutrophisation des zones de mangroves et du milieu avoisinant. L'usage de tiquicides dans le cadre d'élevages de bovins est susceptible d'entraîner des effets sur l'environnement lorsque les piscines à bétail et les cuves de couloirs d'aspersion sont vidangées à proximité de cours d'eau. Cependant, les impacts de tiquicides sur les écosystèmes terrestres et marins sont encore mal connus.

Une carte représentant la répartition des exploitations aquacoles et des élevages autour de la Grande-Terre en superposition avec la densité de dugongs estimée à partir des données de survols de 2003 et 2008 a été réalisée par Bordin (2009). Les exploitations aquacoles sont présentes sur la côte Ouest, où leur concentration est élevée dans les communes de Bouloupari et de La Foa. Les élevages de bovins sont essentiellement répartis sur la côte Ouest et se concentrent dans les communes de Bouloupari, Moindou et Bourail où de fortes densités de dugongs sont également observées (Bordin, 2009). Les sites de traitement des tiques sont aussi regroupés dans ces communes.

Des informations concernant l'impact des activités minières restent à être trouvées et décrites.

c) Braconnage

Le braconnage constitue certainement l'une des principales pressions exercées sur les dugongs en Nouvelle-Calédonie. Plusieurs échouages causés par des tentatives de braconnage ont été recensés par le passé dans le secteur Centre Ouest et encore très récemment dans la région de Bourail (les Nouvelles Calédoniennes, 28 janvier 2010). Malheureusement le manque de connaissance ne permet pas de quantifier et de localiser avec certitude cette menace.

Un manque de communication entre les institutions territoriales, les centres de recherches scientifiques et les associations s'inscrivant dans l'étude et/ou la protection des mammifères marins pourrait constituer une des causes d'un manque de connaissance sur les braconnages ayant lieu en Nouvelle-Calédonie.

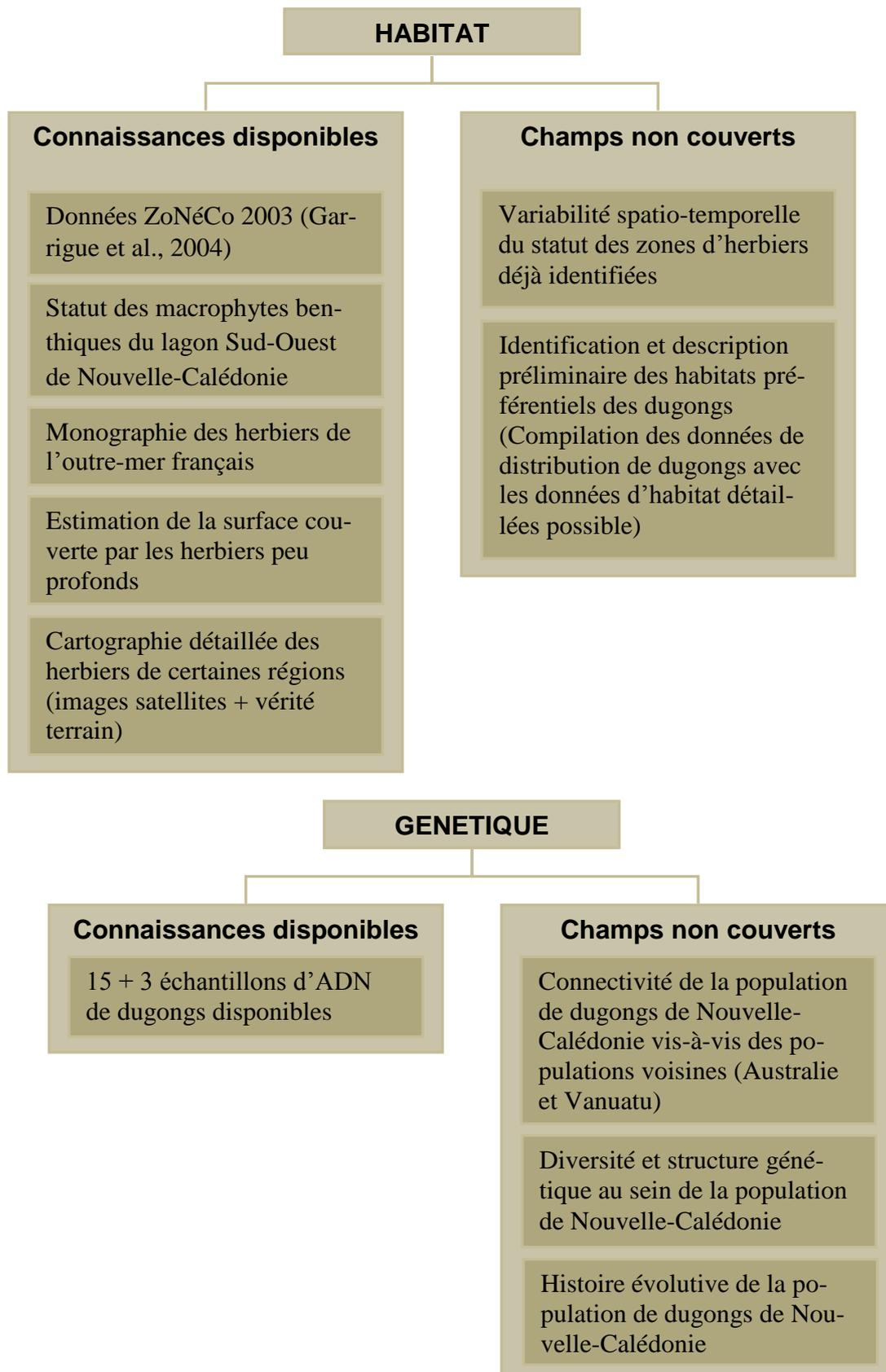
d) Consommation

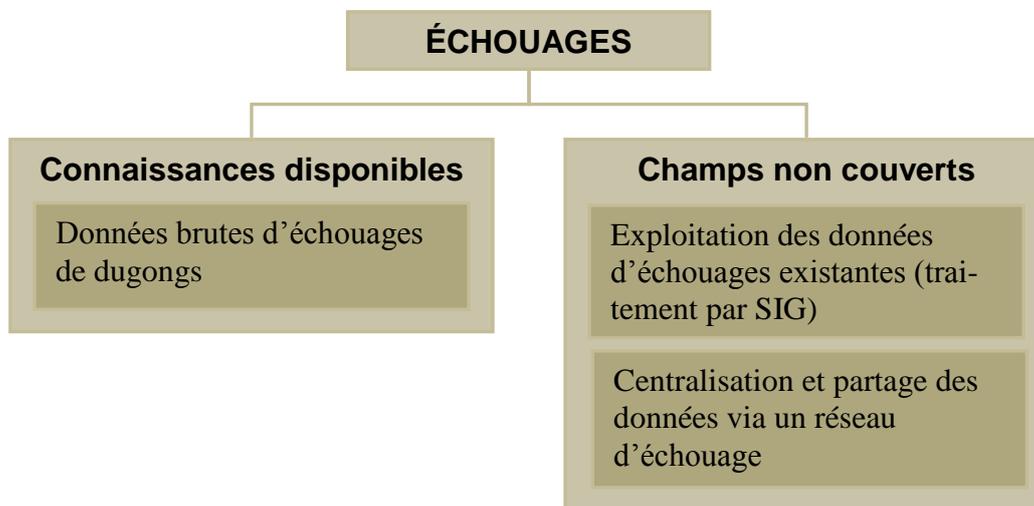
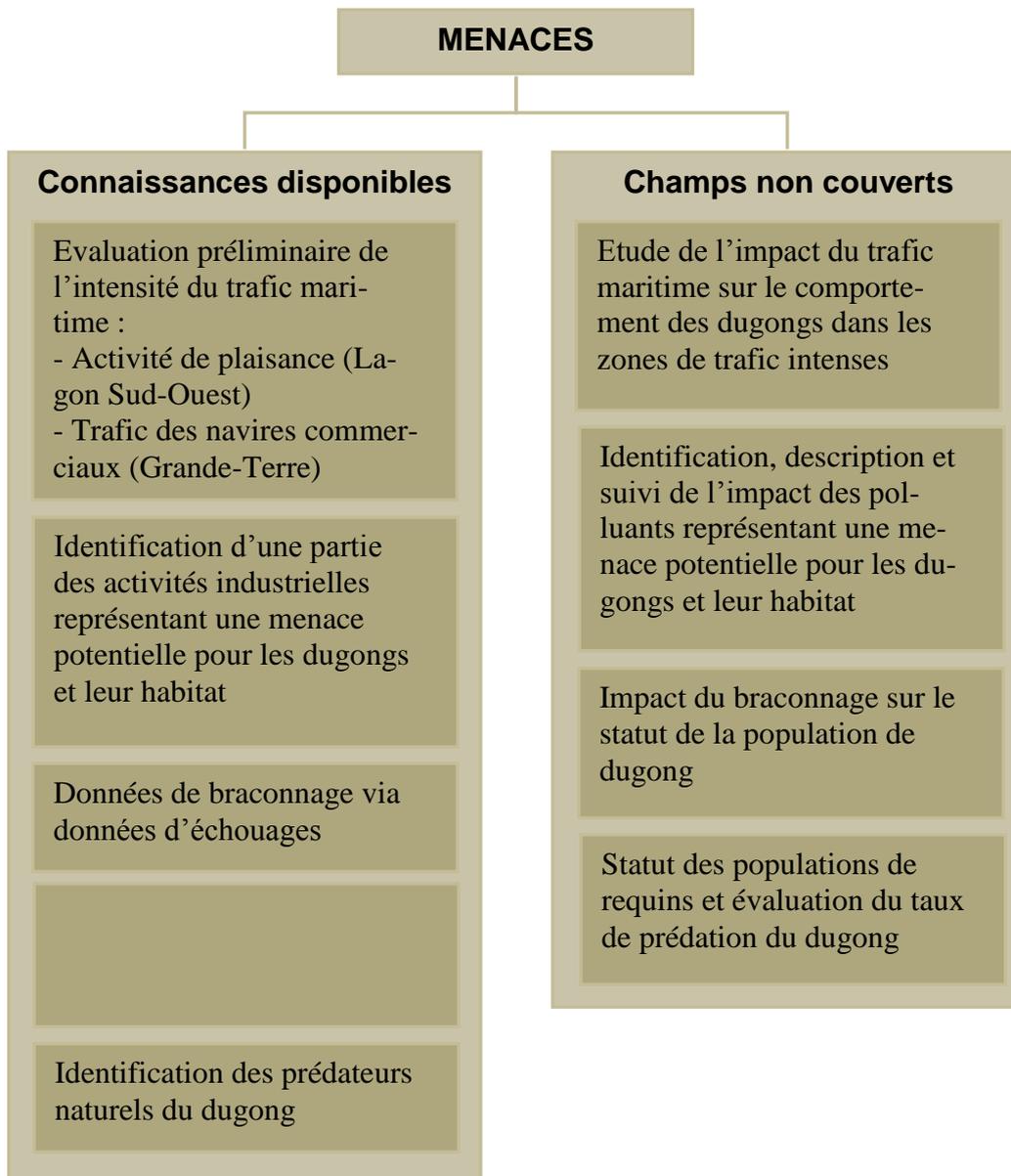
En 2005 des enquêtes sur la consommation des dugongs par les ménages ont été effectués à la demande des services provinciaux par l'Institut Louis Harris en province Nord et par la société TNS en province Sud (Institut Louis Harris, 2005 ; Société TNS 2009). Les résultats concernant la consommation des dugongs en Province Nord et Sud sont synthétisés dans le tableau 2.

Enquête sur la consommation des dugongs en Province Nord (Institut Louis Harris)	Enquête sur la consommation des dugongs en Province Sud (Institut TNS)
<ul style="list-style-type: none"> - 4872 foyers parmi un ensemble de 8860 foyers considérés comme étant au bord de mer sont consommateurs de vaches marines, soit plus d'un foyer sur deux. - Un total de 1063 foyers est considéré comme pêcheurs de dugongs avec en moyenne 1,2 dugongs pêchés par an et par foyer. - L'objectif principal de la pêche au dugong réside dans la consommation personnelle (repas de famille et mariages). - Les méthodes de capture incluent la senne et le fusil (normalement destiné à la chasse aux poissons). - La réglementation sur les dugongs n'est pas claire, pas connue et peu exprimée (43% des personnes interrogées). - La dernière occasion de consommation de dugong remonte à plus d'un an (enquête réalisée en 2005). - Les périodes de reproduction des dugongs ne sont pas bien définies. - Selon les personnes interviewées, les menaces pesant sur le stock de vaches marines sont la surpêche et la vente de l'espèce. - Près de trois répondants sur quatre seraient prêts à arrêter de consommer de la vache marine si on leur demandait. Néanmoins les pêcheurs semblent être moins de cet avis (trois répondants sur cinq). - 81% des personnes interrogées sont conscientes que le dugong est en danger. - La consommation du dugong se fait tout au long de l'année. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deux foyers sur 10 consomment de la vache marine. - Pour 41% des personnes interrogées, le dugong est un animal migrateur qui se reproduit en Nouvelle-Calédonie. - Selon les personnes interviewées, la période de reproduction à lieu en fin d'année. - Selon les personnes interviewées, les trois premières menaces pesant sur le stock de dugongs en Nouvelle-Calédonie sont la surexploitation, la pollution et le braconnage. - Les occasions pour la consommation de vaches marines sont les repas de famille, les cérémonies coutumières, la consommation personnelle. - La consommation moyenne est de 1,2 dugongs par an. - La première réglementation citée par les personnes interviewées est l'interdiction de la pêche au dugong. - 84% des répondants ont pour intention d'arrêter de consommer du dugong.

Tableau 2 : Résumé des enquêtes sur la consommation des dugongs menées en Provinces Nord et Sud.

2.1.3 Champs non-couverts par les connaissances disponibles en Nouvelle-Calédonie





2.2 Synthèse et comparaison des méthodes d'étude sur les siréniens

2.2.1 Abondance et distribution

2.2.1.1 Introduction

Estimer l'abondance des populations de mammifères marins (dont les Siréniens) avec précision est très difficile. Toutes les espèces de siréniens vivent principalement dans des eaux parfois turbides, sont très discrètes lors de leurs courtes apparitions en surface et passent la majeure partie de leur temps au fond de l'eau. Par exemple, les lamantins de Floride se regroupent dans des zones où l'eau est chaude et peuvent rester jusqu'à 20 minutes au fond de l'eau à se reposer (Edwards et al., 2007). La probabilité d'observation des siréniens varie également fortement en fonction des conditions météorologiques.

Ci-dessous sont résumées les principales techniques utilisées pour estimer l'abondance et la distribution des siréniens. Il est important de noter qu'il n'y a pas une meilleure technique pour effectuer ces estimations, la clef réside dans le choix de la méthode la plus appropriée à la population ciblée d'une part et aux caractéristiques de l'environnement étudié d'autre part.

2.2.1.2 Les différentes méthodologies

a) La technique de capture-marque-recapture

Cette technique doit permettre d'estimer la taille d'une population. A l'origine les méthodes de capture-marque-recapture ont été développées pour des espèces qui pouvaient être attirées et marquées à l'aide de marques diverses, relâchées puis recapturées ou ré-observées comme par exemple les pinnipèdes qui passent une partie de leur temps à terre (Hall *et al.*, 2001). Elle requiert au moins deux échantillonnages successifs et un nombre suffisant de spécimens individuellement identifiables.

Différentes techniques de marquage sont utilisées comme le baguage, les marqueurs génétiques et la photo. Comme de nombreux mammifères marins, les siréniens sont difficiles à attraper et à manipuler. C'est pourquoi, des techniques comme la photo-identification ont été développées. Celle-ci consiste à prendre des clichés photographiques des marques naturellement présentes sur le corps de chaque individu (Hammond et al., 1990)

Le bon fonctionnement de la capture-marque-recapture nécessite: (1) que les individus possèdent des marques permanentes identifiables, (2) qu'il y ait plusieurs événements d'échantillonnage, (3) que le taux de marquage soit quantifié.

De nombreux lamantins de Floride sont individuellement identifiables grâce aux marques d'hélices de bateaux qu'ils portent sur leur dos (Edwards, 2007). A Moreton Bay, en Australie, l'équipe de spécialistes des dugongs de l'Université de Queensland utilise la technique de capture-marque-recapture sur les dugongs. Les animaux sont attrapés et identifiés à l'aide de bagues (similaires à celles utilisées pour les tortues), de photographies et de marqueurs génétiques (microsatellites). Cette méthode paraît appropriée dans des régions où les eaux sont claires comme à Moreton Bay en Australie où il est facile d'observer et d'attraper des dugongs. Dans d'autres régions comme le Détroit de Torres où la turbidité de l'eau est importante et où les dugongs sont difficilement repérables depuis un navire, la méthode de capture-marque-recapture n'est pas appliquée. En Nouvelle-Calédonie, des essais ont été réalisés à partir de photos de caudales de dugongs et il semble que celles-ci puissent être distinguables les unes des autres. Néanmoins, le comportement des individus qui ne sortent pas systématiquement la nageoire caudale ainsi que les conditions environnementales difficiles (eaux troubles et/ou profondes) réduisent considérablement les chances d'utilisation de la technique de capture-marque-recapture dans le lagon Calédonien.

b) La méthode de transect linéaire

La méthode du transect linéaire consiste à compter les individus le long d'une série de radiales afin d'estimer des densités. L'extrapolation de l'échantillonnage à la surface complète de la zone étudiée permet d'obtenir une estimation du nombre d'animaux présents dans une zone définie à une période particulière (Garrigue, Comm pers). La valeur obtenue sous-estime la population puisqu'elle ne révélera que le nombre de siréniens présents sur la surface étudiée pendant la période de l'étude. Le principe de base de l'estimation d'abondance par transect linéaire s'appuie sur le fait que la probabilité de détection d'un animal est de 1 sur la ligne suivie et diminue à mesure qu'on s'éloigne de cette ligne. Pour quelques pays, les premières estimations d'abondance de populations et de distribution des dugongs ont été effectuées grâce à des survols linéaires parallèles à la côte (Hines et al., sous presse).

Le transect en ruban (traduction de l'anglais 'strip transect') est un « cas particulier » du transect linéaire où on considère que la probabilité de détection d'un individu est constante à l'intérieur du ruban quelque soit la distance entre l'avion et l'animal. Tous les individus observés à l'intérieur de bandes de largeur fixe ou rubans sont comptés. Le transect en ruban a été adopté pour l'étude des dugongs car la durée de présence de l'animal en surface est trop courte pour avoir le temps de mesurer la distance entre l'avion et celui-ci. Les zones d'observations sont matérialisées à l'aide de marques apposées sur les structures de l'avion.

La méthode du transect linéaire peut s'effectuer par moyens aériens ou en maritimes.

Les survols aériens

Les avions sont utilisés depuis de nombreuses années pour l'étude des siréniens. Des survols aériens ont été conduits dans 20 pays pour les dugongs et dans 16 pays pour les lamantins pour l'obtention d'information sur la distribution et la taille des populations (Marsh et al., en préparation).

La probabilité de détection d'un sirénien présent dans une aire survolée dépend de deux composantes : 1) la probabilité pour laquelle l'animal soit suffisamment proche de la surface pour être observé (probabilité de disponibilité) et, 2) la probabilité qu'un animal disponible soit compté par l'observateur (probabilité de détection). De nombreux paramètres peuvent affecter les chances d'observations d'un dugong comme l'éblouissement, la couverture nuageuse, l'état de la mer, la turbidité, la fatigue ou l'inexpérience de l'observateur. Étant donné que l'observateur ne peut repérer tous les individus, les résultats sont souvent considérés comme des sous-estimations de la taille des populations. Inversement, dans les régions où les animaux sont présents en grand nombre, une surestimation de la taille d'une population peut également survenir du fait d'un double comptage résultant du mouvement des individus dans la zone d'étude au cours du survol (dans le cas d'un faible espacement entre les transects). Marsh & Sinclair (1989), Pollock et al. (2006) et Edwards et al. (2007) ont développés des modèles mathématiques permettant d'estimer les différentes composantes de la probabilité de détection de dugongs et de lamantins.

Les survols sont réalisés par temps clair et mer calme lorsque le vent n'excède pas force trois sur l'échelle de Beaufort. L'équipe de recherche est composée de quatre à six personnes : un pilote, un coordinateur de vol et deux ou quatre observateurs (situés à bâbord et à tribord). La présence de quatre observateurs permet de calculer la probabilité de détection des individus et de réduire le biais lié à l'observateur. Les observations sont enregistrées en direct sur un ordinateur par le coordinateur de vol. Parallèlement, toutes les conversations sont enregistrées sur un magnétophone afin de vérifier et de compléter ultérieurement les informations qui ont été saisies sur l'ordinateur pendant le vol.

La méthode d'analyse des données de survols de transect en ruban a été améliorée récemment par Pollock et al. (2006). Elle a été largement utilisée en Australie ainsi que dans le

golfe d'Arabie et en Nouvelle-Calédonie. Elle a permis une meilleure estimation de l'abondance et de la distribution relative des dugongs. De récentes réflexions amènent cependant les experts à penser que les séries de survols aériens réalisées dans la majeure partie de l'aire de répartition des dugongs en Australie au cours des 20 dernières années n'ont pas permis de détecter une tendance précise de la taille de la population de dugongs. Il est suggéré que les survols aériens continuent de sous-estimer la taille des populations de dugongs (voir avantages et inconvénients des moyens d'observation dans le tableau 3). Des recherches sont en cours en Australie pour améliorer la méthode d'analyse des données de survols (Marsh, Comm. Pers.).

Les observations en mer

Les méthodes d'étude des siréniens, basées sur l'utilisation de navires, peuvent se révéler efficaces, notamment dans les pays en voie de développement. En Amazonie, l'utilisation de bateaux est nécessaire car les variations de la couverture forestière côtière et du niveau de l'eau restreignent toute étude par survol aérien. La taille des embarcations varie d'un simple canoë à des bateaux motorisés de grande taille. La densité est obtenue par le comptage d'individus et la mesure de la distance entre l'individu observé et l'embarcation. Une fois la densité mesurée, la taille de la population peut être estimée.

c) Les observations terrestres

Les observations à terre sont réalisées à partir de plateformes immobiles comme le haut d'une colline, d'une falaise ou d'un bâtiment. Plusieurs sites d'observations peuvent être établis en fonction des objectifs de l'étude. Lorsqu'un comptage exhaustif peut être effectué, alors la distribution et l'abondance relative peuvent être respectivement établies et calculées si la zone visible par l'observateur est considérée comme représentative de l'aire de distribution de l'espèce. Dans certains cas, les mêmes individus peuvent être observés à partir de différentes stations. Ces observations simultanées permettent de s'assurer qu'aucun double comptage n'est effectué ou que ceux-ci sont facilement identifiables. Cette technique a été utilisée, entre autres, dans la rivière d'Orinoco, aux Antilles. Cinq quadrats virtuels y ont été établis pour étudier les lamantins durant la saison sèche, chaque quadrat couvrant 300m². Chaque observation était effectuée durant deux heures à partir d'un point fixe Castelblanco-Martinez (2004 ; dans Hines et al., sous presse).

d) Les difficultés liées à la description de la taille d'une population

L'évolution de la taille d'une population de mammifères marins est particulièrement difficile à évaluer du fait : (1) des difficultés à estimer l'abondance absolue ou même à obtenir des indices précis de l'abondance relative d'une population et (2) de la lenteur des variations de la taille des populations. La difficulté est d'autant plus grande lorsqu'il s'agit d'une population de petite taille (Marsh et al, en préparation). De nombreux experts ont récemment émis des doutes sur les valeurs de tendances basées sur l'analyse des données quantitatives relatives aux tailles des populations (Marsh et al., en préparation). Il semble que l'aptitude à détecter le déclin (même précipité) d'un stock de mammifères marins à l'aide des technologies et méthodologies actuellement disponibles soit faible (Taylor et al., 2007). L'amélioration de l'étude de l'évolution d'une population de mammifères marins doit passer par le développement de nouvelles méthodes.

