

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2008 - Thèse n°15



PROJET DE REINTRODUCTION DU LAMANTIN DES ANTILLES (TRICHECHUS MANATUS MANATUS) DANS LE GRAND CUL-DE-SAC MARIN EN GUADELOUPE : IMPLICATIONS ECOLOGIQUES, ECONOMIQUES ET SOCIALES.

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 31 janvier 2008
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

MARTIAL Jessica
Née le 9 janvier 1982
à Pointe-à-Pitre



ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2008 - Thèse n°15



PROJET DE REINTRODUCTION DU LAMANTIN DES ANTILLES (TRICHECHUS MANATUS MANATUS) DANS LE GRAND CUL-DE-SAC MARIN EN GUADELOUPE : IMPLICATIONS ECOLOGIQUES, ECONOMIQUES ET SOCIALES.

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 31 janvier 2008
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

MARTIAL Jessica
Née le 9 janvier 1982
à Pointe-à-Pitre

Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, membre de UNIVERSIT DE LYON



PR EX		PR 1	PR 2	MC	Contractuel, Associé, IPAC et ISPV	AERC	Chargés de consultations et d'enseignement
DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE							
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale	Y. RICHARD		A. KODJO	V. GUERIN-FAUBLEE D. GREZEL			
			A. LACHERETZ M. ARTOIS	J. VIALARD			
Pathologie infectieuse				MP. CALLAIT CARDINAL L. ZENNER			
Parasitologie et Maladies Parasitaires	MC. CHAUVE	G. BOURDOISEAU		A. GONTHIER S. COLARDELLE D. SERGENTET (stagiaire)			
Qualité et Sécurité des Aliments			P. DEMONT C. VERNOZY A. LACHERETZ				
Législation et Jurisprudence				P. SABATIER ML. DELIGNETTE K. CHALVET-MONFRAY			
Bio-informatique - Bio-Statistique							
DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE							
Anatomie			T. ROGER D. FAU E. VIGUIER D. REMY	S. SAWAYA C. CAROZZO	C. BOULOCHER S. JUNOT (MCC) K. PORTIER (MCC)		
Chirurgie et Anesthésiologie		JP. GENEVOIS		T. MARCHAL	P. BELLI D. PIN D. WATRELOT-VIREUX (MCC)		
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie			C. FLEURY				
Hématologie		C. FOURNEL					
Médecine interne		JL. CADORE	L. CHABANNE	F. PONCE M. HUGONNARD C. ESCRIOU	I. BUBLOT		
Imagerie Médicale					F. RIGOUT-PAULIK		
DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES							
Zootéchnie, Ethologie et Economie Rurale		M. FRANCK		L. MOUNIER	L. COMMUN		
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON			
Biologie et Pathologie de Reproduction		F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN P. GUERIN	S. BUFF	A. C. LEFRANC		
Pathologie Animaux de Production	P. BEZILLE		T. ALOGNINOIWA	R. FRIKHA M.A. APCANGIOLI D. LE GRAND		G. LESOBRE P. DEBARNOT D. LAURENT P. OTZ	
DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES							
Physiologie/Thérapeutique			JM. BONNET-GARIN	J.J. THIEBAULT			
Biophysique/Biochimie		E. BENOIT F. GARNIER		T. BURONFOSSE			
Génétique et Biologie moléculaire			F. GRAIN	V. LAMBERT			
Pharmacie/Toxicologie Législation du Médicament		G. KECK	P. JAUSSAUD P. BERNY	C. PROUILLAC (stagiaire)			
Langues					T. AVISON		
DEPARTEMENT HIPPIQUE							
Pathologie équine		JL. CADORE		A. BENAMOU-SMITH			
Clinique équine		O. LEPAGE		A. LEBLOND	M. GANGL		

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Claude GHARIB

De la Faculté de Médecine de Lyon

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse

Hommages respectueux

A Madame le Professeur Denise REMY

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui nous a accordé une totale confiance tout au long de ce travail.

Pour le soutien apporté pendant les périodes difficiles,

Pour sa gentillesse et son dévouement,

Remerciements infinis

A Madame le Professeur Marie-Claude CHAUVE

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui a accepté de faire partie de notre jury de thèse

Respectueux remerciements

A Madame le Professeur Françoise GRAIN

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Pour avoir encadré et soutenu notre projet personnel

Hommages respectueux.

A Madame le Docteur Florence BURONFOSSE

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui a été d'une aide précieuse

Remerciements chaleureux.

A Monsieur le Professeur Marc ARTOIS

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui nous a transmis de précieuses informations

Hommages respectueux.

A Monsieur André LARTIGES

Pour son soutien et son aide

Remerciements infinis

A Monsieur le Professeur François SARRAZIN

Du Museum National d'Histoire Naturelle

pour avoir accepté intégration au master EBE

Hommages respectueux

Nous adressons également nos remerciements :

A Monsieur Denis Girou

Directeur du Parc National de la Guadeloupe

A Monsieur Bernard PATIN

Directeur adjoint du Parc National de la Guadeloupe

A Monsieur Hervé MAGNIN

Chargé de Mission au Parc National de Guadeloupe
à toute l'équipe de Parnasse à Saint-Claude,

A Madame Simone MEGE et Monsieur Xavier DELLOUE

De la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin

A Messieurs Luc LEGENDRE, Philippe MARTIN, Franck MAZEAS et Louis REDAUD

De la DIREN Guadeloupe

A Madame le Docteur Cathy PELSY

Du Zoo Parc de Beauval et à tout le personnel du parc

A Coralie NOURRISSON

Au Docteur Claire CAYOL

A Monsieur David DANEDE

De la DIREN Midi-Pyrénées

Au Docteur Pierre MOISSON

Du Zoo de Mulhouse

A Monsieur le Professeur Pierre BEAUBRUN

De l'EPHE de Montpellier

Au Docteur Benoît de THOISY de l'association Kwata en Guyane

Caryn SELF-SULLIVAN, Benjamin MORALES, JohnREYNOLDS III, Greg BOSSART

A Madame Lina JASOR de la Librairie Générale Jasor

A Monsieur Louis BARFLEUR

De l'association Gran V la et du Bureau d'études Warichi
Pour ces infos précieuses recueillies in extremis

A Madame Liliane FRENKIEL

Aux amis et à la famille,

Les remerciements seront plus brefs, mais promis, vous aurez droit à une dédicace personnalisée.

Aux Docteurs **BAUDIN Pascal, HODEBAR Maurice, GEROMEGNACE Nadine, ROY Xavier, MINATCHY Tony, PHILEMON Patrick,**

Aux assistantes Magguy, Liliane et Lindsay

Aux Docteurs **REDON et HOUDAS**

Mes parents : Maman et Papa,

Pour tous les sacrifices et tout votre amour

Mes sœurs Sabine et Karine (je n'aurais pas rêvé meilleures sœurs...)

Tatie Marie-Christine et Christian, mes parents de substitution

Merci pour tout, je vous aime

Grands-parents

Mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines et leurs amis

M et Mme NICOLAS Claudia et Daniel

M SONOR Jean dit "Tonton" et M SONOR Fabrice pour avoir généreusement offert logement pendant le stage au Parc

La voisine **Marie-France ZAMIA**, la meilleure des voisines (le petit bonjour par les persiennes)

Betty et Alain pour leur soutien

Mes amis

Mes sœurs de cœur **Clarisse et Jo-Anna** et leur famille

Du groupe 6 de clinique : **Agnès, Aline, Charlotte, Marie-Cap, Marion, Muriel**

Agate, mes copines du master **Audrey Jessica Safia** etc.

Du CEAV : Lucie, Popo, Harena, Sylvie, Ibi, Steph etc (je n'ai plus le temps de tout mettre)

Vétérinaires originaires des DOM-TOM **Sev, Emilie, Ambre**

A celles et ceux que j'aurais involontairement oublié... (mille excuses)

Aux lamantins du parc de Beauval

Azur (merci pour le déclic malgré ton très mauvais caractère), **Rocky, Walys** (mon chabavard et ronronnothérapeute), **Saphir** (un autre caractériel) les "pauvres" vaches de Tonton (pas le même), à Albè

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	- 1 -
LISTE DES ILLUSTRATIONS	- 14 -
LISTE DES TABLEAUX	- 15 -
LISTE DES ANNEXES.....	- 16 -
Introduction.....	- 19 -
I - <i>Biologie et écologie du lamantin des Antilles (trichechus manatus manatus)</i>	- 21
-	
A - Classification taxonomique et évolution.....	- 21 -
1 - Systématique et phylogénétique	- 21 -
a - Les Trichéchidés	- 21 -
b - Les Dugongidés	- 23 -
2 - Evolution	- 23 -
B - Caractères anatomiques	- 26 -
1 - Anatomie externe.....	- 26 -
a - Morphologie générale	- 26 -
b - Tête	- 26 -
c - Peau.....	- 28 -
d - Nageoires pectorales	- 29 -
e - Dimorphisme sexuel	- 29 -
2 - Anatomie interne	- 30 -
a - Le squelette	- 30 -
b - Système nerveux et organes des sens	- 33 -
c - Cavité thoraco-abdominale	- 35 -
C - Caractéristiques physiologiques.....	- 39 -
1 - Métabolisme et thermorégulation	- 39 -
2 - Contrôle de la flottabilité	- 41 -
3 - Osmorégulation.....	- 41 -
4 - Cycles respiratoires et plongée	- 43 -
a - Séquence d'immersion	- 43 -
b - Cycle et fréquence respiratoires	- 43 -
5 - Cycles de reproduction	- 44 -
a - Maturité sexuelle.....	- 44 -
b - Durée de gestation.....	- 45 -
c - Taille de la portée et sex-ratio	- 45 -

d -	Temps de génération	- 45 -
D -	Caractérisation de l'habitat.....	- 46 -
1 -	Température.....	- 46 -
2 -	Salinité	- 46 -
3 -	Nécessité et proximité des sources d'eau douces	- 47 -
4 -	Profondeur et pente.....	- 47 -
5 -	Couvert végétal.....	- 47 -
6 -	Protection contre le vent et les vagues.....	- 48 -
E -	Ethologie du lamantin.....	- 48 -
1 -	Comportement alimentaire	- 49 -
a -	Besoins énergétiques et durée journalière de la prise alimentaire.....	- 49 -
b -	Espèces végétales consommées	- 49 -
c -	"Grazing" et "rooting"	- 53 -
d -	Cycle de préhension.....	- 54 -
2 -	Comportement d'élimination.....	- 54 -
3 -	Cycle d'activité	- 55 -
a -	Locomotion	- 55 -
b -	Repos	- 57 -
c -	Activités diverses "de confort".....	- 57 -
4 -	Comportement reproducteur	- 59 -
a -	Saisonnalité	- 59 -
b -	Accouplement	- 59 -
c -	Mise bas et lactation.....	- 61 -
d -	Elevage ou éducation du jeune.....	- 61 -
e -	Comportements homosexuels	- 62 -
5 -	Organisation sociale et interactions intraspécifiques	- 62 -
6 -	Flux migratoires.....	- 63 -
7 -	Prédateurs	- 64 -
F -	Pathologies recensées	- 64 -
1 -	Infectieuses	- 65 -
a -	Bactériennes.....	- 65 -
b -	Virales.....	- 65 -
2 -	Parasitaires.....	- 66 -
a -	Ectoparasites et commensaux	- 66 -
b -	Endoparasites	- 67 -
3 -	Environnementales	- 69 -
a -	Syndrome de stress thermique	- 69 -
b -	Brévétotoxicose.....	- 70 -
4 -	Néoplasiques.....	- 72 -

5 -	Périnatales.....	- 72 -
a -	Congénitales.....	- 72 -
b -	Veaux orphelins	- 72 -
c -	Dystocies.....	- 73 -
d -	Autres.....	- 73 -
II -	<i>Représentation historique et statut actuel du lamantin des Antilles</i>	- 75 -
A -	Représentation historique aux Antilles	- 75 -
1 -	Faits et Légendes en Amérique Centrale et aux Grandes Antilles	- 75 -
a -	La légende de la sirène.....	- 75 -
b -	Autres légendes.....	- 75 -
c -	Représentation du lamantin dans l'histoire.....	- 76 -
2 -	Le Lamantin des Antilles dans l'histoire de la Guadeloupe	- 78 -
a -	Importance alimentaire	- 80 -
b -	Autres usages	- 80 -
c -	Importance économique.....	- 80 -
d -	Le déclin	- 81 -
e -	Rôle du lamantin dans le conte créole antillais	- 82 -
B -	Distribution géographique et estimation des populations	- 83 -
1 -	Grandes Antilles	- 84 -
a -	Porto Rico	- 84 -
b -	Jamaïque	- 84 -
c -	République Dominicaine.....	- 85 -
d -	Haïti	- 85 -
e -	Cuba	- 85 -
f -	Bahamas.....	- 86 -
g -	Iles Vierges Britanniques et Américaines	- 87 -
2 -	Amérique Centrale.....	- 89 -
a -	Mexique	- 89 -
b -	Belize	- 89 -
c -	Guatemala	- 90 -
d -	Honduras.....	- 91 -
e -	Nicaragua	- 91 -
f -	Costa Rica	- 92 -
g -	Panama.....	- 92 -
3 -	Amérique du Sud	- 95 -
a -	Colombie.....	- 95 -
b -	Venezuela.....	- 95 -
c -	Trinidad.....	- 95 -
d -	Guyana	- 96 -

e -	Suriname	- 96 -
f -	Guyane Française	- 97 -
g -	Brésil	- 97 -
C -	Menaces actuelles et futures	- 101 -
1 -	Menaces anthropiques directes	- 101 -
a -	Collisions	- 101 -
b -	Chasse / Braconnage	- 104 -
c -	Captures accidentelles	- 105 -
d -	Pollutions	- 105 -
e -	Harcèlement ou dérangement	- 108 -
2 -	Menaces anthropiques indirectes : dégradation et perte d'habitat	- 109 -
a -	Altération des ressources alimentaires	- 109 -
b -	Altération des fonds	- 109 -
3 -	Autres menaces "naturelles"	- 110 -
a -	Hybridation interspécifique	- 110 -
b -	Tempêtes et ouragans	- 110 -
D -	Statut législatif et protection	- 111 -
1 -	Législation nationale	- 111 -
2 -	Législation internationale	- 111 -
a -	Conventions	- 111 -
b -	Labels	- 113 -
3 -	Programmes de conservation	- 115 -
III -	<i>Conditions nécessaires à la réintroduction et évaluation du Grand Cul-de-</i>	
Sac Marin	- 117 -	
A -	Lignes directrices de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la	
Nature)	- 117 -	
1 -	Définitions	- 117 -
2 -	Buts et objectifs de la réintroduction	- 118 -
a -	Buts	- 118 -
b -	Objectifs	- 118 -
3 -	Organisation des programmes de réintroduction	- 118 -
a -	Approche multidisciplinaire	- 118 -
b -	Activités préparatoires	- 119 -
c -	Etapes de planification, de préparation et de lâcher	- 123 -
d -	Suivi post-lâcher	- 125 -
	<i>En Guadeloupe : Activités préparatoires biologiques en résumé...</i>	- 126 -

B - Evaluation du grand cul-de-sac marin et identification des facteurs limitants- 127

-

1 -	Présentation	- 127 -
a -	Localisation.....	- 127 -
b -	Climatologie.....	- 127 -
c -	Géomorphologie du Grand Cul-de-Sac Marin	- 128 -
d -	Courantologie.....	- 128 -
e -	Propriétés physico-chimiques de l'eau du lagon	- 129 -
2 -	Zonage et conséquences réglementaires	- 129 -
a -	Convention de Ramsar.....	- 130 -
b -	Réserve de Biosphère.....	- 131 -
3 -	Les herbiers de Phanérogames.....	- 132 -
a -	Ecologie des herbiers	- 132 -
b -	Rôle des herbiers.....	- 134 -
c -	Distribution des herbiers	- 134 -
d -	Biomasse et productivité des herbiers.....	- 135 -
4 -	Disponibilité en eau douce.....	- 136 -
5 -	Facteurs limitants.....	- 137 -
a -	Pollutions	- 137 -
b -	Trafic maritime	- 143 -
c -	Dégradations de l'habitat.....	- 144 -
d -	Profondeur	- 144 -
e -	Braconnage	- 144 -
f -	Phénomènes climatiques majeurs	- 145 -
g -	Coûts et besoins logistiques	- 145 -
6 -	Actions et orientations	- 145 -

C - Impacts et enjeux de la réintroduction.....- 146 -

1 -	Ecologiques	- 146 -
a -	Consolidation à long terme du statut du lamantin	- 146 -
b -	Services écosystémiques	- 146 -
c -	Impacts sur la communauté d'herbiers	- 147 -
d -	Concurrence alimentaire	- 148 -
2 -	Economiques et politiques	- 149 -
3 -	Culturels.....	- 149 -
4 -	Sanitaire	- 149 -

IV - Identification des limites socio-économiques et propositions d'outils de sensibilisation et d'évaluation sociologique- 151 -

A - Conflits d'intérêts entre développement économique et biodiversité ?- 151 -

1 -	Crise de biodiversité	- 151 -
-----	-----------------------------	---------

a -	Espèces menacées	- 152 -
b -	Espèces disparues.....	- 153 -
2 -	Déclin des services écosystémiques.....	- 153 -
a -	Secteur de la pêche.....	- 154 -
b -	Secteur agricole.....	- 154 -
3 -	Importance de la démarche participative	- 155 -
4 -	Concertation et dialogue	- 156 -
B -	Missions du Parc National de la Guadeloupe dans le Grand Cul-de-Sac Marin ...	- 157 -
1 -	Présentation	- 157 -
2 -	Objectifs : Coopération et échanges	- 158 -
a -	Objectifs généraux	- 158 -
b -	Objectifs relatifs à l'accueil du public et à la pédagogie.....	- 158 -
c -	Objectifs relatifs à la recherche.....	- 158 -
C -	Enquêtes d'opinion : propositions de thématiques d'enquête	- 159 -
1 -	Objectifs et intérêts	- 159 -
2 -	Cibles de l'enquête	- 159 -
a -	Scolaires.....	- 160 -
b -	Professionnels de la baie	- 160 -
c -	Municipalités et collectivités territoriales	- 160 -
d -	Enquêtes internes	- 160 -
3 -	Thématiques à aborder.....	- 161 -
4 -	Modes de diffusion	- 161 -
a -	Réunions	- 161 -
b -	Lieux	- 162 -
c -	Internet	- 162 -
5 -	Exploitation des données	- 162 -
D -	Elaboration de programmes d'éducation et d'information	- 163 -
1 -	Biodiversité et pédagogie.....	- 163 -
a -	Supports pédagogiques disponibles	- 163 -
b -	Actions en cours.....	- 164 -
c -	Propositions	- 165 -
2 -	Diffusion de l'information.....	- 165 -
a -	Rôles des associations.....	- 165 -
b -	Rôle des médias	- 165 -
c -	Formation et éducation.....	- 165 -
d -	Lieux stratégiques	- 165 -
e -	Ecotourisme : avantages, inconvénients.....	- 165 -
E -	Discussion.....	- 166 -

CONCLUSION	- 167 -
Bibliographie.....	- 171 -
Annexes	- 185 -

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Distribution géographique des Siréniens, d'après Best (1981 cité par Cayol, 2006)..-	21 -
Figure 2 : Morphologie générale du lamantin, dessin de S.A. Rommel (Reynolds <i>et al.</i> , 1999)-	26 -
Figure 3: Représentation schématique de la région péri-buccale, d'après Reep <i>et al.</i> (2001)-	27 -
Figure 4 : Dimorphisme sexuel chez le lamantin, d'après (Reynolds et Odell, 1991)	30 -
Figure 5 : Comparaison entre le diaphragme du lamantin et des autres mammifères, d'après Rommel et Reynolds (2000)	35 -
Figure 6 : Tractus digestif du lamantin, d'après (Reynolds et Odell, 1991).....	38 -
Figure 7 : Différentes postures d'étirements, d'après Hartman (1979).....	58 -
Figure 8: Troupeau d'oestrus chez le lamantin d'après Hartman (1979).....	60 -
Figure 9: Distribution du lamantin des Antilles (<i>Trichechus manatus manatus</i>) dans les Grandes Antilles, d'après Lefebvre et al. (2001).....	88 -
Figure 10 : Distribution du lamantin des Antilles (<i>Trichechus manatus manatus</i>) en Amérique Centrale, d'après Lefebvre et al. (2001).	94 -
Figure 11 : Distribution du lamantin des Antilles (<i>Trichechus manatus manatus</i>) en Amérique du Sud, d'après Lefebvre <i>et al.</i> (2001).	99 -
Figure 12 : Représentation schématique de la sensibilité auditive du lamantin, d'après Gerstein (2002).	103 -
Figure 13 : Pôles de la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin.....	130 -
Figure 14 : Représentation de <i>Thalassia testudinum</i> d'après Chauvaud (1997).....	133 -
Figure 15 : Carte thématique des biocénoses marines du Grand Cul-de-Sac Marin, d'après Chauvaud (1997).	135 -
Figure 16 : Principaux rejets industriels, domestiques et agricoles et capacités d'épuration.....	141 -
Figure 17 : Qualité des eaux.....	143 -

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Différenciation entre <i>Trichechus manatus manatus</i> et <i>Trichechus manatus latirostris</i> , d'après Domning et Hayek (1986).....	22 -
Tableau 2 : Espèces végétales consommées en fonction du milieu et de la bathymétrie (Hartman, 1979; Bengtson, 1983; Colmenero Rolon, 1984; Etheridge <i>et al.</i> , 1985; Espinoza-Avalos, 1996; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).....	51 -
Tableau 3: Fréquences ondulatoires et vitesses en fonction de l'activité et de l'âge, d'après Hartman (1979)	56 -
Tableau 4 : Principaux helminthes chez <i>Trichechus manatus</i>	68 -
Tableau 5 : Estimation de la population de lamantin le long de l'aire de répartition, d'après Quintana-Rizzo et Reynolds (2007).	100 -
Tableau 6: Concentrations maximales de pesticides détectées dans les tissus de lamantins de Floride, d'après O'Shea <i>et al.</i> (1984) et Ames et Van Vleet (1996).	106 -
Tableau 7 : Concentrations en métaux lourds détectées dans le tissu osseux chez le lamantin des Antilles, d'après Rojas Mingüer et Morales-Vela (2002).	107 -
Tableau 8 : Récapitulatif du statut légal du lamantin (<i>Trichechus manatus</i>) dans l'aire de répartition, d'après Quintana-Rizzo et Reynolds III (2007).	114 -
Tableau 9 : Estimation de la biomasse disponible dans les herbiers denses de <i>Thalassia</i> exprimée en tonnes, à partir des données de Chauvaud (1997).	136 -
Tableau 10 : Capacité alimentaire des herbiers denses à <i>Thalassia testudinum</i> dans les deux Cul-de-Sacs, calculée d'après Lartiges <i>et al.</i> , (2002), à partir des données de Chauvaud (1997)	136 -
Tableau 11 : Concentrations de pesticides détectés à la station aval de la distillerie de Bonne Mère sur la Grande Rivière à Goyaves de mai à décembre 2003, d'après SDAGE, DIREN (2006).	138 -
Tableau 12: Concentrations de différents pesticides détectés au cours d'analyses ponctuelles dans la rivière Moustique de 2003 à 2005:	138 -
Tableau 13 : Quelques espèces menacées en Guadeloupe	152 -
Tableau 14: Espèces disparues de Guadeloupe, d'après LAMECA (2006)	153 -
Tableau 15: Evolution du nombre de pêcheurs enrôlés en Guadeloupe, d'après les données de la DRAM (citée par Région Guadeloupe, 2006).....	154 -
Tableau 16 : Quelques ouvrages thématiques disponibles en librairie	164 -

LISTE DES ANNEXES

Annexe I: Classification des Siréniens Phylum Chordata.....	- 186 -
Annexe II : Réadaptation des Siréniens de l'Eocène à la vie aquatique d'après Domning (2000)	- 186 -
Annexe III ; Cavité buccale du lamantin.....	- 187 -
Annexe IV : Remontée à la surface à partir d'une position de repos	- 188 -
Annexe V : Locomotion chez le lamantin, d'après Hartman (1979).....	- 189 -
Annexe VI : Rôle de gouvernail de la queue, d'après Hartman (1979).....	- 189 -
Annexe VII : Quelques endoparasites du lamantin des Antilles, d'après Dailey (1988) ...	- 190 -
Annexe VIII : Etalement des lâchers préconisé par Lartiges et al. (2002).....	- 191 -
Annexe IX: Bilan prévisionnel d'après Lartiges et al. (2002)	- 193 -
Annexe X : Géomorphologie du Grand Cul-de-Sac Marin.....	- 195 -
Annexe XI : Caractéristiques des communes du système Grand Cul-de-Sac Marin	- 196 -
Annexe XII : Feasibility Study.....	- 197 -

LISTE DES ACRONYMES

% : pourcent

‰ : pour mille

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AMPA : Acide Amino-MéthylPhosphonique

ASFA : Association de Sauvegarde de la Faune sauvage Antillaise

CAR-SPAW: Centre d'Activités Régional – Specially Protected Areas and Wildlife (Protocole pour les espaces et espèces protégés dans la Caraïbe)

CELRL : Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres

CITES : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction – Convention de Washington

dB : décibels

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DDE : Direction Départementale de l'Équipement

DDT : DichloroDiphénylTrichloroéthane

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

DPL : Domaine Public Lacustre

DPM : Domaine Public Maritime

DRAM : Direction Régionale des Affaires Maritimes

DRAM : Direction Régionale des Affaires Maritimes

EH : Equivalent Habitant

GCSM : Grand Cul-de-Sac Marin

Hz : hertz

kHz : kilohertz

km : kilomètres

km² : kilomètre carré

LAMECA : La Médiathèque Caraïbe

MAB : Man and Biosphere

MEA : Millenium Ecosystem Assessment

MEAD : Ministère de l'Écologie et de l'Aménagement Durable

mOsm/L : milliosmoles par litre

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

ONF : Office National des Forêts

ONG : Organisation Non Gouvernementale

ORGFH : Orientations Régionales de la Gestion de la Faune et de ses Habitats

PCSM : Petit Cul-de-Sac Marin

PNG : Parc National de la Guadeloupe

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

ppm : parties par million

SAU : Surface Agricole Utile

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SIEE : Société d'Ingénierie pour l'Eau et l'Environnement

UAG : Université des Antilles et de la Guyane

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature ou Union Mondiale pour la Nature

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

INTRODUCTION

Le Lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*) est un mammifère marin herbivore, appartenant à l'ordre des Siréniens et faisant partie des trente-deux espèces de mammifères marins de la région Caraïbe.

Il a peuplé les eaux du Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe, jusqu'au siècle dernier, et a contribué à l'économie de l'île au début de la colonisation. Son exploitation commerciale irraisonnée a conduit à une diminution drastique des stocks des Petites Antilles, jusqu'à disparition totale. Celle-ci a été favorisée par l'utilisation d'une niche écologique particulière, liée à leur régime alimentaire, coïncidant avec une zone d'importance économique et démographique.

Les populations actuelles occupent dix-neuf pays du bassin caribéen et du nord-est de l'Amérique du Sud. Elles sont fragmentées, de distribution très inégale et fortement menacées par la dégradation de leur habitat, la pollution et les pressions anthropiques. De plus, les difficultés socio-économiques représentent un obstacle majeur à la mise en application des mesures nécessaires à leur préservation, malgré les différents niveaux de protection en vigueur. Le premier plan régional de gestion a été adopté en 1995, en réponse à la nécessité de coopération internationale. La nouvelle version diffusée à la fin de l'année 2007 signale une détérioration du statut, à la différence du lamantin de Floride (*Trichechus manatus latirostris*) sous-espèce mieux étudiée, bénéficiant d'une logistique de pointe et de trois décennies de programmes de conservation et de recherche. Pour cette raison, les données biologiques et écologiques lui sont largement consacrées et sont souvent extrapolées au lamantin des Antilles.

Le lamantin laisse quelques vestiges de son passage dans le patrimoine Guadeloupéen, comme le reflètent la commune, la rivière et la baie qui portent son nom. La niche écologique qu'il occupait jadis n'a pas été comblée, mais se situe dans une baie où l'expansion démographique est substantielle. L'éventualité de son retour serait à attribuer à la municipalité du Lamentin; le maire de l'époque ayant dans un premier temps envisagé la création d'un "Parc à lamantins" à vocation touristique. Le projet de réintroduction proprement dit figure parmi les objectifs à long terme de la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-sac Marin, en tant que symbole d'une revalorisation patrimoniale.

L'étude de faisabilité engagée par la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN), avait conclut positivement à ce projet, tout en identifiant cependant quelques limites écologiques et économiques. La problématique est de confronter les réalités

environnementales et socio-économiques aux exigences écologiques du lamantin. Elle consiste également en l'appréciation :

- du niveau de connaissance de la population quant à la question de l'évolution de la biodiversité de leur île et,
- du degré d'investissement dans un projet qui ne constitue pas en lui-même une priorité, mais dont la réévaluation permet de mettre en relief des contraintes plus globales.

Après avoir exposé, les principaux traits d'histoire de vie du lamantin, nous identifierons les causes de disparition, les menaces actuelles et futures à sa conservation. Grâce aux données bibliographiques disponibles nous proposons de procéder à une réévaluation écologique et socio-économique de la baie, au vu des problèmes rencontrés dans les pays de l'aire de distribution. Enfin, à défaut d'avoir pu mener une enquête encadrée et rigoureuse à l'échelle locale, nous proposerons des axes de recherche pour appuyer les actions mises en place par les associations de conservation, les organismes scientifiques, le Parc National de la Guadeloupe et la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin.

I - BIOLOGIE ET ECOLOGIE DU LAMANTIN DES ANTILLES (*TRICHECHUS MANATUS MANATUS*)

A - CLASSIFICATION TAXONOMIQUE ET EVOLUTION

1 - Systématique et phylogénétique

Les lamantins appartiennent à l'ordre de Siréniens, groupe de mammifères marins euthériens strictement herbivores (cf. annexe I).

Le terme "Sirénien", créé par Illiger, désignait à l'origine une famille appartenant à l'ordre des *Natantia*, entre les Phoques et les Cétacés (Petit, 1955). L'ordre des Siréniens comprend actuellement deux familles, comportant chacune un seul genre et vivant en zone sub-tropicale à tropicale (cf. figure 1) :

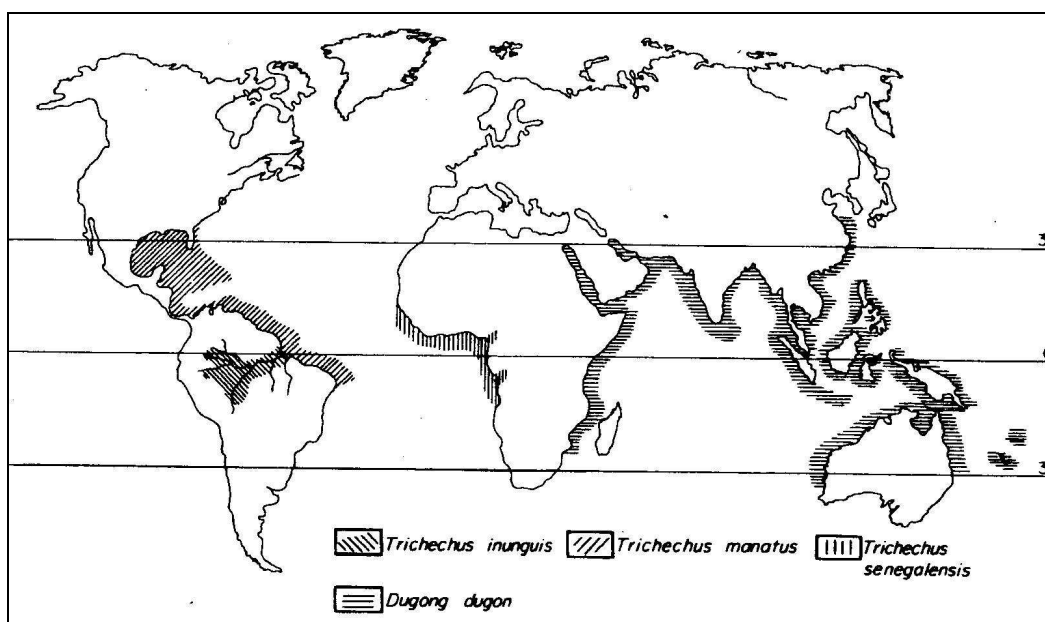


Figure 1 : Distribution géographique des Siréniens, d'après Best (1981 cité par Cayol, 2006)

a - Les Trichéchidés

La famille des *Trichechidae*, avec le genre *Trichechus* (Linnaeus 1758), comprend trois espèces:

- *Trichechus senegalensis* (Link 1795), le Lamantin d'Afrique Occidentale,
- *Trichechus inunguis* (Natterer 1883), le Lamantin d'Amazonie,
- *Trichechus manatus* (Linnaeus 1758), le Lamantin des Indes Occidentales (ou d'Amérique), subdivisée en deux sous-espèces :
 - o *Trichechus manatus latirostris* (Harlan 1824), le Lamantin de Floride,

- o *Trichechus manatus manatus* (Linnaeus 1758), le Lamantin des Antilles, objet de notre étude.

La subdivision a été établie par Domning et Hayeck (1986), sur la base des comparaisons des caractéristiques crâniennes, constantes à 95 % au moins dans chaque sous-espèce et résumées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Différenciation entre *Trichechus manatus manatus* et *Trichechus manatus latirostris*, d'après Domning et Hayek (1986).

Caractéristiques crâniennes	Lamantin de Floride	Lamantin des Antilles
Foramen magnum (adulte)	Elargi	Etroit
Bord dorsal du foramen magnum	Souvent rectiligne	Presque toujours légèrement arrondi
Déflexion rostrale	Plus accusée (30° à 52°)	Moins accusée (29° à 48°)
Surface de l'émail des dents	Toujours striée	Moins strié
Constriction palatine	Relativement large	Relativement étroite
Symphise mandibulaire	Assez haute	Assez basse

La déflexion rostrale du crâne serait une adaptation aux différents niveaux de la colonne d'eau (Domning, 1980)

Les deux sous-espèces constituent deux populations géographiques morphologiquement distinctes. En effet, les hivers doux de la côte nord du Golfe du Mexique d'une part, les eaux profondes et les forts courants du Détroit de Floride d'autre part, constituent des barrières physiques et climatiques efficaces contre le flux de gènes entre les deux sous-espèces (Domning et Hayek, 1986). Ainsi les lamantins observés au Texas seraient des lamantins des Antilles en provenance du Mexique, alors que ceux observés en Louisiane seraient des lamantins de Floride (Domning et Hayek, 1986).

Cependant, cette subdivision a été remise en question, suite aux récentes analyses génétiques sur l'ADN mitochondrial. En effet, Garcia-Rodriguez *et al.* (1998) ont montré que les lamantins de Floride, de Porto Rico et de la République Dominicaine partageaient des haplotypes. Ces haplotypes représentent une copie unique des types d'ADN mitochondriaux présents chez chaque animal et transmis uniquement par voie maternelle. Vianna *et al.* (2005) ont observé une structure de population marquée après identification de trois lignées d'haplotypes traduisant une distribution spatiale distincte correspondant à trois régions suivantes :

- **région (1) :** la Floride et les Grandes Antilles (République Dominicaine et Porto Rico),

- **région (2):** l'ouest et le sud du Golfe du Mexique, l'Amérique Centrale et le nord-ouest de l'Amérique du sud à l'ouest des Petites Antilles,
- **région (3) :** le nord-est de l'Amérique du sud à l'est des Petites Antilles (Garcia-Rodriguez *et al.*, 1998; Vianna *et al.*, 2005).

Ces trois lignées sont séparées par une divergence de séquence comparable à celle observée entre *Trichechus manatus* et *Trichechus inunguis*. En conséquence ces deux espèces partageraient un ancêtre commun maternel datant du Pliocène (Garcia-Rodriguez *et al.*, 1998; Garcia-Rodriguez *et al.*, 2000).

L'arc formé par les Petites Antilles représente une barrière géographique aux flux de gènes chez *Trichechus manatus* entre les régions (2) et (3). Les latitudes extrêmes de la distribution (Floride et Brésil) présentent les plus faibles niveaux de diversité génétique, suggérant un effet fondateur (colonisation récente) ou un goulot d'étranglement récent. La diversité en haplotypes est plus élevée en Colombie, puis au Mexique (Garcia-Rodriguez *et al.*, 1998; Vianna *et al.*, 2005).

Ces conclusions sont provisoires car elles ne considèrent que les lignées maternelles; des tests sur l'ADN nucléaire sont nécessaires pour déterminer la structure de la population de lamantins (Garcia-Rodriguez *et al.*, 1998).

b - Les Dugongidés

La famille des *Dugongidae*, avec le genre *Dugong*, ne comprend qu'une seule espèce vivante, le Dugong, *Dugong dugon* (Müller 1776), inféodé aux zones tropicales indo-pacifiques (Reynolds et Odell, 1991).

Citons également la Rhytine de Steller, *Hydrodamalis gigas* (Zimmermann 1780), espèce découverte dans les eaux sub-arctiques du Détroit de Behring en 1741, dont la chasse intensive par les Russes a abouti à son extinction en 1768 (Petit, 1955; Reynolds et Odell, 1991).

2 - Evolution

La vaste majorité de spécimens de fossiles Siréniens appartiennent aux Dugongidés et la poignée de fossiles du Tertiaire se référant aux Trichéchidés provient uniquement du Nouveau Monde, principalement d'Amérique du Sud, leur origine géographique ancestrale (Domning, 1982). La dispersion rapide et précoce des Siréniens à partir du centre d'origine présumée de l'Ancien Monde est révélée par une espèce primitive datant de la fin de l'**Eocène inférieur** et du début de l'**Eocène moyen** de la Jamaïque : *Prorastomus sirenoides* de la famille des Prorastomidae (Domning, 1982; 1996) Le nombre important de **dents** et l'origine

ont suggéré une **affinité spéciale** avec le **lamantin**. Son occurrence géographique semble représenter la distribution "Téthysienne" primitive de l'ordre.

La seconde espèce la plus primitive date de l'Eocène moyen est *Protosiren* de la famille des Protosirenidae, de originaire d'Egypte a également été retrouvée en Europe, en Asie et en Amérique du Nord. Elle présentait une déflexion rostrale et une perte de toutes les incisives et des canines inférieures, les supérieures étant transformées en défenses (Domning, 1982; 1996).

L'ordre des Siréniens est un exemple de réadaptation de mammifères terrestres au milieu aquatique (Domning, 1996; 2000). Les formes primitives des Siréniens étaient quadrupèdes et amphibies (cf. annexe II). Dès leur entrée dans l'eau, elles nageaient à la fois, grâce aux mouvements de pagaie des membres postérieurs et à l'ondulation de la colonne vertébrale et vers l'Eocène supérieur, le rôle des membres postérieurs ayant fortement diminué, ils sont devenus inféodés au milieu aquatique (Domning, 1996).

L'ordre des Siréniens a atteint une diversité maximale durant le Miocène avec au moins une douzaine de genres connus; (Domning, 1981; 1996; Murphy, 2003)son déclin a donc été substantiel puisque quatre espèces subsistent à ce jour. Le plus ancien **Trichéchidé** connu, le ***Potamosiren magdalenensis*** originaire de la Colombie datant du Miocène Moyen, est dépourvu du système de remplacement horizontal des molaires surnuméraires qui caractérisera plus tard les lamantins. Jusqu'au Miocène supérieur, les Trichéchidés ont dû être cantonnés aux rivières côtières et aux estuaires d'Amérique du Sud où ils se nourrissaient de plantes d'eau douce, alors que les Dugongidés ayant colonisé les eaux Caraïbéennes et ouest Atlantique, se nourrissaient de prairies d'herbiers. Alors que la majorité des Dugongidés des Caraïbes, de l'Oligocène au Miocène, ont un rostre fortement orienté vers le bas, adapté pour s'alimenter sur les herbiers marins, les Trichéchidés du Tertiaire (comme les Protosirenidae) présentent de légères déflexions adaptées à leur régime constitué de plantes de surface et émergentes (Domning, 1982).

L'orogénèse des Andes au Mio-Pliocène a induit d'importants dépôts de silice et de nutriments dissous dans les rivières d'Amérique du Sud, stimulant ainsi la croissance de macrophytes aquatiques, notamment des Graminées. Les lamantins, s'adaptent à cette nouvelle source de nourriture abondante, toutefois plus abrasive, en adoptant le remplacement horizontal continu des molaires surnuméraires, comme l'illustre le *Ribondon limbatus* datant de la fin du Miocène supérieur et du début du Pliocène inférieur en Argentine. L'élaboration ultérieure de cet analogue fonctionnel de l'hypsodontie est définie par des molaires plus

petites, quoique plus nombreuses, portant des feuillettes d'émail plus complexes comme chez le genre *Trichechus* du Pléistocène récent (Domning, 1982).

L'orogénèse du Miocène supérieur, a également bloqué l'entrée du Pacifique dans la région supérieure de l'Amazonie, et forme temporairement un bassin fermé. Les lamantins ainsi piégés s'adapteront ultérieurement aux des prairies de Graminées des lacs Amazoniens en développant les dents plus résistantes à l'usure bien que plus petites, des lamantins d'Amazonie actuels (Domning, 1982).

Parallèlement, en diminuant le niveau de la mer et en augmentant l'érosion et le rejet de phytolithes siliceux dans les lits d'herbiers côtiers, le début de la glaciation continentale du Pliocène, a probablement exercé un stress supplémentaire sur la denture brachyodonte déjà très peu adaptée des Dugongidés. Ces derniers ont pu ultérieurement adopter l'hypsondontie dans la région indo-pacifique. Cependant, dans les Caraïbes, ils ont été supplantés par *Ribodon*, et plus tard dans le Pliocène, par *Trichechus*. *Ribodon* et *Trichechus* primitifs ont alors pu gagner l'Amérique du Nord, en élargissant leur niche écologique aux prairies d'herbiers pour donner naissance au *Trichechus manatus* moderne. Les dispersions du *Trichechus* primitif au Pliocène et au Pléistocène vers l'Afrique de l'ouest seront à l'origine de l'espèce *Trichechus senegalensis* qui continue d'occuper les niches estuarienne et fluviale.(Domning, 1982).

Des preuves morphologiques et moléculaires indiquent que les Siréniens sont fortement associés aux Proboscidiés dans le taxon des Téthythériens¹, formant lui-même avec l'ordre des Desmostyles, des Embrithopoda, et probablement l'ordre actuel des Hyracoïdea le groupe des Paenungulata (Domning, 1994; 1996).

Le lamantin partage de nombreuses caractéristiques hématologiques et immunologiques rares avec l'éléphant (Bossart, 2001).

¹ Téthythériens: Animaux à sabots

B - CARACTERES ANATOMIQUES

1 - Anatomie externe

a - Morphologie générale

Le corps des lamantins est fusiforme (Quiring et Harlan, 1953; Petit, 1955), mais massif en partie antérieure; la région cervicale est virtuelle. Le corps s'effile ensuite progressivement en arrière des nageoires pectorales jusqu'à la racine de la nageoire caudale. Cette dernière est arrondie, aplatie selon un plan horizontal, et présente parfois une petite entaille médiane chez les jeunes et chez le Lamantin de Floride. Les membres postérieurs sont absents (Reynolds *et al.*, 1999).

Chez le lamantin de Floride, les adultes peuvent atteindre une longueur moyenne de 2,7 à 3 mètres et pèsent entre 410 et 545 kilos. Les tailles et les poids maximums enregistrés atteignent respectivement 3,6 mètres et 1775 kilos (Bossart, 2001). Selon une étude morphométrique réalisée chez 11 lamantins des Antilles, la longueur moyenne atteignait 2,2 mètres (Converse *et al.*, 1994).

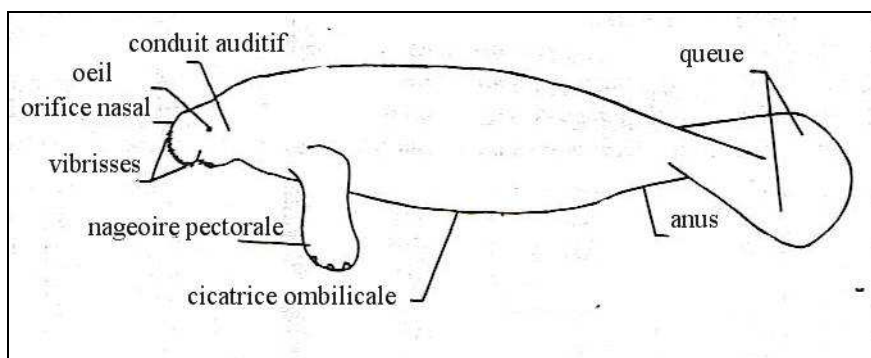


Figure 2 : Morphologie générale du lamantin, dessin de S.A. Rommel (Reynolds *et al.*, 1999)

b - Tête

La caractéristique la plus frappante de la morphologie externe est la conformation de la tête (Petit, 1955).

Les orifices nasaux s'ouvrent plus ou moins dorsalement. Ils sont munis d'un appareil obturateur constitué de valves, mais dépourvu de cartilages pour ne pas entraver le processus de fermeture.

Les yeux latéraux et globuleux, sont assez hauts placés. Les paupières sont épaisses et rigides, la fente palpébrale est petite. Comme chez les éléphants, la membrane nictitante est bien développée et présente un minuscule cartilage. Les glandes de Harder et les glandes lacrymales sont absentes (Petit, 1955).

Les conduits auditifs s'ouvrent exactement dans le prolongement de l'angle postérieur de l'œil; leur diamètre est inférieur à 3 millimètres. Le pavillon auriculaire est absent (Reynolds *et al.*, 1999; Wartzok et Ketten, 1999).

α Appareil péri-buccal

Les Siréniens sont pourvus d'une anatomie oro-faciale insolite qui reflète une spécialisation au régime herbivore strict (Marshall *et al.*, 1998). La région péri-buccale n'aurait pas d'équivalent chez les autres mammifères. En effet, les deux lèvres supérieures véritables coussinets charnus, s'invaginent partiellement dans la cavité buccale (Reep *et al.*, 1998). Les lèvres portent des soies raides et épaisses pourvues, comme les vibrisses, de sinus veineux et sont richement innervées (Reep *et al.*, 1998; Reep *et al.*, 2001). L'appareil péri-buccal a été délimité en six champs de soies par hémiface, représentés sur le schéma suivant (cf. figure 3):

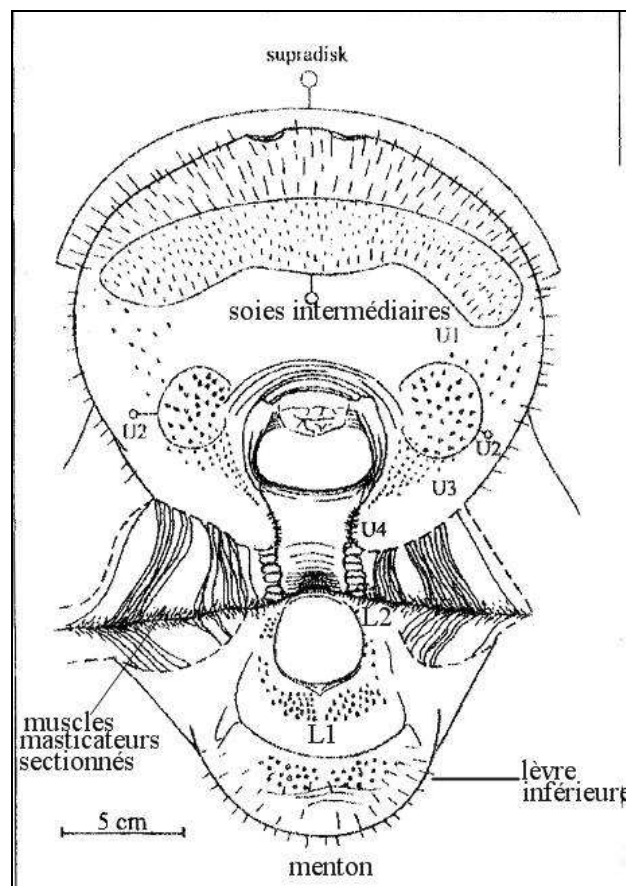


Figure 3: Représentation schématique de la région péri-buccale, d'après Reep *et al.* (2001)

- Les champs U1 à U4 (upper) concernent les lèvres supérieures et la cavité buccale. La zone U2 est constituée des soies les plus épaisses et les plus longues, qui sont rétractées dans les plis cutanés et font saillie lors de la prise alimentaire et l'exploration (Marshall *et al.*, 1998).

- Les champs L1 et L2 (lower) se réfèrent aux soies plus courtes de la lèvre inférieure. Les soies de L1 sont également enchâssées dans les plis cutanés au repos.

La région correspondant au "*supradisk*" est pourvue de poils identiques à ceux du corps (Reep *et al.*, 1998).

Le disque labial correspond à la large portion de la face entre les deux lèvres supérieures; il porte des soies intermédiaires rigides et intervient lors de l'exploration et lors de l'initiation du cycle alimentaire (Hartman, 1979; Marshall *et al.*, 1998; Reep *et al.*, 1998).

Le menton porte des poils très longs (Reep *et al.*, 1998).

***β* Cavité buccale**

L'entrée de la cavité buccale est marquée par la proéminence des plaques masticatrices cornées (cf. annexe IIIa), qui suppléent à l'absence des incisives (Bossart, 2001), et recouvrent les intermaxillaires et la symphyse de la mâchoire inférieure (Petit, 1955).

Le lamantin a des molaires surnuméraires en nombre illimité qui se remplacent d'arrière en avant au cours de la vie (Domning et Hayek, 1984; Bossart, 2001). Celles-ci sont sélénodontes et à croissance continue; leur diamètre s'accroît sensiblement avec l'âge. A partir du sevrage, les trois prémolaires lactéales commencent à se déplacer vers l'avant, vraisemblablement par la combinaison d'une résorption des racines et d'un dépôt d'os continus dans les septa inter-alvéolaires. La dent usée par l'abrasion des végétaux, tombe lorsqu'elle atteint l'extrémité rostrale de la rangée, tandis qu'une nouvelle dent fait éruption en arrière (cf. annexe IIIb). Le nombre de molaires augmente concomitamment à l'allongement caudal de la mandibule. La **formule dentaire** est, par conséquent, **variable**. Chaque héli-mâchoire peut porter 6 à 8 molaires (Domning et Hayek, 1984; Marsh, 1999). La vitesse de déplacement est corrélée à la quantité de végétaux et à leur nature abrasive est probablement contrôlée par le stress mécanique de la mastication (Petit, 1955; Domning et Hayek, 1984). Le processus de remplacement s'adapte automatiquement à la dureté des aliments (Domning et Hayek, 1984).

Par conséquent, la détermination de l'âge ne peut reposer sur l'analyse du degré d'usure des dents.

c - Peau

La peau est parsemée de poils fins et souples; elle acquiert des teintes brunes à gris-bunâtre. La couleur est influencée par la mue continue et est plus foncée sur la face dorsale, en raison de la présence d'algues (Hartman, 1979; Walsh et Bossart, 1999). Des cicatrices et des croûtes, témoins de la fixation de Cnidaires et de Mollusques bivalves, lui confèrent un aspect rugueux (Petit, 1955). Son **épaisseur** particulièrement remarquable varie entre 10 et

25 millimètres, avec un maximum en région latéro-dorsale. Cette caractéristique est imputable au **derme**, l'épiderme étant extrêmement mince. Signalons que la peau des lamantins présente une intrication des éléments épidermiques et dermiques. Pour cette raison, divers auteurs ont comparé les Siréniens à des Pachydermes aquatiques.