Cette situation s'applique à la majorité des populations de siréniens. La taille des populations de siréniens est devenue si petite dans de nombreux pays qu'évaluer la tendance de leur abondance est impossible (Marsh et al., en préparation). Les deux principaux problèmes étant, selon eux, la variabilité de la probabilité de détection des animaux liée à la bathymétrie et les potentiels mouvements des individus entre les différentes régions (Marsh et al., en préparation).

Méthode	Avantages	Inconvénients
Observations en mer	<ul style="list-style-type: none"> - Large applicabilité à l'échelle des Siréniens (particulièrement pour les pays en voie de développement) - Alternative aux survols aériens dans certaines régions - Coûts moins élevés comparés aux survols aériens - Tendance évolutive de la taille d'une population sur une large échelle de temps (dans les régions où le suivi en mer est réalisable) 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible applicabilité à grande échelle - Nuisance sonore, possibilité d'impact sur l'animal, effets sur le comportement des animaux - Forte influence des conditions météorologiques sur le déroulement de l'étude - Difficulté d'observation des siréniens en surface (espèces cryptiques) - Travail intensif - Coût potentiellement élevé pour recruter, entraîner et payer des personnes de terrain
Survols aériens	<ul style="list-style-type: none"> - Faible coût pour une étude à grande échelle - Rapidité de mise en œuvre - Large couverture spatiale 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût et moyens logistiques trop élevés pour les pays en voie de développement - Seul un nombre minimum d'individus est dénombré lors d'un survol parallèle à la côte - Difficultés d'observations dues aux conditions météorologiques dans certaines régions - Forte probabilité de sous-estimation de la taille d'une population
Observations à terre	<ul style="list-style-type: none"> - Faible coût comparé aux méthodes d'observation en mer ou par survols aériens - Aucun effet sur le comportement de l'animal ou groupe d'animaux étudié(s) 	<ul style="list-style-type: none"> - Echelle spatiale restreinte - Point d'observation immobile - Impossibilité de calcul d'abondance si la zone visible ne représente pas l'aire de distribution des animaux ou si la zone visible est une représentation insuffisante de la population.

Tableau 3 : Avantages et inconvénients des différents moyens d'observation d'une population de siréniens.

2.2.2 Déplacements

2.2.2.1 Introduction

Les siréniens vivent dans des eaux plus ou moins turbides, aussi bien dans les rivières (lamantins) que dans la mer (dugongs) au bord des côtes ou près des récifs coralliens. Ils peuvent passer plusieurs mois dans une même région ou bien se déplacer à un rythme relativement élevé. Dans la majeure partie de leur aire de répartition, les siréniens évoluent de façon cryptique.

C'est entre autres une des raisons pour laquelle l'outil télémétrique a fait son apparition. Cet outil a été utilisé depuis les années 1970 dans différentes régions du monde. Grâce à la télémétrie, les scientifiques parviennent aujourd'hui à mieux comprendre et interpréter le comportement de déplacement des siréniens entre différents habitats, à identifier et décrire leurs habitats préférentiels ainsi qu'à déterminer les besoins spécifiques de certains individus.

2.2.2.2 Les différents types de balises

Les avantages et inconvénients des différents types de balises utilisées sont listés dans le tableau 4. La liste des fournisseurs d'outils télémétriques figure dans le tableau 5.

a) Le système 'Very High Frequency' (VHF)

L'outil VHF est utilisé sur les siréniens depuis les années 1970 (Sheppard et al., 2009). L'ensemble du système consiste en un radio transmetteur et son système d'attachement, un moniteur de réception et une antenne. Le suivi VHF peut être effectué de différentes manières : manuellement par déplacement de l'observateur en direction de l'intensité croissante du signal « homing », par triangulation (calcul de l'emplacement du signal en fonction d'un point d'observation fixe), ou automatiquement par « scanning » à partir d'une base immobile. Les informations sont ensuite analysées à l'aide de systèmes d'informations géographiques (SIG).

À l'origine, le transmetteur ne flotte pas. Il est attaché à la partie caudale de l'animal à l'aide d'une ceinture. L'outil VHF a donc été tout d'abord restreint aux eaux douces, l'eau de mer empêchant la transmission des signaux du fait d'une concentration élevée en électrolytes. Un cordon et un flotteur ont subséquemment été ajoutés afin de permettre au transmetteur de flotter en surface et d'émettre des informations pendant une période de temps plus longue (Rathbun et al., 1987 ; Marsh & Rathbun 1990).

b) Les Plates-formes Terminales de Transmission (PTT)

Les premières stations de réception incorporées à des satellites du système Argos ont été créées à la fin des années 1970 (Fancy et al., 1988). Les premiers suivis à grande échelle ont été effectués sur des lamantins au milieu des années 1980 (Weigle et al., 2001). Le système consiste en une plateforme terminale de transmission (PTT), un réseau de satellites orbitaires, un programme informatique de réception de données et une interface d'utilisation. Le signal ultra haute fréquence Ultra-high frequency (UHF) émis par le PTT attaché à l'animal est reçu par un ou plusieurs satellites, la position est alors calculée et renvoyée au programme informatique accessible par ordinateur. Un système de radio VHF est souvent incorporé au PTT pour permettre un suivi des individus sur le terrain ainsi que la récupération des balises en fin de suivi.

c) Le Système de Positionnement Global (GPS)

Un GPS est en général monté avec une antenne dans un caisson étanche flottant. Contrairement au PTT, ce système reçoit les signaux émis par un ou plusieurs satellites, calcule une position selon un intervalle de temps défini et la stocke en mémoire. Le positionnement de l'individu peut être calculé toutes les minutes avec une précision allant jusqu'à moins de cinq mètres (Moen et al., 1997). La balise GPS couplée à un système de transmission VHF doit normalement être récupérée afin de procé-

der à l'acquisition des données. Mais si le système GPS est couplé à un système PTT, les données peuvent être envoyées et relayées par un satellite et réceptionnées directement sur l'ordinateur du chercheur (voir paragraphe suivant).

d) Le système GPS/PTT

Le GPS/PTT est le système le plus utilisé pour les siréniens. Il confère une haute précision du positionnement et une grande efficacité de transmission des informations. Les applications du système GPS/PTT permettent de déterminer entre autres les habitats préférentiels, la fidélité à un ou plusieurs habitats, les mouvements à grande ou petite échelle et les trajectoires choisies par un individu.

2.2.2.3 Les techniques de capture et de balisage

Les différentes techniques utilisées pour attraper, sécuriser et poser des balises sur les différentes espèces de siréniens sont listées dans le tableau 6. Actuellement, la technique la plus fiable et la plus utilisée pour attraper un dugong est la capture par 'rodéo'. Elle consiste à poursuivre l'animal à l'aide d'un ou de plusieurs bateaux, de préférence dans des eaux claires et peu profondes. Une fois l'animal estimé à portée de capture, plusieurs personnes sautent à l'eau pour attraper l'animal, l'attacher et l'amener contre l'un des bateaux tout en s'assurant qu'il respire normalement. Les mesures et la pose du matériel sur l'animal peuvent alors être effectuées.

2.2.2.4 Le système de fixation des balises

Plusieurs systèmes de fixation sont utilisés mais toutes sont conçues selon le même principe qui consiste en une ceinture entourant la queue de l'animal et qui est reliée à une balise de surface par une longe fabriquée spécialement pour ce type d'attachement. La longe possède une longueur suffisamment grande pour permettre à la balise d'émettre des signaux en surface alors que l'animal se nourrit au fond de la colonne d'eau. Un mécanisme peut être ajouté au système afin de permettre à la longe et à la balise de se détacher si la personne en charge de la recherche le désire. Si le mécanisme de détachement n'est pas ajouté, la ceinture et la longe se détachent par usure ou si l'animal exerce une pression anormale sur la longe pour se libérer.

2.2.2.5 Choix et réglage du matériel

Les balises satellitaires ont un fort coût énergétique et une mémoire limitée. Il est donc nécessaire de trouver un équilibre entre l'acquisition d'un nombre important de données sur une courte durée et l'acquisition d'un faible nombre de données sur une longue période. Lors de la conception d'un projet, il est donc primordial de prendre en considération : (1) les spécificités de la balise, (2) la capacité de la batterie, (3) le type de données requises. C'est pourquoi le scientifique en charge d'un projet de balisage doit avoir établi les questions de façon claire s'il désire être capable de paramétrer l'outil télémétrique de la meilleure des façons. Une étroite collaboration entre le scientifique, le gestionnaire et l'ingénieur concepteur de la balise est donc primordiale afin de bien définir les attentes d'un tel projet.

Outil téléométrique	Type	Avantage	Inconvénient	Résultats
VHF (Very High Frequency)	Suivi manuel (Homing/Triangulation)	<ul style="list-style-type: none"> - Faible coût - Chances de contact visuel avec l'animal, observation du comportement d'un individu 	<ul style="list-style-type: none"> - Signal atténué par la distance, les obstacles la végétation dense - Effort de terrain intensif - Météorologie 	Distribution relative, fréquence d'utilisation de l'habitat, taux de fidélité au site d'étude, estimation générale du mouvement
VHF (Very High Frequency)	Suivi automatique (Scanning)	<ul style="list-style-type: none"> - Effort de terrain peu intensif 	<ul style="list-style-type: none"> - Signal atténué par la distance, les obstacles la végétation dense - Météorologie - Etude à petite échelle - Possibilité d'absence de l'animal étudié dans la zone définie - Coût élevé - Maintenance 	Distribution relative, fréquence d'utilisation de l'habitat, taux de fidélité au site d'étude, estimation générale du mouvement
outil téléométrique	Type	Avantage	Inconvénient	Résultats
Système satellitaire	PTT	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi à distance avec le système Argos (faible effort de terrain) - Facilité de récupération des données - Système VHF-PTT efficace pour suivi sur le terrain et récupération des balises 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible couverture satellitaire dans certaines régions - Faible émission dans les zones de forêts denses - Coût élevé - Durabilité du système PTT (entre six mois et un an) inférieure au système VHF (supérieur à un an) 	Distribution relative, identification du site fréquenté, fréquence d'utilisation de l'habitat, taux de fidélité au site utilisé, précision accrue de détermination du mouvement d'un individu

Système satellitaire	GPS	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi à distance (faible effort de terrain) - Nombre important de données stockées 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible couverture satellitaire dans certaines régions - L'accroissement des données de positionnement induit la réduction du temps de vie du système GPS - Coût élevé 	Détermination très précise de la position d'un individu (5 m <X), grand nombre de données de positionnements (toutes les minutes), précision accrue de la distribution relative, de la détermination du site fréquenté, de la fréquence d'utilisation, du taux de fidélité au site utilisé, de la détermination du mouvement d'un individu
Outil télémétrique	Type	Avantage	Inconvénient	Résultats
Système satellitaire	GPS/PTT	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi à distance (faible effort de terrain) - Envoie des données - Diminution du besoin énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> - L'augmentation du nombre de données de positionnement induit la réduction du temps de vie du système GPS - Coût élevé - Faible couverture satellitaire dans certaines régions 	Détermination très précise de la position d'un individu (5 m <X), grand nombre de données de positionnements (toutes les minutes), précision accrue de la distribution relative, de la détermination du site fréquenté, de la fréquence d'utilisation, du taux de fidélité au site utilisé, de la détermination du mouvement d'un individu

Tableau 4 : Fonctionnement, avantages et inconvénients des différents outils télémétriques.

Fournisseurs	Contacts	Type de produit
Garmin	http://www.garmin.com	Récepteur GPS
Telonics Inc	http://www.telonics.com/	GPS/PTT
Sirtrack Ltd	http://www.sirtrack.com/	GPS/PTT
SMRU	http://smub.stand.ac.uk/InstrumentationF.htm/instrumentation.htm	GPS/PTT
Lotek	http://www.lotek.com/	GPS/PTT
Wildlife Computers Ltd	http://www.wildlifecomputers.com/	Time Depth Recorder (TDR)/PTT
Ocean Industries	http://www.oceanindustries.com.au/	Harnais et cordons pour dugongs

Tableau 5 : Liste des fournisseurs d'outils télémétriques.

Méthode	Famille	Lieu	Auteurs
Filet en nylon	Lamantin	(1) Floride (2) Brésil (3) Afrique	(1) Reid al. (1995) (2) Marmontel (non publié) (3) Reeves et al. (1988)
Rodéo	(1) Lamantin (2) Dugong	(1) Mexique (2) Australie	(1) Morales-Vela et al. (1995) (2) Marsh & Rathbun (1990) / Lanyon et al. (2006) / Sheppard et al. (2006)
Harpon	Lamantin	Brésil	Hines et al. (sous presse)

Tableau 6 : Les différentes techniques de capture des siréniens.

2.2.3 Habitat

2.2.3.1 Introduction

Les prairies de phanérogames constituent l'habitat principal des siréniens (Marsh et al., 2002). Elles ont été étudiées en Floride, en Amazonie, au Mexique, en Amérique centrale, en Amérique du Sud en ce qui concerne l'habitat des lamantins (*Trichechus manatus latirostris*, *Trichechus manatus manatus* et *Trichechus inunguis*) ainsi qu'en Australie et en Nouvelle-Calédonie pour celui des dugongs (Smith, 1993 ; Garrigue, 1995 ; Olivera-Gomez et al., 2002 ; Sheppard et al., 2006 & 2007 ; Arrault et al., 2009) ; L'étude des herbiers est essentielle car cet habitat vulnérable détermine en grande partie la distribution des siréniens, agit sur leur comportement alimentaire et affecte leur déplacement (Marsh et al., 2002 ; Coles et al., 2009).

La première étape consiste à déterminer la distribution générale des herbiers grâce à une cartographie à grande échelle issue de données d'imagerie spatiale (satellitaire ou aérienne). La seconde étape consiste à décrire de façon plus détaillée les herbiers en étudiant leur couverture, leur composition spécifique, leur densité, leur biomasse et leur composition en nutriments.

2.2.3.2 Cartographie générale des habitats

L'imagerie spatiale permet de réaliser une cartographie à grande échelle de la distribution et de la densité d'un habitat. La comparaison d'une série temporelle d'images permet également de suivre l'évolution de l'herbier (extension ou diminution).

Il existe deux types d'imagerie spatiale : l'imagerie satellitaire et l'imagerie aérienne. Le choix du type d'image dépend des objectifs de l'étude et des conditions de réalisation de l'image (conditions environnementales, ressources financières ; voir également les avantages et inconvénients dans le tableau 7). L'imagerie aérienne est la technique la plus ancienne et la plus utilisée à ce jour (Dahdouh-Guebas, 2002). Cependant, l'utilisation de cette technique peut s'avérer coûteuse à grande échelle. L'imagerie satellitaire (voir tableau 8) évolue très rapidement et son coût d'utilisation devient de plus en plus compétitif comparé à celui de l'imagerie aérienne (Dahdouh-Guebas, 2002 ; Grigg, 2004). Enfin, l'imagerie satellitaire couvre généralement un spectre électromagnétique plus large que la photographie conventionnelle, permettant l'obtention de photos de meilleures résolutions (Grigg, 2004).

Cependant, quel que soit l'outil choisi, l'imagerie spatiale reste limitée. En effet, la qualité de résolution de l'image est basse lorsque les eaux sont turbides ou profondes (Grigg, 2004). D'autre part, l'imagerie spatiale ne permet pas de fournir une description exhaustive de la composition spécifique d'un herbier (Kirkman, 1997). Des caméras sous-marines peuvent être utilisées dans des eaux côtières profondes et/ou turbides (Coles et al., 2009). Elles permettent la réalisation d'une cartographie de l'habitat, certes coûteuse à grande échelle, mais fournissant une résolution de grande qualité tout en apportant une description de la composition spécifique de l'herbier.

2.2.3.3 Description de l'habitat

Des études menées en Australie ont révélées que la présence/absence des dugongs dans certains herbiers pouvait jouer un rôle sur la composition spécifique, la biomasse, la densité et la composition en nutriments des phanérogames (Preen, 1995 ; Aragonés et al., 2006 ; Sheppard et al., 2007). La description du statut des herbiers ainsi que celle du type de sédiment et de la bathymétrie qui y sont associés est donc importante pour mieux comprendre l'écologie des siréniens.

Ce type d'étude nécessite un important travail de terrain (McKenzie et al., 2003). La première étape vise à définir les aires de nutrition préférentielles de l'espèce. La distribution, l'abondance et les déplacements des dugongs sont déterminés à l'aide de données issues des survols aériens et de la télémétrie (Preen 1995 ; Sheppard et al., 2007). La localisation d'aires de nutrition préférentielles peut également être effectuée en recherchant visuellement des sillons dans les herbiers témoignant de la présence des dugongs (Preen, 1995 ; Coles, comm. Pers.).

L'étude de l'herbier peut alors commencer. Elle consiste à décrire la composition spécifique de l'herbier, à mesurer la densité et la biomasse des différentes espèces et à suivre leur évolution temporelle. La détermination de la composition en nutriments (nitrogène et amidon en particulier pour ce qui concerne les dugongs) est effectuée en laboratoire.

L'échantillonnage sur le terrain est issu de points fixes (utilisation de quadrats répartis de façon égale ou aléatoire), de transects (échantillonnage le long d'une ou de plusieurs lignes) ou d'une combinaison des deux. Le nombre, la taille et la distance qui séparent les transects et/ou quadrats sont déterminés en fonction de la largeur de l'aire étudiée (McKenzie et al., 2003). Des marques permanentes peuvent être installées afin de faciliter la localisation rapide des sites d'échantillonnages lors d'un suivi sur le long terme.

Le choix du mode d'investigation varie en fonction des objectifs d'études, de la topographie du milieu, des conditions environnementales ainsi que des moyens humains et financiers. Certains suivis peuvent s'effectuer à pied dans une zone intertidale à marée basse, ou à la nage (à l'aide de palmes, d'un masque, et d'un tuba). Lorsque les eaux sont plus profondes (généralement supérieur à cinq mètres) ou que l'étude nécessite un temps de plongée plus long, l'usage d'un scaphandre autonome (Lee Long et al., 1993), ou encore des caméras télécommandées à distance (Coles et al., 2009) est requis.

En laboratoire, divers types de microscopes permettent l'observation et l'identification des phanérogames. En revanche pour l'analyse de nutriment s'effectue grâce à la méthode de spectroscopie par réflexion dans l'infrarouge proche (voir descriptif dans 2.2.4.4 ; Aragonés et al., 2006 ; Lawler et al., 2006 ; Sheppard et al., 2007).

Image aérienne		Image satellitaire
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Flexibilité dans le choix de la date du survol et de l'aire à étudier - Variabilité dans le choix de l'altitude du survol - Altitude moins élevée que satellite = meilleure résolution 	<ul style="list-style-type: none"> - Très haute résolution - Moins de biais géométriques que lors de survols par avions - Coût beaucoup moins élevé
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Biais dus aux mouvements de l'avion 	<ul style="list-style-type: none"> - Restrictions spatiales (altitude, acquisition de données lors de forte couverture nuageuse) et temporelles (choix dans la d'acquisition des données)

Tableau 7 : Avantages et inconvénients des survols aériens et suivis satellitaires.

Satellite	Type de ré-cepteur	Résolutions			Bandes spectrales	Couverture (Km)
		Spatial (m)	Temporelle (jours)	Radiométrique (bits)		
Landsat	TM	MS – 30	16	8	B, V, R, 1 NIR, 2 MIR, 1 TIR	185
Landsat	ETM+	Pan – 10 MS – 30	16	8	B, V, R, 1 NIR, 2 MIR, 1 TIR, 1 PAN	185
EOS Terra and Aqua	MODIS	250-1000	1-2	12	36 (visible to TIR)	2330
EOS Terra	ASTER	15 – NIR 30 – NIR 90 - NIR	16	8	14 (visible to TIR)	60
EOS Terra	MISR	275-1100	9	?	R, V, B, NIR	360
CBERS-2	CCD	20	26	8	R, V, B, NIR	120
SPOT 4	HRVIR Vegetation	Pan – 10 MS - 20	26 1	8 8	V, R, NIR, MIR B, R, NIR, MIR	60 2250
OrbView-3		Pan – 1 MS - 4	>3	11	R, V, B, NIR, Pan	8
Quickbird-2	Quickbird	Pan – 0.61 MS – 2.44	1-5	11	R, V, B, NIR, Pan	20 to 40
Ikonos-2	Ikonos	Pan – 1 MS - 4	>3	11	R, V, B, NIR, Pan	11
EROS Series	Ikonos	Pan – 0.8-1.8 MS – 2.5		11	Pan	13.5
KOMPSAT-2	Ikonos	Pan – 1 MS - 4		11	R, V, B, NIR, Pan	15

Tableau 8 : Exemples d'outils d'imageries satellitaires utilisés pour l'étude d'un habitat et description de leurs différentes caractéristiques (MS=Bandes Multi-spectral, Pan=Bandes Panchromatic ; B= bleu, V=vert, R=rouge, NIR= Near Infra-Red, MIR= Middle Infra-Red,

TIR= Far Infra-Red ; issue de Hines et al., sous presse).

Conditions environnementales	Type de récepteur utilisé	Commentaires
Zone d'herbier relativement homogène. Eau peu profonde et claire	<ul style="list-style-type: none"> - Résolution spatiale = 15 à 30m - Résolution temporelle = 15 à 30 jours - Outil : Landsat Thematic Mapper, CCD/CBERS-II ou SPOT 	Couverture = jusqu' à 185km
Zone d'herbier hétérogène	<ul style="list-style-type: none"> - Résolution spatiale = 0,5 à 5m - Outil : IKONOS ou Quickbird 	Couverture = jusqu'à 11km (Plus d'images nécessaires pour couvrir la même zone que dans le cas ci-dessus)
Focalisation sur la variation temporelle de la couverture végétale d'une zone à grande échelle	<ul style="list-style-type: none"> - Résolution spatiale = (> 150m) - Résolution temporelle = 0,5 à 2 jours - Outil : MODIS/Terra 	Couverture = jusqu'à 2330km

Tableau 9 : Différents cas d'étude et outils correspondants.

2.2.4 Nutrition

2.2.4.1 Introduction

Comprendre la nutrition est essentiel à l'étude de l'écologie des siréniens. Cependant, la difficulté d'observation directe d'un sirénien se nourrissant, le comportement de mastication intensif et la particularité de la structure du tractus digestif de ces espèces, rendent ce genre d'étude complexe (Lanyon & Sanson, 2005 ; Marsh et al., 1999). En revanche, l'identification des constituants alimentaires sélectionnés par un individu offre la possibilité de mieux comprendre l'utilisation des ressources ainsi que la variabilité des préférences nutritionnelles en fonction des saisons et du cycle reproductif d'un individu. Les trois principales méthodes utilisées pour déterminer l'alimentation des siréniens sont résumées et comparées ci-dessous (voir aussi tableau 12).

2.2.4.2 Examen direct

L'examen direct repose sur l'observation du contenu stomacal ou des fécès de l'animal (Hines et al., sous presse). Le tableau 10 résume les avantages et inconvénients de ces deux types d'observation. Les étapes d'examen et d'identification des composants de l'alimentation des siréniens sont résumées dans le tableau 11.

2.2.4.3 Isotopes stables

L'analyse des isotopes stables du Carbone (C), Hydrogène (H), Nitrogène (N), Oxygène (O) et Soufre contenus dans divers tissus de l'animal permet de déterminer le régime alimentaire de celui-ci. Le ratio des isotopes du C, N, S, O varie en fonction de la consommation de l'animal en macrophytes aquatiques et en eau (Ambrose & Norr, 1993). Ce ratio est calculé à l'aide de l'équation $[X = (R_{\text{échantillon}} - R_{\text{standard}}) / R_{\text{standard}} * 1000]$ où R représente le ratio de l'isotope. Le type de tissus à échantillonner est un des premiers critères à considérer. En effet, les échantillons se dégradent à vitesse variable en fonction de leur provenance. La sélection de l'échantillon dépend donc des objectifs de recherche. Les échantillons les plus communément utilisés sont (dans l'ordre croissant de longévité de l'échantillon) : le plasma sanguin, le foie, les muscles, la peau, la graisse, le collagène issue des os, les poils, les ongles et l'émail des dents. Les premières analyses d'isotopes à partir d'échantillons de siréniens ont été effectuées sur l'émail des dents, le collagène des os et la peau (Hines et al., sous presse). Les résultats ont montré d'importantes hausses de valeur des isotopes pour différents individus au sein des mêmes populations, c'est notamment le cas des populations de lamantins de Floride. Cependant, très peu d'études ont à ce jour été publiées, notamment concernant l'analyse d'échantillons présentant une dégradation rapide (ex : la graisse). Cette dernière offrirait une meilleure compréhension de la variabilité de l'alimentation des siréniens sur des intervalles de temps courts (Hines et al., sous presse).

2.2.4.4 Spectroscopie par réflexion dans l'infrarouge proche (NIRS)

La spectroscopie par réflexion dans l'infrarouge proche (traduit de l'anglais Near Infrared Reflectance Spectroscopy NIRS) est une alternative à l'observation directe de la composition des fragments issus des contenus stomacaux ou des fécès. Cette méthode est utilisée lorsque les échantillons à analyser sont nombreux et difficilement analysables à l'œil nu. Elle offre la possibilité d'identifier la composition chimique d'un échantillon. Cette technique implique : (1) une étape préliminaire d'échantillonnage des plantes potentiellement ciblées par l'espèce, (2) un processus de nettoyage et de séchage des échantillons et (3) le calcul de l'équation de calibration de l'appareil de spectrométrie pour chaque plante échantillonnée. Une fois l'appareil de spectrométrie calibré, une comparaison des échantillons de référence et des échantillons issus des contenus stomacaux ou des fèces peut être effectuée. Cette méthode a été utilisée avec succès par André & Lawler (2006) et ultérieurement par Aragonés et al. (2006) et Sheppard et al. (2007) pour l'étude de nombreux contenus stomacaux de dugongs.

	Contenu stomacal	Fécès
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Sujet à une faible digestion - Fragments larges 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité d'échantillonnage
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Examen lors d'échouages - Utilisation d'un tube et d'une pompe sur des individus vivants 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté d'identification directe due à la taille des fragments - Biais liés à la présence en plus grands nombres de fragments plus résistants

Tableau 10 : Avantages et inconvénients des méthodes d'examen direct de la nutrition.

(1) Échantillonnage des espèces d'intérêts	(2) Identification des plantes d'intérêts	(3) Échantillonnage des aliments ingérés	(4) Détermination de la proportion des espèces présentes
Récupération des espèces (herbes, algues et invertébrés) disponibles dans l'habitat étudié	<ul style="list-style-type: none"> - Observation des différentes parties constituant chaque plante à l'aide d'un microscope - Simulation de mastication et observation des composants de chaque partie de la plante - Prise de photos et comparaisons bibliographiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Contenus stomacaux préférés aux fécès (constituants moins endommagés) - Identification de l'espèce à l'œil nu ou à l'aide d'un microscope - Identification d'éventuels parasites et/ou débris 	Applicable seulement si le contenu stomacal complet a été prélevé suite à un échouage

Tableau 11 : Etapes d'un examen direct de l'alimentation des siréniens.

	Examen direct	Isotopes stables	Spectroscopie par réflexion dans l'infrarouge proche
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicité d'exécution - Évaluation rapide - Faible coût 	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de l'alimentation d'une espèce sur de longues périodes de temps (semaines / années) 	<ul style="list-style-type: none"> - Grand nombre d'échantillons analysables rapidement - Coût de l'analyse (à l'exception du spectromètre)
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de l'alimentation récente d'un individu - Biais dû à la petite taille des fragments - Biais dû à la subjectivité - l'inexpérience de l'observateur 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu d'études à ce jour - Étude pour le moment restreinte à l'analyse de l'isotope du Carbone - Difficulté d'échantillonnage - Coût 	<ul style="list-style-type: none"> - Processus de calibration - Disponibilité logistique / conditions contrôlées - Coût

Tableau 12 : Avantages et inconvénients des méthodes d'identification de l'alimentation des siréniens.

2.2.5 Génétique

2.2.5.1 Introduction

Les variations naturelles à l'échelle de l'ADN peuvent être utilisées pour étudier les similarités et les différences génétiques au sein d'une population ainsi qu'entre les populations dans le temps et dans l'espace. La génétique a l'avantage de procurer rapidement des informations essentielles à la conservation d'une espèce et ceci avec un dérangement limité de l'animal. En revanche, l'acquisition d'échantillons peut s'avérer complexe et le matériel requis pour l'analyse génétique est généralement très coûteux.

L'ADN mitochondrial (ADNmt) et l'ADN nucléaire (ADNnu) sont généralement utilisés pour répondre à des questions relatives aux liens génétiques et la dynamique des populations des lamantins et des dugongs. Des réponses sur le sexe de l'animal peuvent également être obtenues. Ci-dessous figurent un descriptif des particularités de l'ADN mitochondrial, des microsatellites (ADN nucléaire) et de la méthode de sexage.

2.2.5.2 L'ADN Mitochondrial

Le séquençage direct de l'ADN mitochondrial est largement utilisé comme outil de détermination de la démographie, de l'évolution et de la distribution géographique de nombreuses lignées génétiques chez les mammifères marins (Ballard & Whitlock, 2004). L'ADN mitochondrial possède les caractéristiques nécessaires pour la réalisation ce type d'étude : (1) une petite taille (10 000 fois plus court que le plus petit génome nucléaire de n'importe quel animal ; Ballard & Whitlock, 2004), (2) une évolution cinq à neuf fois plus rapide que l'ADN nucléaire (ce qui permet une plus grande facilité de détection de la variabilité génétique au sein des populations ; Ballard & Whitlock, 2004), (3) une transmission par la lignée maternelle et aucune recombinaison avec le génome paternel (d'où une facilité de description d'une lignée maternelle; Springer et al., 2001).

2.2.5.3 Les microsatellites

Les microsatellites sont des courtes séquences de nucléotides présentant de nombreuses répétitions au sein du génome nucléaire (ex : ACACACACAC). Ces séries de deux, trois ou quatre nucléotides répétitifs présentent un polymorphisme élevé. La détermination du profil microsatellitaire des individus autrement appelé génotype, offre entre autre la possibilité d'identifier chaque échantillon individuellement (utilité pour étude de capture-marque-recapture), d'établir des liens de parenté entre individus ou d'assigner un individu à une population dans la limite de répartition de son espèce. L'utilisation des microsatellites pour l'étude de la structure des populations fournit également des résultats complémentaires de ceux de l'ADNmt.

2.2.5.4 Le sexage

Les régions du génome des mammifères codant pour le sexe ont été largement étudiées. Thompson (2002 ; dans Hines et al., sous presse) a utilisé une portion des gènes provenant des chromosomes X et Y pour développer une méthode de reconnaissance du sexe chez les dugongs. Cette méthode est basée sur la détection d'un site de restriction d'une enzyme présente chez les dugongs mâles et absente chez les dugongs femelles (site de restrictions : site pouvant être coupé par l'enzyme sélectionnée). L'avantage de cette méthode réside dans son applicabilité. De plus, cette technique peut permettre d'identifier le sexe d'un individu vivant sans avoir à le capturer, ce qui est tout à fait intéressant étant donné le peu de dimorphisme sexuel chez les dugongs.

2.2.6 Contaminants

L'exposition à des contaminants chimiques peut avoir des effets plus ou moins négatifs sur la reproduction, le comportement alimentaire, le système immunitaire et les fonctions endocrines des lamantins et des dugongs. De plus, les siréniens ont une grande longévité ainsi qu'une importante capacité de bioaccumulation des contaminants dans leur graisse. L'étude des différents contaminants, de leurs niveaux de contamination et de leurs effets sur la physiologie et le comportement des siréniens représente donc un intérêt important. Enfin, les activités humaines se situent souvent dans les habitats où vivent les lamantins et les dugongs. L'homme est potentiellement sujet aux mêmes contaminations que les siréniens dans ces régions. En d'autres termes, les siréniens peuvent servir d'indicateurs de pollution susceptible d'impacter l'homme. Cette particularité, confère aux lamantins et aux dugongs le statut d'espèces 'sentinelles'. O'Shea et al. (1999) et O'Shea (2003) ont réalisé une revue des différents contaminants rencontrés chez les siréniens. Ces documents n'ont pas pu être consultés.

Les objectifs d'une étude sur les contaminants reposent sur: (1) l'identification et l'évaluation du taux de contamination d'un animal par différents composants organiques ou minéraux issus de différentes localisations géographiques, (2) la sélection de marqueurs biologiques représentatifs de différents niveaux de contamination, (3) la communication des résultats aux décideurs pour l'élaboration d'un plan d'action de conservation plus approprié.

L'étude de contaminants est généralement coûteuse et nécessite une préparation minutieuse. Une attention particulière doit être portée à : (1) la conception de l'expérience, (2) la sélection des tissus à échantillonner, (3) la taille de l'échantillon requis, (4) le protocole d'échantillonnage et (5) les outils nécessaires à l'étude. Le tableau 13 synthétise les méthodes les plus utilisées actuellement. La rareté des études portant sur les contaminants ne permet cependant pas de discerner les avantages et inconvénients de chaque méthode.

Tissu échantillonné	Technique d'échantillonnage	Type de contaminants recherchés	Méthode d'analyse des contaminants	Individu étudié
- Graisse - Foie	Haynes et al., (1999)	- Métaux lourds - Organochlorés	Haynes et al., (2005)	Dugong
- Graisse	Haynes et al., (1999)	- Polychlorinate dibenzo-P-Dioxine - Dibenzofurans	Haynes et al., (1999)	Dugong
- Foie - Rein - Graisse - Muscle	O'Shea et al., (1984)	- Organochlorés - Mercure - Plomb - Cadmium	O'Shea et al., (1984)	Lamantin

Tableau 13 : Les différentes techniques d'études des contaminants chez les siréniens.

2.3 Expertises disponibles à l'échelle internationale

Institut	Responsable	Spécialité						Contact
		Abondance	Déplacement	Habitat	Nutrition	Génétique	Contaminants	
Institut de Recherche pour le développement (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie	Andréfouët Serge, chargé de recherche	N	N	O	N	N	N	e-mail : serge.andrefouet@ird.fr Tel : +687 26 08 00
Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines,	Aragones Lem, Professeur	N	N	O	O	N	N	e-mail : lem@agri.searca.org
School of Earth and Environmental sciences, James Cook University, Townsville	Blair David, Professeur associé	N	N	N	N	O	N	e-mail : David.Blair@jcu.edu.au Tel : +61 7 47 81 43 22
Département Biologie, Université de La Rochelle, France	Bustamante Paco, Professeur	N	N	N	N	N	O	e-mail : paco.bustamante@univ-lr.fr Tel : +33 (0)5 46 50 76 25
Laboratoire de Physico- et Toxicochimie de l'Environnement, Université de Bordeaux, France	Budzinski Hélène, Directeur de recherche	N	N	N	N	N	O	e-mail : h.budzinski@ism.u-bordeaux1.fr Tel : +33 (0)5 40 00 69 98
Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, USA	Clementz Mark, Professeur associé	N	N	N	O	N	O	e-mail : mclemen1@uwyo.edu Tel : +307 7 66 60 48

Institut	Responsable	Spécialité						Contact
		Abondance	Déplacement	Habitat	Nutrition	Génétique	Contaminants	
Institut de recherche pour le développement (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie	Fernandez Jean-Michel	N	N	N	N	N	O	e-mail : jean-michel.fernandez@noumea.ird.nc
Opération Cétacés, Nouvelle-Calédonie	Garrigue Claire, expert IUCN, scientifique	O	N	O	N	N	N	e-mail : op.cetaces@lagoon.nc Tel : +687 24 16 34
Centre d'études biologiques de Chizé	Guinet Christophe: chargé de recherche	N	O	N	O	N	N	e-mail : guinet@cebc.cnrs.fr Tel : +33 (0)5 49 09 78 39
Laboratoire d'études sur les mammifères marins (LEMM) à Océanopolis, Brest	Hassani Sami: responsable de laboratoire	O	O	N	O	N	N	e-mail : sami.hassani@oceanopolis.com Tel : +33 (0)2 98 34 40 52
Great Barrier Reef Marine Park Authority (GBRMPA), Townsville, Australie	Haynes David, coordinateur des recherches sur la qualité de l'eau	N	N	N	N	N	O	e-mail : daveh@gbmpa.gov.au Tel : +61 47 50 08 53
Centre de recherche sur les mammifères marins (CRMM), Université de La Rochelle	Kiszka Jérémy, Doctorant	O	O	N	N	N	N	e-mail : jeremy.kiszka@wanadoo.fr Tel : +33 (0)5 46 50 76 38
Marine Vertebrate Ecology Research Group, The University of Queensland, Australie	Lanyon Janet, chef de projet	O	O	N	N	O	N	e-mail : j.lanyon@uq.edu.au Tel : +61 7 33 65 44 16
Queensland Brain Institute, Australia	Liebsch Nikolai, chargé de recherche	N	O	N	N	N	N	e-mail : n.liebsch@uq.edu.au Tel : +61 7 32 18 393

Institut	Responsable	Spécialité						Contact
		Abondance	Déplacement	Habitat	Nutrition	Génétique	Contaminants	
Centre de recherche sur les mammifères marins (CRMM), Université de La Rochelle	Ridoux Vincent: directeur du CRMM	O	N	N	O	N	N	e-mail : vridoux@univ-lr.fr Tel : +33 (0)5 46 50 76 38
School of Earth and Environmental sciences, James Cook University, Townsville, Australie	Marsh Helene, doyenne des recherches universitaires, Professeur de sciences environnementales	O	O	N	O	N	N	e-mail : helene.marsh@jcu.edu.au Tel : +61 7 47 81 58 61
El Colegio de la Frontera Sur, Apdo, Mexique	Morales-Vela Benjamin, scientifique	O	O	N	N	N	N	e-mail : bmorales@ecosur-qroo.mx
Opération Cétacés, Nouvelle-Calédonie & The University of Auckland, Nouvelle-Zélande	Oremus Marc, Chercheur associé	O	N	N	N	O	N	e-mail : m.oremus@auckland.ac.nz Tel : +687 28 61 93
Institut de Recherche pour le développement (IRD), Nouméa, Nouvelle-Calédonie	Payri Claude, Professeur et Directeur de recherche	N	N	O	N	N	N	e-mail : claud.payri@ird.fr Tel : +687 26 07 50
School of Earth and Environmental sciences, James Cook University, Townsville, Australie	Sheppard James, Post-Doctorant	O	O	N	N	N	N	e-mail : James.Sheppard@jcu.edu.au
Marine Vertebrate Ecology Research Group, The University of Queensland, Australie	Slade Rob, chercheur associé	N	O	N	N	O	N	e-mail : rslade@scu.edu.au
School of Earth and Environmental sciences, James Cook University, Townsville, Australie	Waycott Michelle, Professeur associé	N	N	O	N	O	N	e-mail : Michelle.Waycott@jcu.edu.au Tel : +61 7 47 25 15 70

Tableau 14 : Liste des experts internationaux pour l'étude des siréniens par ordre alphabétique.

2.4 Mesures de gestion/plans de conservation

2.4.1 Contexte international

Des mesures sont prises sur le plan international pour la protection et la conservation du dugong dans l'ensemble de son aire de répartition. La Convention Internationale sur le Commerce des Espèces menacées (CITES) de 1973 répertorie le dugong dans son Annexe I relative aux espèces les plus menacées. Celle-ci interdit « le commerce international de leurs spécimens » (CITES, 2009). En 1979, la convention de Berne mit en place une liste d'espèces animales et végétales protégées, incluant plusieurs espèces de cétacés et de pinnipèdes en France mais pas le dugong (Berne, 1979). Cette convention vise à assurer la conservation de la flore et de la faune sauvages ainsi que de leurs habitats naturels. La France mettra dix ans pour ratifier cette convention. Le dugong est présent dans l'Annexe II de la Convention de Bonn de 1979 relative aux espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS). Elle énumère les espèces qui ont « *un état de conservation défavorable (...) pouvant bénéficier d'une coopération internationale de manière significative* » (CMS, 2009). Un mémorandum d'Entente (MoU) sur la conservation et la gestion des dugongs et de leurs habitats dans l'ensemble de leur aire de répartition a été signé en 2007. À travers ce document, les Etats signataires (dont la France) expriment leur désir de coopérer étroitement pour améliorer l'état de conservation des dugongs et des habitats dont ils dépendent (MoU, 2007). Enfin, le dugong bénéficie du statut d'espèce vulnérable en étant inscrit sur la Liste Rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN, 2010).

2.4.2 Contexte régional

Des organisations spécialisées ont été créées pour assister les Etats et territoires du Pacifique Sud dans la définition et la mise en place de programmes de gestion et de conservation. Parmi celles-ci, le Programme Régional Océanien de l'Environnement (PROE) est une organisation intergouvernementale chargée de « *promouvoir la coopération, d'appuyer les efforts de protection et d'amélioration de l'environnement du Pacifique insulaire ainsi que de favoriser le développement durable* » (PROE, 2008). Le PROE et ses partenaires ont mis en place un programme cadre régional sur les espèces marines. Il comprend des plans d'action quinquennaux concernant les espèces d'intérêts particuliers pour le Pacifique : les tortues marines, les cétacés et les dugongs. Récemment, un atelier de travail s'inscrivant dans le contexte de signature du Mémorandum d'entente (MoU) s'est tenu à Brisbane. Les objectifs étaient de : (1) mettre en place une méthodologie standardisée pour la réalisation de questionnaires, (2) mettre en forme les rapports nationaux UNEP/CMS afin de permettre l'identification des priorités en terme de connaissance et de conservation, (3) évaluer l'engagement des pays/territoires pour l'année du Dugong 2011, (4) encourager les pays non signataires à signer le MoU lors de la première réunion officielle des Etats signataires qui se tiendra à Abu Dhabi en Octobre 2010. À l'issue de cette réunion, la Nouvelle-Calédonie s'est engagée à réaliser le questionnaire relatif aux dugongs. Le but de ce projet est d'obtenir des données statistiquement exploitables et comparables au niveau océanien afin d'établir un plan de conservation sur le long terme à l'échelle régionale.

2.4.3 Contexte réglementaire national

Le 27 Juillet 1995, un arrêté national fixe la liste des mammifères marins protégés en France. Le 1^{er} article interdit « *sur tout le territoire national (...) et en tout temps, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement intentionnels, et la naturalisation des mammifères marins* » (Légifrance, 2006). Cet arrêté concerne entre autres toutes les espèces de cétacés et de siréniens. Il a été modifié par l'Arrêté du 24 Juillet 2006 (Légifrance, 2010).

2.4.4 Contexte réglementaire en Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie, dans une volonté de gestion et de conservation de la biodiversité à une échelle globale, passe par la ratification de conventions internationales (Gouvernement de la Nouvelle-

Calédonie, 2009). Parmi celles-ci, elle a signé la Convention d'Apia de 1993 portant création du PROE ou la Convention Mondiale sur la Biodiversité de 1992. Suite aux Accords de Matignon en 1988, la Nouvelle-Calédonie a été divisée en 3 provinces : provinces Nord, Sud et des Iles. En 1998, les accords de Nouméa sont signés et définissent « *pour vingt années l'organisation politique du territoire et les modalités de son émancipation* » (Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 1998). Ces Accords abordent le transfert des compétences de l'Etat vers les collectivités et les provinces. Celles relatives à l'environnement sont essentiellement transférées vers les provinces (Juncker, 2006) comme « *l'exploration, l'exploitation, la gestion et la conservation des ressources naturelles, biologiques et non biologiques de la ZEE* » ou encore « *le domaine public maritime* » (Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 1998). Ainsi, chaque province est chargée de mettre en place des outils de gestion en faveur de l'environnement.

La province Sud, à travers la Direction de l'Environnement (DENV) possède un Service de la protection de la mer et du lagon. Ses objectifs visent entre autres la protection de la flore et de la faune marines, la surveillance des réserves marines et la réglementation de la pêche plaisancière (Province Sud, 2008). En province Sud, la chasse du dugong est totalement interdite (Code de l'Environnement de la province Sud, 2009).

La province Nord, à travers la Direction du Développement Economique et de l'Environnement (DDEE), possède plusieurs services (environnement, aquaculture, pêche) dont les objectifs sont de structurer et développer l'économie en province Nord tout en respectant et valorisant l'environnement (Province Nord, 2003). Dans ce contexte, une brigade de gardes nature a été implantée en Province Nord. Elle permet entre autre de se rapprocher et de sensibiliser les populations locales. La brigade des gardes nature peut aussi faire acte de répression lorsque ceci est nécessaire. La chasse du dugong est interdite en province Nord; cependant des dérogations peuvent être délivrées dans le cadre de cérémonies coutumières (Code de l'Environnement de la province Nord, 2008). Dans la région de Hyabé/Diahoué/Pouébo, une Aire Marine Protégée intitulée « Aire de Gestion Durable des Ressources de Hyabé-Lé Jao » a récemment été créée, la pêche du dugong y est strictement interdite (Baillon & Fani-noz, Comm. Pers.).

Dans la province des Iles, le dugong est protégé par la délibération n°68 de la Loi du 25 juin 1962. Celle-ci stipule que les captures « *sont interdites sauf autorisation spéciale et exceptionnelle notamment pour des fêtes traditionnelles et coutumières* ». Les demandeurs doivent fournir des informations telles que la date et le lieu de la capture ou la taille et le sexe de l'animal (Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, 2006).

Récemment, Bordin (2009) a identifié des aires de conservation prioritaires pour la population de dugongs qui utilise les lagons de Nouvelle-Calédonie (figure 16). Cependant, l'étude s'est trouvée limitée du fait du manque de connaissance sur l'espèce, son habitat ainsi que sur leurs menaces. C'est pourquoi une réflexion a été menée par Bordin (2009) sur : (1) les actions d'acquisition de connaissances, (2) de sensibilisation, (3) d'éducation, (4) d'application et de renforcement de la réglementation en vigueur pour la conservation du dugong (les tableaux synthétiques relatifs à ces réflexions figurent en Annexe 1 de ce document).

D'autre part, un plan d'action 2008-2012 pour la conservation du dugong en Province Sud a été établi par la responsable des espèces emblématiques de la Province Sud (Bachet, Comm. Pers.). Les sept principaux objectifs abordés sont les suivants : (1) améliorer les connaissances sur le dugong, (2) améliorer les connaissances sur les habitats des dugongs, (3) faire appliquer la réglementation en vigueur, (4) modifier les comportements/renforcer la sensibilisation relative à la conservation des dugongs, (5) valoriser (par l'aménagement d'un parc d'observation), (6) renforcer la coopération à l'échelle territoriale, nationale, régionale et internationale, (7) rechercher des financements. Ce document n'a cependant pas été officiellement validé par l'exécutif provincial (Plan d'action détaillé en Annexe 2 de ce document).