Le revêtement pileux semble plus dense chez l'embryon (Petit, 1955).

d - Nageoires pectorales

Les membres antérieurs, transformés en nageoires comportent trois à quatre ongles chez le Lamantin de Floride sur la face dorsale (Walsh et Bossart, 1999). Les nageoires pectorales se détachent dans la région antérieure du corps, assez près de la tête. Elles sont falciformes et aplaties. Leur épaisseur va en diminuant du bord antérieur, arrondi, rigide, au bord postérieur plus mince et plus souple. Leur position physiologique correspond à l'adduction (Quiring et Harlan, 1953). Elles sont réduites par rapport au reste du corps: seuls la main et l'avant-bras sont visibles (Petit, 1955; Hartman, 1979). Elles sont plus mobiles que celles des Cétacés (Reynolds *et al.*, 1999).

e - Dimorphisme sexuel

Les femelles sont généralement plus grandes que les mâles; celles-ci peuvent atteindre 1200 kg pour 3,5 mètres de long, alors que les mâles oscillent généralement entre 400 et 600 kg (Walsh et Bossart, 1999). Cependant ce critère n'est pas absolu. Les mamelles axillaires dissimulées sous les nageoires, sont présentes dans les deux sexes. Les nageoires des mâles sont plus longues et présentent une surface dorsale auto-agrippante, particularité importante lors de l'accouplement (Walsh et Bossart, 1999). Le dimorphisme sexuel est peu apparent. En effet, chez le mâle, le pénis est contenu dans un sinus pénien dont les replis sont semblables aux lèvres vulvaires de la femelle. De plus, les lamantins sont cryptorchides permanents, au même titre que les Cétacés (Petit, 1955). La différenciation repose, par conséquent, sur la localisation des organes génitaux (cf. figure 4), plus précisément, la distance entre l'anus et l'orifice uro-génital, plus petite chez la femelle (Walsh et Bossart, 1999).

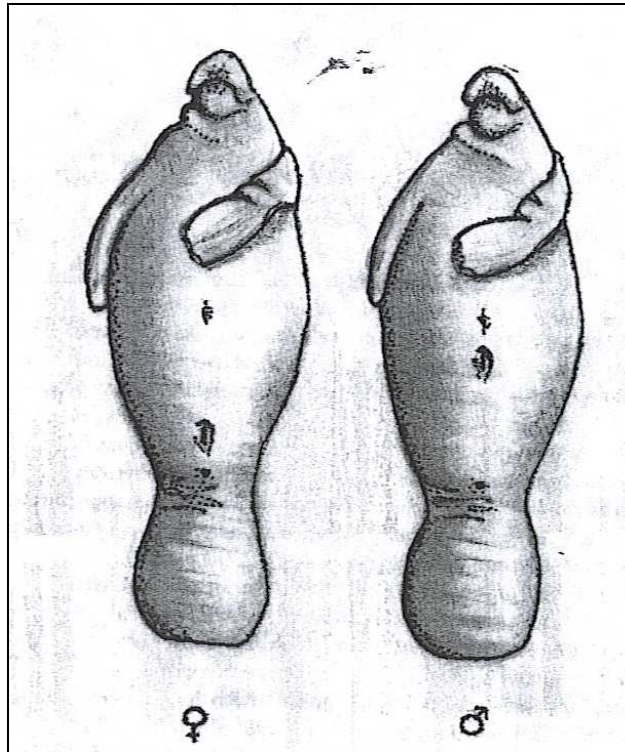


Figure 4 : Dimorphisme sexuel chez le lamantin, d'après (Reynolds et Odell, 1991)

2 - Anatomie interne

a - Le squelette

Le squelette est marqué de particularités diverses. Tout d'abord, il est fréquent de noter l'asymétrie des pièces. L'atlas illustre bien cette particularité avec une déviation de la neurépine et des neurapophyses et une irrégularité de la forme du trou vertébral (Petit, 1955).

Ensuite, la plupart des os longs sont **dépourvus de moelle**; l'hématopoïèse a lieu dans les vertèbres et dans quelques os plats (Lowe, 1997; Murphy, 2003).

Enfin, la **pachyostéosclérose** est l'un des quelques caractères dérivés remarquables partagés par tous les Siréniens depuis l'Eocène, comme en attestent les fragments de côtes des fossiles (Domning et De Buffrénil, 1991). Le terme pachyostose fait uniquement référence à l'épaississement des os sans tenir compte de leur densité. L'ostéosclérose fait référence au remplacement de l'os spongieux par l'os compact. La pachyostéosclérose, combinaison de ces deux phénomènes résulterait, dans ce cas, de mécanismes impliquant les hormones thyroïdiennes et parathyroïdiennes. Ces mécanismes agissent localement et n'impliquent en aucun cas de désordres systémiques des fonctions hormonales (Domning et De Buffrénil, 1991).

α Crâne

Le crâne fournit les caractéristiques les plus utiles pour la taxonomie et la phylogénie. Il est caractérisé par des prémaxillaires élargis formant un rostre, l'absence de sinus paranasal, un arc zygomatique massif (Petit, 1955), la fusion des pariétaux et du supraoccipital en une épaisse et dense calotte, et des processus ptérygoïdes fortement développés. L'os occipital présente deux crêtes latérales. La paire de condyles occipitaux, larges et bien délimités, encercle le foramen magnum (Petit, 1955).

La mandibule est massive, avec une symphyse longue, comprimée latéralement et inclinée vers le bas (Domning et De Buffrénil, 1991).

Les complexes tympano-périotiques sont constitués d'os exceptionnellement **denses**, partiellement fusionnés à la paroi interne du crâne et occupent une portion substantielle de la boîte crânienne postérieure (Ketten *et al.*, 1992). La taille et le poids des complexes des nouveaux-nés varient de moins de 20 % par rapport au stade adulte, indiquant une maturité structurelle et probablement fonctionnelle dès la naissance (Ketten *et al.*, 1992; Wartzok et Ketten, 1999). En conséquence, le complexe auditif est disproportionné chez les jeunes; il peut représenter 14 % du poids du squelette (Domning et De Buffrénil, 1991).

- L'oreille externe correspond au processus zygomatique, un labyrinthe cartilagineux dilaté fortement contourné spongieux, comblé de lipides et fusionné au squamosal, lui-même articulé au périotique. Etant donné ces relations anatomiques, il pourrait intervenir dans la réception auditive en tant que résonateur différentiel de faible fréquence.
- L'oreille moyenne est vaste, tapissée par un tissu fibreux épais et vascularisé; la chaîne des osselets est faiblement articulée (Ketten *et al.*, 1992).
- L'oreille interne est logée dans le périotique et est constituée de la cochlée, organe de l'audition et du système vestibulaire, organe de l'équilibre et de l'accélération (Ketten *et al.*, 1992). Les conduits de la cochlée sont peu développés.

Les diverses parties du pétreux et des osselets s'ornent de sillons au cours de la vie de l'animal (Petit, 1955). Cette particularité constitue un critère pertinent pour l'estimation de l'âge à partir des couches de croissance du dôme du périotique, bien qu'un phénomène de résorption osseuse survienne chez les individus âgés (Marmontel *et al.*, 1996).

β Squelette axial

Il est admis que tous les Mammifères possèdent sept vertèbres cervicales. Pourtant, le genre *Trichechus* n'en possède que **six** (Domning, 1982; 1996; Rommel et Reynolds, 2000). En effet, la sixième vertèbre cervicale acquiert déjà des facettes articulaires destinées à la tête de la première côte (Petit, 1955). Le raccourcissement de la région cervicale représenterait une réadaptation au milieu aquatique en contribuant au maintien de l'axe horizontal (Domning et De Buffrénil, 1991; Domning, 2000). Le nombre de vertèbres thoraciques varie de 17 à 19. On dénombre 27 à 29 vertèbres lombo-caudales chez *Trichechus manatus latirostris* et 25 chez *Trichechus manatus manatus*, le nombre de vertèbres lombaires étant généralement fixé à 2 ou 3 (Petit, 1955).

En résumé la formule généralement admise est la suivante : C₆ T₁₇ L₃ C₂₄ (Petit, 1955).

χ Cage thoracique

La **pachyostose du thorax** est responsable d'une **redistribution du poids**. Commenant aux stades précoces de la croissance post-natale, la compacité, la minéralisation et par conséquent la densité des côtes sont déjà plus importantes que ce qui est communément observé chez les mammifères terrestres, et peuvent augmenter encore ultérieurement durant l'ontogénie (Domning et De Buffrénil, 1991).

Le sternum est un os simple, aplati et réduit, qui présente fréquemment une asymétrie. Seules deux paires de côtes sternales sont présentes chez les Lamantins. Cela semble faciliter la dilatation du thorax et les mouvements respiratoires (Petit, 1955).

δ Squelette appendiculaire

La clavicule est vestigiale chez les lamantins (Petit, 1955). Selon Quiring et Harlan (1953), elle serait réduite à une fine bande ligamenteuse, s'étirant du manubrium au processus coracoïde de la scapula. La scapula porte un acromion allongé caractéristique chez les Trichéchidés (Domning, 1982).

Le membre antérieur se distingue par de puissantes épiphyses à l'extrémité distale du radius et de l'ulna, séparées des diaphyses par de larges bandes cartilagineuses. L'humérus et la crête bicipitale sont courts. L'ossification tardive des métacarpiens va de pair avec la réduction de la musculature de la nageoire qui conserve son rôle de direction et de traction ; néanmoins, cela confère aux phalanges une certaine flexibilité (Petit, 1955).

Le bassin, de conformation quadrilatère, est très rudimentaire (Murphy, 2003). Les petits os pelviens, pairs, sont enchâssés dans le tissu conjonctif sous-cutané, au niveau de la troisième vertèbre lombaire. (Quiring et Harlan, 1953).

b - Système nerveux et organes des sens

Les hémisphères cérébraux ont un aspect réniforme (Petit, 1955). Le cortex cérébral est marqué par une profonde fissure latérale orientée verticalement, d'où se détache, une scissure caudale. Il présente également une lissencéphalie marquée, associée à un faible index de giration (Reep et O'Shea, 1990). Le cerveau a une taille relative inférieure à celle des mammifères de même gabarit.

Toutefois, ces deux dernières caractéristiques ne restreignent pas l'élaboration des structures internes. La **lissencéphalie** marquée est une particularité rare pour des cerveaux de cette taille et pourrait être liée à l'épaisseur de la substance grise corticale et de la substance blanche sous-jacente (Reep et O'Shea, 1990).

Selon l'étude de Gerstein (1994), les lamantins sont réceptifs au dressage, peuvent discriminer certaines formes et possèdent une mémoire à long terme.

La réduction du rhinencéphale est particulièrement inhabituelle pour des mammifères marins : le lamantin est donc microsmatique (Petit, 1955). De plus l'organe voméro-nasal est absent (Mackay-Sim *et al.*, 1985). Cependant, Bossart (2001) suppose que l'olfaction pourrait intervenir dans la communication intraspécifique. La chorde tympanique représente 30% du nerf facial et reflèterait l'existence de la gustation chez les Siréniens (Ketten *et al.*, 1992).

Chez l'adulte, la moelle épinière se termine au niveau de la troisième vertèbre lombaire.

Notons que les Siréniens ne possèdent pas d'épiphyse (Ralph *et al.*, 1985).

L'histologie et la microscopie électronique indiquent que les photorécepteurs de la rétine sont constitués de bâtonnets et de cônes, structure caractéristique chez les mammifères diurnes (Cohen *et al.*, 1982). La prédominance des cônes traduit une bonne acuité visuelle (Cohen *et al.*, 1982), qui semble compenser une perception rudimentaire des profondeurs (Bossart, 2001). L'étude des pigments des cônes confirme une **vision dichromatique**, avec distinction du bleu et du vert (Griebel et Schmid, 1996; Newman et Robinson, 2006).

La fonction tactile est assurée par la région péri-buccale. Les lamantins sont dotés de complexes sensoriels développés pour la détection de signaux tactiles (Reep *et al.*, 1998). Le **complexe somato-sensoriel** est constitué d'une agrégation de neurones en région corticale, intervenant dans le traitement des informations sensorielles provenant des vibrisses (Marshall et Reep, 1995).

Tous les poils du corps présentent les caractéristiques du complexe sinus-follicule décrit pour les vibrisses (Reep *et al.*, 2002). C'est une disposition unique du système tactile capable de transmettre une information détaillée et significative sur l'environnement extérieur. Cette

disposition inédite chez les mammifères serait un analogue de la ligne latérale des poissons et représenterait une adaptation à la turbidité de l'eau (Reep *et al.*, 2002).

Les données audiométriques du lamantin *Trichechus manatus* se rapportent à des études sur les potentiels évoqués auditifs (Bullock *et al.*, 1982), sur l'anatomie (Ketten *et al.*, 1992), et plus récemment sur l'audiogramme comportemental (Gerstein, 1994; Gerstein *et al.*, 1999).

Selon Ketten *et al.* (1992), la simplicité de structure de la cochlée et de l'oreille moyenne reflèterait une faible sensibilité auditive, avec une étroite gamme de fréquences et un pic légèrement supérieur à 5 kHz. De plus, la position intracrânienne du périotique et sa fusion avec le squamosal expliqueraient une diminution de la capacité de localisation du son (Ketten *et al.*, 1992).

Cependant, l'audiogramme comportemental indique une gamme de fréquences audibles allant de 0,4 à 46 kHz, avec les meilleures sensibilités proches de 16 kHz (Gerstein *et al.*, 1999). La technique des potentiels évoqués indiquait une fréquence maximale limite comparable, cependant, le pic de sensibilité était nettement inférieur (Bullock *et al.*, 1982). Bien que les lamantins n'utilisent pas l'écholocation (Hartman, 1979; Bengtson et Fitzgerald, 1985), les deux études acoustiques précitées s'accordent sur la perception d'ultrasons, d'après l'évaluation de l'énergie acoustique de certaines vocalisations supérieure à 22 kHz.

La sensibilité aux hautes fréquences pourrait illustrer une adaptation aux eaux peu profondes, dans lesquelles la propagation des sons de faibles fréquences est limitée. Or, ces faibles fréquences correspondent généralement au bruit du moteur des bateaux à la surface (Gerstein *et al.*, 1999).

L'audiogramme du lamantin est particulièrement plat, avec moins de 15 dB de différence globale (Wartzok et Ketten, 1999).

Les recherches en acoustique se développent en réponse aux problèmes récurrents des collisions rencontrés également chez certains Cétacés.

Les lamantins peuvent émettre une large gamme de sons pour communiquer, allant des stridulations, des pépiements, des sifflements aux cris aigus (Bengtson et Fitzgerald, 1985). Ces **vocalisations** interviennent pour engager et maintenir un contact avec les congénères, notamment lors des activités ludiques et sexuelles. Ce type de communication joue un rôle prépondérant entre la mère et son veau (Bossart, 2001). Les fréquences des vocalises sont en moyenne de une à deux toutes les cinq minutes; elles peuvent atteindre six occurrences en fonction du niveau d'interaction sociale (Bengtson et Fitzgerald, 1985; Phillips *et al.*, 2004).

c - Cavité thoraco-abdominale

α Le diaphragme

La structure du diaphragme a été précisément étudiée chez le lamantin de Floride par Rommel et Reynolds (2000). Les particularités anatomiques sont représentées ci-dessous (cf. figure 5).

Le diaphragme des lamantins repose sur un plan dorsal au lieu du plan transversal conventionnel. Situé dorsalement au cœur, il ne s'insère pas sur le sternum, mais médialement, au niveau du tendon central en forme de "I", aux projections osseuses s'étendant ventralement à partir des corps vertébraux, formant **deux hémidiaphragmes**. La portion dorsale du thorax est donc subdivisée en deux cavités pleurales horizontales, complètement isolées l'une de l'autre et séparées des cavités péricardique et abdominale intrathoracique.

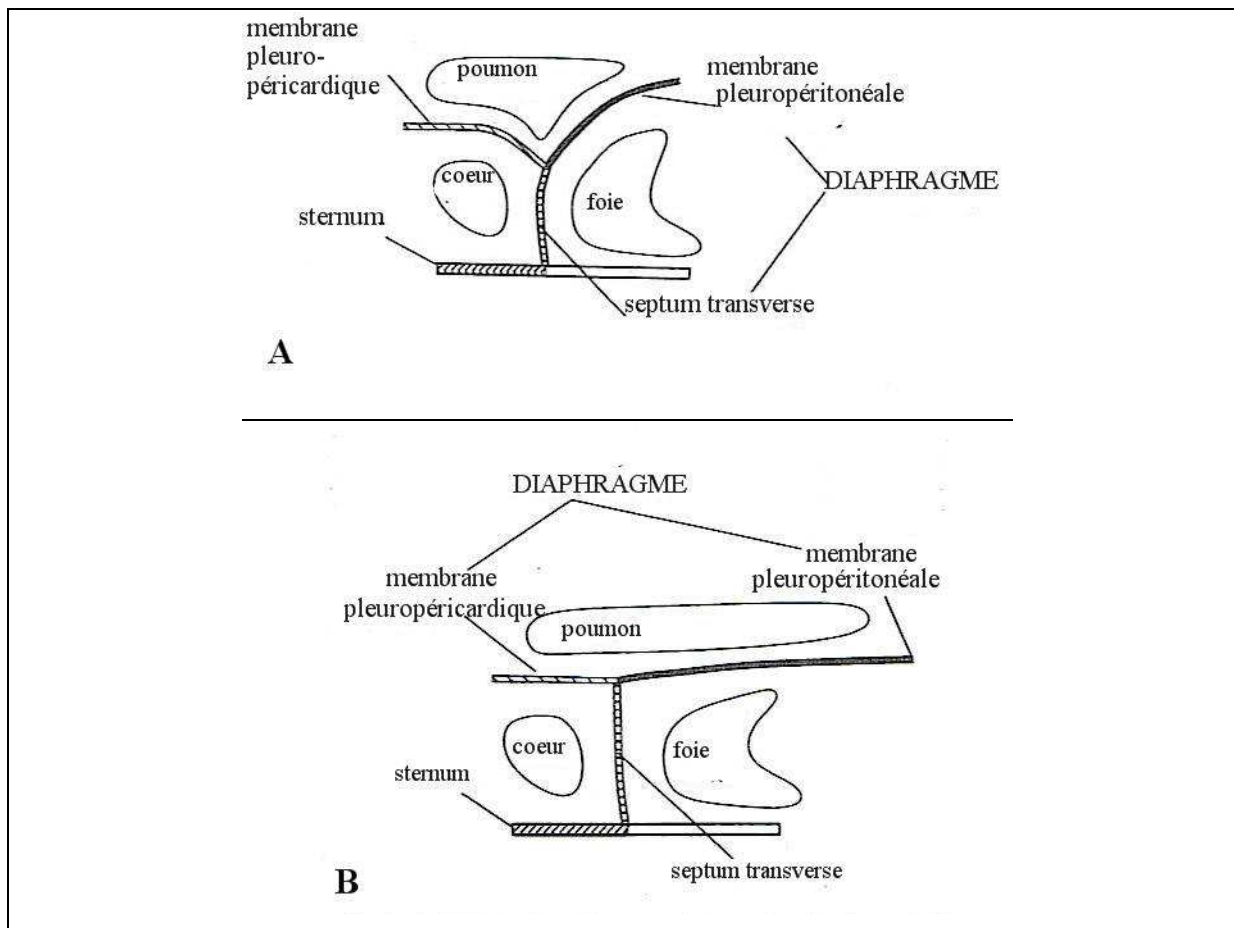


Figure 5 : Comparaison entre le diaphragme du lamantin et des autres mammifères, d'après Rommel et Reynolds (2000)

A : représentation schématique du diaphragme type (pré-hépatique) des mammifères

B : représentation schématique du diaphragme (non pré-hépatique) du lamantin

Le diaphragme s'étend virtuellement sur toute la longueur de la cavité corporelle à partir de la vertèbre C6 jusqu'à la dernière vertèbre lombaire, ce qui représente quarante pour cent

de la longueur totale du corps. Il est musculo-tendineux et relativement épais caudalement, comparé à celui des autres mammifères marins de taille comparable. Les fibres du tendon central adoptent une organisation transversale et non radiale.

Contrairement aux autres mammifères, le septum transverse ne participe pas à la formation du diaphragme. C'est une structure distincte, perpendiculaire au diaphragme et séparant le cœur du foie et des autres viscères. Il est remplacé par la membrane pleuropéricardique (Rommel et Reynolds, 2000).

Une portion importante de la cavité abdominale dorsale est encerclée par les côtes; cette région de la cavité péritonéale est considérée comme étant intrathoracique. Les organes abdominaux intrathoraciques sont comprimés contre la face dorsale du diaphragme, le faisant se courber dorsalement.

On distingue : une cavité thoracique dorsale contenant le cœur, les poumons, les reins et les ovaires et en une cavité abdominale ventrale contenant l'estomac, le foie, les intestins et la vessie (Quiring et Harlan, 1953).

β Cavité thoracique dorsale

↪ Appareil respiratoire

L'épiglotte et les cordes vocales sont rudimentaires. La brièveté du cou va de pair avec celle de la trachée, convexe ventralement et concave dorsalement (Petit, 1955).

Les poumons sont ellipsoïdes, aplatis, non lobés et masquent la partie antérieure du cœur. Ils occupent la plus grande partie de la cage thoracique et s'étendent dorsalement à leurs hémidiaphragmes respectifs (Rommel et Reynolds, 2000). Ils comportent chacun une bronche principale qui s'étire sur presque toute leur longueur et dont le diamètre diminue substantiellement vers l'arrière. Le cartilage est hyalin et prend une position spiralée qui conférerait à une certaine élasticité. La tendance à l'ossification n'a pas été décrite chez le Lamantin de Floride (Petit, 1955).

Les bronches secondaires se transforment en des tubes légèrement plus petits qui donnent à leur tour naissance à de minuscules tubules qui approvisionnent les vésicules respiratoires (Domning et De Buffrénil, 1991).

↪ Appareil circulatoire

L'apex du cœur des lamantins et des Siréniens est divisé en deux parties par un sillon, délimitant ainsi les ventricules. L'appareil circulatoire est remarquable par la présence de vastes plexus artériels, issus de la division de grosses artères en faisceaux vasculaires. Dans

ces faisceaux, les vaisseaux sont organisés en triade, l'artère étant encadrée par deux veines (Petit, 1955).

Des épaissements nodulaires ont été fortuitement découverts sur les valves atrio-ventriculaires, rappelant la maladie valvulaire myxomateuse du vieux chien. Ces lésions, observées aussi bien chez le nouveau-né que chez l'adulte et n'étant associées à aucune atteinte pulmonaire et/ou hépatique, seraient physiologiques (Buergelt *et al.*, 1990).

La fréquence cardiaque moyenne oscille entre 50 et 60 battements par minute (Scholander et Irving, 1941 cités par Walsh et Bossart, 1999).

Les hématies isolées ou empilées, sont arrondies ou bi-convexes; leur diamètre peut varier de 9 microns à 10,5 microns (Murie, 1872 cité par Petit, 1955). Des données hématologiques et biochimiques sont disponibles chez le lamantin des Antilles. Les polynucléaires neutrophiles des femelles contiennent des corpuscules de Barr (Converse *et al.*, 1994).

χ Cavité abdominale ventrale

↪ Appareil digestif

Le tractus gastro-intestinal (cf. figure 6) présente des similarités avec autres herbivores non ruminants tels que l'éléphant ou le cheval (Reynolds *et al.*, 1999), mais se distingue par des adaptations morphologiques et histologiques rarement observées (Reynolds et Krause, 1982).

Une **glande cardiale**, annexe de l'estomac, isole l'acide chlorhydrique et les pepsines de l'abrasion des végétaux et du sable ingérés et produit du mucus pour lubrifier le bol alimentaire (Reynolds et Odell, 1991; Reynolds et Rommel, 1996). La prise alimentaire étant répartie sur toute la journée, les sécrétions sont acheminées par écoulement continu dans la lumière stomacale grâce à un faible sphincter (Reynolds et Rommel, 1996).

L'estomac est un sac simple, dont l'épaisse paroi interne est structurellement et fonctionnellement divisée par une plicature musculaire proéminente en une portion crâniale et une portion caudale. La muqueuse glandulaire pylorique est tapissée d'un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé (Reynolds et Rommel, 1996).

L'intestin grêle peut mesurer 18 à 20 mètres et est isolé du gros intestin par un caecum ovoïde de petite taille, lui-même encadré de deux petites cornes caecales (Quiring et Harlan, 1953; Walsh et Bossart, 1999). Il contient peu de digestats mais une importante quantité de mucus, signe de la rapidité du transit dans cette portion (Reynolds et Rommel, 1996). L'intestin grêle débute par une **ampoule duodénale** d'une capacité substantielle. Celle-ci est

flanquée de deux diverticules duodénaux à paroi mince, sécrétant une mucine acide, la sialomucine au lieu d'une sécrétion alcaline (Reynolds et Krause, 1982; Reynolds et Rommel, 1996). La portion post-ampullaire reçoit l'abouchement des canaux pancréatique et cholédoque (Reynolds et Krause, 1982).