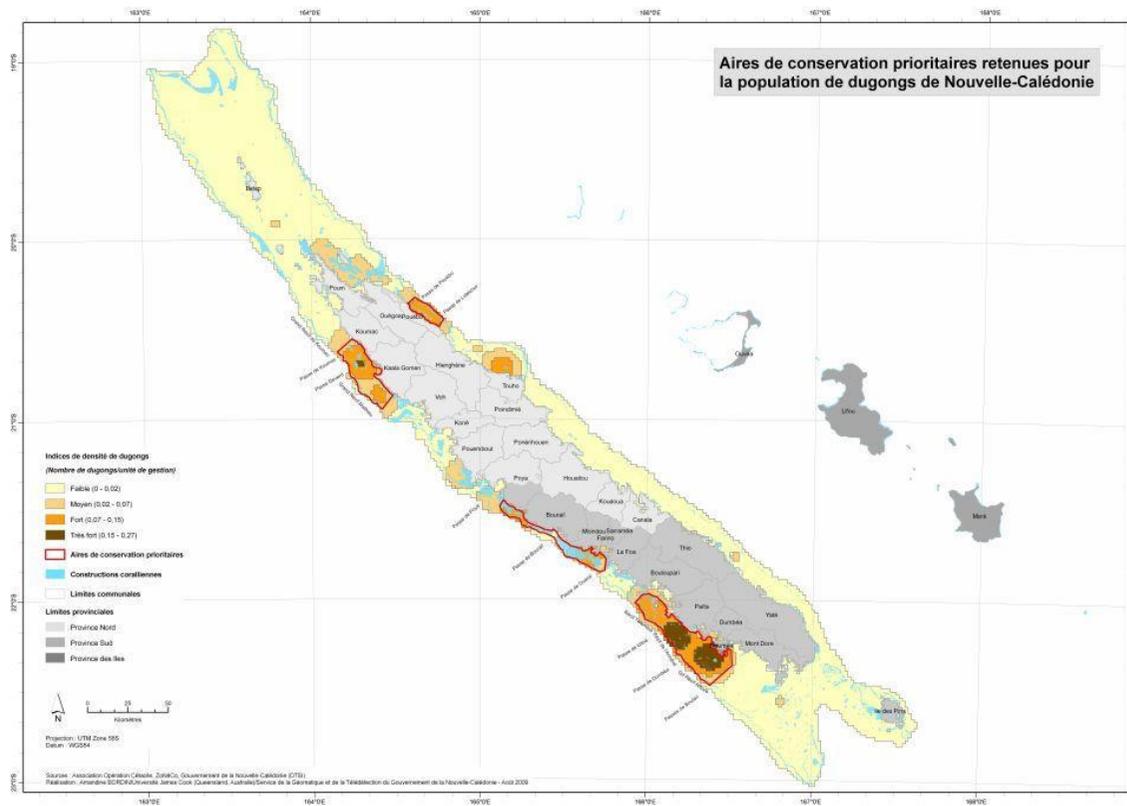


Figure 16 : Aires de conservation prioritaires identifiées pour la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie (Bordin, 2009).

3. PROPOSITIONS EN VUE D'AMELIORER LES CONNAISSANCES

3.1 Introduction

Les connaissances relatives au dugong, à son environnement et aux pressions exercées sur l'espèce varient fortement entre les pays / territoires de la région de la mer de Corail.

L'Australie est le pays qui abrite le plus grand nombre de dugongs au monde. Ce pays possède des ressources financières et humaines sans égales dans la région. Les experts australiens ont donc, logiquement, su profiter de ces atouts pour accroître leurs connaissances sur les dugongs, leur statut et les moyens de protection et de gestion à mettre en œuvre.

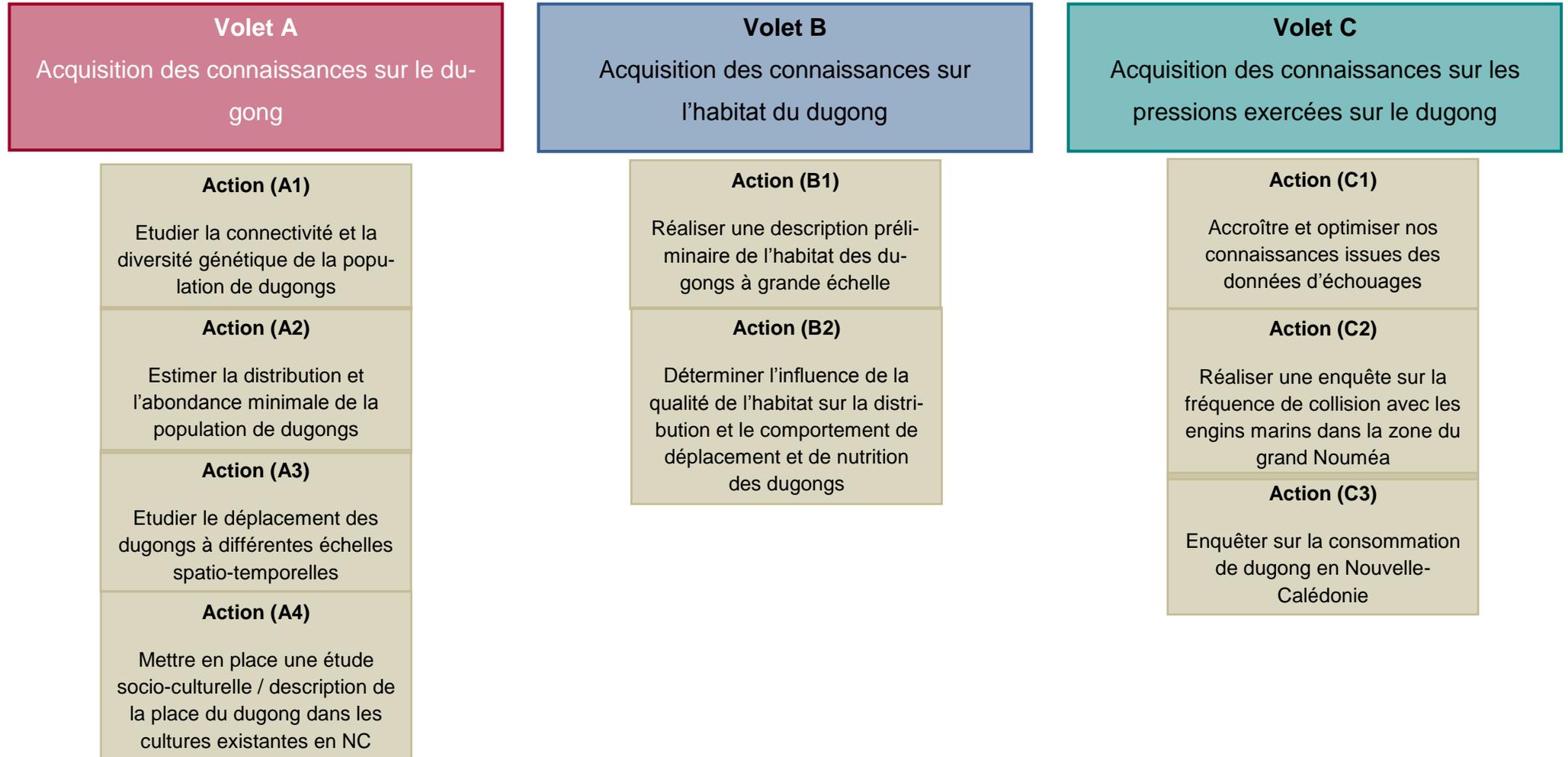
La Nouvelle-Calédonie, territoire français, abrite de son côté l'une des plus importantes populations mondiales de dugongs après l'Australie et le Golfe d'Arabie. Cependant, le statut de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie reste préoccupant. Des études ont été menées afin de mieux connaître cette espèce. Cependant, nous avons pu mettre en évidence dans le précédent chapitre que les connaissances sur le dugong, son habitat et les pressions exercées sur ceux-ci restent insuffisantes pour établir précisément le statut de l'espèce en Nouvelle-Calédonie et permettre ainsi la mise en place de mesures de gestion et de conservation adaptées à la population.

Le présent document s'achève donc par une proposition d'actions relatives au dugong et à son habitat à mettre en œuvre d'ici à la fin de l'année 2012. Ces actions permettront par la suite de participer à l'établissement d'une meilleure protection et gestion de l'espèce en Nouvelle-Calédonie.

Le plan d'action se divise en trois volets principaux qui sont détaillés tout au long de ce chapitre.

Une mission a été réalisée dans le courant du mois de Mai 2010 à Townsville, en Australie, afin de rencontrer des scientifiques et gestionnaires spécialistes des dugongs et de discuter avec eux de la pertinence des actions recommandées dans le présent plan d'action.

3.2 Diagramme représentatif des besoins de connaissances



3.3 Volet A : Acquisition des connaissances sur le dugong

3.3.1 Action A1 : Etudier la connectivité et la diversité génétique de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie

a) Introduction

En l'absence de recrutement (via migration), une population peut voir sa diversité génétique et ses chances de survie décroître lorsqu'elle subit une pression anthropique trop importante telle que la chasse ou en cas de catastrophe démographique (par exemple suite à une destruction de l'habitat ou à une attaque virale). Les mammifères marins ont longtemps été perçus comme des animaux n'ayant pas à faire face à une telle fragmentation du fait de leur habitat ouvert et de leur grande aptitude à se déplacer. Cependant, plusieurs études génétiques ont révélé le contraire, indiquant une structuration des populations ; c'est notamment le cas du dugong en Australie (McDonald, 2006).

Placés en périphérie de la zone de répartition de l'espèce, les dugongs de Nouvelle-Calédonie et ceux du Vanuatu font face à un plus grand risque d'isolement génétique que les populations situées au centre de l'aire de répartition de l'espèce comme celles du Sud-Est asiatique. Une étude de la variabilité génétique des dugongs de Nouvelle-Calédonie est donc essentielle pour une meilleure connaissance du statut de la population ; elle représente une étape préalable obligatoire à l'établissement de plans de gestion et de conservation adaptés. Mieux connaître le degré de connectivité avec les populations voisines permettrait notamment d'établir si des variations d'abondance en Nouvelle-Calédonie peuvent ou non s'expliquer par des mouvements de masse en dehors du territoire.

Le projet d'étude exposé ci-dessous a été présenté au Pr. Helene Marsh et au Pr. David Blair de l'Université de James Cook qui ont tous deux validé sa priorité ainsi que la pertinence des objectifs listés.

b) Objectifs

1/ Déterminer si la population de Nouvelle-Calédonie est isolée génétiquement des populations australiennes et vanuataises. Les dugongs sont en effet capables d'effectuer de grands déplacements de plusieurs centaines de kilomètres mais nous ignorons s'il existe des échanges transocéaniques entre des populations éloignées ; échanges qui permettraient un brassage génétique et réduiraient l'impact des captures ou autres pressions.

2/ Déterminer la structure génétique de la population de dugongs en Nouvelle-Calédonie : existe-t-il une ou plusieurs populations en Nouvelle-Calédonie ?

3/ Estimer le niveau de diversité génétique présente dans la (ou les) population de Nouvelle-Calédonie et déterminer si la (ou les) population porte les stigmates d'une réduction importante de ses effectifs (effet « bottleneck ») au cours des dernières générations. Il sera ainsi possible de comparer cette diversité génétique à celle observée en Australie. Une diversité réduite indiquerait un statut à risque pour la population calédonienne.

4/ Retracer l'histoire évolutive de la population de Nouvelle-Calédonie. L'analyse de marqueurs génétiques peut permettre de déterminer quels sont les liens de parentés avec les différentes lignées présentes en Mer de Corail. Divers tests statistiques peuvent également permettre d'évaluer l'âge approximatif de la population et la façon dont elle s'est formée.

Une première analyse est sur le point d'être lancée. Cependant, le volet génétique du plan d'action dugong nécessitera le lancement d'analyses ultérieures afin d'atteindre les objectifs listés ci-dessus. En effet, un plus grand nombre d'échantillons d'ADN provenant de différentes localités autour de la Nouvelle-Calédonie et hors territoire (ex : Vanuatu) sera nécessaire pour s'affranchir des questions relatives à l'isolement et la structure génétique de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie.

c) Méthodologie

Une analyse des échantillons déjà disponibles (N = 15 à 18) est nécessaire. Les analyses en laboratoire se réaliseront par l'étude de marqueurs de l'ADN mitochondrial et nucléaire (Microsatellites ; voir Annexe 3). Les jeux de données acquis seront comparés à ceux disponibles sur les dugongs d'Australie (N = 175 ; Université de James Cook Townsville).

L'analyse pourra être poursuivie (structure de la population de Nouvelle-Calédonie, connectivité avec des populations de dugongs comme celle du Vanuatu et d'ailleurs etc..) grâce à des échantillons qui pourront être collectés par la suite pendant les années 2010, 2011 et 2012 au cours de travail de terrain en mer ou à l'occasion de futurs échouages.

d) Expertise et ressources humaines

L'analyse des échantillons déjà disponibles devrait être réalisée par Opération Cétacés qui a d'ores et déjà été approchée par la province Sud pour cette étude. Le responsable du projet serait le Dr Marc Oremus qui serait chargé de mener les analyses en laboratoire et les analyses informatiques (voir Annexe 3). L'analyse s'effectuerait dans les laboratoires de l'IRD, à Nouméa, sous réserve de la mise en place d'une collaboration avec Opération Cétacés. La comparaison avec des échantillons provenant d'Australie serait réalisée en collaboration avec le Pr. David Blair de l'Université de James Cook, Townsville, Australie.

e) Ressources logistiques

Le matériel nécessaire à l'analyse des échantillons d'ADN sera soit mis à disposition par l'IRD (machines PCR, séquenceurs etc..) soit fourni par le responsable scientifique du projet (petits matériels, solutions, primers etc..).

f) Echancier

L'analyse des échantillons déjà disponibles sera effectuée au cours du second semestre 2010 avec la rédaction d'un rapport d'étude remis au plus tard fin février 2011. Un complément d'étude pourra être lancé en 2011 ou 2012 sous réserve d'obtention d'autres échantillons.

g) Coût

Le coût des analyses de laboratoire incluant l'extraction d'ADN, le sexage moléculaire, l'amplification et le séquençage de la région de contrôle de l'ADN mitochondrial ainsi que l'amplification et le génotypage de microsatellites s'élève à 400 000 FCFP pour la première série d'échantillons. Les honoraires pour la réalisation des analyses en laboratoire, du traitement des données et de la rédaction d'un rapport présentant les résultats s'élèvent à 1 200 000 FCFP. Le total s'élève à 1 680 000 FCFP TTC. Les coûts liés à la suite des études génétiques sur la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie seront à calculer à la suite de ce premier travail.

3.3.2 Action A2 : Estimer la distribution et l'abondance minimale de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie

a) Introduction

En Nouvelle-Calédonie une première étude conduite en saison fraîche 2003 dans le cadre du programme ZoNéCo, a conclu que le dugong était le mammifère marin le plus important de Nouvelle-Calédonie en terme de conservation.

Afin de rechercher d'éventuelles variations saisonnières dans la distribution, un second survol était envisagé. Cette seconde étude conduite en saison chaude 2008 n'a été réalisée que cinq ans après la première, ne permettant pas de distinguer l'origine (annuelle ou saisonnière) de variations observées de l'abondance et de la densité. Ces résultats ont amené les chercheurs à proposer de nouveaux

survol pour confirmer ou infirmer la tendance observée (Garrigue, Comm. Pers.). Faute de ressource financière, ces survols n'ont jamais eu lieu, laissant en suspend les questions concernant la tendance évolutive de la taille de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie.

De récentes avancées scientifiques ont conclu qu'en l'état actuel des technologies et des méthodologies disponibles, l'évaluation de l'évolution de la taille d'une population de mammifères marins était à prendre avec beaucoup de précaution (Taylor, 2007 ; Marsh et al., en préparation). Ces réflexions ont de nouveau été discutées et validées par le Pr. Helene Marsh.

Malgré ces nouvelles informations, le Pr. Helene Marsh pense que les survols aériens restent le meilleur moyen pour connaître la distribution à grande ou à petite échelle d'une population comme celle des dugongs de Nouvelle-Calédonie ainsi que son abondance minimale.

b) Objectifs

Les objectifs suivants ont été présentés au Pr. Helene Marsh :

1/ Identifier la distribution de la population de dugongs à macro ou à méso-échelle.

2/ Déterminer s'il existe ou non une variation saisonnière de la distribution des dugongs à macro ou à méso-échelle.

3/ Suivre l'abondance minimale de la population de dugongs.

c) Méthodologie

Plusieurs cas d'étude susceptibles de répondre aux objectifs proposés précédemment ont été envisagés après discussion avec C. Garrigue qui avait réalisé les études précédentes. Ces propositions ont été présentées à Helene Marsh qui les a validées. Cependant le choix du plan d'échantillonnage le plus approprié devra rapidement faire l'objet d'une discussion entre les gestionnaires et les scientifiques Calédoniens. D'autant plus que le Dr. Claire Garrigue et le Pr. Helene Marsh se sont dit prêts à évaluer et valider la proposition choisie par les décideurs Calédoniens.

*** Cas d'étude n°1 ***

Le plan d'échantillonnage réalisé en 2003 et 2008 est maintenu avec un survol par an sur au moins trois ans.

Résultat global escompté : Estimation de la distribution et de l'abondance minimale à l'échelle de l'ensemble du lagon de la Grande-Terre.

*** Cas d'étude n°2 ***

L'échantillonnage est réalisé à l'échelle de l'ensemble du lagon de la Grande-Terre. La côte Ouest et Nord-Est représentant plus de 90% de la population de dugongs de Nouvelle-Calédonie, l'effort d'échantillonnage dans ces régions est augmenté (i.e. doublement des transects). L'effort d'échantillonnage sur la côte Est réalisé en 2003 et 2008 est maintenu voir diminué, en effectuant des transects de type 'zig-zag'. L'effort d'échantillonnage des lagons Nord et Sud est diminué.

Résultat global escompté : Augmentation de la précision de l'estimation de la distribution dans les régions à forte concentration de dugongs ainsi que de l'estimation de l'abondance minimale à l'échelle de l'ensemble du lagon de la Grande-Terre.

*** Cas d'étude n°3 ***

L'échantillonnage est concentré sur la côte Ouest de la Grande-Terre où de grands groupes de dugongs ont été observés par le passé.

Résultat global escompté : Evaluation de la distribution à méso-échelle dans une région considérée comme importante pour le dugong.

*** Variabilité saisonnière ***

Un élément de réponse concernant la variabilité saisonnière de la distribution de la population de dugongs à grande échelle a été obtenu grâce aux survols de 2003 (saison fraîche) et 2008 (saison chaude). H. Marsh souligne le fait que des résultats plus robustes pourraient être obtenus dans la mesure où les gestionnaires en font la demande. Cependant, ceux-ci nécessiteraient un effort d'échantillonnage plus important, c'est-à-dire la réalisation de plusieurs survols au sein de la même saison et au cours de la même année pendant une durée minimale de deux ans. Les trois cas d'étude précédemment décrits pourraient être adaptés à ce choix.

En conclusion, la méthodologie à appliquer dépendra des objectifs des gestionnaires et de la faisabilité des survols associés à ces objectifs.

d) Expertise et ressources humaines

Nous recommandons l'expertise de l'équipe du docteur Claire Garrigue, scientifique et gérante de la Société Bio & Sea SARL (Nouméa, Nouvelle-Calédonie) et de l'équipe du Professeur Helene Marsh, spécialistes en survol aérien de l'Université de James Cook (Townsville, Australie).

Lors des sessions de survols, un pilote ainsi qu'un coordinateur de vol et quatre observateurs expérimentés seront nécessaires. L'analyse des données et la rédaction d'un rapport seront ensuite effectuées par un ou deux des observateurs.

e) Ressources logistiques

L'avion pour la réalisation des survols sera loué à l'agence Vertical Passion, seule société louant actuellement le type d'avion nécessaire. Le reste du matériel (Palm pilot, GPS, magnétophones, casques etc..) sera fourni par Bio & Sea si celle-ci est approchée pour la réalisation du travail.

f) Echancier

Les dates de survols et les rapports qui y sont associés seront à définir lors de la discussion entre les gestionnaires et les scientifiques sur la méthodologie à mettre en place pour ce projet. Ce projet pourrait commencer au second semestre 2010.

g) Coût

Le coût associé au projet sera à définir suite à la discussion entre les gestionnaires et les scientifiques sur la méthodologie à mettre en place. Néanmoins, un devis représentant le coût relatif à un survol du même type que ceux réalisés en 2003 et en 2008 est disponible en Annexe 4.

3.3.3 Action A3: Etudier le déplacement des dugongs et leur utilisation de l'habitat

a) Introduction

L'un des premiers objectifs lié à la conservation des mammifères marins consiste à évaluer le déplacement et l'utilisation de l'habitat de l'espèce étudiée.

Nous avons pu constater dans le chapitre précédent qu'aucune étude n'avait encore été réalisée sur le déplacement des dugongs et leur utilisation de l'habitat en Nouvelle-Calédonie.

Depuis des dizaines d'années, nos voisins australiens sont parvenus à déployer des balises de différents types afin de mieux comprendre le déplacement des dugongs qui bordent leurs côtes. Ces études ont permis de découvrir que l'espèce, malgré son étiquette d'animal inféodé à un milieu restreint (i.e. prairies d'herbiers à faible profondeur), était capable de se déplacer sur de très grandes

distances (Sheppard et al., 2006). Il est également capable d'effectuer des déplacements journaliers à des profondeurs variables. Ces déplacements varient en fonction des différentes conditions environnementales (température de l'eau, luminosité, marée, vent ; Sheppard et al., 2009 ; Marsh et al., en préparation). L'étude du mouvement horizontal et vertical des dugongs est donc une composante essentielle qui permettra d'identifier les aires d'utilisation préférentielles de l'espèce en Nouvelle-Calédonie afin de pouvoir les étudier et les conserver.

L'étude des déplacements offre également une meilleure interprétation des données relatives à la distribution et à l'abondance de la population préalablement acquises par les survols aériens. Une première cartographie des zones à fortes concentrations de dugongs autour de la Grande-Terre a été établie (Bordin, 2009); cependant, ces résultats ne nous informent pas sur le déplacement des dugongs autour de la Grande-Terre voir à l'extérieur du lagon vers les îles Loyautés et le Vanuatu (qui se situent à des distances franchissables par un dugong). Pour ces raisons, il est donc aujourd'hui primordial de mettre en place une étude sur le déplacement des dugongs afin de mieux appréhender ses mouvements à petite et à grande échelle.

Enfin, il a été établi que certaines activités humaines influencent fortement les dugongs et leur comportement de déplacement (i.e. trafic maritime, pollutions, dégradation et/ou perte d'habitats préférentiels ; Marsh et al., 2002). Des études télémétriques ont donc été conduites sur les dugongs par les Australiens avec l'aide d'outils SIG afin d'identifier des aires de protection prioritaires pour l'espèce et des zones de réglementation de vitesse pour les navires dans les régions à fortes activités maritimes. Nous avons pu constater que le trafic maritime dans le grand Nouméa était important et grandissant. Par ailleurs, de nombreux dugongs vivent dans cette région. Il serait donc nécessaire de porter une attention particulière aux dugongs vivant dans cette région de Nouvelle-Calédonie en analysant de plus près leurs déplacements horizontaux et verticaux journaliers ainsi que leur comportement vis à vis des activités humaines.

Le Pr. Helene Marsh a soutenu l'importance d'une telle étude en Nouvelle-Calédonie.

b) Objectifs

1/ Etudier le déplacement des dugongs à macro-échelle. Cette étude permettra de savoir jusqu'où, quand et à quelle fréquence les dugongs se déplacent autour de la Grande-Terre et à partir de la Grande-Terre vers les régions avoisinantes. Elle permettra également de mieux comprendre les résultats de distribution et d'abondance acquis à l'aide des survols aériens. Enfin l'étude du déplacement des dugongs offrira la possibilité de définir de façon plus précise des aires de protection prioritaires de l'espèce à différentes échelles spatiales.

2/ Etudier le déplacement horizontal et vertical journalier des dugongs dans le lagon du grand Nouméa en relation avec son habitat ainsi que leur comportement face aux activités maritimes. En effet, nous ne savons pas comment se déplacent les dugongs (distance journalière parcourue, zones préférentielles, comportement de plongée etc..) et encore moins comment ceux-ci se comportent face à l'intensité grandissante du trafic maritime dans le grand Nouméa. C'est pourquoi la mise en place d'un plan de gestion adapté à l'échelle de cette région nécessite l'étude du déplacement de l'espèce à petite échelle.

c) Méthodologie

L'étude pourra s'effectuer par balisage des dugongs capturés par la méthode du 'rodéo'. Ces animaux ont un comportement individualiste ; il est donc nécessaire de suivre un certain nombre d'individus pour obtenir des informations sur les déplacements. La pose de 20 balises serait un bon début pour apporter de premières informations (Marsh, Comm. Pers.). Les zones où les balises seront déployées devront être déterminées en fonction des informations souhaitées par les gestionnaires et les scientifiques en fonction des contraintes logistiques. Ce point sera donc à discuter entre les gestionnaires et les scientifiques. Il devra également tenir compte de la difficulté de capture des dugongs.