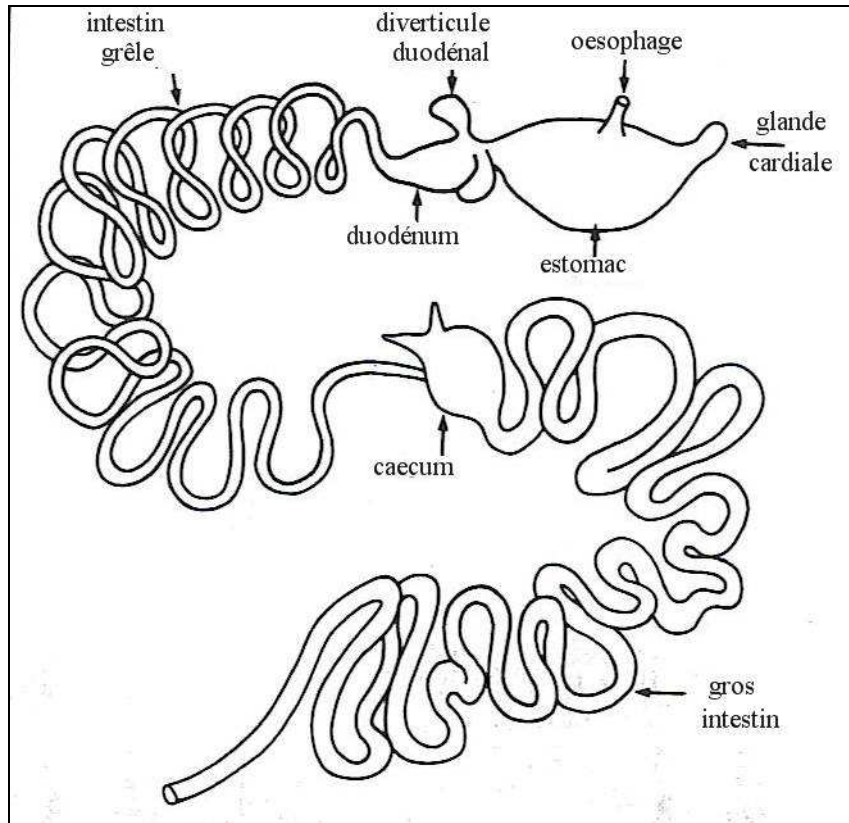


Figure 6 : Tractus digestif du lamantin, d'après (Reynolds et Odell, 1991)

Le gros intestin est extrêmement long ; il mesure plus de 40 mètres (Reynolds et Rommel, 1996). La muqueuse glandulaire est également tapissée d'un **épithélium pavimenteux stratifié non pavimenteux**. La présence de cet épithélium concourrait :

- à l'absorption sélective des acides gras volatiles et des autres produits de la digestion,
- à la **protection contre l'abrasion** tout en permettant la sécrétion (Reynolds et Rommel, 1996) nécessaire à la lubrification et au tamponnement des digestats ;
- à l'équilibre hydrosodé qui compense l'ingestion accidentelle d'eau à salinité variable.

La digestion cellulolytique est principalement assurée par la **fermentation caecocolique** (Reynolds et Rommel, 1996). La longueur du gros intestin autorise un ralentissement du transit des aliments, exacerbé par l'action de plis perpendiculaires au sens de progression. Cela concourt ainsi à une amélioration de la dégradation des végétaux de faible qualité et justifie la **haute efficacité digestive** chez les lamantins (Burn, 1986 cité par Reynolds et Rommel, 1996). Cette dernière est également par favorisée par le faible rendement

métabolique de l'espèce (Costa et Williams, 1999). Pour comparaison, la digestibilité apparente est supérieure de 10 à 20% à celle des chevaux et des ruminants, et comparable à celle mesurée chez la tortue verte (*Chelonia mydas*) (Bjornal, 1979 cité par Costa, 1999). Cela pourrait être lié à une faible teneur en lignine et en fibres brutes de la végétation aquatique (Lomolino et Ewel, 1984).

Le foie est trilobé (Petit, 1955). La rate de forme ovoïde est petite et peut être multiple (Walsh et Bossart, 1999).

☞ Appareil uro-génital

Les reins des Siréniens sont sujets à des variations morphologiques (Petit, 1955), relatives à la diversité des habitats fréquentés (Ortiz, 2001). Ils sont situés caudalement, dans la partie abdominale de la cavité cœlomique, sous la portion caudale des poumons (Walsh et Bossart, 1999). Les reins du lamantin sont lisses et présentent une lobation superficielle (Hill et Reynolds, 1989) qui serait absente chez le nouveau-né (Petit, 1924 cité par Maluf, 1989). Ils sont aplatis dorso-ventralement, et marqués par la **prédominance** du tissu rénal **médullaire** (Hill et Reynolds, 1989).

La vessie des Siréniens est petite par rapport à la taille de l'animal; cependant sa paroi est très épaisse. Les urètres sont plus courts chez la femelle que chez le mâle (Petit, 1955).

Chez le mâle, le pénis est logé dans un étui pénien sur la ligne médiane (Petit, 1955). Les testicules, de forme ovoïde, demeurent en position intra-abdominale et sont immédiatement postérieur aux reins. Cette localisation est caractéristique de tous les Paenungulata (Boyd *et al.*, 1999).

Chez la femelle, l'utérus est bicorne et présente une plicature longitudinale (Marmontel *et al.*, 1992). La placentation, de type hémochoriale, zonaire et décidué, suggère une grande ressemblance avec les Proboscidiés et les Ongulés primitifs de l'ordre des Hyracoidea (Petit, 1955; Boyd *et al.*, 1999).

C - CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES

1 - Métabolisme et thermorégulation

Le métabolisme basal des mammifères marins est généralement supérieur à celui des mammifères terrestres de taille comparable, ce qui a été interprété comme une adaptation à l'homéostasie thermique (Costa et Williams, 1999). Cependant, les lamantins ne semblent pas respecter cette tendance générale : leur **rendement métabolique est 20 à 30 % inférieur** (Irvine, 1983) et leur conductance thermique cutanée est 30 % plus élevée que les valeurs

prédites. Ceci traduit une intolérance aux brusques diminutions de la température de l'eau, (Irvine, 1983) et justifie les observations en nature et en captivité pour lesquelles la température minimale convenable est **20°C**. Cette réponse physiologique limite les habitats fréquentés aux régions chaudes. Ainsi, le Lamantin de Floride est dépendant des sources d'eau chaude en hiver et peut craindre les mortalités liées au stress thermique, suite aux expositions chroniques au froid (Irvine, 1983). Le lamantin des Antilles n'est pas observé en deçà de l'isotherme des 24°C qui correspond à la latitude du nord-est du Brésil.

La température corporelle des lamantins est comprise entre 35,6°C et 36,4°C. Elle avoisine la limite inférieure de la gamme normale de températures des mammifères (Costa et Williams, 1999). Les adultes résistent mieux aux effets du froid que les juvéniles. En effet, ces derniers possèdent un rapport surface corporelle/volume supérieur à celui des adultes et un régime alimentaire induisant une moindre capacité à produire de la chaleur (Buergelt *et al.*, 1984).

Parce que les habitudes alimentaires, la taille et le climat affectent tous la dépense énergétique, la signification écologique du métabolisme des Siréniens n'est pas clairement définie. Le faible métabolisme du lamantin (Scholander et Irving, 1941 cités par Irvine, 1983) peut être une adaptation d'un animal tropical de grande taille à une source alimentaire de faible qualité (Costa et Williams, 1999). La différence entre la température corporelle moyenne en été et en hiver, suggère que la température de l'eau influe sur la température corporelle (Irvine, 1983). Le faible métabolisme basal n'est pas attribuable à de faibles concentrations d'hormones thyroïdiennes circulantes (Ortiz *et al.*, 2000).

Bien que le métabolisme basal soit faible, le lamantin est capable de maintenir une **homéostasie thermique**. La **queue** est parcourue par un faisceau artério-veineux caudal assurant les échanges à contre-courant pour éviter la dissipation de l'énergie thermique, et un système veineux périphérique qui limite l'élévation de la température interne (Rommel et Caplan, 2003). Ainsi, les lamantins en captivité sont maintenus à des températures comprises entre 23°C et 29°C (Walsh et Bossart, 1999); dans la nature, ils peuvent supporter des maxima de 32°C (Bossart, 2001).

Les relations anatomiques entre le cœur et les poumons ne sont pas comparables à celles évoquées chez les autres mammifères. Le couplage des performances circulatoires et respiratoires illustré par le retour veineux semble ici improbable, ce qui pourrait expliquer le faible rendement métabolique observé (Rommel et Reynolds, 2000).

2 - Contrôle de la flottabilité

La condition environnementale qui a le plus d'impact sur le système respiratoire des mammifères marins est la variation rapide de la pression hydrostatique, lors de la plongée (Pabst *et al.*, 1999). Le très faible rendement métabolique pour un animal de cette taille, suggère un **mécanisme d'économie d'énergie** lors les changements de profondeur (Irvine, 1983).

L'hypothèse selon laquelle le poids du squelette est distribué de façon appropriée pour servir de lest hydrostatique, et que les poumons sont proprement dessinés pour aider à maintenir une orientation horizontale est confirmée (Domning et De Buffrénil, 1991). La **pachyostéosclérose thoracique** est typiquement une adaptation à la plongée en eau peu profonde pour de faibles vitesses de locomotion. Pour des profondeurs inférieures à 10 mètres les poumons ne se collapsent pas et l'animal lesté peut rester immergé sans effort (Domning, 2000). Ils préfèrent généralement les profondeurs comprises entre **0,9 et 2,1 mètres** (Bossart, 2001). La position dorsale des **poumons**, leur forme allongée et ellipsoïde, déplacent le centre de gravité vers l'avant. Ce dernier se rapproche du centre d'inertie du milieu de la longueur du corps (Domning et De Buffrénil, 1991). Le **raccourcissement de la région cervicale** et **l'épaisseur du derme** contribuent également à l'ajustement hydrostatique (Domning et De Buffrénil, 1991; Pabst *et al.*, 1999; Rommel et Reynolds, 2000).

La forte musculature du diaphragme et la capacité du lamantin à ajuster sa position le long de la colonne d'eau avec le moins de mouvements possibles, suggèrent que les **contractions diaphragmatiques** peuvent changer le volume de chaque cavité pleurale pour affecter la flottabilité, le roulis et le tangage. De telles contractions, associées à celle des muscles abdominaux, pourraient comprimer les gaz du gros intestin et par conséquent, contribuer également au contrôle de la flottabilité (Rommel et Reynolds, 2000).

Remarque : L'isolation physique des deux cavités pleurales et la séparation mécanique des deux hémidiaphragmes diminuent la possibilité que la fonction pulmonaire soit totalement affectée suite à une collision. La probabilité de survie est par conséquent améliorée (Rommel et Reynolds, 2000).

3 - Osmorégulation

La capacité du lamantin *Trichechus manatus* à supporter des milieux de salinité variable traduit une exceptionnelle adaptabilité. En effet, il est intermédiaire entre le dugong et le lamantin d'Amazonie, respectivement strictement marin et dulçaquicole.

L'hypothèse d'une consommation conjointe d'eau salée avait été évoquée; néanmoins celle-ci n'a pas été validée par les différentes études. Les concentrations en électrolytes et en autres substances sanguines sont comparables à celles des mammifères terrestres (Irvine *et al.*, 1980). Ortiz *et al.*, (1999) ont montré que les lamantins s'adaptent à la salinité **en ajustant leur taux d'excrétion rénale**. Les individus captifs maintenus en eau douce consomment de plus grandes quantités d'eau, s'exposant à une hyponatrémie évitée dans la nature, grâce à la portion sodée des macrophytes. La teneur en **eau de l'aliment** peut également influencer sur la diurèse (Ortiz *et al.*, 1999). L'osmolalité plasmatique et la concentration en électrolytes des lamantins libres en eau douce (Irvine *et al.*, 1980; Medway *et al.*, 1982) sont identiques à celles des individus captifs ou libres en milieu marin.

En cas d'exposition chronique à eau salée sans apport d'eau douce, une perte de poids est observée, imputable à la mobilisation de l'**eau métabolique** par l'oxydation des réserves adipeuses viscérales et cutanées. Ce procédé est également utilisé par les pinnipèdes et les cétacés en périodes de jeûne, et pourrait justifier la présence des lamantins en milieu marin pendant de longues durées (Ortiz *et al.*, 1999).

Les lamantins vivant en milieu marin produisent une **urine hypertonique** avec une osmolalité de 1160 mOsm/L alors que celle de l'eau de mer est de 1000 mOsm/L (Irvine *et al.*, 1980). La capacité de concentration urine n'étant aucunement liée à une consommation d'eau salée (Ortiz *et al.*, 1999; Ortiz, 2001), les causes anatomiques et hormonales ont été soulignées:

- La médulla, lieu de concentration de l'urine, est six fois plus épaisse que le cortex. Les glomérules juxtamédullaires sont significativement plus volumineux que les glomérules corticaux et les vasa recta sont fortement juxtaposés aux anses de Henlé, facilitant ainsi le système de contre-courant nécessaire à la formation de l'urine (Hill et Reynolds, 1989).
- Le système rénine-angiotensine-aldostérone est plus sensible que celui des cétacés et des pinnipèdes (Ortiz *et al.*, 1999), ce qui justifierait la présence des lamantins dans des milieux pauvres en sodium.

Néanmoins, les données sont encore insuffisantes, il serait intéressant d'approfondir les études sur l'hémodynamique, sur la régulation hydrosodée.

4 - Cycles respiratoires et plongée

La respiration est probablement un réflexe conditionné dès la naissance, lorsque la mère porte son veau sur le dos et lui inculque un rythme respiratoire (Moore, 1957 cité par Hartman, 1979).

a - Séquence d'immersion

L'ouverture et la fermeture des narines sont respectivement synchrones de l'affleurement à la surface et de l'immersion. A l'exception du rituel de baiser, une unique inspiration est effectuée en remontant, celle-ci succédant immédiatement à l'expiration. En cas de perturbation du cycle, une nouvelle séquence est de suite initiée. Toute obstruction partielle des voies respiratoires provoque des expirations forcées, accompagnées de grognements et de souffles rauques; le nuage de gouttelettes expulsé peut alors atteindre 1 à 2 mètres de haut.

Les séquences d'immersion dépendent du type d'**activité** (cf. annexe IV). En effet, en phase de repos ou d'alimentation, le lamantin remonte doucement à la surface, les naseaux hors de l'eau. L'inhalation silencieuse est accompagnée d'une légère poussée de la queue qui favorise la sortie des naseaux hors de l'eau et arque le dos pour amorcer la descente; souvent au point exact de sortie. En cas de forte houle, les naseaux sortent plus haut pour éviter toute inhalation d'eau. Les jeunes semblent mieux flotter à la surface; ils sont capables de sortir le sommet, voire l'arrière de leur crâne (Hartman, 1979).

Les lamantins pratiquant une natation active remontent graduellement à la surface, suspendent momentanément les ondulations de la queue, sortent très haut les naseaux pour éviter leur propre sillage. Ils plongent ensuite, la tête la première, le dos et la queue faisant saillie à la surface de l'eau (Hartman, 1979).

b - Cycle et fréquence respiratoires

Bien qu'elle soit variable, la fréquence respiratoire moyenne est de **3 à 4 cycles toutes les 5 minutes**. L'apnée peut durer jusqu'à 20 - 24 minutes (Reynolds, 1981). Scholander et Irving (1941 cités par Hartman, 1979) ont démontré qu'une longue apnée de 12 à 15 minutes, majorait la fréquence respiratoire d'un cycle par minute, par rapport à une apnée de 1 à 2 minutes.

Pendant le repos, la ventilation pallie à la diminution du taux d'oxygène suite aux apnées prolongées et assure un réapprovisionnement de l'air en prévision de l'apnée suivante (Hartman, 1979).

Le cas du couple mère-veau est intéressant : le taux de **synchronisation** de leurs cycles oscille entre 80 et 92 %. Plus qu'une manifestation de facilitation, la remontée synchrone semble représenter une extension du comportement acquis à la naissance. Elle assure des contacts plus fréquents, plus proches et limite les risques de séparation accidentelle, danger permanent dans les eaux turbides pour le veau (Hartman, 1979).

La durée du cycle a été déterminée à partir d'observations d'individus en captivité. Elle est proportionnelle à la taille et inversement proportionnelle à l'intensité de l'activité. En effet, la capacité pulmonaire des jeunes étant plus faible, les échanges d'air sont moindres. De plus, lors de remontées synchrones, le cycle du veau est souvent achevé avant l'inspiration de sa mère.

Les parts respectives de l'inspiration et de l'expiration sont affectées par la taille. L'intensité de l'activité influe principalement sur l'expiration, qui représente 55 % du cycle en période de repos et seulement 43 % pendant la fuite (Hartman, 1979).

5 - Cycles de reproduction

La physiologie de la reproduction est assez mal connue chez le lamantin (Bossart, 2001). Des analyses histologiques, le suivi de lamantins de Floride en nature et en captivité ont permis d'établir quelques estimations (Hernandez *et al.*, 1995; Marmontel, 1995)

a - Maturité sexuelle

Le lamantin des Antilles est une espèce **longévive**. Sa durée de vie n'est pas connue avec précision. Grâce à la méthode d'estimation de l'âge à partir des couches de croissance du périotique, développée par Marmontel *et al.* (1996), les évaluations sont plus précises. Le lamantin le plus âgé ayant été recensé en Floride avait 59 ans (Marmontel, 1995). Cependant, les données des réseaux d'échouages indiquent que les animaux n'exploitent que partiellement leur potentiel reproductif : les adultes étudiés à Porto Rico étaient âgés de 22 à 28 ans (Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000).

Chez les femelles, la première ovulation détermine la maturité sexuelle généralement atteinte entre 2,5 et 6 ans pour une taille avoisinant 2,5 à 2,7 mètres. L'ovulation est multiple. La **première reproduction** est néanmoins plus **tardive** et surviendrait entre 5,5 et 7 ans (Marmontel, 1995; Odell *et al.*, 1995).

Chez les mâles, la maturité sexuelle est atteinte au même âge et pour les mêmes données morphométriques que les femelles. D'un point de vue histologique, le volume des testicules augmente de façon exponentielle à partir de 2,70 mètres (Hernandez *et al.*, 1995; Boyd *et al.*, 1999). L'âge auquel les mâles engendrent leur première portée est inconnu (Hernandez *et al.*,

1995). Notons que la présence d'un mâle dans un troupeau d'œstrus n'atteste pas de sa maturité sexuelle, puisque des juvéniles peuvent y être observés (Hartman, 1979).

Remarque :

L'utilisation des données morphométriques ne permet pas de déterminer l'âge avec précision. Néanmoins elle permet de distinguer trois classes d'âge :

- les veaux mesurent moins de 175 cm,
- la taille des juvéniles ou sub-adultes s'échelonne entre 176 et 275 cm,
- les adultes mesurent plus de 275 cm (O'Shea *et al.*, 1985).

b - Durée de gestation

Malgré le nombre d'études réalisé en nature et en captivité, la durée de la gestation n'est pas connue avec précision. L'élevage en captivité, a permis d'élargir la base de données. La durée de la gestation est **estimée** entre **12-14 mois** (Odell *et al.*, 1995; Rathbun *et al.*, 1995; Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001). Le taux de reproduction est faible. En effet, l'intervalle entre deux vêlages est de 2 à 5 ans, avec une moyenne estimée chez le lamantin de Floride de 2,5 ans (Odell *et al.*, 1995; Reid *et al.*, 1995; Bossart, 2001).

c - Taille de la portée et sex-ratio

La portée est généralement constituée d'**un seul veau**. Les nouveaux-nés mesurent environ 1,2 mètre et pèsent 32 kilogrammes (Bossart, 2001). En général, le sex-ratio est de 1:1 (Rathbun *et al.*, 1995; Koelsch, 2001). Des naissances gémellaires ont été observées; toutefois, les occurrences semblent plus fréquentes en captivité (4 %) que dans la nature (1,8 %) (Marmontel, 1995; O'Shea et Hartley, 1995; Odell *et al.*, 1995). Un cas a été recensé au ZooParc de Beauval (obs. personnelle). Les veaux dépendent de leurs mères pendant un à deux ans (Bossart, 2001), durée qui serait influencée par l'âge et par extension l'expérience de la mère (Boyd *et al.*, 1999).

d - Temps de génération

La durée d'une génération correspond à l'âge moyen des parents de la cohorte actuelle (c'est-à-dire des nouveau-nés dans la population). En conséquence, la durée d'une génération reflète le taux de renouvellement des reproducteurs dans une population. La durée d'une génération est estimée à **20 ans** pour une population non sujette à exploitation (U.I.C.N, 2001).

En résumé, le lamantin rassemble toutes les caractéristiques des **espèces à stratégie K** : une **durée de vie longue**, une **grande taille**, une **reproduction tardive** associée à une **faible fertilité** et une éducation parentale de longue durée.

D - CARACTERISATION DE L'HABITAT

Les Siréniens sont les seuls mammifères marins qui se nourrissent de macrophytes aquatiques. Ils partagent leur **niche écologique particulière** avec relativement peu de vertébrés marins. Nous pouvons citer l'Iguane marin (*Amblyrhynchus cristatus*), la tortue verte (*Chelonia mydas*) et plusieurs espèces de poissons (Wells *et al.*, 1999).

Tous les biotopes fréquentés réunissent un certain nombre de facteurs :

1 - Température

Les lamantins sont **sensibles à la température de l'eau** (Irvine, 1983) et le milieu tropical est propice à une moindre dépense énergétique (Costa et Williams, 1999). Nous avons observé trois jours de suite cinq lamantins des Antilles en captivité au Zoo Parc de Beauval. Les animaux pouvaient circuler librement d'un bassin à 28°C à un bassin deux fois plus spacieux à 22°C. Tous les lamantins montraient une nette préférence pour le plus petit bassin, qu'ils abandonnaient uniquement pour nager deux à trois minutes.

2 - Salinité

Nous avons précédemment évoqué la capacité des lamantins à vivre dans des milieux de salinité variable, à l'exception du lamantin d'Amazonie (*Trichechus inunguis*) (Packard, 1984; Walsh et Bossart, 1999).

Les milieux dulçaquicoles regroupent les sources naturelles, les rivières, les fleuves, les marais d'eau douce.

Les milieux saumâtres, à salinité variable, correspondent aux lagunes, aux estuaires, aux marais en périphérie des mangroves et à proximité de la forêt marécageuse.

En milieu marin, la salinité moyenne est de 35 ‰ (Lartiges *et al.*, 2002).

Remarque : La mangrove, d'après Snedaker (1978 cité par Mège et Anselme, 1997), est un groupe de formations végétales côtières ligneuses typiques des littoraux abrités des zones tropicales et subtropicales. C'est un système ouvert, alimenté par les eaux de ruissellement terrestre et par les marées. Elle pousse dans un milieu à dépôt salin présentant diverses formes de sols anaérobies (Mège et Anselme, 1997). Nous aborderons les principaux rôles de cet écosystème lors de l'étude du Grand Cul-de-Sac Marin.

3 - *Nécessité et proximité des sources d'eau douces*

Bien que des suivis satellites et des observations directes aient fait état de séjours prolongés en zones marines, éloignées de sources d'eau douce (Reynolds et Ferguson, 1984), la nécessité d'une source d'eau douce a longtemps été suspectée avant d'être effectivement démontrée (Hartman, 1979; Ortiz *et al.*, 1999; Ortiz, 2001).

Les sources d'eau exploitées incluent aussi bien les sources naturelles que les tuyaux d'arrosage, les sorties d'égouts, les eaux pluviales (Hartman, 1979).

Selon de récentes études réalisées au Mexique, la **proximité d'une source d'eau douce** est le **premier facteur** à considérer (Olivera-Gomez, 2002; Olivera-Gomez et Mellink, 2005). En effet, la présence du lamantin est positivement corrélée à la proximité de la source d'eau douce avec 46 % des animaux observés dans les unités d'études situées à moins de 1,5 km des sources. Signalons que ce périmètre correspond à des estuaires mésohalins², caractérisés par une faible salinité. Bien que les mécanismes d'osmorégulation soient démontrés en milieu marin, ceux-ci solliciteraient néanmoins une dépense énergétique supplémentaire (Olivera-Gomez et Mellink, 2005). Dans la même région, Morales-Vela *et al.* (2000) avaient souligné un rassemblement préférentiel de lamantins autour des sources d'eau douce (Morales-Vela *et al.*, 2000). En Floride, Reid *et al.* (1995) ont utilisé des tuyaux pour appâter des lamantins à l'occasion d'opérations de capture.

L'exposition à l'eau douce participerait également à l'accélération de la mue et à l'élimination d'ectoparasites (Walsh et Bossart, 1999).

4 - *Profondeur et pente*

Bien que les lamantins pâturent et se reposent à des profondeurs comprises entre **0,9 et 2,1 mètres** (Bossart, 2001), ils utilisent également des **chenaux** de plusieurs mètres de profondeur pour accéder aux différents types d'habitats (Hartman, 1979; Powell et Rathbun, 1984). L'étude réalisée au Mexique indique que ce critère est le second facteur significatif. La majorité des lamantins fréquentent des sites dont les profondeurs sont comprises entre 1,5 et 4,5 mètres et les dénivelés importants (Olivera-Gomez et Mellink, 2005).

5 - *Couvert végétal*

Les lamantins observés à Crystal River en Floride préfèrent se nourrir sur des parcelles dont la biomasse est plus importante (Hartman, 1979). De plus, Provancha et Hall (1991) ont démontré que l'abondance des lamantins était positivement corrélée aux herbiers à

² Salinité comprise entre 5‰ et 18‰.

Syringodium filiforme et à *Halodule wrightii*. L'étude de Olivera-Gomez et Mellink (2005) indique que 47 % des individus utilisaient des unités pour lesquelles le couvert végétal était supérieur à 5 %.

La distribution des macrophytes est **limitée** par de nombreux facteurs, notamment l'**intensité d'éclairement**. Cette dernière est de l'ordre de 10 à 20 % du rayonnement de surface pour les herbiers. En conséquence, la distribution est restreinte à des profondeurs inférieures à dix mètres, correspondant aux zones côtières, aux baies et aux estuaires (Wells *et al.*, 1999).

Remarque: Les facteurs abiotiques tels que la température, la proximité et l'accès limité à l'eau douce peuvent affecter l'utilisation ou la fréquentation de sites où la végétation est cependant disponible (Lefebvre *et al.*, 2000).

6 - *Protection contre le vent et les vagues*

L'importance d'un abri contre les vents et les vagues a souvent été évoquée, ne serait ce que lors de la mise bas (PNUE, 1995). Elle ne se révélerait cependant pas indispensable pour l'élection du site à de plus petites échelles. Dans la baie de Chetumal, il n'y aurait pas d'effet significatif de l'existence de tels refuges (Olivera-Gomez, 2002; Olivera-Gomez et Mellink, 2005). Toutefois, les lamantins évitent les zones de forts courants (Jiménez, 2005).

E - **ETHOLOGIE DU LAMANTIN**

Le comportement des animaux résulte des interactions entre les pressions de sélection exercées par l'environnement et les caractères génétiques des individus. Les caractéristiques écologiques du milieu pourraient par conséquent, jouer un rôle clé dans les schémas comportementaux développés par les animaux (Wells *et al.*, 1999).

L'étude du comportement implique d'identifier précisément les individus, de les suivre dans le but de rassembler les informations sur leur éthogramme et leur environnement au cours du temps. Cependant, ces étapes sont beaucoup plus difficiles à respecter en milieu marin. Cela a exigé la mise en place de méthodes d'identification par utilisation des cicatrices des lamantins comme signes distinctifs, afin de construire une base de données photographiques (Beck et Reid, 1995). L'adoption de la radiotransmission, des balises Argos[®], de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques a largement contribué à l'amélioration du suivi. Les lamantins ont été les premiers mammifères marins à bénéficier du suivi par satellite (Wells *et al.*, 1999).

1 - Comportement alimentaire

a - Besoins énergétiques et durée journalière de la prise alimentaire

Les lamantins sont des **consommateurs primaires**. Pour un volume équivalent de végétaux terrestres, les macrophytes aquatiques représentent de faibles sources de nutriments car elles contiennent 90 à 95 % d'eau. L'analyse nutritionnelle des feuilles de la **Phanérogame** marine *Syringodium filiforme* indique une faible valeur énergétique avec une proportion de **glucides** substantielle à 42 % (Provancha et Hall, 1991). En conséquence, les lamantins consacrent une grande partie de leur temps à la prise alimentaire (Wells *et al.*, 1999). Ils pâturent 6 à 8 heures par jour (Hartman, 1979), chaque session durant entre 30 et 90 minutes (Bengtson, 1983). Néanmoins, leurs besoins nutritionnels ne sont pas connus avec précision (Bossart, 2001).

Best (1981 cité par Bengtson, 1983) a évalué le taux de consommation en matière végétale humide de lamantins d'Amazonie captifs à 8 – 9 % de la masse corporelle ; cette proportion atteignait 10 à 13 % chez les individus en croissance et les femelles gestantes ou en lactation. Cette étude n'étant pas extrapolable en milieu naturel, Bengtson (1983) a estimé les besoins alimentaires de lamantin de Floride entre 4 et 9 %. Cependant, ces estimations étaient basées sur un poids admis de 500 kg. En prenant en considération la taille des individus, Etheridge *et al.* (1985) ont évalué ces besoins à 7 % chez les adultes, 10 % chez les juvéniles et 15 % chez les veaux. Signalons que les deux dernières études ont été menées respectivement à partir d'espèces végétales flottantes et submergées.

En Floride le taux de consommation serait affecté par la saison, la qualité du fourrage et les besoins énergétiques. En effet, une augmentation de la prise alimentaire a été remarquée en hiver par rapport au printemps (Bengtson, 1983).

Un jeûne saisonnier été observé chez le lamantin d'Amazonie (Best, 1981 cité par Bengtson, 1983).

b - Espèces végétales consommées

Le régime alimentaire est constitué d'un large éventail espèces végétales aquatiques (cf. tableau 2) ; il dépend du milieu fréquenté et de la disponibilité alimentaire. C'est l'un des facteurs qui régit le plus directement l'histoire de vie et le comportement des lamantins (Wells *et al.*, 1999).

LOCALISATION	BATHYMETRIE	ESPECES
EAU DOUCE, LAGONS, MANGROVES	Flottantes	<i>Eichhornia crassipes</i>
		<i>Sagittaria spp.</i>
		<i>Pistia stratiotes</i>
		<i>Jussiaea natans</i>
		<i>Pontederia spp.)</i>
		<i>Polygonum spp.</i>
		<i>Azolla spp.</i>
		<i>Salvinia auriculata</i>
		<i>Spirodela polyrhiza</i>
		<i>Luziola subintegra</i>
		<i>Paspalum spp.</i>
		<i>Leersia hexandra</i>
		<i>Ipomoea aquatica</i>
		<i>Hydrocotyle umbellata</i>
		<i>Nymphaea odorata</i>
ESTUAIRES	Submergées	<i>Ceratophyllum demersum</i>
		<i>Elodea spp.</i>
		<i>Utricularia spp.</i>
		<i>Najas marina</i>
		<i>Chara spp.</i>
		<i>Cacomba spp.</i>
EAUX DOUCES ET SAUMATRES, LAGONS	Emergées	<i>Panicum maximum</i>
		<i>Hymenochne amplexicaulis</i>
		<i>Oryza latifolia</i>
		<i>Brachiaria spp.</i>
		<i>Mucuna spp.</i>
		<i>Montrichardia arborescens</i>
		<i>Rhizophora mangle</i>
		<i>Avicennia germinans</i>
		<i>Laguncularia racemosa</i>
		<i>Zygia cataratae</i>
		<i>Macherium lunatum</i>
		<i>Pachira aquatica</i>
		<i>Acrostichum aureum</i>
		<i>Dalbergia monetaria</i>
		<i>Rhabdadenia biflora</i>
MILIEU MARIN HERBIERS	Submergées	<i>Thalassia testudinum</i>
		<i>Syringodium filiforme</i>
		<i>Halodule wrightii</i>
		<i>Halophila spp.</i>
		<i>Ruppia maritima</i>
LAGONS COTIERS, BAIES	Algues	<i>Caulerpa</i>
		<i>Gracillaria</i>
		<i>Halimeda</i>
		<i>Hipnea</i>

		<i>Penicillus</i>
		<i>Polisiphonia</i>
		<i>Sargassum</i>
		<i>Ulva lactuca</i>

Tableau 2 : Espèces végétales consommées en fonction du milieu et de la bathymétrie (Hartman, 1979; Bengtson, 1983; Colmenero Rolon, 1984; Etheridge *et al.*, 1985; Espinoza-Avalos, 1996; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

Bien que le lamantin (*Trichechus manatus*) se nourrisse le long de la colonne d'eau (Domning, 1980), deux études rapportent néanmoins une préférence, dans un ordre décroissant, pour les plantes submergées, les plantes flottantes puis les plantes émergées (Allsopp, 1960; Hartman, 1979). Cette préférence alimentaire serait, selon Domning (1980), indépendante de la déflexion rostrale, mais plutôt liée à l'économie d'énergie, sachant que le rendement métabolique et la qualité énergétique de la ration alimentaire sont faibles. Le degré de déflexion constituerait un avantage sélectif et probablement énergétique lors de la prise alimentaire, pour conserver l'axe du corps proche de l'horizontale. Cette posture pourrait à terme, aboutir à une sélection pour augmenter ou diminuer la déflexion dans les écosystèmes où les plantes sont respectivement au fond ou proches de la surface.

***α* En milieu marin**

Les Phanérogames de la Caraïbe sont représentées par deux familles : les *Hydrocharitaceae* et les *Potamogetonaceae* du groupe des Angiospermes marines. Elles sont presque toutes présentes dans les eaux peu profondes et à l'abri en milieu subtropical et tropical. Elles sont majoritairement de petite taille avec des pousses et des feuilles qui s'étendent au dessus du fond, et de systèmes de racines et de rhizomes qui s'enterrent dans le substrat. Les **rhizomes** stockent les **nutriments** sous forme d'**hydrates de carbone** et constituent typiquement la moitié ou plus de la biomasse de l'herbier. Pour cette raison, les rhizomes ont tendance à endosser une importance spéciale dans le régime des siréniens (Domning, 2001).

Les principales Phanérogames marines de l'aire de répartition du lamantin regroupent *Halodule wrightii*, l'herbe à lamantin (*Syringodium filiforme*), l'herbe à tortue (*Thalassia testudinum*), *Halophila* spp. (Mignucci-Giannoni, 1998; Walsh et Bossart, 1999), *Ruppia maritima*, la naïade marine (*Najas marinas*) (Olivera-Gomez, 2002).

Ruppia maritima est une phanérogame euryhaline³ (Espinoza-Avalos, 1996).

³ Euryhaline : capable de vivre dans des eaux de salinité variable

Il peut y avoir des herbiers monospécifiques ou mixtes. La prépondérance des espèces varie en fonction des régions étudiées.

***β* En milieu dulçaquicole**

L'hydrille (*Hydrilla verticillata*), la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sont plus communément rencontrées et sont des espèces invasives (Bengtson, 1983; Etheridge *et al.*, 1985).

L'ingestion d'algues type *Caulerpa prolifera* serait accidentelle, lorsque l'animal se nourrit de plantes vasculaires (Provancha et Hall, 1991). Celle-ci a été détectée en petites quantités dans le contenu stomacal de lamantins des Antilles (Mignucci-Giannoni, 1998).

Les lamantins se nourrissent également des racines et des feuilles de palétuviers *Rhizophora spp.* et *Avicennia spp.* aux abords des mangroves (Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986), d'espèces herbacées se développant sur les berges (Reynolds, 1981), de glands de chêne tombés au fond de l'eau (Hartman, 1979).

Notons également que l'ingestion accidentelle de macroinvertébrés tels que les tuniciers, les ascidies et les holothuries est souvent rapportée; ceux-ci représentent une quantité non négligeable de protéines (Hartman, 1979).

En captivité, le régime des lamantins est constitué de végétaux très variés incluant : la laitue romaine, des carottes, des bananes, de la luzerne, des pommes, etc. (Bossart, 2001).

Le régime herbivore **éclectique** et **opportuniste** des lamantins a été exploité dès 1885 jusqu'à la fin des années 60 contre la prolifération des mauvaises herbes dans les canaux de drainage et d'irrigation au Guyana. Les lamantins représentaient une alternative économique et écologique à l'utilisation des herbicides (Allsopp, 1960; MacLaren, 1967). Ce type d'exploitation entre dans la catégorie des services écosystémiques, ou services rendus à l'Homme par la Nature.

Remarque :

Un comportement ichthyophage a été exceptionnellement signalé en Jamaïque, où des lamantins se nourrissaient de la chair des poissons capturés dans les filets de pêche (Powell, 1978). Un autre poisson, le Chardin fil (*Opisthonema oglinum*) a été consommé en tant que complément nutritionnel chez un individu captif (Irvine, 1983).

c - "*Grazing*" et "*rooting*"

α "*Grazing*"

Le "*grazing*" correspond au fait de pâturer, par analogie avec les herbivores terrestres. Dans ce cas, les limbes des feuilles sont broutés à hauteur du méristème (Packard, 1984; Provancha et Hall, 1991).

La croissance des herbiers serait ainsi stimulée, grâce à la dissémination des fragments végétaux lors de la prise alimentaire, associée à l'enrichissement en nutriments apportés par les fèces. Le taux de protéines étant plus important dans les feuilles fraîches, il augmenterait la valeur nutritionnelle en vue de la prochaine occurrence (Provancha et Hall, 1991).

β "*Rooting*" ou "*fouille*"

Ce phénomène est aussi bien observé à l'occasion d'opérations d'exploration du fond que dans les communautés de Phanérogames. Dans ce cas, la plante est déracinée et entièrement consommée (Packard, 1984). Des cratères peu profonds sont creusés dans le sable, par l'action conjointe des nageoires et de la bouche (Hartman, 1979; Packard, 1984). Des racines éparpillées et des limbes sont ensuite visibles dans un nuage de sable derrière les lamantins. La biomasse diminue de façon substantielle, de 50 % à plus de 90 % dans les cratères (Packard, 1984; Lefebvre et Powell, 1990). Le "*rooting*" peut durer plus d'une heure et illustrerait également un autre moyen de nettoyer la bouche, ou une sensation de plaisir. L'ingestion de sable ou de boue fournirait du lest ou des minéraux indispensables (Hartman, 1979).

Suivant le degré de perturbation des systèmes racinaires, les habitudes alimentaires du lamantin pourraient influencer la productivité et/ou la composition des espèces des communautés d'herbiers là où le "*rooting*" est le plus fréquemment observé. En Floride, les lamantins contribueraient au maintien de la diversité des herbiers en créant des sols nus favorisant la recolonisation précoce des espèces communes (Packard, 1984).

Cependant, l'étude de Provancha et Hall (1991), a démontré la prépondérance du "*grazing*" par rapport au "*rooting*". Elle suppose que l'existence de ces deux comportements alimentaires pourrait être attribuée :

- aux caractéristiques du substrat qui affectent la facilité à fouiller,
- à la prise alimentaire des animaux durant différents stades de croissance de végétation aquatique immergée ou,
- à la densité du couvert végétal.

d - Cycle de préhension

Marshall *et al.* (1998) ont étudié l'utilisation des soies péri-buccales du lamantin de Floride. Le cycle de préhension pour les espèces submergées, dure en moyenne 610 millisecondes. Les soies des champs U2 des lèvres supérieures participent à la préhension, et les L1 de la lèvre inférieure font progresser la nourriture dans la cavité buccale. De plus, lors de la préhension de plantes flottantes, le "*grazing*" et le "*rooting*" se distinguent par la sollicitation de champs de soies différents. Le régime alimentaire a exercé une pression de sélection n'entraînant pas seulement l'adaptation des molaires et du rostre, mais celle de toute la face (Marshall *et al.*, 1998).

La **plasticité des soies** contribue à **améliorer** le caractère **généraliste herbivore** des lamantins et marque une **adaptation** à la **turbidité** de l'eau (Reep *et al.*, 1998). Pour illustration, les yeux sont toujours fermés pendant les périodes d'alimentation et d'exploration (Marshall *et al.*, 1998).

2 - Comportement d'élimination

α Miction et défécation

Les lamantins n'adoptent pas de postures ou de comportements particuliers associés. L'élimination des fèces peut avoir lieu à tout moment et est quasiment "continue", même en période de repos. La fréquence mictionnelle n'a pas été déterminée. Les fèces ne sont pas consommés par d'autres animaux, et reposent au fond jusqu'à désintégration complète au bout d'un à deux jours (Hartman, 1979).

β Flatulences

Le système de fermentation des lamantins est à l'origine d'une importante production gazeuse. Les flatulences surviennent constamment. L'éructation n'a pas été observée (Hartman, 1979).

χ Régurgitation

Les lamantins régurgitent périodiquement une bouillie jaune-vert, composée notamment de matériel végétal partiellement digéré. La régurgitation est souvent associée à des mouvements masticatoires mais n'est pas accompagnée d'éructation ou de contractions stomacales. Elle concerne toutes les tranches d'âge, et survient essentiellement pendant la phase de repos (Hartman, 1979).

3 - Cycle d'activité

Les lamantins sont actifs aussi bien durant le jour que durant la nuit (Hartman, 1979). Cependant, de nombreux facteurs extrinsèques tels que, le cycle des marées, les activités humaines (trafic maritime, plongée ou chasse) et la température de l'eau peuvent influencer ce caractère (Buckingham, 1990; Wells *et al.*, 1999).

a - Locomotion

Hartman (1979) a étudié l'écologie comportementale des lamantins de Floride à Crystal River. Les données sont extrapolées au lamantin des Antilles. Nous nous intéressons uniquement à l'utilisation de la queue et des nageoires, le rôle des différents éléments hydrostatiques ayant été souligné précédemment.

α Rôle de la queue

La propulsion est uniquement assurée par l'ondulation dorso-ventrale de la queue qui induit un déplacement vertical du corps (cf. annexe V). Le degré des oscillations augmente avec la puissance des impulsions. Comparés aux Cétacés, les lamantins sont de piètres nageurs, incapables d'atteindre et de maintenir une vitesse soutenue, bien qu'ils se déplacent avec agilité. Leur morphologie est moins hydrodynamique, impliquant par conséquent une réduction du flux laminaire et une majoration de la résistance à l'écoulement. De plus, étant dépourvus de musculature pédonculaire, ils ne peuvent générer une poussée comparable. Le centre de poussée est proche de la base de la queue, alors qu'il est situé au dessus de l'anus chez les Cétacés (Hartman, 1979).

La queue joue également le rôle de **gouvernail** (cf. annexe VI). En effet, lors de la nage, les animaux peuvent barrer, virer ou rouler uniquement en utilisant leur queue. Ceux qui sont en phase de repos ou qui musardent, ajustent fréquemment l'angle de leur queue pour neutraliser le roulis. De même, elle concourt au maintien de l'axe longitudinal du corps.

Hartman (1979) définit la fréquence des battements pour une ondulation complète de la queue. Il démontre que la fréquence et la vitesse varient en fonction de l'**activité**, de l'**âge** et de la **taille** des animaux. A ce titre, trois sortes d'activités sont généralement distinguées; elles influent également sur l'amplitude des ondulations :

- Durant la navigation, le lamantin maintient une amplitude et un rythme constants; les nageoires sont plaquées contre le corps.
- La musardise ou l'errance correspond à des battements de queue modérés, moins réguliers et suivis d'une glissade. Les nageoires sont en suspension ou ramenées sous la poitrine.

- Lors de la fuite, la vitesse et l'amplitude des ondulations sont maximales. Les accélérations sont de courte durée et s'effectuent en moyenne sur 20 à 30 mètres, sans excéder 100 mètres.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3: Fréquences ondulatrices et vitesses en fonction de l'activité et de l'âge, d'après Hartman (1979)

Activités	Nombre d'ondulations (par minute)		Vitesse mesurées
	Adultes	Veaux	
Musardise	18 à 20		2 – 3 km/h
Navigation	24 à 36	36 à 44	3 – 7 km/h
Fuite	45 à 50		18 – 25 km/h

Des pêcheurs béliziens ont prétendu que les lamantins pouvaient atteindre des vitesses supérieures à 48 km/h (Charnock-Wilson, 1968).

Les veaux doivent augmenter la fréquence des battements pour maintenir le régime imposé par leur mère. De même, Hartman (1979) remarque que ces dernières adaptent leur allure : le couple nage à une vitesse inférieure à 1 km/h, si le veau est âgé de moins d'un an.

β Utilisation des nageoires pectorales

Elles sont extrêmement mobiles, cependant, leur portée latérale est limitée par le déplacement du membre antérieur vers le bas (Hartman, 1979).

Leur fonction principale est de permettre à l'animal tourner à droite ou à gauche sur son axe longitudinal. En effet, la structure et la rigidité de la colonne cervicale imposent un changement de cap pour faire face à ce qui attire l'attention de l'animal.

Les nageoires sont généralement utilisées pour effectuer des manœuvres précises, des mouvements mineurs de stabilisation, de positionnement et d'orientation pendant la prise alimentaire, l'exploration, la socialisation. Elles peuvent agir de concert ou indépendamment, suivant la vitesse de déplacement. Sur le fond, les nageoires représentent l'unique moyen de locomotion : les lamantins "marchent" sur leurs extrémités pour s'équilibrer sur le sol et se propulser vers l'avant ou vers l'arrière, en effleurant à peine le substrat (Hartman, 1979).

Pour remonter à la surface, contrôler le tangage et tourner, les nageoires suppléent au rôle de gouvernail de la queue, au même titre que les ailes d'un oiseau.

La trajectoire décrite correspond à une ellipse étroite, dont la forme varie selon la portée individuelle, la puissance et l'utilité du battement.

Les nouveaux-nés n'utiliseraient que leurs nageoires (Moore, 1957 cité par Hartman, 1979); néanmoins les plus jeunes de 2 à 3 mois observés par Hartman (1979) utilisaient exclusivement leur queue. Les lamantins peuvent se propulser perpendiculairement au fond pour remonter à la surface, comme le font habituellement les jeunes veaux. Ces derniers n'ont qu'une flottabilité positive et doivent solliciter leurs nageoires pour plonger et remonter à la surface, même au repos, alors que les adultes demeurent pratiquement immobiles et gardent une position horizontale.

b - Repos

La période de repos est assimilable à un état de somnolence, les yeux étant fermés et le corps immobile. Elle dure entre 6 à 10 heures, chaque session s'étalant en moyenne sur deux heures (McKillop, 1985). Dans la posture typique la queue et les nageoires sont en suspension. Les animaux sont juste sous la surface et roulent souvent sur le dos, le thorax et les nageoires hors de l'eau. Les jeunes dépourvus de lest, adoptent plusieurs postures de repos traduisant un déplacement rostral du centre de gravité (Hartman, 1979).

c - Activités diverses "de confort"

***α* Hygiène buccale**

C'est la principale activité d'hygiène, interférant sur le déroulement des autres activités. L'ouverture démesurée de la bouche entraîne l'éversion des deux lèvres supérieures. Elle est accompagnée d'un effort manifeste pour déloger les débris végétaux irritants. Si l'opération est infructueuse, elle sera suivie de l'action conjointe des mouvements masticatoires et des frottements de la nageoire sur les gencives, jusqu'à élimination des corps étrangers. Quelques secondes et plus occasionnellement quelques minutes sont allouées à cette activité, qui ne dépend ni de l'âge ni du moment de la prise alimentaire (Hartman, 1979).

***β* Etirements**

Les lamantins sont remarquablement souples, comme en attestent les différentes postures représentées ci-dessous (cf. figure 7). Ces dernières s'effectuent les yeux fermés, le menton rentré et les nageoires croisées sous la poitrine. Elles respectent souvent une séquence-type: enroulement puis cambrure du dos (Hartman, 1979).

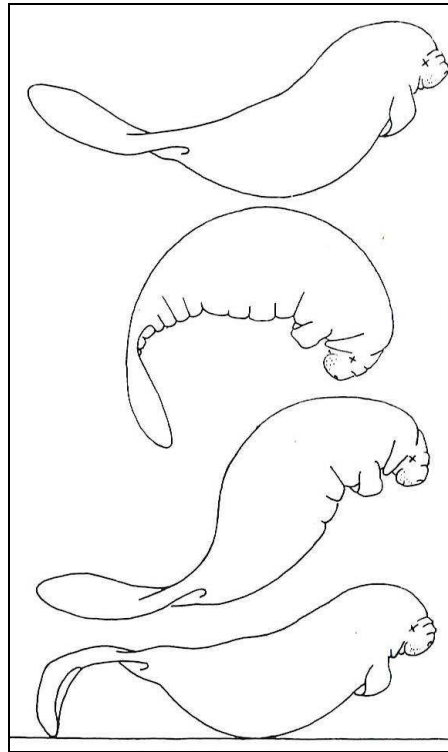


Figure 7 : Différentes postures d'étirements, d'après Hartman (1979).

χ Les frottements

Des microorganismes peuvent provoquer du prurit. Les lamantins utilisent leurs nageoires lorsque les irritations concernent la région céphalique et la poitrine. Pour le reste du corps des objets présents dans le milieu font office de support et gardent cette fonction chaque année. Ainsi, les lamantins se frottent contre des blocs de ciment, des poteaux, des rondins de bois ou encore l'affleurement calcaire. Ils peuvent également effectuer des passages répétés sur les cordes des ancres et des bouées, voire même se frotter le dos contre la coque ou l'hélice des bateaux (Hartman, 1979). Si l'irritation concerne la nageoire, le lamantin peut en mordiller l'extrémité. Ce comportement est surtout observé en Floride dans les sites de rassemblement (Wells *et al.*, 1999). Rathbun et O'Shea (1984) ont supposé que ces points de frottement, ou de "rendez-vous", pouvaient intervenir lors d'une communication chimique. Néanmoins cela semble peu probable, étant donné l'absence d'organe voméro-nasal (Mackay-Sim *et al.*, 1985).

δ Eternuements

Hartman (1979) a décrit un phénomène assimilable à des éternuements. Le lamantin ouvre la bouche et recule, en expulsant de nombreuses bulles hors des naseaux. Ces éternuements sont immédiatement suivis d'un cycle respiratoire.

4 - Comportement reproducteur

a - Saisonnalité

La saisonnalité est plus marquée chez le lamantin de Floride, pour lequel les troupes sont fréquemment observés pendant la saison estivale (Rathbun *et al.*, 1995). Chez le lamantin des Antilles, la saison des pluies est le facteur clé dans certaines régions de l'aire de distribution. La reproduction est alors intimement corrélée au **niveau hydrique**. A Belize, les accouplements sont plus fréquents entre mars et août et correspondent à la saison sèche; les veaux sont plutôt observés lors de la saison humide de septembre à mars (Charnock-Wilson, 1968; PNUE, 1995). Au Mexique, la mise bas coïncide avec la saison des pluies et l'abondance de la végétation dans les rivières (Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986; Reynolds et Odell, 1991).

Enfin, selon Boyd *et al.* (1999), les Siréniens ont la capacité de reporter la saison de reproduction lorsque les stocks alimentaires diminuent. De plus des cycles stériles surviendraient chez le lamantin de Floride (Marmontel, 1995; Rathbun *et al.*, 1995).

b - Accouplement

L'accouplement a lieu au sein d'un **troupeau** constitué d'une **femelle en œstrus** escortée par une dizaine de mâles en moyenne (cf. figure 8). Ces derniers effectuent une parade effrénée, forçant la femelle à fuir continuellement (Hartman, 1979; Walsh et Bossart, 1999). Ils embrassent son dos, la chevauchent quand elle affleure la surface et essaient d'atteindre la région génitale en roulant sur le dos. Si un des mâles parvient à la mordiller ou à l'aborder dessous, elle s'échappe grâce à un brusque et violent saut carpié, qui ne fait qu'exacerber les étreintes frénétiques. Les mâles sexuellement matures peuvent désertir momentanément le troupeau pour courtoiser des femelles en anœstrus, ou transférer leurs élans sexuels sur des partenaires homosexuels. Les mâles juvéniles peuvent rejoindre l'escorte mais ne participent pas activement à la parade (Wells *et al.*, 1999).