H. Marsh considère qu'une étude pilote est nécessaire afin de s'assurer de la faisabilité du projet.

d) Expertise et ressources humaines

Nous proposons que l'étude se réalise dans le cadre d'un doctorat. Le porteur du projet sera responsable de la mission de terrain, de l'analyse des données, du rendu de rapports et de la rédaction d'une thèse de doctorat.

Helene Marsh a rappelé son intérêt pour l'encadrement d'une thèse en co-tutelle sur cette problématique et préconise que l'étudiant intéressé, Christophe Cleguer, se porte candidat pour l'obtention d'une bourse dès 2010. Du côté de la Nouvelle-Calédonie le Dr. Laurent Wantiez (Université de Nouvelle-Calédonie) et le Pr. Claude Payri (IRD) ont été approchés dans le cadre de la mise en place d'une cotutelle sur ce projet.

Le Pr. Marsh a généreusement proposé de prêter deux balises à Opération Cétacés dans l'expectative du lancement d'un projet de thèse et afin que Christophe Cleguer puisse tester la capture et l'utilisation de l'équipement sur les dugongs de Nouvelle-Calédonie. Cette étude préliminaire apportera des informations sur la faisabilité d'un tel projet à plus grande échelle.

Le Pr. Marsh prêtera donc deux balises à l'association Opération Cétacés afin que celle-ci réalise une étude pilote. Nous recommandons que l'association soit contactée afin de discuter de la mise en place de ce projet pilote. Le Pr. Marsh a également recommandé que Christophe Cleguer fasse appelle à Nikolaï Liebsch (JCU) et Peter Kraft (JCU) (tous les trois travaillent actuellement à la pose de balise en Australie) pour faciliter à la mise en place de l'étude en Nouvelle-Calédonie.

La méthode de capture par rodéo implique un grand nombre de participants (coordinateurs de mission, skippers, sauteurs/attrapeurs et assistants). Au total, environ huit personnes sont nécessaires pour la pose des balises sur les dugongs.

e) Ressources logistiques

Le Pr. Helene Marsh recommande l'utilisation de balises fabriquées par Telonics (Telonics Gen 4 GPS/Argos). Ces outils sont déployés depuis plusieurs années en Australie. L'utilisation de nouveaux prototypes de balises est en effet déconseillée car le risque de non fonctionnement est trop important pour cette première étude. Au minimum deux bateaux (ex : plates en aluminium) seront nécessaires pour la capture et le déploiement des balises. Les programmes d'analyse des données sont fournis par Telonics.

f) Echancier

Nous recommandons que le projet pilote de balisage de deux dugongs débute avant la fin de l'année 2010 ou au premier semestre 2011. Nous soutenons l'idée d'un projet de thèse débutant dans la lancée du projet pilote dans la mesure où celui-ci se montre convaincant. Le responsable du projet de thèse pourrait néanmoins postuler à des bourses de thèse dès l'année 2010.

g) Coût

Le coût de l'équipement (20 balises) s'élève à 12 000 000 CFP (TTC) (Annexe 5). La bourse de l'étudiant s'élèverait aux alentours de 10 800 000 CFP brut sur trois ans (3 600 000 CFP brut par an). Les déplacements de l'étudiant s'élèvent à 800 000 CFP TTC (déplacements réguliers Nouméa-Townsville et éventuellement vers la France). Enfin, les autres frais de logistique et de contingence (bateaux, essence, logements etc..) seront à évaluer une fois les zones de terrain discutées et définies entre les gestionnaires et les scientifiques acteurs du projet.

3.3.4 Action A4 : Etudier la symbolique du dugong dans la culture des peuples de Nouvelle-Calédonie

a) Introduction

Le dugong occupe une place importante au sein des populations du Pacifique Sud. Nous avons cependant constaté qu'aucune étude de la symbolique du dugong n'a été réalisée en Nouvelle-Calédonie à ce jour. Dans le Déroit de Torres, en Australie, une récente étude a montré que la chasse de cette espèce pouvait apporter des bénéfices aussi bien au niveau culturel qu'au niveau de l'alimentation et du prestige individuel (Delisle, Comm. Pers.). Ces données sur la représentativité du dugong et sur sa chasse permettent actuellement de mettre en place de nouvelles lois ou de modifier celles qui sont existantes afin de mieux répondre aux préoccupations des scientifiques et gestionnaires d'une part, et des populations locales d'autre part.

b) Objectifs

Réaliser une étude sur la représentativité du dugong au sein des populations de Nouvelle-Calédonie pour tenter de répondre à des questions telles que : Que représente le dugong dans les différentes cultures existantes sur le territoire? Quels sont les mythes, contes et événements associés à cette espèce ? Comment la chasse au dugong a-t-elle débuté, pourquoi et de quelle façon? Comment l'image du dugong a-t-elle évolué au fil du temps ? Quelles ont été/sont les raisons de sa chasse? Les réponses à ces questions permettront de mieux comprendre l'importance du dugong pour les populations locales. Une telle étude permettrait également de mettre en œuvre des mesures de gestion respectueuses des ethnies locales et autres.

c) Méthodologie

L'étude consistera en une recherche bibliographique relative à la représentativité culturelle du dugong au sein des peuples du Pacifique Sud et en particulier de ceux inhérents à la Nouvelle-Calédonie. Des entretiens avec les membres des différentes tribus Calédoniennes (Grande Terre, île des Pins et îles Loyautés) et d'autres ethnies pourront ensuite être réalisés. Nous invitons cependant les membres décideurs du plan d'action final à envisager que ce projet soit lié à celui concernant la consommation de dugong (Volet C/Action C3).

d) Expertise et ressources humaines

René Zimmer, professeur agrégé à l'Université de Nouvelle-Calédonie au sein du département 'Lettres Langues Sciences Humaines', a été approché. Il s'est dit intéressé pour encadrer un étudiant de Master de l'Université pour le montage et la réalisation d'un projet d'étude socio-culturelle sur le dugong en Nouvelle-Calédonie. Un encadrement en collaboration entre l'Université de Nouvelle-Calédonie et les Provinces Sud et Nord serait à envisager afin de soutenir et de faciliter les démarches de l'étudiant lors de ces travaux de recherches.

e) Ressources logistiques

Recherche bibliographique. Mise au point d'un plan d'interview. Déplacements (transport et logement) associés au travail d'interview (routier et aérien).

f) Echancier

Nous recommandons que l'étude puisse débuter durant l'année scolaire 2010-2011 pour ce qui est de la recherche bibliographie et à la fin de l'année scolaire pour les démarches d'interview. L'étude pourrait prendre fin au début du premier trimestre 2012 avec la restitution d'un rapport de stage et d'une présentation orale.

g) Coût

L'étudiant serait rémunéré à hauteur de 50 000 FCFP par mois. Un coût additionnel sera à envisager en fonction de ses déplacements.

3.4 Volet B : Acquisition des connaissances sur l'habitat du dugong

3.4.1 Action B1 : Réaliser une description préliminaire de l'habitat des dugongs à grande échelle

a) Introduction

Les herbiers de phanérogames constituent l'habitat principal des dugongs. De ce fait, leur existence représente un indicateur de la présence potentielle de l'espèce.

Suite à l'état des lieux des connaissances disponibles en Nouvelle-Calédonie, nous avons constaté qu'il existait des données relatives à l'habitat du dugong sur le territoire mais qu'elles étaient dispersées et ne se présentaient pas sous une forme adéquate à l'identification d'un habitat pour dugong. Nous recommandons donc qu'une compilation de ces données soit réalisée. Cette étude pourra apporter une première explication sur la distribution des dugongs à grande échelle en Nouvelle-Calédonie.

b) Objectifs

1/ Compiler et cartographier les données relatives à la localisation, la description et la biomasse des herbiers de phanérogames autour de la Nouvelle-Calédonie (i.e. cartographies issues d'imageries satellitaires, données topographiques et bathymétriques, densités des herbiers de phanérogames).

2/ Mettre en parallèle et comparer les données acquises grâce à l'objectif (1/) avec celles disponibles sur la distribution générale et la densité de la population de dugongs.

c) Méthodologie

La première étape de cette étude consiste à rechercher et collecter toutes les informations disponibles sur la distribution et la densité des dugongs ainsi que les données relatives à leur habitat (topographie, bathymétrie, cartographies des herbiers) et aux conditions météorologiques enregistrées lors des suivis (Courantologie, température de l'eau, marées, vent etc.). Un travail de compilation des données pourra ensuite être effectué (grâce à différents programmes informatiques de type SIG) pour obtenir une carte générale des données existantes sur les dugongs et leurs herbiers.

d) Expertise et ressources humaines

L'étude pourra s'effectuer de deux manières différentes. La première impliquerait le recrutement d'un contractuel spécialisé dans ce domaine d'étude. La seconde verrait le présent projet s'inscrire dans le cadre de la thèse relative à l'étude du déplacement des dugongs et à leur utilisation de l'habitat (collaboration JCU-IRD-UNC voir DTSI ; voir 3.1.3.3)

e) Ressources logistiques

Recherche bibliographique accompagnée de l'utilisation de programmes SIG et statistiques.

f) Echancier

L'étude se basant sur des données préexistantes, nous recommandons que le présent projet soit mis en place au cours du second semestre 2010. La date de rendu du travail dépendra des moyens d'expertise choisis.

g) Coût

Le coût de l'étude dépendra des moyens d'expertise choisis (devis du contractuel / coût associé au financement d'un thésard).

3.4.2 Action B2 : Déterminer l'influence de la qualité de l'habitat sur la distribution et le comportement de déplacement et de nutrition des dugongs

a) Introduction

L'état des lieux des connaissances et des méthodologies portant sur l'étude des dugongs et leur habitat à l'échelle régionale a révélé que la qualité d'un herbier pouvait influencer sur le comportement de déplacement et de nutrition des dugongs (Sheppard et al., 2007). En effet, en Australie, une compilation des données du déplacement des dugongs (via télémétrie) et de la composition spécifique, de la biomasse et de la composition en nutriments des herbiers a permis de déterminer le type et la qualité d'herbier ciblé par les dugongs. Ces résultats sont aujourd'hui utilisés par les gestionnaires afin d'adapter leur plan de conservation de l'espèce et de son habitat.

La diversité floristique et les conditions environnementales en Nouvelle-Calédonie sont différentes de celles observées en Australie. Le plan de protection et de gestion des dugongs et de leur habitat sur le territoire devra être adapté aux conditions particulières de notre île. La mise en place de ce plan nécessitera donc une étude détaillée des aires préférentielles de l'espèce autour de la Grande-Terre.

Une compilation des données de distribution (obtenues grâce aux survols passés et futurs) et de déplacement des dugongs (obtenues grâce à la pause de balises satellitaires) permettra de déterminer les aires préférentielles de nutrition des dugongs. Suite à cette compilation, une étude descriptive de la composition spécifique, de la densité, de la biomasse et de la composition en nutriment des herbiers ciblés par les dugongs pourra être mise en place afin de déterminer le type et la qualité d'herbier ciblé par les dugongs.

b) Objectifs

1/ Conduire une étude approfondie des zones d'herbiers ciblées par les dugongs en terme de diversité spécifique, densité, biomasse et composition en nutriments.

2/ Interpréter les résultats afin de mieux comprendre la distribution ainsi que le comportement de déplacement et de nutrition des dugongs à l'échelle des aires de distributions préférentielles de l'espèce.

c) Méthodologie

Les zones préférentielles des dugongs seront identifiées grâce à une compilation des données de distribution (obtenues grâce aux survols passés et futurs) et de déplacement des dugongs (obtenues grâce à la pause de balises satellitaires). Les plans d'échantillonnages seront conçus à l'aide de programmes informatiques (type ArcView). Les sites seront localisés à l'aide d'un outil GPS. Un échantillonnage intensif des zones préférentielles et de leurs environs sera effectué. Le type de sédiment, la distribution et la composition spécifique des herbiers seront identifiés. Leur biomasse et leur densité seront évaluées. Chaque espèce de phanérogame sera prélevée afin d'en analyser les nutriments grâce à la spectroscopie infrarouge suivant un protocole mis au point dans de récentes études australiennes (Lawler et al., 2006 ; Sheppard et al., 2007). L'analyse des données sera réalisée à l'aide de différents outils informatiques (SIG, outils statistiques etc.).

d) Expertise et ressources humaines

L'étude pourra s'effectuer de deux manières différentes. La première impliquerait le recrutement d'un contractuel spécialisé dans ce domaine d'étude. La seconde verrait le présent projet s'inscrire dans le cadre de la thèse relative à l'étude du déplacement des dugongs et à leur utilisation de l'habitat (voir 3.1.3.3). Le travail de terrain nécessitera la présence de trois personnes (un skippeur et deux plongeurs, selon la réglementation en vigueur). Le travail d'analyse en laboratoire, d'analyse informatiques et de rédaction du rapport sera effectué par le scientifique en charge du projet.

e) Ressources logistiques

Ce projet nécessitera l'utilisation d'un bateau de recherche et de divers matériaux d'échantillonnage. Ces derniers restent à définir en fonction des zones d'études choisies (plongées PMT, plongées en scaphandre autonome, caméras télécommandées à distances associées à un système d'échantillonnage des plantes).

f) Echéancier

L'étude devra avoir lieu suite au suivi télémétrique des dugongs et après compilation des données de déplacement et de survol. Le temps voué à l'échantillonnage dépendra principalement de la taille et du nombre d'aires préférentielles identifiées (potentiellement quatre aires d'études si l'on se fie aux résultats de densités apportés par le passé).

g) Coût

Le coût de l'étude dépendra entre autres des moyens d'expertise choisis (devis du contractuel / coût associé au financement d'un thésard). Le coût du travail d'échantillonnage s'élèvera aux alentours de 500 000 CFP net par semaine (5 jours de travail effectif par semaine). Le coût associé à l'analyse des nutriments en laboratoire via la technique de spectroscopie dans l'infrarouge proche reste à déterminer.

3.5 Volet C : Acquisition des connaissances sur les pressions exercées sur le dugong

3.5.1 Action C1 : Accroître et optimiser les connaissances issues des données d'échouage : projet Réseau-Kit-Formation

a) Introduction

Les échouages permettent d'obtenir des informations essentielles concernant l'animal (son âge, son sexe, sa taille, son comportement nutritionnel, son état de santé), le statut de la population à laquelle il appartient (obtenus par des prélèvements ADN et des analyses en laboratoire) et les causes de son décès (collisions, braconnage, maladies etc...).

En Nouvelle-Calédonie, les informations disponibles collectées à l'occasion d'échouages montrent que trois à quatre fois plus d'échouages ont été répertoriés entre 2004 et 2008 qu'entre 1999 et 2003 (Garrigue et al., 2009). Cependant nous ne pouvons pas affirmer que cette augmentation des cas d'échouage provient essentiellement d'un accroissement des menaces anthropiques pesant sur les dugongs. Une différence de l'effort de suivi ou du nombre d'animaux échoués échantillonnés pourrait également en être la raison. Il est également probable que ces chiffres soient sous-estimés car certains échouages survenant dans des zones peu fréquentées par l'homme peuvent passer inaperçus.

Nous pensons que l'obtention de données issues des échouages est également limitée pour les raisons suivantes qui sont à prendre en compte de façon urgente: (1) l'absence de réseau pour prévenir les personnes compétentes en cas d'échouage, (2) le faible nombre de personnes formées sur la méthodologie à appliquer en cas d'échouage, (3) le faible nombre de personnes munies des ressources logistiques nécessaires pour intervenir sur un échouage.

Enfin, il existe un souci de centralisation des informations issues des échouages principalement dû au manque ou à la difficulté de communication entre les personnes ou institutions compétentes. Hormis le travail de stockage d'information et de communication réalisé par Opération Cétacés (i.e. Page Internet dédiée aux échouages sur le site de l'association) aucune structure n'a, à ce jour, mis en place des actions visant à récupérer, à stocker, à analyser et à communiquer les données issues d'échouages de mammifères marins en Nouvelle-Calédonie.

Nous pensons qu'il est primordial de palier aux manques et aux lacunes identifiés dans les paragraphes précédents de façon à accroître et à optimiser les connaissances issues des données collectées sur les animaux échoués.

b) Objectifs

1/ Mise en place d'un réseau d'échouage à l'échelle du territoire.

2/ Réaliser et distribuer des 'kits échouages' comprenant tout le matériel nécessaire à la manipulation d'un animal échoué et à l'obtention d'échantillons.

3/ Mettre en place une formation sur l'utilisation du 'kit échouage' destinée aux personnes/institutions susceptibles de pouvoir intervenir en cas d'échouage d'animaux.

c) Méthodologie

Les réflexions sur la mise en place d'un réseau d'échouage des mammifères marins en Nouvelle-Calédonie seront réalisées grâce à un travail de recherche bibliographique et à des entretiens avec les gestionnaires et scientifiques compétents de Nouvelle-Calédonie. Dans le même temps, des kits d'échouages comprenant les outils nécessaires à la manipulation et à l'échantillonnage d'individus échoués seront mis au point. Une formation sur l'usage de ces kits sera également mise en place à

l'attention des autorités maritimes, des responsables de la protection du lagon et des pompiers de la Grande-Terre, de l'île des Pins et des îles loyautés.

d) Expertise et ressources humaines

Les échouages survenant en Nouvelle-Calédonie sont majoritairement pris en charge bénévolement par Opération Cétacés accompagné d'un vétérinaire lorsqu'il y en a un de disponible. En plus de son expertise dans le domaine des échouages, l'association a déjà réalisé des kits d'échouage par le passé. Enfin, Opération Cétacés travaille actuellement en parallèle avec l'Université de James Cook sur des projets australiens dans lesquels des kits d'échouage destinés aux dugongs sont utilisés. Nous recommandons donc que l'association soit contactée et que des discussions soient entamées en vue de la mise en place du projet Réseau-Kit-Formation. La participation d'un vétérinaire aux actions d'analyses d'échouages est également vivement recommandée.

e) Ressources logistiques

Recherche bibliographique. Kit (comprenant une fiche explicative, une liste des objets numérotés contenus dans le kit, une fiche d'information à compléter, un tube exemplaire, des gants, un scalpel avec lames de rechange, une pince, des tubes (de type eppendorf), une solution de conservation des échantillons, des enveloppes pré-timbrées destinées au centre de stockage des échantillons, etc.). La formation des usagers potentiels du kit nécessitera la location d'une salle et d'un vidéo-projecteur. Le nombre de kit devant être fabriqué dépendra du nombre d'usagers potentiels identifiés.

f) Echancier

La mise en place du projet Réseau-Kit-Formation est une priorité. Nous recommandons que celui-ci débute avant la fin de l'année 2010 ou début de l'année 2011.

g) Coût

La recherche bibliographique, la réalisation du kit et la formation à l'usage du kit s'élèvent aux alentours de 540 000 CFP brut. Des charges supplémentaires relatives aux déplacements seront à envisager.

3.5.2 Action C2 : Réaliser une enquête sur la fréquence de collision avec les engins marins dans la zone du grand Nouméa

a) Introduction

En Australie, des études ont montré que les collisions entre les dugongs et les engins marins figuraient parmi les principales causes d'échouages dans les régions à forte activité maritime. Un plan de gestion adapté à ces résultats a donc été mis en place dans ces régions pour diminuer le risque de collision. Des zones dans lesquelles les embarcations sont interdites ou limitées à une vitesse de déplacement réduite ont été définies, réduisant ainsi les chances de collisions entre les engins marins et les dugongs.

En Nouvelle-Calédonie, les collisions entre les dugongs et les engins marins figurent également parmi les principales causes d'échouages répertoriées, notamment dans la région du grand Nouméa où l'activité maritime est intense. Cependant, la fréquence de collision ainsi que les zones où ces événements se produisent ne sont pas connus.

Une étude préliminaire permettant de renseigner les gestionnaires sur le type d'embarcation responsable de collisions ainsi que sur la fréquence et la localisation de ces événements est nécessaire pour la mise en place d'un plan de gestion adapté dans la région du grand Nouméa.

b) Objectifs

1/ Accroître les connaissances sur les collisions dans la région du grand Nouméa (fréquence, type d'embarcation, lieu etc..)

2/ Mise en place de mesures de gestion et de protection adaptées.

c) Proposition de programmes de connaissances

L'entreprise de sondage TNS, ayant déjà une expérience de travail sur les dugongs, a été approchée pour la réalisation de cette enquête. La méthodologie, les ressources humaines/logistiques, l'échéancier et le coût relatifs à cette étude sont développés dans l'annexe 6.

3.5.3 Action C3 : Réaliser une enquête sur la consommation du dugong en Nouvelle-Calédonie

a) Introduction

Des enquêtes sur la consommation du dugong par les ménages ont été effectuées en Nouvelle-Calédonie en 2005. Ces enquêtes avaient notamment révélé que les réglementations concernant la chasse du dugong en Province Nord et Sud n'étaient pas claires tout comme la connaissance des ménages sur l'écologie de l'espèce. L'étude avait également souligné qu'une grande partie des consommateurs se disait prête à stopper leur consommation de dugongs.

A l'heure où de nombreuses questions se posent sur le statut de la population de dugongs et où de nouvelles réflexions sont engagées pour la mise en place d'un plan de gestion de l'espèce, nous recommandons le renouvellement de cette enquête afin d'actualiser les informations et de permettre de mieux cibler les actions à développer dans ce plan.

b) Objectifs

1/ Suivi de l'évolution de la consommation de l'espèce sur le territoire en fonction des changements de la législation et des opérations de communication

2/ Evaluation de la connaissance sur l'espèce et sur la réglementation associée (s'est-elle améliorée ou bien a-t-elle régressée?).

c) Proposition de programmes de connaissances

L'entreprise de sondage TNS, ayant déjà une expérience de travail sur les dugongs, a été approchée pour la réalisation de cette enquête. La méthodologie, les ressources humaines/logistiques, l'échéancier et le coût relatifs à cette étude sont développés dans l'annexe 7.

4. ANNEXES

Annexe 1

Recommandations pour la mise en place de mesures de gestion en Nouvelle-Calédonie (Bordin, 2009)

ACTIONS	MOYENS
Acquisition de connaissances sur les dugongs	
Estimer la distribution et l'abondance de la population de dugongs.	Poursuivre les surveillances aériennes autour de la Grande Terre afin d'acquérir de nouvelles connaissances et mener un suivi de la population. Les surveillances doivent suivre les mêmes méthodes et se dérouler aux mêmes saisons afin d'effectuer des comparaisons entre les résultats.
Identifier et cartographier les déplacements des dugongs.	Equiper les animaux de balises satellites pour cartographier leurs déplacements et apporter de nouvelles informations sur l'utilisation des prairies d'herbiers par l'espèce.
Identifier et quantifier les pressions exercées sur les dugongs.	Poursuivre des enquêtes sur la consommation du dugong par les ménages. Mener une surveillance plus soutenue des échouages afin d'estimer le taux de mortalité causée par les différentes pressions dont la chasse et le braconnage.
Identifier les relations spatiales entre l'espèce et son environnement ainsi qu'entre l'espèce et les pressions identifiées.	Considérer des techniques de modélisation spatiale afin de prendre en compte diverses variables environnementales (côte, récif) pour comprendre l'utilisation de l'espace par le dugong ainsi que des données sur les pressions pour estimer les risques encourus par l'espèce.
Evaluer l'intérêt de la population pour l'espèce.	Réaliser des enquêtes afin d'évaluer le niveau de connaissances sur l'espèce et sur la réglementation en vigueur par la population. Ceci, pour que les mesures de conservation puissent répondre aux lacunes identifiées.
Estimer la distribution de l'habitat du dugong.	Cartographier les herbiers de phanérogames pour établir leur distribution, renseigner leur composition spécifique et

ACTIONS	MOYENS
Sensibilisation et éducation pour la conservation du dugong.	
Impliquer la population dans la conservation du dugong.	Mener des campagnes de sensibilisation aux écosystèmes marins auprès de la population et tenir compte de leurs opinions pour la mise en place des mesures de conservation.
Impliquer les services de gendarmeries du territoire.	Mener des campagnes de sensibilisation auprès des gendarmeries pour les encourager à transmettre les signalements d'échouages aux services concernés et à promouvoir la sensibilisation auprès des populations.
Sensibilisation et éducation pour la conservation de l'habitat du dugong.	
Impliquer la population dans la conservation de l'habitat du dugong.	Mener des campagnes de sensibilisation pour valoriser l'importance des herbiers dans l'écosystème marin et leur statut d'habitat spécifique pour les dugongs.