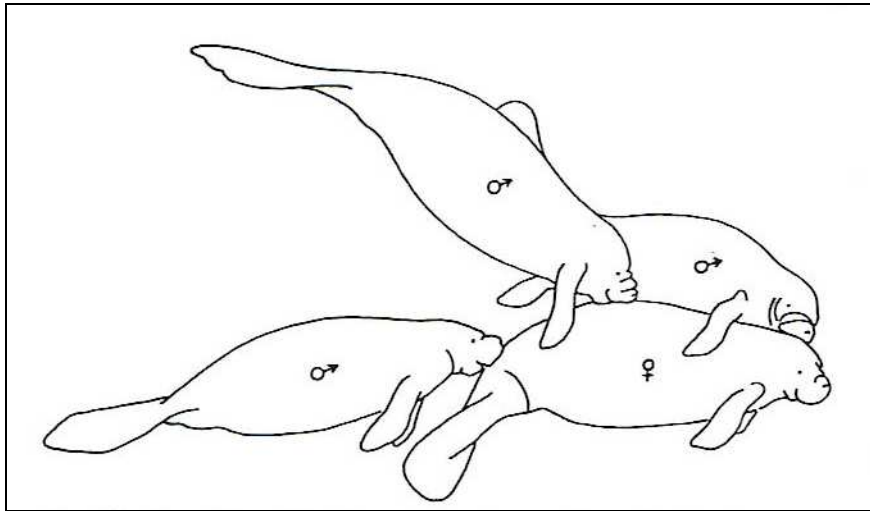


Figure 8: Troupeau d'oestrus chez le lamantin d'après Hartman (1979).

Bien que les troupes soient fréquemment observés à moins d'un mètre de profondeur, l'accouplement a lieu pour des profondeurs supérieures. En effet, les femelles en œstrus rechercheraient les hauts-fonds et s'échoueraient volontairement, pour échapper à leur escorte; elles y sont moins vulnérables, l'abord de la région génitale étant moins aisé (Hartman, 1979).

Les analogies entre les lamantins et les éléphants sont frappantes et reflètent probablement leurs origines communes. En effet, les **couples** sont **transitoires** et les femelles sont **polyandres** lorsqu'elles sont réceptives.

La période de réceptivité est relativement fugace et n'excède pas deux jours. Généralement les femelles n'expriment aucun comportement évocateur, exception faite d'une femelle qui s'arrêterait pour permettre les copulations successives (Hartman, 1979).

Le mâle le plus proche roule sur le dos, aborde la région génitale et étreint fermement la femelle avant l'intromission du pénis. Les étreintes copulatoires durent entre 15 et 30 secondes, entrecoupées par des pauses de moins d'une minute, pendant lesquelles la femelle nage sur de courtes distances (Hartman, 1979).

Les comportements pré- et post-copulatoires sont identiques chez les mâles. Le troupeau d'œstrus peut persister jusqu'à trois ou quatre semaines. Cependant la composition de l'escorte varie quotidiennement, tout en conservant un noyau de mâles matures (Hartman, 1979; Rathbun *et al.*, 1995).

Des données de radiotransmission indiquent que durant l'été les mâles élargissent leur aire de fréquentation. A Belize, une étude de Self-Sullivan *et al.* (2003 cités par Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007), montre que de la fin de la saison sèche à la fin de la saison humide, les lamantins mâles nagent le long de la barrière de corail (tel un corridor) à la recherche de femelles en œstrus. Parallèlement, le secteur de certaines femelles est également étendu et

circonscrit par celui des mâles. De ce fait, les plus grands trajets des femelles et des mâles, associés à la longue période d'œstrus, favorisent le recrutement d'un plus grand nombre de partenaires et élargit la gamme de choix du mâle (Wells *et al.*, 1999).

c - Mise bas et lactation

La femelle s'isole pendant les heures qui précèdent la parturition dans des **eaux stagnantes**, isolées des vagues (Hartman, 1979; O'Shea et Hartley, 1995; Reid *et al.*, 1995). Cette stratégie diminuerait les risques de mortalité périnatale et de prédation (O'Shea et Hartley, 1995; Boyd *et al.*, 1999). Le pic de mises bas coïncide avec une **productivité végétale** maximale, permettant à la femelle de satisfaire à l'augmentation des besoins énergétiques de la fin de la gestation et du début de la lactation (Boyd *et al.*, 1999).

Lors de l'allaitement, les mamelles sont hypertrophiées; le veau est placé contre le flanc de sa mère (Charnock-Wilson, 1968). Il se nourrit sous l'eau pendant 3 à 5 minutes toutes les 1 à 2 heures au cours de la journée (Bossart, 2001). Certains témoignages ont fait allusion à une autre position assimilable à l'allaitement humain (Charnock-Wilson, 1968). L'analyse nutritionnelle du lait révèle des proportions en **protéines** et en **triglycérides** à chaînes longue et moyenne supérieures à celles des bovins. Par contre, les quantités de lactose sont infimes voire inexistantes (Bachman et Irvine, 1979; Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001). La consommation de végétaux est concomitante et le sevrage proprement dit a lieu vers un ou deux ans (Hartman, 1979).

d - Elevage ou éducation du jeune

Le couple mère-veau constitue le **seul lien social fort**, facilement identifiable (Hartman, 1979). Le veau nage juste derrière les nageoires pectorales de sa mère. Cette dernière entretient un **contact essentiellement acoustique** avec son petit grâce à des gazouillis, des stridulations, des pépiements, des glapissements (Hartman, 1979; Reynolds, 1981). L'intensité des cris augmente si le veau souhaite s'alimenter ou s'il est séparé de sa mère (Rathbun et O'Shea, 1984). Le couple dure jusqu'au sevrage vers un ou deux ans (O'Shea et Hartley, 1995); bien que l'élevage puisse perdurer jusqu'à 3 ou 4 ans (Rathbun *et al.*, 1995). Le mâle n'intervient pas dans l'éducation du jeune (Wells *et al.*, 1999).

Cette relative longue période de dépendance du jeune jouerait un rôle important dans la **transmission transgénérationnelle**, notamment pour la localisation des sources d'eau douces et, chez le lamantin de Floride, les sites de rassemblements hivernaux. Elle serait affectée par l'expérience de la mère (Wells *et al.*, 1999).

L'adoption a été observée occasionnellement en captivité et rarement dans la nature. Cette manifestation serait un artefact en captivité et une manifestation relativement récente dans les sites de rassemblements hivernaux (Rathbun *et al.*, 1995).

e - Comportements homosexuels

Ce phénomène ne concerne que les **mâles** et implique fréquemment plus de deux individus. Les étreintes mutuelles se font par abord latéral et sont fréquemment précédées de baisers à la surface de l'eau. Ensuite les deux mâles coulent vers le fond et demeurent fermement attachés, se poussant et se bousculant. A cette occasion, des contacts de type naso-génital, ano-génital et génito-génital sont fréquents (Wells *et al.*, 1999). Il peut s'écouler jusqu'à deux minutes avant que les individus ne se dégagent à la surface (Hartman, 1979).

Ils n'ont pas de caractère saisonnier mais ne dure que quelques heures. Les associations entre mâles n'ont pas de structure précise et sont temporaires, les mâles intégrant et quittant le groupe au cours du jeu (Wells *et al.*, 1999). Ces comportements sont probablement assimilés à des assauts de jeu de combats et à des entraînements en vue de la compétition pour l'accouplement. Selon Rathbun et O'Shea (1984), il est également possible qu'une forme de rang de dominance soit établi entre les mâles juvéniles à cette occasion, pour aider, non seulement, à déterminer la constitution du troupeau d'œstrus, mais surtout, à choisir les mâles qui s'accoupleront.

5 - Organisation sociale et interactions intraspécifiques

Le lamantin est généralement un animal **solitaire**: au cours des trois recensements aériens réalisés dans la région la plus peuplée en lamantins, par Morales-Vela *et al.* (2000), 63% des individus nageaient seuls.

Les lamantins peuvent communiquer par émission de large éventail de petits cris aigus, de glapissements, de vagissements, dans une gamme de fréquences comprises entre 1 et 20 kHz, plus fréquents entre la mère et le veau (Lowe, 1997; Wells *et al.*, 1999). Les vocalises n'ont pas vocation à attirer les femelles (Wells *et al.*, 1999).

Les lamantins ne semblent pas avoir d'organisation sociale précise et définie. Les groupes sociaux sont généralement éphémères, et ne répondent pas à ce que nous pourrions appeler un schéma hiérarchique. Ils ne concernent généralement pas plus de 10 à 15 individus.

Les rassemblements hivernaux chez le lamantin de Floride sont uniquement régis par la disponibilité des ressources (Wells *et al.*, 1999).

A la confluence de plusieurs voies navigables appelées sites de "rendez-vous", les lamantins peuvent interagir par des baisers, des cabrioles. Ils peuvent temporairement nager

en formation, en file indienne, l'un à côté de l'autre ou en tandem; toutefois ces organisations ne semblent pas intentionnelles (Hartman, 1979). Le rôle des baisers et des sites de "rendez-vous" n'est que spéculatif.

Les agressions rapportées se limitent aux bousculades entre mâles mâtures dans le troupeau d'œstrus. Dans ce cas elles peuvent se révéler dangereuses si la femelle en œstrus est accompagnée du veau de la portée précédente (O'Shea et Hartley, 1995).

Pour autant que l'on sache, les lamantins n'aident pas les congénères blessés ou en détresse. Aucune preuve de défense commune ou d'aide mutuelle n'a été démontrée. Le lien mère-veau semble représenter la seule exception (Hartman, 1979).

Selon Wells *et al.* (1999), le comportement majoritairement solitaire des lamantins pourrait dissimuler une relation sociale plus complexe, comme le suggèrent le lien durable mère-veau, les "sites de rendez-vous" et les jeux. En effet, leur organisation sociale ressemble au modèle fission-fusion des Chimpanzés (*Pan troglodytes*). Dans ces sociétés, les individus intègrent et quittent fréquemment un ou plusieurs groupe(s) et finissent par tous se connaître. Ces groupes sont souvent éphémères et territoriaux. Ghiglieri (1990 cité par Wells *et al.*, 1999) pense que ce système est associé à des ressources alimentaires limitées et de distribution inégale dans le temps et dans l'espace. Or, les lamantins ne sont pas territoriaux et leurs ressources ne sont pas restreintes.

6 - Flux migratoires

Les flux migratoires hivernaux ont fait l'objet de nombreuses études chez les lamantins de Floride, dont la distribution géographique s'étend aux zones subtropicales. Ils migrent vers le sud durant l'automne et colonisent les sources d'eaux chaudes ou les bassins artificiels des centrales électriques pendant l'hiver, selon la taille des populations (Walsh et Bossart, 1999). Ces phénomènes ne semblent pas avoir été décrits en zone tropicale (Wells *et al.*, 1999). En effet, les migrations semblent ici corrélées à la **saison humide**. A Belize, les lamantins colonisent les rivières et les cours d'eau pendant la saison sèche et retournent aux embouchures et au littoral à la saison des pluies. Ce comportement est à relier à l'apport besoin en eau douce; de plus, la désertion des rivières en saison humide peut s'expliquer par l'augmentation des précipitations générant alors un débit important (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Au Mexique, le schéma inverse est constaté; les lamantins colonisent les fleuves et les systèmes lagunaires fluviaux adjacents pendant la saison des pluies et regagnent les embouchures et les lagons côtiers lors de la saison sèche. Leur déplacement est corrélé aux précipitations qui déterminent le niveau de l'eau (Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986).

Cependant, de telles conditions environnementales induisent une augmentation de la densité de population où ils deviennent des proies faciles (Reynolds et Odell, 1991). Le lamantin d'Amazonie répond également à des flux migratoires dépendant de la saison sèche/saison des pluies (Wells *et al.*, 1999).

7 - *Prédateurs*

Contrairement aux dugongs (*Dugong dugon*), les lamantins ont **peu**, voire pas de **prédateurs naturels**, surtout au stade adulte. A Belize, les crocodiles (*Crocodylus acutus* et *C. moreleti*) étaient les uniques prédateurs jusqu'à leur quasi-extinction liée au trafic de peau (Charnock-Wilson, 1970). De rares attaques de requins ont été rapportées sans précision particulière. Cependant, le premier rapport confirmant une attaque de requin concerne un lamantin des Antilles à Porto Rico. La forme de la cicatrice, évocatrice d'une attaque *ante mortem* résulterait d'une prédation opportuniste, imputable à plusieurs espèces de squales dont l'habitat empiète sur celui du lamantin (Falcon-Matos *et al.*, 2003).

Globalement, cette situation peut être liée à la quasi-absence de prédateurs dans les eaux peu profondes fréquentées par les lamantins, qui de surcroît n'ont pas développé de stratégies de défense. Leur discrétion et leur conformation anatomique peuvent constituer des agents dissuasifs, qui s'avèrent inefficaces contre un seul et unique prédateur : l'Homme (Wells *et al.*, 1999).

F - **PATHOLOGIES RECENSEES**

Dans ce paragraphe, nous traiterons des pathologies rencontrées et des causes de mortalité en milieu naturel et / ou en captivité. Certaines ont été bien étudiées soit par récolte des données nécropsiques, par observations des animaux en captivité ou en centre de soins (Walsh et Bossart, 1999). Ne seront abordées que les causes naturelles de mortalité; les causes anthropiques seront à mettre en parallèle avec le statut actuel de l'espèce.

1 - Infectieuses

Selon Bossart (2002), les stratégies immunitaires du lamantin lui permettent d'être **naturellement résistant aux infections**.

a - Bactériennes

α Méningoencéphalite bactérienne

L'examen nécropsique révèle une atrophie séreuse des tissus adipeux du mésentère et du sillon coronaire. L'histologique indique une infiltration de cellules inflammatoires (lymphocytes, neutrophiles, cellules plasmatiques, macrophages) dans les méninges du cerveau, du cervelet et de la moelle allongée, une thrombose des artères méningées et la présence de coques à Gram positif (Buergelt *et al.*, 1984).

β Mycobactérioses

Un cas de mycobactériose systémique à *Mycobacterium chelonae* a été documenté chez le lamantin d'Amazonie (*Trichechus inunguis*). L'animal présentait une pyodermite diffuse avec une atteinte sévère de la région dorsale et des abcès caséux enchâssés dans le tissu pulmonaire. *Mycobacterium chelonae* est un bacille acido-alcool-résistant à l'origine de **multirésistance** chez l'**Homme**, le singe et les poissons d'aquarium (Boever *et al.*, 1976).

Un cas de mycobactériose systémique à *Mycobacterium marinum* a également été décrit chez un lamantin d'Amazonie. Le tableau clinique se résumait à une dysorexie, une constipation chronique, un amaigrissement et un œdème sous-cutané. L'examen nécropsique a mis en évidence des nodules caséux pulmonaires, pleuraux et testiculaires, une congestion passive du foie et une pneumonie pyogranulomateuse à l'origine d'une défaillance cardiaque fatale. *M. marinum* est souvent responsable de tuberculose chez les poissons; elle peut causer des infections **cutanées** localisées chez les **homéothermes**, y compris l'Homme.

Ces deux cas attestent pourtant de la **possibilité** d'infection **systémique** (Morales *et al.*, 1985). Le **risque zoonotique** doit, par conséquent être attentivement considéré.

b - Virales

α Papillomavirus

Des lamantins en captivité ont développé deux types de papillomatoses cutanées : l'une pédonculée et verruqueuse localisée en région antérieure, l'autre sessile et maculo-papuleuse à typographie linéaire. Les mécanismes pathogéniques de l'infection impliquent une latence virale dans la peau qui peut prédisposer à d'autres infections, et une immunosuppression. La clinique est associée à une diminution de la prolifération lymphocytaire. La transmission a

lieu par voie cutanée, par contact direct avec des animaux infectés ou indirectement, par contact avec des surfaces contaminées (Bossart *et al.*, 2002b).

β Morbillivirus

Une enquête sérologique menée sur dix-sept ans révèle la présence d'anticorps neutralisants chez 4 % des lamantins de Floride testés. Les résultats indiquent que l'infection est sporadique, asymptomatique et qu'il est plus probable que le lamantin soit un cul-de-sac épidémiologique. Les titres en anticorps indiquent que la transmission s'est effectuée à la faveur d'un contact avec les Cétacés pour lesquels l'infection est enzootique (Duignan *et al.*, 1995).

χ Autres

Une étude sérologique chez le lamantin de Floride a récemment mis en évidence une réponse immunologique aux virus de la pseudorage, des encéphalites virales équine de l'est, de l'ouest et du Venezuela, au *Calicivirus* Lion de mer San Miguel de type 1 (Geraci, 1999 cité par Bossart, 2001). Celle-ci reflète une exposition aux pathogènes sans manifestations cliniques associées.

2 - Parasitaires

a - Ectoparasites et commensaux

La peau du lamantin est le siège d'un assortiment d'associations souvent difficiles classer. En général, les organismes macroscopiques sont rarement des parasites; les microorganismes se classent des commensaux occasionnels, aux parasites obligatoires. Les dermatites locales d'origine fongique ou bactérienne ont été décrites uniquement en captivité. Des abcès sont occasionnellement observés sur des lamantins de Floride à Crysral River.

Les incrustations et les cratères hébergent une plus grande quantité de microorganismes (Hartman, 1979).

α Associations parasitaires

Le seul ectoparasite avéré serait le copépode *Harpacticus pulex*, isolé chez deux individus captifs (Hartman, 1979).

β Associations commensales

Certaines associations renseignent sur la **salinité** des milieux habituellement fréquentés et témoignent de l'utilisation extensive des milieux marins. Par exemple, la présence de l'algue bleue *Lyngbya martensiana* sur le dos du lamantin suggère un long séjour dans les rivières et

les estuaires. En Floride et à Porto Rico, les bernacles⁴ (*Chelonibia manati*) commensales (Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999a) fixées sur le dos et la queue attestent de la fréquentation d'herbiers. L'association lamantin – remoras⁵ (*Echeneis naucrates*) décrite à Belize, au Mexique, à Porto Rico et en Floride (Falcon-Matos *et al.*, 2003), avorte en milieu hypoosmotique, le poisson étant incapable de s'adapter aux nouvelles conditions osmotiques (Hartman, 1979).

Remarque : L'euryhalinité des lamantins pourrait expliquer la pénurie de parasites et de commensaux qui seraient soumis aux stress osmotiques rigoureux (Hartman, 1979).

b - Endoparasites

Les causes de mortalités et les pathologies d'origine parasitaire sont rarement documentées (Beck et Forrester, 1988). Quelques endoparasites sont représentés en annexe VII.

⁴ Bernacles : Sous-classe de Crustacés comprenant les Anatifes et les Balanes.

⁵ Remoras : Poissons à ventouses généralement commensaux ou mutualistes de poissons et de Cétacés pélagiques ou récifaux.

α Helminthes

Le tableau suivant compile les données pour les lamantins, en Floride, au Mexique, au Guyana, au Brésil, à Porto Rico et en République Dominicaine.

Tableau 4 : Principaux helminthes chez *Trichechus manatus*

CLASSE	Ordre	Famille	Espèce	Localisation	Manifestations cliniques et/ou lésions	Sources
NEMATODES	<u>Ascaridida</u>	Heterocheilidae	<i>Heterocheilus truncatus</i>	Estomac , intestin grêle		A, C, D
CESTODES	<u>Cyclophyllidea</u>	Anoplocephalidae	<i>Anoplocephala spp.</i>			A
TREMATODES	<u>Digenea</u>	Opisthotrematidae	<i>Cochleotrema cochleotrema</i>	Nasopharynx, poumons	Rhinite chronique, pneumonie, œdème pulmonaire	A, C, D
			<i>Moniligerum blairi</i>	Muqueuse de l'intestin grêle (nodules)		A, B
		Paramphistomatidae	<i>Chiorchis fabaceus</i>	Estomac, diverticules duodénaux, intestin grêle, caecum , gros intestin surtout côlon		A, C, D
		Nudatycolidae	<i>Nudacotyle undicola</i>	Lumière intestinale (grêle)	Entérocolite œdémateuse	A, B

A : (Beck et Forrester, 1988)

B : (Dailey *et al.*, 1988)

C : (Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999a; Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999b)

D : (Petit, 1955)

D'après les examens nécropsiques de lamantins de Floride effectués par Beck et Forrester (1988), 73 % des animaux étaient infestés par au moins une espèce d'helminthe, avec une moyenne de 1,9 espèce par lamantin. Aucune association n'a été soulignée entre l'intensité d'infestation, le sexe de l'hôte, l'âge, la saison, et la localisation géographique, ou la cause de la mort. La présence d'*Anoplocephala spp.* chez un seul lamantin, refléterait une infestation accidentelle d'origine équine.

Les infestations multiples n'excédaient pas quatre espèces (Beck et Forrester, 1988; Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999a).

***β* Protozoaires**

Deux cas de méningoencéphalites à *Toxoplasma gondii* ont été documentés à ce jour : l'un concernait un lamantin de Floride, l'autre, un lamantin des Antilles.

Dans le premier cas, la présence de manchons de lymphocytes autour des vaisseaux méningés et cérébraux est évocatrice d'une méningoencéphalite. Des abcès, des granulomes et des kystes à bradyzoïtes envahissaient le cortex cérébral. Toutefois, les formes tachyzoïtes n'ont pas été détectées. *Proteus spp.* ont été isolés à partir des lésions cutanées et pulmonaires (Buergelt et Bonde, 1983).

Dans le second cas, l'étiologie de la myocardite non suppurative a été prouvée par la présence de **tachyzoïtes** de *Toxoplasma gondii* dans les lésions de nécrose, associée à une infiltration de cellules mononucléaires (Dubey *et al.*, 2003).

La toxoplasmose est principalement contractée à la suite de l'ingestion de viande ou d'oocystes contenus dans les fèces de chat. Chez les mammifères marins, la loutre de mer est particulièrement concernée. La **contamination orale** serait avancée, lors de consommation d'eau contaminée par les oocystes apportées par les **effluents** et par le **ruissellement** (Buergelt et Bonde, 1983; Dubey *et al.*, 2003). En effet, les oocystes peuvent résister longtemps lorsque les conditions environnementales sont favorables. De plus, les lamantins peuvent boire l'eau des effluents d'égouts. La toxoplasmose favoriserait les infections bactériennes secondaires (Buergelt et Bonde, 1983). Des cas d'infections virales ou bactériennes concomitantes ont été rapportés chez les animaux et chez l'Homme. La forme clinique sévère se manifeste chez les individus immunodéprimés (Buergelt et Bonde, 1983).

Des oocystes d'*Eimeria manatus* et d'*Eimeria nodulosa* ont été isolés dans les fèces du lamantin de Floride. Le pouvoir pathogène de ces coccidies n'a pas été démontré (Upton *et al.*, 1989).

3 - Environnementales

a - Syndrome de stress thermique

Cette pathologie concernant plus particulièrement le Lamantin de Floride, n'est pas observée chez les nouveaux-nés. Ces derniers, assistés par leurs mères bénéficient d'un apport nutritionnel conséquent et d'un apprentissage de la localisation des sources d'eau chaude (Bossart *et al.*, 2002a). Nous avons précédemment souligné une plus grande résistance aux effets du froid chez les adultes (Bossart *et al.*, 2004). Ce syndrome résulte d'une cascade d'évènements débutant par une **exposition chronique** à des eaux de températures **inférieures**

à 20°C, suivie de dérèglements **nutritionnels, métaboliques et immunitaires** et s'achevant par des maladies infectieuses **opportunistes multisystémiques et mortelles** (Bossart *et al.*, 2002a; Bossart *et al.*, 2004). C'est donc un processus de maladies multifactorielles qui implique une altération de l'homéostasie métabolique, nutritionnelle et immunologique et qui s'achève par des maladies opportunistes idiopathiques (Bossart *et al.*, 2002a).

Les animaux présentent des tremblements, une anorexie, une léthargie, une modification des postures de repos, de la constipation et une altération ou **déplétion des paramètres immunologiques** favorable au développement de bronchopneumonies infectieuses, d'entéocolites, de dermatites généralisées et de papillomatoses cutanées (Walsh et Bossart, 1999; Bossart *et al.*, 2002b; Bossart *et al.*, 2002a).

Le tableau lésionnel décrit inclut un œdème pulmonaire, de la cachexie et une dégénérescence myocardique idiopathique (Buergelt *et al.*, 1984; Bossart *et al.*, 2002a).

Les pustules s'ulcèrent sur de larges portions de la face, des extrémités, du torse et de la queue et rappellent une dermatite de contact d'étiologie toxicologique.

Les agents infectieux identifiés incluent : *Staphylococcus aureus*, *Morganella morganii*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio spp.*, *Clostridium spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Edwardsiella tarda* et *Yersinia spp.*. De plus, des infections fongiques à *Mucor spp.* secondaires peuvent gagner la peau et les poumons (Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001).

L'immunosuppression s'expliquerait partiellement par la libération prolongée et excessive de glucocorticoïdes due au stress et aux déficits nutritionnels liés à l'inanition chronique.