Application et renforcement de la réglementation en vigueur

ACTIONS	MOYENS
Protéger le dugong.	Renforcer la réglementation concernant la navigation plaisancière à proximité des dugongs en préconisant des distances à respecter et des vitesses à adopter. Mener des surveillances plus soutenues dans les aires de conservation.
Protéger l'habitat du dugong.	Renforcer la réglementation en interdisant le mouillage des embarcations dans les zones de distribution d'herbiers.
Gérer les pressions exercées par les activités anthropiques.	Renforcer la réglementation sur les rejets effectués par certaines activités. Renforcer la réglementation sur la navigation des navires commerciaux.
Promouvoir la réglementation en vigueur.	Diffuser la réglementation en vigueur à travers divers supports en favorisant une information claire et accessible à tous.

Annexe 2

Plan d'action pour la conservation du dugong – Province Sud – 2008/2012 (Province Sud, 2009)

PLAN D'ACTION POUR LA CONSERVATION DU DUGONG Province Sud 2008 - 2012 PROJET / non validé

Objectif 1- Améliorer nos connaissances sur le dugong

	ACTIONS	ORGANISMES	ECHÉANCIER	PRIORITE	OBJECTIFS	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
Ensemble PS	1.1 Etude sur l'évolution de l'abondance de la population, l'utilisation de l'habitat, connectivité avec les pop voisines (survoles aériens / baguage et suivi satellite/ analyses génétiques)	PS / PN / AAMP / Bio N Sea SARL / Opération Cétacés / doctorant	juin-10	Urgent	Tendance de la population Si existantes, identification des migrations Evolution répartition des dugongs Degré de connectivité avec pop voisines Identification/confirmation des zones de gestion prioritaires	Obtention des résultats répondants aux objectifs	Pilotage du projet 2010 par AAMP Faisabilité du programme complet dépendra du recrutement d'un doctorant
	1.2 Observation/ suivi par cybertrackers	SMER (agents protection lagon)	en cours	Elevée	Base de données distribution / abondance Suivi de la ressource Evaluation et contrôle de l'efficacité de la législation Renforcement des capacités des équipes	Existence d'une base de données sur 2 ans	Outils étendu aux autres espèces emblématiques + fréquentation îlots
	1.3 Etude socio-économique au sein des communautés qui sont en relation avec les dugongs et leurs habitats	TNS ?	2010	moyenne	Obtenir des informations sur la consommation et l'utilisation du dugong et de son habitat Identifier les zones où les actions de sensibilisation doivent être renforcées	Détermination du pourcentage de foyers pêchant / consommant du dugong en PS	Une enquête sur la pêche et la consommation de dugongs en PS à déjà été commandée à TNS en 2006 mais échantillonnage "douteux"
	1.4 Etude sur le statut de la population de dugongs en province Nord et Sud (survoles aériens)	Programme ZoNeco / Bio N Sea	Fait: - saison fraîche 2003 - saison chaude 2008		Déterminer la tendance, l'abondance, la distribution de la population de dugongs en 2003 et 2008	Détermination de la tendance = diminution	47% de dugongs en moins sur 5 ans (certitude de 85%) Les causes anthropiques sont suspectées d'être les principales responsables (pêche, collision) Nouveau comptage à prévoir
Zone Sud-ouest	1.5 Enquête sur la fréquence de collision avec les engins marins dans la zone du Grand Noumea	TNS ?	2010	élevée	Obtenir des données sur le nombre, la fréquence et la distribution des collisions dans le lagon devant Nouméa afin de mettre en place des mesures de protection adaptées (ex: restriction vitesse des bateaux)	Données sur le nombre / fréquence de collision	Cette enquête ne concerne que le lagon de Nouméa car il s'agit de la zone ayant la plus forte fréquentation maritime ainsi qu'une des plus importantes concentrations de dugongs.
Zone Centre-Ouest	1.6 Définition des zones de gestion prioritaires de la ZCO	SMER / Opération Cétacés / stagiaire (Amandine Bordin)	Fait: fin aout 09		Comprendre les relations spatiales entre l'espèce et son environnement Développer un modèle spatial de distribution et d'abondance Evaluer les menaces pesant sur l'espèce / probabilité risques Participer à la mise en place d'un plan de gestion dugong	Carte des zones de gestion prioritaires	Définition de 3 zones prioritaires (Cf. rapport de stage) A revoir en fonction de données complémentaires sur les menaces

Objectif 2- Améliorer nos connaissances sur les habitats des dugongs

	ACTIONS	ORGANISME	ECHÉANCIER	PRIORITE	OBJECTIF	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
Ensemble PS	2.1 Cartographier les herbiers à phanérogames	objectif ZoNeCo en cours: Serge Andrefouet	2010	élevée	Identifier et délimiter les zones de nourrissage / habitat du dugong afin de: - croiser ces données aux études de distribution / abondance de dugongs - de déterminer les zones de protection prioritaires	Carte zonage herbiers de NC	pas d'automatisation possible valable sur tranche 0 - 5 m uniquement et photos Quickbird donc très chères

Objectif 3- Améliorer et faire appliquer la réglementation en vigueur

	ACTIONS	ORGANISME	EHEANCIER	PRIORITE	OBJECTIF	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
Ensemble PS	3.1 Définir et interdire la perturbation intentionnelle des dugongs	DENV	Fait : mai 09		Réduire à 50m l'autorisation d'approcher les dugongs	intégration au code	Idem pour tous les mammifères marins
	3.2 Protéger les herbier à phanérogames, habitat des dugongs	DENV	Fait : mai 09		Faire en sorte que cet habitat soit considéré comme un écosystème patrimonial à protéger au même titre que les récifs coralliens ou les mangroves.	intégration au code	Egalement protégés: récifs coralliens et mangroves
Zone Sud-ouest	3.3 Obtenir la coopération du parquet	DENV	en cours	élevée	Instruction systématique des affaires de braconnage	Si le cas se présente, application d'une peine prévue par le code	Les contacter sur toutes espèces: - 1ere rencontre le 10 nov. 2009
Zone Centre-ouest	3.4 Enquête / interception braconnage / vente de viande	Gendarmerie / SMER / médiateurs PS	en cours	élevée	Identifier un/ des braconnier(s)	Elaboration d'un calendrier pour rencontre avec les gendarmes Interception d'un braconnier	Calendrier en cours d'élaboration avec la juriste DENV

Objectif 4- Modifier les comportements / Renforcer la sensibilisation relative à la conservation des dugongs

	ACTIONS	ORGANISME	ECHANCIER	PRIORITE	OBJECTIF	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
Ensemble PS	4.1 Communiquer sur la biologie de l'espèce, l'impact de la pêche et collision, la législation en vigueur.	DENV / cellule com / guide lagon/ tous supports	2010 à 2012	Urgent	Informar la population sur cette espèce et le déclin de sa population depuis ces dernières années	nombre de parutions médiatiques	en attente d'instruction sur la possibilité d'utiliser les résultats de l'étude Zoneco 2008.
	4.2 Déclarer 2010, année océanienne du dugong (objectif 1.6 du plan d'action PROE)	DENV / CIE / Cellule Com	en cours		Année de sensibilisation ciblée sur le dugong S'impliquer dans les projets d'échelle régionale	nombre de parutions médiatiques	Action en lien avec les actions 4.3, 4.4, 4.5, 4.6,
	4.2 Elaboration d'affiches de sensibilisation / information	SMER / cellule com	en cours	élevée	Distribution aux écoles, support de communication	Existence des affiches + nombre distribué	Fait partie d'une série d'affiches sur les espèces emblématiques du lagon: tricot rayé, raie, requin, baleine, tortue, etc. Affiches de 60 X 40 cm avec encadré informatif
	4.3 Réalisation d'un film sur le dugong en NC	PS / associations/ prestataire com	2010	élevée	Support de communication / distribution à grande échelle dans les écoles et manifestations environnementales	Réalisation + diffusion	
	4.4 Réalisation d'un livret dugong	SMER / CIE	sept-10	élevée	Proposer aux écoles une animation dugong, financée par la PS	Réalisation + diffusion	intégré au programme 2010 du CIE
	4.5 Réalisation et diffusion d'un spot TV sur les dugongs	PS/ Turtle com/ RFO	Fait: mars-10		Informar le public sur les le statut de la population de dugongs et les menaces qui pèsent sur elle.	Réalisation + diffusion	Réalisation conjointe : spot oiseaux marins Diffusion dès avril 2010
	4.6 Mise en place d'un concours dessin au sein des écoles sur le thème du dugong (primaire + 6ème 5ème)	DENV/ CIE	en cours	élevée	Sensibiliser les jeunes	2010: année du dugong	en cours: accepté par CA 2010 du CIE Règlement diffusé dans les écoles
Zone Sud-ouest	4.7 Sensibilisation des boîtes de location de moto marines, bateaux, planches.	DENV	2010	élevée	Faire prendre conscience aux usagers du lagon, du risque de collision avec les dugongs lors de leurs activités nautiques et les inciter à une plus grande vigilance		

Zone Centre-ouest	4.8 Sensibilisation des gendarmes	DENV	en cours	élevée	Sensibiliser les forces de l'ordre afin de les motiver à démanteler les filières de braconnage	idem action 3-4	En raison des rotations fréquentes du personnel, contact régulier
-------------------	-----------------------------------	------	----------	--------	--	-----------------	---

Objectif 5- Valoriser

	ACTIONS	ORGANISME	ECHÉANCIER	PRIORITE	OBJECTIF	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
Ensemble PS	5.1 Identifier une zone contenant des dugongs sédentaires et peu farouches pour aménager un parc d'observation	SMER / entreprise privée	2012	faible	Protection totale d'une zone (dugongs + habitat) Sensibilisation aux dugongs par le biais de l'observation Développement d'une activité éco-touristique		Il s'agit d'une action "opportuniste" dépendante du lieu et de la présence d'animaux se prêtants à l'activité. Demande de la direction

Objectif 6- Renforcer la coopération à l'échelle territoriale, nationale, régionale et internationale

	ACTIONS	ORGANISME	ECHÉANCIER	PRIORITE	OBJECTIF	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
Territoriale	6.1 Se rapprocher des services de la Province Nord pour actions communes	AAMP/ PS / PN/ Opération cétacés/ doctorant	en cours	élevée	Harmoniser les actions menées en PS et PN pour la sauvegarde de l'espèce Mise en place d'actions communes	Mise en place d'un plan d'action commun	pilotage du plan d'action par l'AAMP (programme de travail 2010 entre AAMP / PS)
Régionale	6.2 Projet du "Dugong action plan" dans la région Pacifique	SPREP/ AAMP/ PS/ PN	en cours	élevée	Mise en place un plan d'action pour la sauvegarde du dugong à l'échelle de la région Pacifique	Rencontre / échanges avec les acteurs de la région	workshop prévu à Brisbane en avril 2010

Objectif 7- Rechercher des financements

	ACTIONS	ORGANISME	ECHÉANCIER	PRIORITE	OBJECTIF	MESURE EFFICACITE	REMARQUES
	7.1 Dépôt d'une proposition au FED (priorité aux coopérations régionales) concernant: - étude sur dugong en NC - mise en place d'une base de donnée évolutive régionale sur les EE (dugong compris)	FED	en cours	élevée	Obtention de financements pour la mise en place des études	Budget obtenu suite aux demandes	- La coopération régionale interviendrait notamment dans le recrutement d'un doctorant codirigé avec université en Australie ou autre. - La base de donnée évolutive serait mise à jour et accessible au niveau régional
	7.2 Mise en relation avec des bailleurs potentiels / appels à projets / etc.	AAMP	2010	élevée	Obtention de financements pour la réalisation de projets	Budget obtenu suite aux demandes	

Annexe 3

Devis Volet A / Action A1 (Génétique)



☒ B.P. 12827 NOUMEA
Nouvelle - Calédonie
☎ / fax : (687) 24 16 34
e-mail : op.cetaces@offratel.nc
operationcetaces.lagoon.nc

Nouméa, le 30 Avril 2010

☎ : Opération Cétacés

à

Christophe Cleguer
10 rue de la Seine
98800 Nouméa

Objet : Etude génétique des dugongs de Nouvelle Calédonie

Monsieur,

Veillez trouver ci joint un devis pour la réalisation d'une étude génétique sur les dugongs de Nouvelle Calédonie

Quantité	Objet	PU (CFP)	Prix Total (CFP)
20 échantillons	Fonctionnement : analyses en laboratoire incluant extraction, amplification et séquençage de la région de contrôle de l'ADMmt, amplification et génotypage de microsatellites	20 000	400 000
40 jours	Personnel : incluant la réalisation des analyses en laboratoire et des analyses sur ordinateur ainsi que la rédaction d'un rapport présentant les résultats	30 000	1 200 000
		TSS 5%	80 000
		Total TTC	1 680 000

Le Dr Marc OREMUS sera chargée de ce projet.

Claire GARRIGUE
Responsable scientifique

Annexe 4

Devis Volet A / Action A2 (Survols)
(Basée sur la méthodologie des survols de 2003 et 2008)

Bio & Sea SARL
16 rue Faidherbe
98800 NOUMEA
Nouvelle - Calédonie
☎ / fax : (687) 24 16 34
e-mail : bionsea@gmail.com

Nouméa, le 10 juin 2010

✉ : Claire Garrigue

à

Christophe Cleguer
Consultant pour l'Agence Française des Aires Marines Protégées
10 rue de la Seine
98800 Nouméa

Objet : Survol aérien pour comptage dugong

Devis :

Suite à votre demande veuillez trouver ci-joint un devis pour un survol aérien d'une durée de 60 heures avec 2 observateurs et un responsable selon le plan de vol utilisé en 2003 et 2008.

Objet	Coût
Fonctionnement	3 000 000
Honoraires	4 000 000
Total HT	7 000 000
TSS 5%	350 000
Total TTC	7 350 000

Le fonctionnement comprend la location de l'avion et le petit équipement, la reprographie et les frais de déplacement. Les honoraires s'entendent pour une personne en charge du projet et deux observateurs.



Claire Garrigue
Gérante

Annexe 5

Fiche technique et devis Volet A / Action A3 (Déplacement)
(Devis pour 10 balises)

GPS/Argos Systems for Manatee and Dugong

Plus d'information sur le site <http://www.telonics.com/products/gps4Marine/manatee.php>

TMT-462 GPS/Argos System for use on manatee and dugong.

Key Features

Contains a GPS receiver to obtain high accuracy GPS positions when adequate surfacing time occurs. When surfacing characteristics prevent a standard GPS position from being obtained, the Quick Fix Pseudorange (QFP) alternative provides GPS positions using a post processing technique on surface times as short as 5 seconds.

Powerful data collection and data transfer using the Argos system allow the units to acquire, queue, and transmit locations, temperatures and dive information.

All products can be programmed by Telonics Product Programmer (TPP) which uses a GUI interface. TPP makes it possible for users to program their own systems and simulate performance of the system prior to deployment.

On-board sensors can be activated or deactivated in the field. Data collection regimes and schedules can be altered as required. Sensor data can be enhanced or deleted from Argos uplink transmissions.

Transmission schedules can be modified.

Argos ID codes can be changed.

Argos uplink transmission power levels can be modified to extend operational life or increase the probability of signal reception at the satellite.

Argos uplink frequencies can be changed to frequencies in low noise channels to increase the chances of a successful uplink.

Data Decoding - Data are processed using the [Telonics Data Converter \(TDC\)](#), which provides complete data decoding of Argos DS files and supports complete memory downloading. TDC provides a comma separated value (csv) output file with time stamps for all data collected. TDC can also be run in the "batch mode" for hands off operation.

TDC allows you to [plot GPS fixes and Argos locations](#) with Google Earth.

Real-time clock calendar (RTC) controls all timing functions and is recalibrated with GPS time to assure high accuracy event timing.

A micro-power saltwater sensor (SWS) saves additional power and further extends the operational life of the unit

Battery packs can be replaced by the user or units can be refurbished to their original condition at the factory.

Shutdown with a magnet allows users to turn each of these configurations "on" or "off". When turned "off", TMT-462 units consume less than 12 μ A. Given these low current levels, users can store their units for extended periods with minimal impact on operational life.

Models

Model	Dimensions	Unit Weight (g)	Onboard Memory for Data Logging	Low Power (mW)	Low Power Operational Life (hours) 1	Low Power Operational Life (hours) 2	Low Power Temp (°C)	High Power (mW)	High Power Operational Life (hours) 1	High Power Operational Life (hours) 2	High Power Temp (°C)
TMT-462	24.5" long x 5.5" diameter	2360 (approx.)	Yes	400 (Typ)	4632	6576	-40 to +70	500 (Typ)	4032	5880	-40 to +70

1 Operational life is based on collecting 1 GPS fix per hour, 31 byte Argos transmission 24 hours per day with satellite prediction, 0% of time spent under water, 60 seconds Argos repetition rate, standard power output and average temperature of 25° C.

2 Operational life is based on collecting 1 GPS fix per hour, 31 byte Argos transmission 24 hours per day with satellite prediction, 50% of time spent under water, 60 seconds Argos repetition rate, standard power output and average temperature of 25° C.

Specifications: Electronic and Packaging

TMT-462 Specifications (Uses the µGPSI-20 System)

Legacy Products

Telonics still supports and refurbishes the following products but no longer sells them new:

TMT-460, TMT-240

Related Products

- PS-008530-045 Battery Pack
- PS-008348-065 Battery Pack



TELONICS
 TELEMETRY-ELECTRONICS CONSULTANTS
 932 E. IMPALA AVENUE
 MESA, ARIZONA 85204-6699 U.S.A.
 (480) 892-4444
 FAX (480) 892-9139

ORDER # 100412005

INVOICE NO. P 90809

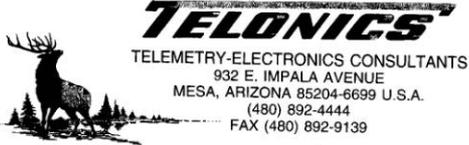
FED ID #86-0348640

Invoice

SOLD TO:
 30984 CHRISTOPHE CLEGUER
 10 RUE DE LA SEINE
 NOUMEA, 98800
 NEW CALEDONIA

SHIP TO: PHONE: 687 96 75 83
 CHRISTOPHE CLEGUER
 10 RUE DE LA SEINE
 NOUMEA, 98800
 NEW CALEDONIA

ACCOUNT NO.	SALESMAN NO.	PURCHASE ORDER NO.	SHIP VIA	COL	PPD	DATE SHIPPED	TERMS	INVOICE DATE	PAGE
30984	MB1		BEST WAY	FOB	MESA			2010.04.12	1
QTY. ORDERED	QTY. SHIPPED	QTY. BACK ORDERED	ITEM NO.	DESCRIPTION			UNIT PRICE	DISC. %	EXTENDED PRICE
10	10	0	TMT-461	CONFIGURATION TMT-461 GPS/ARGOS INSTRUMENTATION UNIT FOR DUGONG			4997.00	0.0	49970.00
10	10	0	TCX-720	RELEASE MECHANISM MODEL TCX-720			1650.00	0.0	16500.00
1	1	0	TDC-GPS	TELONICS DATA CONVERTER, TDC-GPS. (WEB DOWNLOAD)			495.00	0.0	495.00
1	1	0	TPP-GPS	TELONICS PRODUCT PROGRAMMER, TPP-GPS. FOR GPS GEN IV PRODUCTS. (WEB DOWNLOAD)			495.00	0.0	495.00
1	1	0	TSC-3	FAST/ACTIVE SMART CABLE, TSC-3 WITH CN007494-001 ADAPTER			160.00	0.0	160.00
1	1	0	TR-4K	BIOMEDICAL RECEIVER, TR-4K. MHz.: INCLUDING 1 EACH OF THE FOLLOWING ACCESSORIES: PK002433 HEADPHONES PK002399 CARRYING CASE 9-VOLT ALKALINE BATTERIES (2) TR-4P1 PROGRAMMING INTERFACE (CD ROMS) TSC-2 SMART CABLE			937.00	0.0	937.00
1	1	0	RA-2AK	ANTENNA, RA-2AK, SUPPLIED WITH RW-2 AND CARRY POUCH			141.00	0.0	141.00
*** EQUIPMENT MADE IN THE U.S.A. *** TOTAL DECLARED VALUE FOR CUSTOMS IS \$68698.00									
								SALE AMOUNT	68698.00
								MISC. CHARGES	0.00
								SALES TAX	0.00
								FREIGHT	3500.00
<i>Thank You</i>								U.S. \$ TOTAL	72198.00



TELEMETRY-ELECTRONICS CONSULTANTS
932 E. IMPALA AVENUE
MESA, ARIZONA 85204-6699 U.S.A.
(480) 892-4444
FAX (480) 892-9139

ORDER # 1004120058

INVOICE NO.P 90832

FED ID #86-0348648

INVOICE

SOLD TO:
30984 CHRISTOPHE CLEGUER
10 RUE DE LA SEINE
NOUMEA, 98000
NEW CALEDONIA

SHIP TO:
PHONE: 687 96 75 83
CHRISTOPHE CLEGUER
10 RUE DE LA SEINE
NOUMEA, 98000
NEW CALEDONIA

ACCOUNT NO.	SALESMAN NO.	PURCHASE ORDER NO.	SHIP VIA	COL	PPD	DATE SHIPPED	TERMS	INVOICE DATE	PAGE
30984	MB1		BEST WAY	FOB MESA				2010.04.12	1
QTY ORDERED	QTY SHIPPED	QTY BACK ORDERED	ITEM NO.	DESCRIPTION			UNIT PRICE	DISC %	EXTENDED PRICE
10	10	0	TMT-462	CONFIGURATION TMT-462 GPS/ARGOS INSTRUMENTATION UNIT DUGONG			4497.00	0.0	44970.00
1	1	0	TDC-GPS	TELONICS DATA CONVERTER, TDC-GPS. (WEB DOWNLOAD)			495.00	0.0	495.00
1	1	0	TPP-GPS	TELONICS PRODUCT PROGRAMMER, TPP-GPS, FOR GPS GEN IV PRODUCTS. (WEB DOWNLOAD)			495.00	0.0	495.00
1	1	0	TSC-3	FAST/ACTIVE SMART CABLE, TSC-3 WITH CN007494-001 ADAPTER			160.00	0.0	160.00
1	1	0	TR-4K	BIOMEDICAL RECEIVER, TR-4K, MHz.; INCLUDING 1 EACH OF THE FOLLOWING ACCESSORIES: PK002433 HEADPHONES PK002399 CARRYING CASE 9-VOLT ALKALINE BATTERIES (2) TR-4PI PROGRAMMING INTERFACE (CD ROMS) TSC-2 SMART CABLE			937.00	0.0	937.00
1	1	0	RA-2AK	ANTENNA, RA-2AK, SUPPLIED WITH RM-2 AND CARRY POUCH			141.00	0.0	141.00
							**** EQUIPMENT MADE IN THE U.S.A. ****		
							TOTAL DECLARED VALUE FOR CUSTOMS IS \$47198.00		
							SALE AMOUNT		47198.00
							MISC. CHARGES		0.00
							SALES TAX		0.00
							FREIGHT		3500.00
							U.S. \$ TOTAL		50698.00

Thank You

Annexe 6

Devis Volet C / Action C2 (Enquête Collision)



Institut TNS

Galerie Espace de Paris
18, rue Clémenceau
Centre-ville
98 800 Nouméa
Tel : + 687 24 03 30
Fax : + 687 24 03 73

Nouméa, le 20 mai 2010

Proposition d'étude : Collision entre bateaux et Dugongs



Dossier

874

Contact client

Christophe CLEGUER,
Consultant - 96 75 83

Contact tns

Vaea FROGIER, vaea@tns-global.nc
Laetitia UYTTERHAEGEN, laetitia@tns-global.nc



Préambule

Nous vous remercions de la confiance que vous nous accordez en lisant notre document et espérons que vous y trouverez l'ensemble des informations souhaitées.

Contexte et objectifs

Monsieur Cleguer a fait appel à l'institut TNS dans le cadre d'un projet qu'il envisage de mettre en œuvre.

L'idée globale est d'évaluer **les collisions entre bateaux et dugongs chez les pêcheurs et plaisanciers du Grand Nouméa.**

L'institut  a été contacté pour élaborer une proposition visant à répondre à cette problématique.



Analyse de la problématique

Monsieur Cleguer envisage de mener une étude afin d'évaluer les collisions entre bateaux et dugong chez les plaisanciers et pêcheurs du Grand Nouméa.

A priori, il existe aujourd'hui plusieurs sites sur lesquels des pêcheurs et plaisanciers sont susceptibles d'être présents.

Nouméa	<ul style="list-style-type: none"> - 5 marinas - Le marché municipal - Environ 6 points de mise à l'eau publique
Mont-Dore	<ul style="list-style-type: none"> - Environ 10 points de mise à l'eau publique - 1 marina
Païta	<ul style="list-style-type: none"> - Le marché municipal - Environ 3 points de mise à l'eau publique
Dumbéa	<ul style="list-style-type: none"> - Environ 4 points de mise à l'eau publique

NB : Liste à confirmer car seules les structures apparaissant dans l'annuaire des pages jaunes sont reprises dans le tableau ci-dessus.



- **Cible du projet**

Les personnes que nous souhaitons interroger sont les pêcheurs, professionnels et amateurs, et les plaisanciers. Il est important de noter que les plaisanciers seront accessibles et disponibles le weekend, plus qu'en semaine.

- **Objectifs de l'étude et informations à recueillir**

Pour répondre à la problématique, les principales informations à recueillir sont les suivantes :

Éléments à recueillir	Solution proposée
- Etude auprès des plaisanciers	- Enquête en face à face ou omnibus - Enquête par internet en auto-administré
- Etude auprès des pêcheurs, professionnels et amateurs	- Enquête en face à face ou omnibus - Enquête par internet en auto-administré

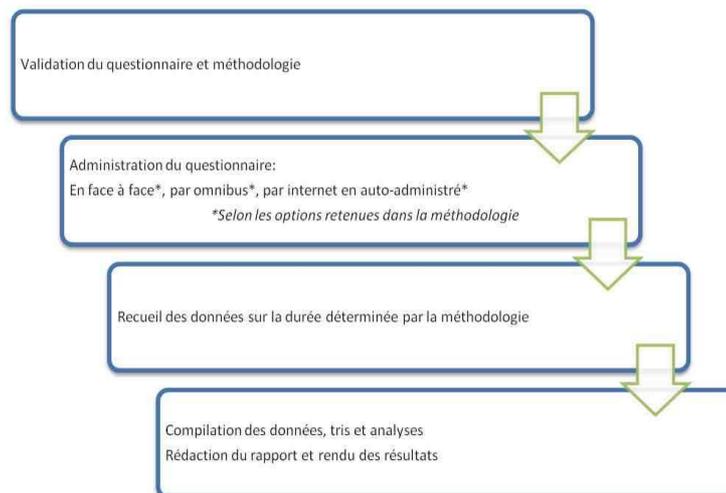
La méthodologie proposée est essentiellement basée sur un questionnaire administré en face à face ou par omnibus et/ou par internet en auto-administré.

Le questionnaire sera rédigé par TNS, et devra être validé par Monsieur Cleguer avant le lancement de la phase terrain. Le questionnaire portera sur les thèmes suivants :

- Le type d'activité pratiquée (pêche professionnelle, amateur ou plaisancier)
- Le type de bateau utilisé
- La fréquence d'utilisation du bateau
- Les zones généralement fréquentées
- La fréquence d'observation des dugongs
- La localisation et spécificités de la dernière observation
- La dernière collision avec un dugong et spécificités

La durée du questionnaire est estimée (pour les besoin du devis) entre 10 et 15 minutes. *Si le questionnaire final devait dépasser cette durée, le devis serait révisé en conséquence.*

La démarche globale d'étude est la suivante :





Le questionnaire pourra donc être déployé de 3 façons ; en face à face, par omnibus, par internet :

- **Enquête en face à face** : il est proposé, dans le cadre de l'étude, d'administrer le questionnaire auprès d'un échantillon de 100 personnes dans la zone du Grand Nouméa. Ces 100 personnes seront des pêcheurs professionnels, occasionnels ou des plaisanciers. Ces questionnaires seront administrés par des enquêteurs embauchés et formés par TNS, suivis par un superviseur de terrain et la responsable de production, qui contrôleront 15% des questionnaires effectués.
- **Enquête par omnibus** : il est proposé, dans le cadre de l'étude, d'administrer le questionnaire à travers une enquête grand public, c'est-à-dire par omnibus. Cet omnibus se déroulera à partir du 26 juillet 2010 auprès de la population du Grand Nouméa, la cible du projet.

L'étude Omnibus ou étude « Grand Public » est une enquête réalisée auprès de 800 personnes, représentatifs de la population du Grand Nouméa. L'échantillon est stratifié par zone de résidence et les quotas sont gérés au sein de chaque zone. Ces quotas, respectés pour la représentativité, sont le sexe, l'âge, la communauté d'appartenance, la profession et le type d'habitat. Il faut noter qu'à travers cet omnibus, il est probable que les plaisanciers soient plus nombreux à être interrogés que les pêcheurs professionnels. Il est aussi probable que sur 800 personnes, un certain nombre ne soit ni pêcheurs professionnels, ni amateur, ni plaisanciers.

Les coûts de la phase terrain sont mutualisés et plusieurs sociétés et organismes participent à cette étude sans se connaître. Pour les besoins de cette étude, le nombre de questions estimées est de 10 questions fermées à 95 000 FHT par question et 5 questions à choix multiple à 105 000 FHT par question.

- **Enquête par Internet en auto-administré** : il est proposé, dans le cadre de l'étude, d'administrer le questionnaire à travers une interface sur Internet. Une campagne d'information serait menée par Monsieur Cleguer, afin d'inciter les pêcheurs et plaisanciers à se connecter à un lien Internet afin de remplir le questionnaire. Cette méthode de recueil présente un avantage en termes de coût de recueil. Cependant, il doit être noté que ces questionnaires, étant auto-administrés, ne peuvent être vérifiés et contrôlés uniquement si la personne fournit ses coordonnées dans la section prévue à cet effet. De plus, il est fortement recommandé de mettre en jeu des lots afin d'intéresser et d'inciter les personnes à remplir le questionnaire. Il est recommandé d'utiliser cette méthode de recueil en complément de l'omnibus et/ou de l'enquête face à face.



Budget et Ressources

La cotation ci-dessous vous présente les tarifs proposés pour l'ensemble de l'étude.

OPTION 1	Description	Budget HT
Méthodologie et suivi client	Elaboration méthodologie, mise en place, relation client (2 jours) Elaboration et validation du questionnaire (1 jour)	210 000 XPF
Enquête FACE A FACE	100 personnes en face à face sur le Grand Nouméa Mise en place, réalisation et suivi du terrain (Travail des enquêteurs, superviseur et responsable de production) <i>Tarifification sur la base d'un questionnaire de 10 à 15 minutes</i>	483 840 XPF
Enquête INTERNET	Programmation et mise en page du questionnaire Déchargement des données	226 800 XPF
Analyse et traitements	Compilation et tris des données (2 jours) Analyse, élaboration du rapport, synthèse (5 jours)	551 250 XPF
Frais divers	Reprographie, frais administratif, frais de téléphone	20 000 XPF
BUDGET GLOBAL HT		1 491 890 XPF

Phase	Description	Budget HT
Méthodologie et suivi client	Elaboration méthodologie, mise en place, relation client (2 jours) Elaboration et validation du questionnaire (1 jour)	210 000 XPF
Enquête OMNIBUS	800 personnes en face à face sur le Grand Nouméa Insertion de questions dans la vague Omnibus de Juillet 2010 <i>Tarif unitaire question fermée : 95 000 XPF / question</i> <i>Tarif unitaire question à choix multiple : 105 000 XPF / question</i> <i>Estimatif : 10 questions fermées et 5 questions à choix multiple</i>	1 475 000 XPF
Enquête INTERNET	Programmation et mise en page du questionnaire Déchargement des données	226 800 XPF
Frais divers	Reprographie, frais administratif, frais de téléphone	20 000 XPF
BUDGET GLOBAL HT		1 931 800 XPF

Conditions de règlement :

- 50% à la commande
- 50% à la livraison des résultats



Calendrier de réalisation et références



Délais de réalisation

Dès transmission de votre accord l'institut TNS pourra démarrer l'élaboration du dossier.

Les travaux d'étude commenceront au plus tard dans un délai de 5 jours ouvrés après versement de l'acompte de 50%.

Un retro planning sera établi au lancement de l'étude.

Les délais dépendent en grand partie de la période de lancement de la prochaine vague Omnibus (démarrage de la prochaine vague prévue le 26 juillet 2010).

Documents à transmettre par TNS

A l'issue de l'étude, **un rapport d'étude et une note de synthèse sont établis.**

Après avoir rappelé les objectifs de l'étude, le rapport exposera les différents résultats ainsi que les principales conclusions des chargés d'études ou consultants.

Nous pouvons prévoir une réunion de présentation du rapport au demandeur si nécessaire.

Le rapport sera remis en 1 exemplaire papier et 1 version informatique pdf.

Documents à transmettre par le promoteur

Dans le cas de la présente étude, les demandeurs devront transmettre l'ensemble des documents utiles à l'institut et notamment :

- *Le descriptif du projet envisagé*
- *Plus généralement, toutes les informations que le demandeur jugera utiles de porter à la connaissance de l'institut devront être transmises à titre confidentiel.*



DOSSIER : 874
DEVIS : 723, 724
Date d'édition de la proposition : 20/05/2010

Conditions spécifiques liées au présent contrat :

Directeur de mission : Stéphane RENAUD
Chargée d'études : Laetitia UYTTERHAEGEN
Prise en charge des frais de déplacement : Compris dans le devis
Prise en charge des frais de téléphone : Compris dans le devis
Nombre de rapports papier qui seront remis au client : 1
Nombre de support informatique remis au client : 1
Coût unitaire d'un rapport papier supplémentaire : 2 000 XPF

Documents spécifiques à remettre par le client pour assurer une parfaite connaissance du dossier :

(cf. page 8)

Annexe 7

Devis Volet C / Action C3 (Consommation)



SOMMAIRE

Contexte et Objectif	p. 3
Le Projet	p. 4
Démarche Globale	p. 7
Rapport Final	p. 8
Plan d'Echantillonnage Estimatif	p. 9
Budget	p. 10
Moyens Mis en Œuvre	p.11



CONTEXTE ET OBJECTIF

L'agence des Aires Marines Protégées (IFRECOR), par l'intermédiaire de Monsieur Christophe CLEUGER, souhaite réaliser une étude sur **la consommation de tortues et de dugongs** en Nouvelle-Calédonie.

L'objectif est d'identifier:

- les quantités consommées
- Les fréquences de consommation
- Les espèces consommées et préférées
- Les modes d'acquisition des produits
- Les utilisations (coutumières, festives, vente d'objets, etc...)
- Les modes de stockage et de commercialisation s'il y a lieu
- La perception du stock
- Et la connaissance de la réglementation.

LE PROJET

OBJECTIF: Estimer les volumes consommés par les ménages

- Nous travaillons au niveau territorial (soit l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie).
- La commercialisation du dugong et de la tortue est interdite en Nouvelle-Calédonie. En conséquence, leur capture est normalement réalisée dans l'optique d'une consommation privée. Il s'agira donc de se concentrer au niveau des ménages de l'ensemble du territoire.
- L'étude portera sur 4 types d'habitat: tribal, hors tribal (type village), rural et urbain.
- Un questionnaire d'environ 15 minutes sera établi en collaboration Mr Cleuger, puis testé avant lancement.
- Les enquêtes seront réalisées en face à face par une équipe d'enquêteurs TNS spécialisée et envoyée sur place.

LE PROJET

OBJECTIF: Estimer les volumes consommés par les ménages

Nous travaillerons donc à partir d'une source afin de réaliser l'échantillonnage:

- Une source ISEE, sur la base des ménages, qui reprendra la ventilation de la population



LE PROJET

OBJECTIF: Estimer les volumes consommés par les ménages

Globalement ces informations nous permettront d'établir un plan d'échantillonnage dont les critères de représentativité sont:

- Le type d'habitat
- La taille du ménage
- L'âge du chef de famille
- La profession regroupée, au sens de la catégorie socioprofessionnelle

D'après le recensement ISEE 2004, on dénombre 166 289 personnes de plus de 15 ans sur la totalité de la Nouvelle-Calédonie. Le niveau de précision (marge d'erreur) souhaité, avec un taux de confiance de 95%) déterminera donc la taille de l'échantillon soit:

- 1000 personnes enquêtées: marge d'erreur de 3.09%
- 750 personnes enquêtées: marge d'erreur de 3.57%



DÉMARCHE GLOBALE

Vision globale de la démarche

Etape 1:

- Validation de la proposition
- Réunion de cadrage

Etape 2:

- Intégration des données ISEE, validation du plan d'échantillonnage
- Elaboration, validation et test du questionnaire

Etape 3:

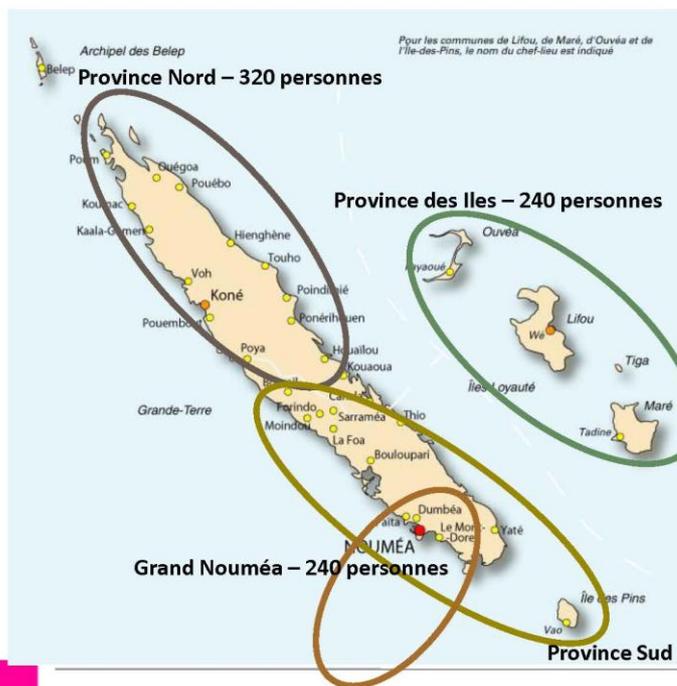
- Administration des questionnaires
- Compilation des données

Etape 4:

- Rédaction du rapport complet
- Rédaction d'une note de synthèse



PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE ESTIMATIF



Le plan d'échantillonnage

estimatif est le suivant. Celui-ci sera travaillé et validé lors de l'étape 2 du projet.

Attention, le plan d'échantillonnage ne sera définitif qu'après recherche documentaires et validation.

Sur la base de 1000 personnes enquêtées, à un niveau de confiance de 95%, la marge d'erreur est de 3.09%.

BUDGET

Deux options budgétaires sont présentées, pour 1000 personnes et 750 personnes:

Description	Total
Etape 1 – Préparation du dossier, réunion de cadrage	183 750 F HT
Etape 2 – Recherche documentaires, élaboration du questionnaire	218 400 F HT
Etape 3 – Enquête terrain sur 1000 personnes	2 544 990 F HT
Etape 4 – Rédaction du rapport complet et de la note de synthèse	634 200 F HT
<i>Estimation des coûts transport/hébergement facturés à frais réels</i>	<i>900 000 F HT</i>
TOTAL	4 481 340 F HT

Description	Total
Etape 1 – Préparation du dossier, réunion de cadrage	183 750 F HT
Etape 2 – Recherche documentaires, élaboration du questionnaire	218 400 F HT
Etape 3 – Enquête terrain sur 750 personnes	2 234 190 F HT
Etape 4 – Rédaction du rapport complet et de la note de synthèse	555 450 F HT
<i>Estimation des coûts transport/hébergement facturés à frais réels</i>	<i>800 000 F HT</i>
TOTAL	3 991 790 F HT



MOYENS MIS EN ŒUVRE

DIRECTEUR DE MISSION – STÉPHANE RENAUD

- Directeur de l'Institut TNS – Nouvelle-Calédonie
- 15 ans d'expérience en Nouvelle-Calédonie et Polynésie Française
- Spécialiste des approches qualitatives prospectives
- Ancien vacataire des finances publiques à l'Université de la Nouvelle-Calédonie, sensibilisé à l'évolution des politiques publiques
- Master en ingénierie financière

RESSOURCES HUMAINES

- Une équipe de 4 chargés d'études confirmés et 1 informaticien
- Une responsable de terrain, encadrant 1 superviseur et 10 enquêteurs, sélectionnés et formés par TNS
- Production 100% locale
- Collecte de données terrain par ordinateurs



5. LITTERATURE CITEE

- Allen S., Marsh H. & Hodgson A., 2004. Occurrence and conservation of the dugong (Sirenia : Dugongidae) in New South Wales. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society N.S.W.*, **125**, 211-216.
- Ambrose, S.H. & Norr, L., 1993. Experimental evidence for the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In *Prehistoric human bone: archaeology at the molecular level*, (eds. J.B. Lambert and G. Grupe), New York: Springer.
- Anderson P.K., 1979. Dugong behaviour : on being a marine mammal grazer. *Biologist*, **63**, 113-144.
- Anderson P.K. 1981., The behaviour of the dugong (*Dugong dugon*) in relation to conservation and management. *Bulletin of Marine Science.*, **31**, 640-647.
- Anderson P.K. 1982b. Studies of dugongs at Shark Bay, Western Australia II. Surface and subsurface observations. *Australian Wildlife Research.* **9** : 85-99.
- Anderson P.K. 1986. Dugongs of Shark Bay, Australia - seasonal migration, water temperature and forage. *National Geographic Research.* **2**, 473-490.
- Anderson, P.K., 1994. Dugong Distribution, the Seagrass *Halophila spinulosa*, and Thermal Environment in Winter in Deeper Waters of Eastern Shark Bay, Western Australia. *Wildlife Research*, **21**, 381-388.
- Anderson P.K. & Birtles A., 1978. Behaviour and ecology of dugong. *Dugong dugon* (Sirenia) : observations in Shoalwater and Cleveland bays, Queensland. *Australian Wildlife Research*, **5**, 1-23.
- Anderson P.K. & Prince R.I.T, 1985. Predation on dugongs : attacks by killer whales. *Journal of Mammalogy*, **66** : 554-556.
- Aragones L., 1996. Dugongs and green turtles : grazers in the tropical seagrass ecosystem. Thèse de doctorat universitaire, James Cook University, Australia, 292 PP.
- Aragones, L.V., Lawler, I.R., Foley, W.J. & Marsh, H., 2006. Dugong grazing and turtle cropping: grazing optimization in tropical seagrass systems? *Oecologia*.
- Arrault, E.M., Marmontel, M., Mantovani, J.E., Novo, E.M.L.M., Macdonald, D.W. & Kenward, R.E., 2009. The lesser of two evils: seasonal migrations of Amazonian manatees in the Western Amazon. *Journal of Zoology*.
- Australian Government/Great Barrier Reef Marine Park Authority. 2009. www.gbrmpa.gov.au/.
- Ballard, J.W.O. & Whitlock, M.C., 2004. The incomplete natural history of mitochondria. *Molecular Ecology*, **13**, 729-744.
- Bass, D., 2009. Dugong Surveys of Manus and Bougainville Islands, Papua New Guinea. Conservation International.
- Berne, 1979. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Appendices I, II, III et IV.
- Bordin, A., 2009. Identification d'aires de conservation prioritaires pour la population de dugongs qui utilise les lagons de Nouvelle-Calédonie. vol. MSc Université de La Rochelle & Opération Cétacés.
- Borsa, P., 2006. Marine mammal strandings in the New Caledonia region, Southwest Pacific. *Comptes Rendus Biologies*, **329**, 277-288.
- Boyd I., Lokyer C. & Marsh H., 1999. Reproduction in marine mammals. In : *Biology of marine mammals* (eds.: Reynolds J.E. & Rommel S.A.). Smithsonian Institution Press, 218-286.

- Broderick, D., Ovenden, J., Slade, R. & Lanyon, J.M., 2007. Caractérisation of 26 new microsatellite loci in the dugong (*Dugong dugon*). *Molecular Ecology Notes*.
- Butler, A.J. & Jernakoff, P., 1999. Seagrass in Australia: Strategic Review and Development of an R&D Plan. (ed. C. Publishing).
- Campbell R.S.F. & Ladds R.I.T. 1981. Diseases of the dugong in Northern-Eastern Australia : a preliminary report. *In : The dugong : proceedings of a Seminar/Workshop held at James Cook University* (eds. : Marsh H.), 176-181.
- Chambers, M.R., Bani, E. & Barker-Hudson, B.E.T., 1989. The status of dugong (*Dugong dugon*) in Vanuatu. *Tropic Review*, **37**.
- Chilvers B.L., Deleana S., Gales N., Holley D.K., Lawlera I.R., Marsh H. & Preen A., 2004. Diving behaviour of dugongs, *Dugong dugon*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **304**, 203-224.
- CITES, 2009. Appendices I, II and III.
- CMS, 2009. Appendices I and II of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS).
- Cockroft V.C., Saln R.V. & Dutton T.P., 1994. The status of dugongs in the Western Indian Ocean. First international manatee and dugong research conference, Florida, 11-13.
- Cockroft V.C. & Young D.D., 1998. An investigation of the status of coastal marine resources along the West coast of Madagascar. *Unpublished report*. Worldwide Fund for Nature (WWF), Gland, Switzerland, **121**
- Coles, R.G., McKenzie, L.J., Rasheed, M.A., Carter, A.B. & Grech, A., 2007. Status and Trends of Seagrass Habitats in the Great Barrier Reef World Heritage Area. (ed. R.a.T.S.R. Facility).
- Coles, R.G., McKenzie, L.J., De'ath, G., Roelfs, A. & Lee Long, W., 2009. Spatial distribution of deep-water seagrass in the inter-reef lagoon of the Great Barrier Reef World Heritage Area. *Marine Ecology Progress Series*, **392**, 57-68.
- Dahdouh-Guebas, F., 2002. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. *Environment, Development and Sustainability*, **4**, 93-112.
- Deutsch, C.J., Reid, J.P., Bonde, R.K., Easton, D.E., Kochman, H.I. & O'Shea, T.J., 2003. Seasonal movements, migratory behavior, and site fidelity of West Indian manatees along the Atlantic coast of the United States. *Wildlife Monographs*, **151**, 1-77.
- Domning D.P., 1978. Sirenia. *In : Evolution of african mammals* (eds. : Maglio V.J & Cooke H.B.S.). Harvard University Press, Cambridge, 573-581.
- Edwards, H.H., Pollock, K.H., Ackerman, B.B., Reynolds, J.E. & Powell, J.A., 2007. Estimation of Detection Probability in Manatee Aerial Survey at a Winter Aggregation Site. *Journal of Wildlife Management*, **71**(6), 2052-2060.
- EnvironmentProtectionAgency, 2009. Seagrass of South Australia.
- Fancy, S.G., Pank, L.F., Douglas, D.C., Curbvy, C.H., Garner, G.W., Amstrup, S.C. & Regelin, W.L., 1988. Satellite telemetry: a new tool for wildlife research and management. *US Fish and Wildlife Service Resource Publication*, **172**.
- Gales, N., McCauley, R.D., Lanyon, J.M. & Holley, D., 2004. Change in abundance of dugongs in Shark Bay, Ningaloo and Exmouth Gulf, Wertern Australia: evidence for large-scale migration. *Wildlife Research*, **31**, 283-290.
- Garrigue, C., 1987. Les marcophytes benthiques du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie. (Carte des principaux groupements). ORSTOM, Nouméa. Rapport Scientifique et Technique. Science de la Mer et Biologie Marine **46**, 122 PP.