Les effets sublétaux à long terme pourraient être plus insidieux en impliquant une augmentation de la sensibilité au froid et des impacts sur la fécondité et la survie du veau (Bossart *et al.*, 2002a).

b - Brévétotoxicose

Les **Dinoflagellés** sont des algues rouges qui produisent de puissantes neurotoxines, dont les effets délétères chez les poissons, les oiseaux et les mammifères sont avérés. Chez l'Homme elles sont à l'origine de maladies après inhalation ou l'ingestion de coquillages filtrant la toxine (Flewelling *et al.*, 2005). La brévétotoxine bloque la propagation de l'influx nerveux. Plusieurs **marées rouges** imputables à *Gymnodinium breve* = *Karenia brevis*, ont été signalées en Floride : en 1982, en 1996, en 2002. Le bilan de chaque épisode s'élevait respectivement à 37, 150 et 34 carcasses (Walsh et Bossart, 1999; Flewelling *et al.*, 2005).

Le tableau clinique manifesté par les individus rescapés est principalement d'ordre **neurologique** et se traduit par : une désorientation, une incoordination motrice, une hyperflexion, des fasciculations musculaires, une paralysie flasque, ou la démence. Une dyspnée est également observée. Ainsi, l'établissement un diagnostic différentiel avec un traumatisme crânien peut s'avérer délicat (Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001)

D'après les deux premiers épisodes, l'**inhalation** semble être la principale voie d'entrée : le tableau lésionnel du système respiratoire inclut la rhinite et l'œdème pulmonaire. Cependant, l'épisode de 2002 démontre que l'**ingestion** constitue une autre voie de contamination, la toxine s'accumulant en quantité importante dans les herbiers, dont 83 % dans la fraction épiphytique. De plus les concentrations retrouvées dans le contenu stomacal des animaux étaient comparables (Flewelling *et al.*, 2005)

La brévéttoxine se propage ensuite dans le tissu lymphoïde (Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001). Une hématotoxicité et immunotoxicité à long terme ont été démontrées. Des lésions macroscopiques de congestion siègent au niveau de l'appareil respiratoire (poumons et nasopharynx), des tissus rénaux, hépatique et cérébral (Bossart *et al.*, 1998). Le tableau lésionnel microscopique souligne une rhinite catarrhale, une hémorragie, un œdème pulmonaire, une hémosidérose, une méningite non suppurée, et révèle une infiltration des lymphocytes et des macrophages (contenant de la brévéttoxine) dans les poumons, le foie et les tissus lymphoïdes secondaires (Bossart *et al.*, 1998).

Une rémission demeure possible chez les individus exposés à des doses raisonnables et bénéficiant d'une prise en charge précoce. Le traitement symptomatique repose sur la fluidothérapie et sur l'administration d'anti-inflammatoires stéroïdiens et non stéroïdiens. Il est complété par une supplémentation nutritionnelle et des soins d'assistance : afin d'éviter toute inhalation d'eau ou une éventuelle noyade, un matelas de mousse est placé sous l'animal (Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001).

Bien que les mortalités naturelles soient rarement observées, le nombre de cas relatifs à ces causes environnementales est en nette **augmentation** (Bossart *et al.*, 1998; Bossart, 1999). Les lamantins sont considérés comme **espèce sentinelle** pour les effets des marées algales sur l'écosystème et la santé publique : les voies de contamination sont communes à l'Homme (Bossart *et al.*, 1998; Bossart, 2006).

4 - Néoplasiques

Un cas de tumeur testiculaire bénigne des cellules interstitielles a été fortuitement découvert au cours d'une nécropsie (Bossart *et al.*, 2004).

Un lymphome malin idiopathique infiltrant les poumons, le foie, les reins, les nœuds lymphatiques mésentériques et les yeux a également été rapporté (Hammer *et al.*, 2005).

5 - Périnatales

a - Congénitales

Les malformations congénitales de la nageoire se traduisent par divers degrés d'ectrodactylie (Murphy, 2003). Watson et Bonde (1986) ont décrit le cas d'une nageoire en pince de homard.

Des cas de hernies ombilicales ont également été rapportés (Walsh, 1999).

b - Veaux orphelins

D'après Walsh et Bossart (1999), les causes et la durée de séparation sont inconnues. En captivité, il est évident que la qualité des soins maternels influe sur la survie. La perte de reproducteurs expérimentés pourrait également représenter un handicap (Bossart, 2001). De plus, de nombreuses complications néonatales peuvent entrer en ligne de compte.

Les individus présentent divers degrés d'émaciation, une fatigue métabolique, de l'hypoglycémie, une constipation, des occlusions par corps étrangers, des entérocolites (Walsh et Bossart, 1999).

Des cas d'omphalites et de péritonites secondaires impliquent *Streptococcus faecium* et des bacilles à Gram négatif (*Pleiomonas shigelloides*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Escherichia coli*, *Morganella morganii*, *Acinetobacter calcoaceticus* et *Bacteroides ureolyticus*) (Walsh et Bossart, 1999).

Les cas d'entérocolites ont été associés à des infections à *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp.*, *Clostridium difficile* et *Citrobacter freundii*. Elles sont d'origine nosocomiale ou iatrogène suite à l'administration d'antibiotiques per os. Elles peuvent résulter de désordres immunologiques en absence de prise du colostrum (Walsh et Bossart, 1999).

Les orphelins récemment sevrés, plus sensibles à l'hypothermie lors de leur premier hiver, peuvent présenter un syndrome de stress thermique, compliqué d'une dermatite bactérienne sévère (Walsh et Bossart, 1999).

c - Dystocies

Dans trois cas, les femelles sont victimes d'une métrite septique secondaire à la dystocie et à la macération fœtale. L'implication potentielle de la **brucellose** n'a pas été évoquée par les lésions (Walsh et Bossart, 1999). Néanmoins des anticorps anti *Brucella spp.* ont été isolés chez cinq Lamantins de Floride (Geraci *et al.*, 1999 cités par Bossart, 2001)

d - Autres

D'autres processus pathologiques tels que des intussusceptions, des dermatites, des complications intestinales, des pleurites et des abcès pulmonaires, ont été documentés (Tabuchi *et al.*, 1974; Buergelt *et al.*, 1984; Reynolds et Odell, 1991).

Les lamantins (*Trichechus manatus*) sont les seuls mammifères marins qui, du fait de leur régime **herbivore**, occupent une niche écologique peu concurrencée de la zone tropicale caraïbe et atlantique ouest. Ils expriment des stratégies adaptatives intéressantes et sont relativement **peu sensibles** aux processus **pathologiques**. Toutefois malgré une longue durée de vie, ils présentent un **faible taux de reproduction**, obstacle significatif, qui expose l'espèce aux effets délétères de la stochasticité environnementale. Pour illustrer ce constat, nous allons nous intéresser à l'évolution du statut l'espèce et identifier les principales menaces dans l'aire de distribution.

II - REPRESENTATION HISTORIQUE ET STATUT ACTUEL DU LAMANTIN DES ANTILLES

A - REPRESENTATION HISTORIQUE AUX ANTILLES

Le mot Manatí est d'origine caraïbe *manatoüi* et désigne la poitrine d'une femme; il a été repris par les premiers colons Espagnols des Indes Occidentales et par les écrivains Britanniques de l'époque de Dampier (Quiring et Harlan, 1953). Le nom du genre *Trichechus* provient des racines grecques *trichos* = poil et de *ekho* = avoir, en référence aux vibrisses et aux soies de la tête (Reynolds et Odell, 1991).

1 - *Faits et Légendes en Amérique Centrale et aux Grandes Antilles*

a - La légende de la sirène

Le mythe de la sirène est toujours associé aux Siréniens, en raison de la position axillaire des mamelles, ou au comportement de la mère envers son veau, comme le suggère Ballet (1894) dans ses récits : *"La femelle a des mamelles ayant la même forme, et la même position que celle des femmes, et elle allaite ses petits en les soutenant avec ses nageoires. L'attitude habituelle est d'avoir la moitié du corps hors de l'eau. Elle lui donne une grossière ressemblance avec la forme humaine et a fait naître, sans doute, la fable des sirènes, mi-femme, mi-poisson."*

Cette légende est sans conséquence néfaste pour le lamantin, elle aurait même tendance à susciter de la sympathie.

b - Autres légendes

Les Warauno du Venezuela attribuent au lamantin une force étrange, s'exprimant à l'occasion d'une éclipse de lune. Ils exécutent un rituel afin de posséder ce pouvoir. De même la voie lactée est appelée "voie du lamantin". Les indiens d'Amazonie, considèrent que les lamantins et les dauphins de rivières sont des formes ensorcelées d'êtres humains (O'Shea *et al.*, 1988). Dans d'autres croyances, les lamantins peuvent être par erreur, considérés comme dangereux pour l'Homme (Reynolds et Odell, 1991).

c - Représentation du lamantin dans l'histoire

Selon Reynolds et Odell (1991), l'exploitation est une caractéristique logique de l'interaction entre l'Homme et les Siréniens. Les lamantins ont été chassés pour diverses utilisations et leur habitat a été usurpé au nom du développement.

Les premières allusions à l'exploitation du lamantin datent du 16^{ème} siècle. A cette époque, les explorateurs et les missionnaires Espagnols soulignaient l'abondance des ressources marines et l'agilité des chasseurs Mayas et Caraïbes. Toutefois, ce sont les pirates et les commerçants Britanniques qui, plus tard, ont décrit les modes d'exploitation (McKillop, 1985).

Les civilisations précolombiennes ont souvent associé la chasse du lamantin et des Siréniens au sens large à des rites traditionnels (Reynolds et Odell, 1991). Les habitudes alimentaires et les sculptures suggèrent que le lamantin figurait dans les rituels, les mythes préhistoriques et les représentations artistiques. Les civilisations Mayas offraient, par exemple, les lamantins en sacrifice ; les figurines taillées dans l'os renseignaient sur les rites funéraires et les types d'embarcations utilisées pour la pêche et le transport. Chez les Rama du Nicaragua, le mode de distribution de la viande symbolisait l'unité et la cohésion dans la communauté. Les os des oreilles faisaient office de porte-bonheur pour les chasseurs ; ces derniers les rendaient à la mer pour que la prochaine chasse soit fructueuse (McKillop, 1985).

Néanmoins, le lamantin était surtout prisé pour sa **chair** aux **qualités nutritionnelles** exceptionnelles, offrant une source conséquente de protéines et de lipides peu sensibles à l'altération. Les Européens appréciaient ses qualités organoleptiques, rappelant selon la région du corps, celles du veau, du porc ou du bœuf; ils la consommaient généralement séchée ou salée (McKillop, 1985; Reynolds et Odell, 1991). Dans les civilisations précolombiennes, une carcasse de 500 livres donnait, en plus des produits dérivés, 200 livres de viande maigre qui pouvait être consommée fraîche, rôtie ou séchée au soleil (McKillop, 1985).

Les récits et les ossements retrouvés sur les sites archéologiques Mayas du Mexique et de Belize s'accordent sur le fait que le lamantin constituait autrefois un complément si ce n'est un **aliment de base**. Il représentait 89 % du régime carné dans les **villages côtiers**, les produits de la chasse étant corrélés à la distance entre le type de village et la source de protéines. De plus, le site Maya de Moho Cay à Belize foisonne d'objets d'art en os de lamantin attestant de son importance alimentaire. Les sculptures retrouvées dans les villages de l'intérieur des terres suggèrent une pratique commerciale (McKillop, 1985).

La viande de lamantin était réputée pour ses vertus cicatrisantes et aurait également constitué un remède contre le scorbut (McKillop, 1985). Le **cuir** épais permettait la confection de boucliers et de blasons (Reynolds et Odell, 1991). Les Britanniques l'utilisaient pour confectionner des cravaches pour leurs chevaux, des sangles pour les rames des navires, des cannes et des semelles (McKillop, 1985). Les côtes fournissaient les matières premières pour les armes et la sculpture. Le lard était utilisé en cuisine et en médecine, tandis que le gras des yeux et des oreilles était incorporé dans la formulation de produits cosmétiques (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007)

Bien que l'exploitation fût comparable dans toutes les régions, les techniques et la fréquence de chasse eurent divers impacts sur les populations locales (Reynolds et Odell, 1991). Le **comportement des lamantins, largement influencé** par la **composante alimentaire** était très prévisible ; aujourd'hui encore, il représente leur principale faiblesse. Les chasseurs les capturaient généralement aux points stratégiques de ravitaillement.

Dans certains pays, notamment au Honduras, l'espèce jadis prospère est aujourd'hui fortement menacée : la chasse a vraisemblablement joué un rôle déterminant (Reynolds et Odell, 1991). A partir du 16^{ème} siècle, les Mayas au Mexique et les Indiens Miskito⁶ du Nicaragua utilisaient un harpon équipé d'une bouée. Les Indiens du Guyana les appâtaient avec la fleur du mocou-mocou (*Montrichardia arborescens*) avant de tirer avec des flèches (Reynolds et Odell, 1991).

A la même époque, les premiers boucaniers et explorateurs tuèrent un nombre important de lamantins, notamment au Panama, pour approvisionner leur flotte. Les pirates qui rôdaient dans la Mer des Antilles vers la moitié du 16^{ème} siècle, installèrent des stations de chasse sur la côte Caraïbe et coopéraient avec les Miskito (McKillop, 1985).

A Cuba, les lamantins subissaient les assauts des Indiens qui les repéraient grâce aux remoras (*Echeneis naucrates*), et des Espagnols qui utilisaient des arbalètes (Reynolds et Odell, 1991).

Les récits firent état d'une chasse massive pratiquée aussi bien par les Européens que par les autochtones, jusqu'au 19^{ème} siècle. En effet, les colons et explorateurs Espagnols signalèrent un épuisement des réserves imputable à l'arrivée des Chrétiens, autorisés à consommer du lamantin pendant leur jeûne (McKillop, 1985).

Aujourd'hui, la viande de lamantin représente une infime partie du régime des descendants Précolombiens, la population ayant subi une diminution drastique est plus

⁶ Miskito ou Mosquito

difficile à capturer. Les chasseurs leur attribuaient déjà une ouïe très fine et une vision correcte. Ils ont désormais adapté leurs techniques en s'équipant de carabines et en construisant des pièges (McKillop, 1985).

2 - *Le Lamantin des Antilles dans l'histoire de la Guadeloupe*

Bien que le lamantin ne fréquente plus les Petites Antilles, la précision des récits des explorateurs et des missionnaires Européens fournit une preuve tangible de sa présence dès le début du 17^{ème} siècle (Ray, 1960). La ville, la rivière et la baie du Lamentin au nord-est de la Basse-Terre, en Guadeloupe, la ville et l'anse du Lamentin sur la rive nord-est de la Baie de Fort-de-France, en Martinique, constituent tout au plus des symboles. Les ossements retrouvés à Castries, à Sainte-Lucie prouvent au mieux que la viande a été importée et consommée sur place (Ray, 1960).

Dès l'arrivée des premiers colons en 1635, la baie du Grand Cul-de-Sac Marin fut le lieu d'importants échanges commerciaux. Vers la moitié du 17^{ème} siècle, le lamantin a contribué au développement économique de l'anse de Beautiran, pôle d'attraction reconnu de la baie (Warichi, 2003).

L'aire de répartition du lamantin n'aurait pas été cantonnée qu'au Grand Cul-de-Sac Marin. En 1667, le Révérend Père Du Tertre précise : *"Comme la mer est extrêmement paisible dans ces **deux** culs-de-sac et que la mer n'y est pas profonde, on ne saurait croire combien les lamantins, les tortues, et tous les autres poissons se plaisent autour de ces îlets."* (Du Tertre, 1667). Le lamantin aurait donc également fréquenté le Petit Cul-de-Sac Marin. De même, la roche gravée "Manati", vestige des civilisations précolombiennes, représentant une tête de lamantin, se situe dans le lit de la rivière Bananier à Capesterre Belle-Eau, sur la côte est de la Basse-Terre. Elle se trouve à la jonction avec une zone de mangrove, suggérant d'après Richard (2002 cité par Lartiges *et al.*, 2004) la présence de l'animal. De plus, des sculptures en os de lamantin, utilisées lors des cérémonies rituelles Taïno, ont été découvertes en 1999 sur une plage de cette même commune, située à l'ouest du Petit Cul-de-Sac Marin. Enfin, Ray (1960) précise qu'en 1723, l'allemand Dappler a également fourni une description évocatrice de l'animal aux abords de l'île de Marie-Galante, située à une quarantaine de kilomètres au sud-est de la Guadeloupe.

Les Caraïbes qui occupaient l'île utilisaient les os pour l'artisanat, mais ne semblaient pas consommer la viande. En effet, Jean-Pierre Moreau (1994 cité par Lartiges *et al.* 2004), explique qu'entre 1618 et 1620 ces peuples chassaient le lamantin en guise d'activité de loisir, sans pour autant consommer la chair, qu'ils considéraient comme malsaine et responsable de

la résurgence d'une maladie vénérienne. *"Ce sont d'excellents pêcheurs connaissant parfaitement les meilleurs sites ; mais on a l'impression qu'il y a tellement d'interdits touchant ce monde de la mer, en particulier pour la consommation de poissons, qu'ils pratiquent la pêche plus souvent pour se divertir que pour leur régime alimentaire. Qu'on en juge à propos du lamantin : les indiens n'en mangent pas."*

L'**exploitation commerciale** des ressources protéiques fut donc initiée par les boucaniers et les flibustiers, vers 1640. Ces ressources étaient principalement représentées par les **cochons sauvages**, les **tortues marines** et les **lamantins**. Le document français le plus ancien rendant compte de l'occupation humaine de la baie du Grand Cul-de-Sac Marin est une carte de la Guadeloupe publiée en 1654, par le R.P. Du Tertre⁷, arrivé sur l'île en 1640. Celle-ci indique un lieu dénommé "Case à Lamantin" (Warichi, 2003).

Les particularités anatomiques et biologiques de l'animal concordent avec les descriptions actuelles (Du Tertre, 1667; De Rochefort, 1681; Ballet, 1894). L'expression *"monstres marins"* (De Rochefort, 1681), suggère une taille imposante, qui sera précisée par ailleurs par Ballet (1894) : *"il mesure jusqu'à vingt pieds de longueur"*.

Le lamantin a toujours été assimilé à un poisson si bien que sa chasse a été dénommée "pêche". Les signes particuliers de sa morphologie sont souvent soulignés : *"Petites pattes en forme de mains ayant chacune quatre doigts terminés par des vestiges d'ongles sa queue à la forme d'une pelle à four. La peau est comme un cuir plus épaisse que celui du bœuf."* (Ballet, 1894).

De Rochefort (1681) et Ballet (1894) précisent les caractéristiques de leur habitat et de leur régime alimentaire ; Du Tertre (1667) fait déjà référence aux besoins en eau douce : *"après s'être repu de cette pâture, il cherche les rivières d'eau douce, où il boit et s'abreuve deux fois par jour. Après avoir bien bu et bien mangé, il s'endort le mufle à demi hors de l'eau, ce qui le fait repérer de bien loin par les pêcheurs."* Il fait également allusion à sa bonne audition : *"Tous gardent un profond silence, car cet animal a l'ouïe si fine, qu'une seule parole ou le moindre clabottement d'eau contre le canot, est capable de lui faire prendre la fuite, et frustrer les pêcheurs de leur espérance"*.

La reproduction est abordée par De Rochefort (1681) en ces termes : *"les femelles ont deux télines avec lesquelles elles allaitent leurs petits. Elles en font deux à chaque portée, qui ne les abandonnent point, jusqu'à ce qu'ils n'aient plus besoin de lait et qu'ils puissent brouter l'herbe comme leurs mères"*.

⁷ R. P. Du Tertre (1610 - 1687) : missionnaire dominicain et botaniste Français

Le comportement **alimentaire**, l'épaisseur du **cuir**, la **saveur** de la viande et la grande **taille** de l'animal font souvent référence à la **vache**. Ainsi, le Père Labat (1993) précise "*On pourrait ce me semble, l'appeler vache marine*". L'expression "*Vache de mer*" (De Rochefort, 1681) a subsisté dans le langage courant.

a - Importance alimentaire

Les caractéristiques organoleptiques de la viande de lamantin satisfaisaient aux habitudes alimentaires des Européens. Comme le mentionne Du Tertre "*La chair de cet animal fait une bonne partie de la nourriture de ce pays*." Les écrits font tous référence à la qualité exceptionnelle de conservation du lard. De Rochefort (1681) précise : "*Entre tous les Poissons, il n'y a aucun qui ait tant de bonne chair, que le Lamantin [...] semblable à celle d'un animal terrestre, courte, vermeille, appétissante et entre-meslée de graisse, qui étant fondue ne rancit jamais*."

Du Tertre (1667) ajoute que "*ce lard est excellent, et plusieurs le fondent et en tirent la graisse qu'ils mangent sur le pain en guise de beurre*" et qu'il "*sert à tarder, à barder et à faire tout ce qu'on fait du lard de porc*."

Les modes de transformation et les moyens de conservation sont décrits par de Rochefort (1681) : "*Entre les monstres marins qui sont bons à manger & que l'on reserve en provision, comme on fait en Europe le Saumon et la Morue, on fait sur tout état aus Isles du Lamantin*". De plus, "*Lors qu'elle a esté deus ou trois jours dans le sel, elle est meilleure pour la santé, que quand on la mange toute fraîche*."

b - Autres usages

La peau du lamantin était utilisée à des fins domestiques ; les os étaient réputés pour leurs vertus antilithiasiques et lithotriptiques. De Rochefort (1681) cite la : "*rondache⁸ impénétrable aus flèches des Indiens*", et rajoute: "*Les pierres qu'on trouve en leur teste [...] ont la vertu, estant réduites en poudre, de purger les reins de gravelle⁹*."

c - Importance économique

La technique de pêche était similaire à la chasse au harpon pratiquée par ailleurs. Les chasseurs, appelés "vareurs", capturaient l'animal à l'embouchure de la Grande Rivière à Goyaves et au sud de l'anse du Canal. Cette anse abritait également la "**pesche de la case aux**

⁸ Bouclier circulaire

⁹ Urolithiase

lamantins", poumon économique du Grand Cul-de-Sac Marin, lieu de transformation et de commerce. Ce site stratégique a été clairement mentionné dans l'acte de partage de l'archipel du 23 août 1659 entre le Chevalier Houël et Monsieur d'Herblay, figurant dans "Les lots et partages de la Guadeloupe et autres Isles" de Du Tertre. De plus, la filière de transformation contribue au développement des salines de Saint-François (Warichi, 2003). Cependant, la qualité du sel ne semble pas constante puisque Du Tertre (1667) indique que la viande : *"perd beaucoup de son goût et devient seiche comme du bois; [...] cela se doit attribuer au sel du pays, qui est extrêmement corrosif."*

Le lamantin devient une **référence économique** comparable au tabac (ou pétun), monnaie unitaire au début de la colonisation des Petites Antilles : *"Et tant à la Guadeloupe, à St Christophe, à la Martinique, qu'aux autres îles prochaines, la livre s'y vend une livre et demi de pétun"* (Du Tertre, 1667). Le marché du lamantin permettait aux vareurs d'acheter deux esclaves à 1500 livres de pétun chacun et de s'acquitter du droit de capitation¹⁰. Ainsi, pour rentabiliser son investissement, le vareur devait vendre quelques 1200 kilogrammes de viande de lamantin. Comme le précise le Père Labat (1993), à la fin du 17^{ème} siècle : *" Les flibustiers n'ont souvent d'autres ressources pour vivre que la pêche du lamantin"*.

Après la paix de 1641 entre Caraïbes et Français, l'expansion de la colonisation de la Guadeloupe se traduit par une forte croissance démographique, à l'origine d'une demande accrue en protéine animale. Du Tertre (1667) semblait très optimiste quant à l'avenir de cette économie : *" Car je suis très certain que pendant les dix premières années que l'Isle a été habitée, on a tiré chaque année plus de 3 ou 4000 tortues, et un très grand nombre de Lamantins, et l'on en tire encore tous les jours quantité et il s'en tirera jusqu'à la fin du monde, sans les épuiser"*. Cependant, le recours à l'importation semble manifeste car ce dernier précise plus loin : *"On en apporte tous les ans de la terre ferme, et des Isles circonvoisines plusieurs navires chargez"*.

d - Le déclin

L'exploitation du lamantin fut un marché prospère, florissant mais éphémère : elle ne dura qu'une décennie. A partir de 1660, la Guadeloupe subit une succession de conflits et de crises, dont celle du tabac. Toutes les ressources protéiques sont épuisées ; aussi, l'intendant général des îles De Chambre, alerte en 1664 le gouverneur Général de Clodoré : *" Nous*

¹⁰ Droit de séjour équivalent à soixante-quinze kilogrammes de tabac, exigé à chaque habitant par la Compagnie des Isles d'Amérique.

sommes ici au moins aussi en peine que vous jugez du reste, puisque je serais réduit à l'eau sans M. de Tracy. Pour la viande, il n'y en aura pas une livre dans les magasins dans les cinq jours." (Warichi, 2003). Enfin, le Père Labat (1993) n'évoque pas le lamantin lors de sa première expédition dans le Grand Cul-de-Sac Marin en 1696.

A la fin du 19^{ème} siècle, Ballet (1894) fait également référence au déclin du lamantin qui : *"était autrefois très abondant, dans les Grands Culs-de-Sac, notamment dans la baie qui a été appelée de son nom Lamentin [...] et assez rares"*.

La disparition du lamantin est estimée au début du 20^{ème} siècle. En effet, Lartiges *et al.* (2002) ont recueilli le témoignage détaillé d'un habitant de 83 ans, qui lors de la saison des pluies de 1928, à l'occasion d'une partie de chasse dans les marais avec son père, avait rencontré des braconniers ramenant un lamantin du chenal adjacent. Aujourd'hui le marais des Grands-Fonds est une zone commerciale et le chenal a été canalisé (Lartiges, comm. pers., 2007).