- Garrigue C., 1995. Macrophyte associations on the soft bottoms of the south-west lagoon of New Caledonia : description, structure and biomass. *Botanica Marina*, **38**, 481-492.
- Garrigue C., 2005. Analyse écorégionale : informations relatives aux algues & herbiers. Rapport final, 46 PP.
- Garrigue C., Bach C., Richer de Forges B., Bargibant G., Hamel P., Laboute P. & Lapetite A., 1999. Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral. Organismes benthiques. ORS-TOM : Nouméa. Rapport Scientifique et Technique. *Science de la Mer et Biologie Marine* **46**, 25-43.
- Garrigue, C. & Patenaude, N., 2004. Statut de la population de dugongs en Provinces Nord et Sud de Nouvelle-Calédonie. In *Rapport final*.
- Garrigue, C., Patenaude, N. & Marsh, H., 2008. Distribution and abundance of the dugong in New Caledonia, southwest Pacific. *Marine Mammal Science*, **24**(1), 81-90.
- Garrigue, C., Oremus, M., Schaffar, A. & Patenaude, N., 2009. Etude du statut de la population de dugongs en provinces Nord et Sud 2008. In *Rapport final*, (ed. ZoNéCo).
- Grech, A., Marsh, H. & Coles, R.G., 2008. A spatial assessment of the risk to a mobile marine mammal from bycatch. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*.
- Green, A., 2005. Solomon islands marine assessment key findings. (ed. T.N. Conservancy).
- Grigg, E., 2004. Remote sensing and Seagrass (or, what do you do if your study area is under water?). In *Vegetation Mapping with Remote Sensing*, (ed. ECL290).
- Hall, A.J., McDonnell, B.J. & Barker, R.J., 2001. Factors affecting first-year survival in grey seals and their implications for life history strategy. *Journal of Animal Ecology*, **70**, 138-149.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. & Watson, R., 2008. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, **319**, 948-952.
- Hammond, P.S., Mizroch, S.A. & Donovan, G.P., 1990. Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. In *Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 12)*, Cambridge.
- Harris, I.L., 2005. Etude de la consommation des tortues et des vaches marines en Province Nord. In *Enquête*, Nouméa.
- Harrison R.J. & King J.E., 1965. Marine mammals. London, 153 PP.
- Harrison R.J. & King J.E., 1980. Marine mammals. Second Edition, London, 192 PP.
- Haynes, D., Carter, S., Gaus, C., Müller, J. & Dennison, W., 2005. Organochlorine and heavy metal concentrations in blubber and liver tissue collected from Queensland (Australia) dugong (Dugong dugong). *Marine Pollution Bulletin*, **51**, 361-369.
- Haynes, D., Müller, J.F. & McLachlan, M.S., 1999. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in Great Barrier Reef (Australia) dugongs (Dugong dugong). *Chemosphere*, **38**, 255-262.
- Heinsohn G.E. & Spain A.V., 1974. Effects of a tropical cyclone on littoral and sub-littoral biotic communities and on a population of Dugongs. *Biological Conservation*, **6**(2), 143-52.
- Heinsohn G.E., Spain A.V. & Anderson P.K., 1976. Populations of dugongs. Aerial survey over the inshore waters of tropical Australia. *Biological Conservation*, **9**, 21-23.
- Heinsohn G.E. & Marsh H., 1977. Sirens of Northern Australia : the dugong. *Australian Natural History*, **19**, 106-11.
- Heinsohn G.E., Marsh H. & Anderson P.K., 1979. Australian dugong. *Oceans*, **12**, 48-52.

- Heithaus, M.R., 2001. The biology of tiger sharks, *Galeocerdo cuvier*, in Shark Bay, Western Australia: sex ratio, size distribution, diet, and seasonal changes in catch rates. *Environmental Biology of Fishes*, **61**, 25-36.
- Heithaus M.R., Dill L.M., Marshall G.J. & Buheler L.M., 2002. Habitat use and foraging behavior of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in a seagrass ecosystem. *Marine Biology*, **140**, 237-248.
- Heithaus M.R., Hamilton I.M., Wirsing A.J. & Dill L.M., 2006. Validation of a randomization procedure to assess animal habitat preferences : microhabitat use of tiger sharks in a seagrass ecosystem. *Journal of Animal Ecology*, **75**, 666-676.
- Hines, E.M., Reynold III, J.E., Aragones, L., Mignucci-Giannoni, A.A. & Marmontel, M., Sirenian Conservation: Issues and Strategies in Developing Countries. *Sous Presse*.
- Holley, D.K., 2006. Movement patterns and habitat usage of Shark Bay dugongs. vol. Master of Science: Edith Cowan University.
- Hudson, B.E.T., 1976. Dugongs: distribution, hunting, protective legislation and cultural significance in Papua New Guinea. . In *Scientific Consultation on Marine Mammals*.
- Hunter, M.K., Broderick, D., Ovenden, J., Tucker, K.P., Bonde, R.K., MCGuire, P.M. & Lanyon, J.M., 2010. Characterization of highly informative cross-species microsatellite panels for the Australian dugong (*Dugong dugon*) and Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) including five novel primers. *Molecular Ecology Resources*, **10**, 368-377.
- Husar, S.L., 1978. Dugong dugon. *American Society of Mammalogists*, **88**, 1-7.
- IUCN, 2010. Dugong dugon. www.iucnredlist.org/.
- Jousse H. & Guérin C., 2003. Les dugongs (Sirenia, Dugongidae) de l'Holocène ancien d'Umm al-Qaiwain (Emirats Arabes-Unis). *Mamlan*, **67**(3), 337-347.
- Juncker, M., 2006. Introduction à l'étude des pressions et des menaces sur les écosystèmes littoraux de Nouvelle-Calédonie. (ed. C.R.I.f.t.S. Pacific).
- Kamiya T., Uchida S. & Kataoka T., 1979. Organ weights of *Dugong dugon*. *Scientific reports of the whale research institute*, Tokyo, **31**, 129-132.
- Kamiya T. & Yamasaki F., 1981. A morphological note on the sinus hair of the dugong. In : *The dugong : proceedings of a Seminar/Workshop held at James Cook University* (eds. : Marsh H.), 193-197
- Kirkman, H., 1997. Seagrass of Australia. In *Australia: State of the Environment Technical Paper Series (Estuaries and the Sea)*, (ed. C.D.o.M. Research).
- Kwan D., 2002. Towards a sustainable fishery for dugong in Torres Strait a contribution of empirical data and process. Thèse de doctorat universitaire, James Cook University, Australie.
- Lanyon J.M., 1991. The nutritional ecology of the dugong (*Dugong dugon*) in tropical North Queensland. Thèse de doctorat universitaire, Monash University, Australie, 337 PP
- Lanyon, J.M., Johns, T. & Sneath, H.L., 2005. Year-round presence of dugongs in Pumicestone Passage, south-east Queensland, examined in relation to water temperature and seagrass distribution. *Wildlife Research*, **32**, 361-368.
- Lanyon, J.M. & Sanson, G.D., 2005. Degenerate dentition of the dugong (*Dugong dugon*), or why a grazer does not need teeth: morphology, occlusion and wear of mouthparts. *Journal of Zoology*, **268**, 133-152.
- Lanyon, J.M., Slade, R.W., Sneath, H.L., Broderick, D., Kirkwood, J.M., Limpus, D., Limpus, C.J. & Jessop, T., 2006. A method for capturing dugongs (*Dugong dugon*) in open water *Aquatic mammals*, **32**(2), 196-201.

- Lanyon, J.M., Sneath, H.L., Ovenden, J.R., Broderick, D. & Bonde, R.K., 2009. Sexing sirenians: Validation of visual and molecular sex determination in both wild dugongs (*Dugong dugon*) and Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Aquatic mammals*, **35**(2), 187-192.
- Lawler I., Marsh H., McDonald B. & Stokes T., 2002. Dugongs in the Great Barrier Reef : current state of knowledge. *Final Report*. CRC Reef Research Centre, Queensland, Australie, 6 PP.
- Lawler, I.R., Aragones, L.V., Berding, N., Marsh, H. & Foley, W.J., 2006. Near-Infrared Reflectance Spectroscopy is a Rapid, Cost-Effective Predictor of Seagrass Nutrients. *Journal of Chemical Ecology*, **32**, 1353-1365.
- Légifrance, 2006. Arrêté du 27 Juillet 1995. Arrêté fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national.
- Légifrance, 2010. Arrêté du 27 Juillet 1995. Arrêté fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national. Modifié par l'Arrêté 2006-07-24 art. 9 JORF. <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000554572&dateTexte=>
- Les-nouvelles-calédoniennes, 28-Janvier-2010.
- Ligon, S. & Hudson, B.E.T., 1977. Aerial survey of the dugong *Dugong dugon* in Papua New Guinea. In *Wildlife in Papua New Guinea*, (ed. D.o.L.a.E. Wildlife Division), Konedobu.
- Louis-Harris, 2005. Etude de la consommation des tortues et dugong en province Nord.
- Marsh, H., 1986. The status of the dugong in Torres Strait. In *Torres Strait Fisheries Seminar*, (eds. A.K. Haines, G.C. Williams and D. Coates), Canberra.
- Marsh, H., 1988. An ecological basis for dugong conservation in Australia. In *Marine Mammals of Australasia: Field Biology & Captive Management*, (ed. R.Z.S.o. NSW), 9-21.
- Marsh H., 1989. Mass stranding of dugongs by a tropical cyclone in Northern Australia. *Marine Mammal Science*, **5**, 78-84.
- Marsh H., 1999. Reproduction in Sirenians. In : *Reproduction in marine mammals* (eds. : Boyd I.L., Lockyer C. & Marsh H.D.). *Marine Mammals*. Smithsonian Institute Press, Washington, 243-256
- Marsh H., 2003. An integrated framework for the conservation of dugong and dugong hunting cultures in Northern Australia. *Unpublished draft Final report to Great Barrier Reef Marine Park Authority*. Townsville, Australia, 36 PP
- Marsh H., Heinsohn G.E. & Spain A.V., 1977. The stomach and duodenal diverticula of the dugong. *Dugong dugon*. In : *Functional anatomy of marine mammals* (eds. : Harrison R.J.), 271-295 PP.
- Marsh H., Spain A.V. & Heinsohn G.E., 1978. Minireview. *Physiology of the dugong. Comparative Biochemistry and Physiology*, **61**, 159-168.
- Marsh, H., Channels, P.W. & Morrissey, J., 1982. Analysis of stomach contents of dugongs from Queensland. *Australian Wildlife Research*, **9**, 55-67.
- Marsh H., Heinsohn G.E. & Marsh L.M., 1984d. Life history, breeding cycle and population dynamics of the dugong. *Dugong dugon* (Sirenia, Dugongidae). *Australian Journal of Zoology*, **32**, 767-788.
- Marsh, H. & Saafeld, W.K., 1989. Distribution and Abundance of the Dugongs in the Northern Great Barrier Reef Marine Park *Australian Wildlife Research*, **16**, 429-440.
- Marsh, H. & Sinclair, D.F., 1989. An Experimental Evaluation of Dugong and Sea Turtle Aerial Survey Techniques. *Australian Wildlife Research*, **16**, 639-650.
- Marsh, H. & Rathbun, G.B., 1990. Development and application of conventional and satellite radio tracking techniques for studying Dugong movements and habitat use. *Australian Wildlife Research*, **17**, 83-100.

- Marsh H., Saalfeld W.K. & Preen A.R., 1990. The distribution and abundance of dugong in Northern Queensland waters : implications for management. *Report to Queensland Department of Primary Industries*. Fisheries and Management Branch, Australia, 14 PP.
- Marsh H. & Saalfeld W.K., 1991. The status of the dugong in Torres Strait. In : Sustainable development of traditional inhabitants of the Torres Strait Region (eds. : Lawrence D. & Cansfield-Smith T.). Great Barrier Reef Marine Park Authority Workshop Series. Australia, **10**, 187-194 PP.
- Marsh, H. & Lefebvre, L.W., 1994. Sirenian status and conservation efforts. *Aquatic mammals*, **20**(3), 155-170.
- Marsh H., Harris A.N.M. & Lawler I.R., 1997. The sustainability of the indigenous dugong fishery in Torres Strait, Australia, Papua New Guinea. *Conservation Biology*, **11**, 1375-1386.
- Marsh, H., Beck, C.A. & Vargo, T., 1999. Comparison of the capabilities of dugongs and West Indian manatees to masticate seagrasses. *Marine Mammal Science*, **15**, 250-255.
- Marsh, H. & Lawler, I.R., 2000. Dugong distribution and abundance in the northern Great Barrier Reef Marine Park. (ed. G.B.R.M.P. Authority).
- Marsh, H., Penrose, H., Eros, C. & Hugues, J., 2002. Dugong: status reports and action plans for countries and territories. . In *Early warning and assessment report series*, (ed. UNEP).
- Marsh, H., Penrose, H. & Eros, C., 2003. A future for the dugong? In *Marine mammals: fisheries, tourism and management issues*, (eds. N. Gales, M. Hindell and R. Kirkwood).
- Marsh, H., Lawler, I.R., Kwan, D., Delean, S., Pollock, K. & Alldredge, M., 2004. Aerial surveys and the potential biological removal technique indicate that the Torres Strait dugong fishery is unsustainable. *Animal Conservation*, **7**, 435-443.
- Marsh, H. & Kwan, D., 2008. Temporal variability in the life history and reproductive biology of female dugongs in Torres Strait: The likely role of the sea grass dieback. *Continental Shelf Research*, **28**, 2152-2159.
- Marsh, H., Reynold III, J.E. & Powell, J.A., 2009. The IUCN red list of threatened species: Dugong dugon.
- McDonald, B., 2006. Population genetics of dugongs around Australia; implications for contemporary management.. PhD Townsville: James Cook University.
- Mchale, M., Broderick, D., Ovenden, J.R. & Lanyon, J.M., 2008. A PCR assay for gender assignment in dugong (*Dugong dugon*) and West Indian manatee (*Trichechus manatus*). *Molecular Ecology Resources*, **8**(3), 669-670.
- McKenzie, L.J., Campbell, S.J. & Roder, C.A., 2003. Seagrass-Watch: Manual for Mapping and Monitoring Seagrass Resources by Community (Citizen) Volunteers. 2nd Edition. (ed. D.o.P.I. Queensland), Cairns.
- Moen, R., Pastor, J. & Cohen, Y., 1997. Accuracy of GPS telemetry collar locations with differential correction. *Journal of Wildlife Management*, **61**(2), 525-530.
- Morales-Vela, B., Rathbun, G.B. & Olivera-Gomez, D., 1995. Manatee research in Mexico. *Sirenews*, **23**, 6-7.
- MoU, 2007. Memorandum of Understanding on the conservation and management of dugongs (*Dugong dugon*) and their habitats throughout their range.
- Murray R.M., Marsh H., Heinsohn G.E. & Spain A.V., 1977. The role of the midgut caecum and large intestine in the digestion of sea grasses by the dugong. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **56**, 7-10.
- NAILSMA., 2006. Dugong and marine turtle knowledge handbook. Indigenous and scientific knowledge of dugong and marine turtle in Northern Australia, 137 PP.

- Nair R.V. & mohan R.S.L., 1977. Studies in the vocalisation of the sea cow. Dugong dugon in captivity. *Indian Journal of Fisheries*, **22**, 277-278.
- Nietschmann B., 1984. Hunting and ecology of dugongs and green turtles, Torres Strait, Australia. *National Geographic Society Research Reports*, **17**, 625-651.
- Nishiwaki M., 1977. Ecology of the dugong and its management. *Marine Research in Indonesia*, **19**, 1-6.
- Nishiwaki M. & Marsh H., 1985. The dugong. In : *Handbook of marine mammals* (eds. : Ridgway S.H & Harrison R.J.). Academic Press, London, UK, 3, 1-31.
- O'Shea, T.J., 2003. Toxicology of sirenians. In *Toxicology of Marine Mammals*, (eds. J.G. Vos, G.D. Bossart and M. Fournier), Boca Raton.
- O'Shea, T.J., Moore, J.F. & Kochman, H.I., 1984. Contaminant concentrations in manatees in Florida. *Journal of Wildlife Management*, **48**, 741-748.
- O'Shea, T.J., Reeves, R.R. & Long, A.K., 1999. Marine Mammals and Persistent Ocean Contaminants. In *Marine Mammal Commission*, Keystone, Colorado.
- Oliver-Gomez, L.D. & Mellink, E., 2002. Spatial and temporal variation in counts of the Antillean manatee (*Trichechus m. manatus*) during distribution surveys at Bahia de Chetumal, Mexico. *Aquatic mammals*, **28**(3), 285-293.
- Poiner, I.R. & Peterken, C., 1996. *Sea grasses*.
- Pollock, K., Marsh, H., Lawler, I.R. & Alldredge, M., 2006. Estimating Animal Abundance in Heterogeneous Environments: An Application to Aerial Surveys for Dugongs. *Journal of Wildlife Management*, **70**(1), 255-262.
- Preen A.R., 1989. The Status and conservation of dugongs in the Arabian Region. *Coastal and Marine Management Series*. Meteorological and Environmental Protection Administration, Saudi Arabia,
- Preen A.R., 1992. Interactions between dugongs and seagrasses in a subtropical environment. Thèse de doctorat universitaire, James Cook University, Australia.
- Preen A.R., 1995b. Impacts of dugong foraging on seagrass habitats : observational and experimental evidence for cultivation grazing. *Marine Ecology Progress Series*, **124**, 201-13.
- Preen A.R., 2004. Distribution, abundance and conservation status of dugongs and dolphins in the Southern and Western Arabian Gulf. *Biological Conservation*. **118**, 205-218.
- Preen, A. & Marsh, H., 1995. Response of dugongs to large-scale loss of seagrass from Hervey Bay, Queensland, Australia. *Wildlife Research*, **22**, 507-519.
- PROE, 2008. Marine Species Programme 2008-2012, Pacific Island Region.
- Reeves, R.R., Tuboku-Metzger, D. & Kapindi, R.A., 1988. Distribution and exploitation of manatees in Sierra Leone. *Oryx*, **22**, 75-84.
- Reid, J.P., Bonde, R.K. & O'Shea, T.J., 1995. Reproduction and mortality of radio-tagged and recognizable manatees on the Atlantic Coast of Florida. In *Information and Technology Report*, (eds. T.J. O'Shea, B.B. Ackerman and H.F. Percival): National Biological Service.
- Reynolds J.E. & Odell D.K., 1991. Manatees and Dugongs. *Facts on File Inc*. New-York, 192 PP.
- Roughsey D., 1971. Moon and rainbow. Sydney. 47-52
- Sander, H., 1979. Dugong feeding habitats in the Manus Province. *Wildlife in Papua New Guinea*.
- SeagrassWatch, 2010. www.seagrasswatch.org.

- Sheppard, J.K., Preen, A.R., Marsh, H., Lawler, I.R., Whiting, S.D. & Jones, R.E., 2006. Movement heterogeneity of dugongs, *Dugong dugong* (Müller), over large spatial scales. *Journal of Experimental Biology and Ecology*, 334, 64-83.
- Sheppard, J.K., Lawler, I.R. & Marsh, H., 2007. Seagrass as pasture for seacows: landscape-level dugong habitat evaluation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71, 117-132.
- Sheppard, J.K., Jones, R.E., Marsh, H. & Lawler, I.R., 2009. Effects of Tidal and Diel Cycles on Dugong Habitat Use. *Journal of Wildlife Management*, 73, 45-59.
- Smith, K.N., 1993. Manatee habitat and human-related threats to sea grass in Florida. Tampa, Florida: Department of Environmental Protection. Division of Marine Resources.
- Smyth, D., 2006. Dugong and Marine Turtle Knowledge Handbook: Indigenous and scientific knowledge of dugong and marine turtle in northern Australia. (ed. N.A.I.L.S.M. Alliance).
- Spain A.V, Heinsohn G.E., Marsh H. & Correll R.L., 1976. Sexual dimorphism and other sources of variation in a sample of dugong skulls from North Queensland. *Australian Journal of Zoology*, 24, 491-497.
- Spain A.V. & Marsh H., 1981. Geographic variation and sexual dimorphism in the skulls of two Australian populations of *Dugong dugon* (Müller). In : *The dugong : proceedings of a Seminar/Workshop held at James Cook University* (eds. : Marsh H.). Townsville, 143-161.
- SPREP, 2003. Dugong Action Plan 2003-2007.
- SPREP, 2010. Programme régional océanien de l'environnement, A propos du PROE.
- Springer, M.S., Debry, R.W., Douady, C., Amrine, H.M., Madsen, O., de Jong, W.W. & Stanhope, M.J., 2001. Mitochondrial versus nuclear gene sequences in deep-level Mammalian phylogeny reconstruction. *Molecular Biology and Evolution*, 18, 132-143.
- Stejneger L., 1887. How the great northern sea-cow (*Rytina*) became exterminated. *The American Naturalist*, 21(12), 1047-1054.
- Sydney Aquarium. 2009. Dugong at mermaid lagoon. www.sydneyaquarium.com.
- TNS, 2005. Enquête sur la consommation des dugongs en province Sud.
- Travis W., 1967. The voice of the Turtle. George Allen and Unwin, London, 167-177
- Waycott, M., Collier, C., McMahon, K., Ralph, P., McKenzie, L.J., Udy, J. & Grech, A., 2007. Vulnerability of seagrasses in the Great Barrier Reef to climate change. In *Climate Change and the Great Barrier Reef*, (eds. J.E. Johnson and P.A. Marshall).
- Wells R.S., Bones D.J. & Rathbun G.B., 1999. Behavior. In : *Biology of marine mammals* (eds.: Reynolds J.E. & Rommel S.A.). Smithsonian Institution Press, 324-422 .
- Whiting, S.D., 2008. Movements and distribution of dugongs (*Dugong dugon*) in a macro-tidal environment in northern Australia. *Australian Journal of Zoology*, 56, 215-222.
- Wirsing A.J., 2005. Predation-sensitive foraging behavior of dugongs (*Dugong dugon*). Dissertation, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada.
- Wirsing, A.J., Heithaus, M.R. & Dill, L.M., 2007a. Fear factor: do dugongs (*Dugong dugon*) trade food for safety from tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*)? *Oecologia*, 153, 1031-1040.
- Wirsing, A.J., Heithaus, M.R. & Dill, L.M., 2007b. Living on the edge: dugongs prefer to forage in microhabitats that allow escape from rather than avoidance of predators. *Animal Behaviour*, 74(1), 93-101.

Contact et renseignements

CLEGUER Christophe

Consultant

christophe.cleguer@hotmail.com

Agence des aires marines protégées

JACOB Théa

Chargée d'études IFRECOR et espèces vulnérables

thea.jacob@aires-marines.fr

GARDES Lionel

Chef d'antenne Nouvelle-Calédonie

Tél : +(687) 23 17 03

lionel.gardes@aires-marines.fr