Le stock initial de la population ne devrait pas être conséquent ; la surexploitation semble donc être seule responsable du déclin de l'espèce.

e - Rôle du lamantin dans le conte créole antillais

Le conte créole est né de la riche histoire des Antilles et symbolise la convergence d'un héritage africain, européen et amérindien. Il a un rôle de représentation, sous une forme symbolique, de la réalité sociale (Begot 1991, citée Lartiges *et al.*, 2004). En effet, selon Martinel (2001, cité par Lartiges *et al.*, 2004), son contenu et son statut s'adaptent aux évolutions des contextes socio-historiques. Il fait une large place aux animaux, leur attribue un rôle généralement constant au fil des histoires, et renferme une morale dissimulée par de nombreuses métaphores.

Nous retiendrons dans un premier temps, le personnage de **Manman Dlo** assimilable à une **sirène**, dotée de pouvoirs magiques, ensorcelante par sa beauté et ses chants, incarnant à la fois générosité, vaillance, douceur, tendresse, méchanceté ou vengeance. Elle apparaît dans les contes antillo-guyanais, revêt la forme d'un génie des eaux en Amérique Centrale et en Amérique du Sud. En Afrique Noire ces génies étaient directement associés aux lamantins (Corzani, 1993 cité par Lartiges *et al.*, 2004). L'origine de ce personnage est tantôt attribuée à la culture caraïbe, tantôt à la culture africaine. Les deux hypothèses pourraient bien être justifiées, étant donné la distribution géographique du lamantin.

Le lamantin est explicitement représenté dans le conte créole antillais. Le personnage **Compère Lamantin** est un allié sympathique et altruiste; il débarrasse la Guadeloupe et la Martinique de Compère Tigre (Lartiges *et al.*, 2004).

Le lamantin était fortement ancré dans l'imaginaire culturel guadeloupéen. La transmission était assurée par les grands-parents après l'abolition de l'esclavage. Aujourd'hui cette tradition tend à disparaître, bien que des auteurs antillais aient publié des contes ou des nouvelles se rapportant soit à Manman Dlo, soit au lamantin (Lartiges *et al.*, 2004).

La chasse commerciale a fortement influé sur l'abondance et la distribution de l'espèce, victime de son comportement placide et d'un faible taux de reproduction. A l'origine, 41 pays semblaient héberger des populations de lamantins (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007); actuellement cette estimation est réduite de moitié. Les populations insulaires ont quasiment toutes disparues, à l'exception de celles plus proches du continent américain qui toutefois semblent peu abondantes. Ce phénomène a pu être favorisé par la **faible capacité de dispersion** de l'espèce, alors que les populations continentales ont pu bénéficier d'un continuum côtier pour migrer. Ceci démontre la **vulnérabilité des populations insulaires** et la **perte irréversible de diversité génétique**.

B - DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE ET ESTIMATION DES POPULATIONS

Le lamantin des Antilles fréquente la zone côtière Atlantique Ouest, depuis les Bahamas jusqu'au Brésil, en incluant la Mer des Caraïbes et le Golfe du Mexique.

La **distribution** des Siréniens est liée à la disponibilité en végétation aquatique nécessaire à leur survie; elle est donc **inéga**le et **fragmentée**. La taille de la population est estimée en utilisant les données de pertinence variable selon les régions. Dans tous les cas, malgré l'absence d'informations quantitatives sur les populations passées, nous nous accordons sur une **diminution importante des stocks**. En effet, bien que la niche écologique soit particulière, elle correspond aux régions de **hautes densités humaines**. La précision des estimations varie selon le nombre d'enquêtes effectuées dans chaque pays. Ces enquêtes englobent les questionnaires au sein de la population, les comptages aériens et dans certains cas les suivis satellites. La précision des données dépend du matériel employé pour cette raison il a gagné à être standardisé (même type d'avion, le nombre d'observateur, la hauteur de vol, le temps de vol), la précision est corrélée à la visibilité, à la turbidité de l'eau, au vent

(Lefebvre *et al.*, 1995) Les estimations de la population sont rapportées dans le tableau 5 (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

Nous allons étudier la répartition du lamantin des Antilles selon l'axe Nord-Sud, en la subdivisant en trois régions: les Grandes Antilles (cf. figure 9), l'Amérique Centrale (cf. figure 10) et l'Amérique du Sud (cf. figure 11).

1 - Grandes Antilles

a - Porto Rico

Le lamantin des Antilles est le mammifère marin le plus menacé de l'île. Il bénéficie de plusieurs niveaux de protection. Le U. S Marine Mammal Protection Act, l'Endangered Species Act de 1973 et de plusieurs lois du Commonwealth de Porto Rico depuis 1976. Sa gestion et sa conservation sont obligatoires et résumées dans un plan fédéral de restauration (Mignucci-Giannoni, 1998). Il fréquente les estuaires et les côtes. Les plus grandes populations se situent à l'est et au sud des plages de l'île où les herbiers sont abondants, les eaux relativement calmes. Les lamantins dépendent des sources d'eau douce et des rejets d'égouts pluviaux pour s'abreuver (Powell *et al.*, 1981; Mignucci-Giannoni, 1998).

A la fin des années 70, Powell *et al.* (1981) ont dénombré un maximum de 51 individus au cours de leurs recensements aériens. Les mortalités recensées à l'époque étaient relatives à des captures dans les filets de pêche. Les estimations de la population étant faibles, toute destruction d'habitat ou mort d'origine anthropique peut avoir un impact délétère sur son statut. Le trafic maritime ne posait pas de problèmes car aucun animal observé ne présentait de cicatrices évocatrices d'une collision (Powell *et al.*, 1981). Un réseau de suivi d'échouages a été mis en place par le U.S.Fish and Wildlife Service en 1989. De 1990 à 1995, il a enregistré une augmentation des échouages dont 49 % d'origine anthropique, majoritairement liés au braconnage et aux collisions (Mignucci-Giannoni *et al.*, 2000). Ce même réseau a enregistré 121 cas d'échouages de 1990 à 2006 avec une fréquence de 7 cas par an (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Nous pouvons identifier les collisions comme menaces futures dans les pays en voie de développement, concomitamment au recul significatif de la chasse.

b - Jamaïque

Les lamantins fréquentent surtout les rivières et les zones côtières de la côte sud de l'île où les herbiers sont également abondants. Les recensements aériens effectués entre 1981 et 1982 ont estimé l'effectif maximal à 13 individus (Reynolds et Odell, 1991). 8 individus ont été observés au cours de deux enquêtes distinctes en 1993 (PNUE, 1995). En 1998, 11

individus ont été recensés pour toute l'île, dont deux veaux (Lefebvre *et al.*, 2001). La chasse commerciale est illégalement pratiquée et quelques captures accidentelles sont à déplorer.

Un projet de réintroduction "Operation Sea Cow" en semi-captivité a été initié en 1981 par le Département de la Conservation des Ressources Naturelles dans la rivière Alligator Hole, pour encourager la recherche et la conservation. Cependant, il peut être considéré comme un échec car il concerne quatre individus dont un est mort il ne reste que des femelles isolées géographiquement de la population libre; l'accès au site était limité. De plus les animaux ont longtemps souffert d'une pénurie alimentaire justifiant la mise en place d'un programme de supplémentation (Lefebvre *et al.*, 2001; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

c - République Dominicaine

Les six recensements aériens effectués en 1977 indiquent que les lamantins se concentrent principalement dans les zones côtières du nord, puis du sud-ouest de l'île. Le nombre maximal d'observations était respectivement de 32 et de 11 individus. Ils fréquenteraient également les estuaires, les criques et les rivières pour s'abreuver (Belitsky et Belitsky, 1980). La population est actuellement affectée par le braconnage, les captures accidentelles et la dégradation de l'habitat. Un réseau d'échouage a été mis en place en 1995 et un sanctuaire pour mammifères marins a été créé au nord-est de l'île (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Des mesures de gestion et de recherche supplémentaires doivent être envisagées pour éviter l'extinction (Mignucci-Giannoni *et al.*, 1999b).

d - Haïti

Le statut du lamantin est extrêmement précaire, la population actuelle étant estimée à moins de 10 individus. Les derniers comptages aériens effectués en 1982 par le US Fish and Wildlife Service ont fait état de 8 individus. La population occupe une zone restreinte de la côte ouest, aux alentours de l'estuaire de la rivière de l'Artibonite (Rathbun *et al.*, 1982). La chasse traditionnelle n'est plus pratiquée, cependant le lamantin demeure victime de capture accidentelle. Son avenir est très incertain, étant donné la situation socio-politique de l'île (Reynolds et Odell, 1991). Il souligne la nécessité d'un renforcement de la politique de conservation de la République Dominicaine frontalière (Lefebvre *et al.*, 2001).

e - Cuba

La population se répartit sur les côtes nord et sud de l'île, avec néanmoins une majorité localisée dans la zone au sud-ouest (Lefebvre *et al.*, 2001). Les lamantins fréquentaient plus particulièrement les rivières; cependant, les pressions anthropiques les auraient relégués aux

zones côtières (Estrada et Ferrer, 1987). En effet, Christophe Colomb rapportait que les sources d'eau douce de la Baie des Cochons attiraient un "essaim" de lamantins. A l'occasion d'une enquête réalisée entre 1984 et 1985 au sein de cinq établissements de pêche, la moitié des pêcheurs interrogés de la côte ouest pensait que la population avait tendance à augmenter. Elle aurait bénéficié des effets de la loi d'interdiction de la chasse en 1955 (Estrada et Ferrer, 1987). La population était menacée par les captures accidentelles, les explosions liées aux prospections pétrolières et, dans une moindre mesure à l'époque, les collisions (Estrada et Ferrer, 1987). Le braconnage est rare : seuls deux cas ont été rapportés depuis 2005. Le danger actuel est représenté par la pollution issue des entreprises minières qui pourrait avoir un impact, bien que non documenté sur les lamantins. La population est faiblement menacée par le braconnage ; néanmoins le problème de la capture accidentelle persiste à cause des "chinchorros"¹¹. Le Ministère de la pêche prévoit une interdiction pour l'année 2008 (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

Les efforts de conservation de la faune et de la flore marine sont relativement récents (Lefebvre *et al.*, 2001).

f - Bahamas

Les lamantins sont rarement observés dans cet archipel (Odell *et al.*, 1978). Bien que les herbiers soient largement représentés, l'absence de sources d'eau douce disponibles justifierait ce constat (Reynolds et Odell, 1991). De même, le Gulf Stream représenterait une barrière physique majeure. Un individu a été vu en 1905 aux environs de l'île de Bimini. D'autres observations ont été rapportées entre 1965 et 1977. De plus, l'autre spécimen observé en 1975 serait originaire de la Floride. Le nombre d'observations a augmenté (25) au cours des années 1990 préférentiellement dans les îles du Nord (Lefebvre *et al.*, 2001). Deux individus connus par photo-identification et radio-émission à Crystal River indiqueraient que la population bahamienne serait bien issue de Floride. Originaire de Crystal River ils n'auraient pas réussi à s'orienter le long de la côte et auraient dérivé avec les courants océaniques, jusqu'à se retrouver aux Bahamas (Lefebvre *et al.*, 2001; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). La première reproduction enregistrée date de 2001 (Reid, 2001 cité par Quintana-Rizzo et Reynolds III, 2007).. Une population semble se maintenir aujourd'hui préférentiellement dans la Grande Ile, offrant un habitat plus favorable. La seule menace identifiée est la trafic

¹¹ Chinchorro : filet stationnaire

maritime, la chasse n'étant pas traditionnellement pratiquée (Odell *et al.*, 1978; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

g - Iles Vierges Britanniques et Américaines

Les observations de lamantins sont très rares. Un individu provenant apparemment de Porto Rico aurait été aperçu en 1988 à Saint-Thomas (Reynolds et Odell, 1991).

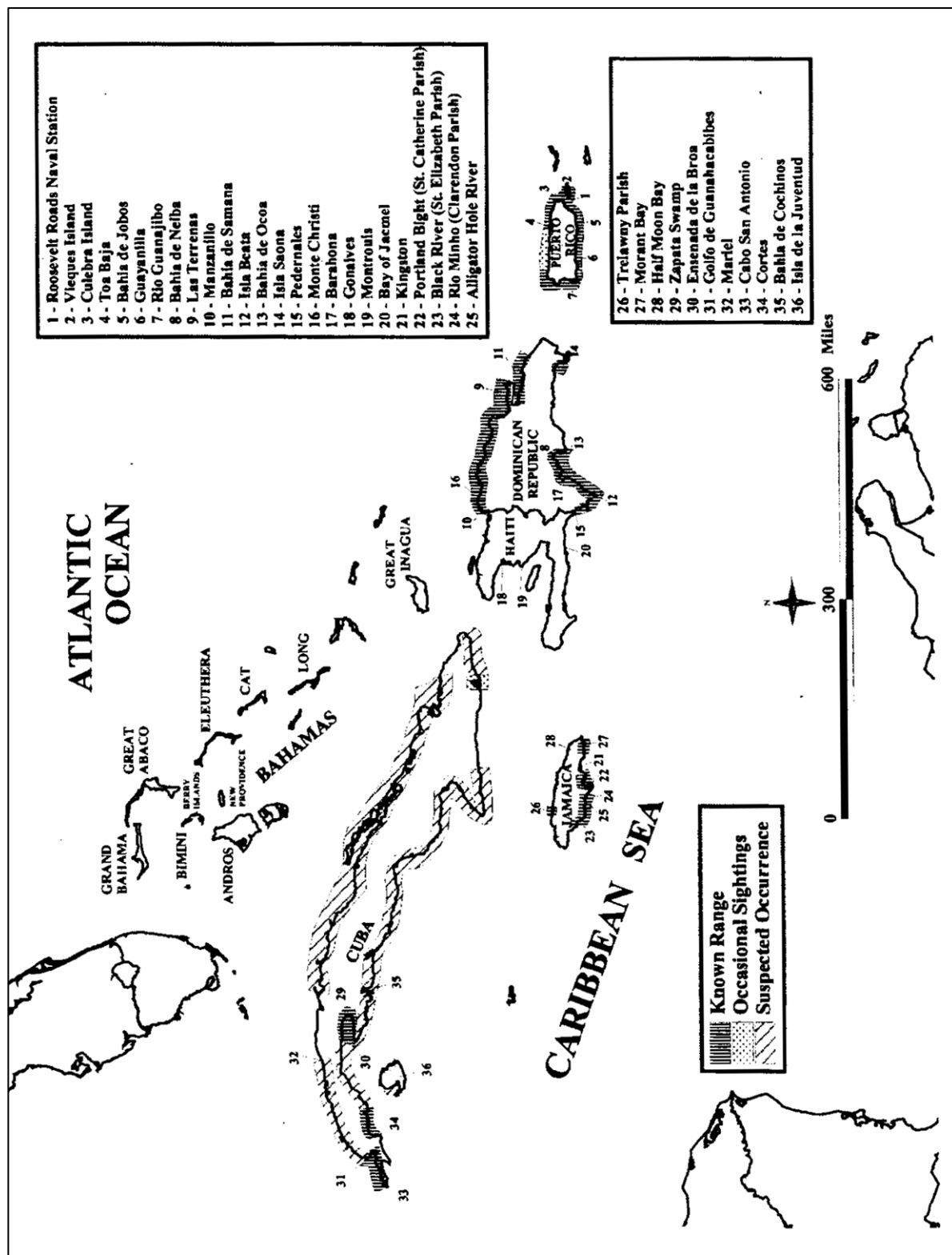


Figure 9: Distribution du lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*) dans les Grandes Antilles, d'après Lefebvre et al. (2001).

2 - Amérique Centrale

a - Mexique

Le Mexique est un pays qui présente un réseau hydrographique très important, exploité par certaines populations de lamantins. En général les populations se distribuent de façon inégale le long de la côte du Golfe du Mexique de l'Etat de Veracruz au nord, à l'Etat de Quintana Roo sur la façade Caraïbe (Morales-Vela *et al.*, 2003). En général, systèmes fluviaux et lagunaires (Colmenero Rolon, 1984), les activités humaines ont généré une distribution hétérogène avec une forte diminution de certaines populations à cause de la chasse (Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986).

De ce fait, elle n'est plus aussi abondante dans l'Etat de Veracruz (Campbell et Gicca, 1978), et se cantonne aux systèmes estuariens et dulçaquicoles.

La population de la péninsule du Yucatán a décliné à cause de la chasse et de la pêche. Les côtes nord et ouest de la péninsule du Yucatán sont désormais faiblement fréquentées par les lamantins, malgré l'existence d'habitat favorable (Espinoza-Avalos, 1996; Morales-Vela *et al.*, 2003). Les lamantins occasionnellement observés dans cette région proviennent du sud des Etats de Quintana Roo ou de Campeche (Morales-Vela *et al.*, 2003).

Les populations les plus importantes sont majoritairement observées sur la façade Caraïbe, dans la réserve de Biosphère de Sian Ka'an et surtout dans la baie de Chetumal, adjacente à Belize et désignée comme aire protégée (Morales-Vela et Olivera-Gomez, 1992; 1994; Morales-Vela *et al.*, 2000; Olivera-Gomez et Mellink, 2005). Cette zone était relativement peu fréquentée il y a vingt ans (Campbell et Gicca, 1978). Aujourd'hui, elle connaîtrait un important taux de reproduction, avec 8% de veaux observés (Morales-Vela *et al.*, 2000).

Le braconnage, bien que peu fréquent est encore pratiqué par certaines communautés de pêcheurs (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

b - Belize

Contrairement aux autres pays d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud, les enquêtes réalisées sont relativement récentes et approfondies. Bien que de faible superficie, ce pays offre un excellent habitat pour les lamantins, observés sur toute la côte, particulièrement à l'embouchure des rivières (Reynolds et Odell, 1991). Ils sont également observés dans les lagons, les récifs coralliens (Bengtson et Magor, 1979). Les principaux habitats du lamantin à Belize incluent le système lagunaire de la barrière de corail, qui offre un habitat peu exposé

aux vagues, des lagons côtiers, des rivières sinueuses et des îlots de mangroves¹² (Self-Sullivan et LaCommare, 2004 cités par Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). La superficie des herbiers avoisine les 4210 km² (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Ce pays enregistre la plus importante population recensée de lamantins de Antilles dans une région spécifique de la Caraïbe au cours d'une étude, avec un taux de jeunes veaux de 10,6% (en 1989) (O'Shea et Salisbury, 1991). La population est actuellement estimée à 1000 individus.

Selon Lefebvre (1989), la densité de population humaine est relativement faible sur le littoral. La chasse traditionnelle est sporadique (Bengtson et Magor, 1979), les habitants ayant changé leur habitudes alimentaires (Charnock-Wilson, 1968) ; ils participent désormais à la sauvegarde de l'espèce. Cependant, un cas de braconnage a été rapporté en août 2007 dans la Réserve Marine de Port Honduras au sud du pays, simultanément au passage de l'ouragan Félix. Cette occurrence a été attribuée aux pêcheurs Guatémaltèques et Honduriens qui pratiquent encore la chasse commerciale (Self-Sullivan comm. pers.), et traduit la nécessité de coopération entre pays frontaliers. Selon O'Shea et Salisbury (1991), Belize demeure l'une des dernières place forte pour cette espèce, sous réserve que le développement économique n'altère pas la qualité de l'habitat. De plus, ce pays a instauré une coopération avec le Mexique frontalier, en créant une réserve dans Baie de Chetumal partagée par les deux pays et abritant une importante population de lamantins. Le lamantin est classé "en danger" depuis 1981 par le Belize's Wildlife Protection Act.

c - Guatemala

Ce pays présente la plus faible portion côtière de la région (Lefebvre *et al.*, 2001). Selon Reynolds et Odell (1991), la population est peu abondante et est généralement observée dans les rivières et les régions côtières. Néanmoins, elle se concentre dans un grand lac le Lago Izabal, qui communique avec la mer via une rivière longue de 42 km (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Le braconnage représente la principale menace, alors que paradoxalement, le Guatemala est le premier pays à avoir créé une réserve dédiée à la conservation du lamantin à El Golfete. La situation économique favoriserait cette tendance, sachant que la viande de lamantin est moins chère que le poulet ou le bœuf. Cependant, les dégradations de l'habitat et les collisions constituent des problèmes émergents (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

¹² Les Drowned Cayes sont fréquentées toute l'année comme garde-manger, aire de repos et nurserie.

d - Honduras

Une faible population occupe les côtes du pays, alors qu'un habitat approprié est largement représenté. L'enquête réalisée entre 1979 et 1980 indique que les lamantins fréquentent principalement les lacs, les rivières et les systèmes lagunaires de l'est et de l'ouest du pays (Rathbun *et al.*, 1983). Les animaux y effectuent des migrations saisonnières. Toutefois, lors de la saison sèche, la fermeture des lagons côtiers peut entraîner la mort des individus piégés. Les captures intentionnelles ou non étaient encore assez répandues jusqu'aux années 1970. La forte pression de chasse aurait provoqué des remaniements de l'éthogramme, se traduisant par un comportement nocturne (Rathbun *et al.*, 1983). De plus nous avons précisé que les chasseurs sont suspectés de braconnage au Belize. L'utilisation répandue de filets de pêche depuis les années 1980 représente une menace importante (Cerrato, 1993). Le développement industriel remarquable du pays est responsable de la dégradation des habitats (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

e - Nicaragua

Ce pays présente la plus grande superficie de zones humides et de mangroves arbustives de la côte est de l'Amérique Centrale. Or la population est moindre par rapport à celle de Belize. En 1992, deux enquêtes aériennes indiquent que 71 individus ont été dénombrés dans les lagons côtiers de la moitié nord, avec la plus grande moyenne horaire jamais observée, suggérant que le Nicaragua abritait l'une des plus importantes populations de lamantins (Carr, 1994). Ils occupent également les voies navigables plus au sud où se situe la réserve de Biosphère (Jiménez et Altrichter Cateula, 1998). La distribution des lamantins est pratiquement continue; les lamantins sont le plus souvent observés dans les eaux saumâtres que dans les rivières à courant faible (Jiménez, 2002). Les lamantins semblent migrer d'un lagon à l'autre et des lagons vers les rivières pendant la saison sèche. Le littoral présente un habitat particulièrement favorable au lamantin avec des herbiers étendus et des lagons côtiers, qui coïncident avec une zone de haute productivité attirant une forte densité de pêcheurs. Actuellement, la chasse pratiquée par les communautés Miskitos, Rama et Garifuna et les captures dans les filets de pêche causent le déclin de la population, plus localisée au nord-est du pays (Jiménez et Altrichter Cateula, 1998). Plus de 40 animaux ont été abattus chaque année lors des dernières décennies. L'intérêt socio-politique est préférentiellement dirigé vers la côte pacifique du pays. La chasse du lamantin semble donc implicitement acceptée par le gouvernement en tant qu'activité commerciale annexe (Jiménez, 2002). Le trafic maritime ne

semble pas constituer un obstacle majeur, du moins, pour les régions n'ayant pas encore connu une forte croissance (Jiménez et Altrichter Cateula, 1998).

f - Costa Rica

Selon les différentes informations récoltées de 1984 à 1991, la forte pression de chasse historique a eu un impact considérable sur la population actuelle. Le déclin constaté a été daté des années 1950. Une augmentation des effectifs a été suspectée dans la région nord-est par rapport à l'enquête précédente (Smethurst et Nietschmann, 1999). La majorité des lamantins se concentre :

- sur les côtes nord-est et occupe le plus souvent les rivières et les fleuves, constituant des habitats favorables ayant un statut d'aire protégée du Parc National de Tortuguero et de refuge pour la faune sauvage, adjacents à la Réserve de Biosphère du sud du Nicaragua,
- au sud-est, où les populations interagissent avec celles du Panama (Reynolds *et al.*, 1995; Jiménez et Altrichter Cateula, 1998).

Actuellement, les principales menaces sont représentées par les importants rejets agrochimiques issus des plantations de bananes et par le trafic maritime amplifié par l'écotourisme (Reynolds *et al.*, 1995; Smethurst et Nietschmann, 1999). Les captures accidentelles et la chasse illégale relativement fréquentes. La déforestation inhérente au développement des plantations bananières et des exploitations de bétail, concoure à la dégradation du littoral (Smethurst et Nietschmann, 1999).

g - Panama

Le Panama possède la plus grande étendue côtière de l'Amérique Centrale. Cependant, l'habitat est peu favorable, caractérisé par des terrains montagneux proches de la mer et par l'absence de lagons et d'étendues de marécages (Mou Sue *et al.*, 1990). Les lamantins semblent assez rares, la population ayant été victime de chasse intensive dès le 16^{ème} siècle. Les plus fortes densités de population concernent surtout les rivières dont le Río San San et les estuaires de la province de Bocas del Toro au nord-ouest du pays. La population a été estimée entre 42 et 72 individus en 1987 ; des groupes de six individus maximum ont été observés avec 16 % de veaux (Mou Sue *et al.*, 1990).

La construction du Canal du Panama aurait vraisemblablement contribué au déclin de la population du Río Chagres (MacLaren, 1967). En 1964, un groupe composé de neuf lamantins des Antilles, provenant du nord-ouest dans Río Changuinola et d'un lamantin d'Amazonie, a été introduit dans le Canal du Panama, pour lutter contre la prolifération des

larves de moustiques (MacLaren, 1967). Quelques années plus tard, les lamantins se sont dispersés et au-delà du Lago Gatún et de l'île de Barra Colorado (Schad *et al.*, 1981) ; un individu a même été observé à la dernière écluse du canal, avant l'Océan Pacifique (Montgomery *et al.*, 1982; Mou Sue *et al.*, 1990). Néanmoins, les comptages aériens de Mou Sue *et al.* (1990) n'ont pas confirmé son introduction dans le Pacifique. Les échanges entre les populations du nord-est et du Canal du Panama sont peu probables, compte tenu de la barrière physique représentée par ce dernier. Toutefois une interaction est suspectée avec les lamantins du Nicaragua et du Costa Rica (Mou Sue *et al.*, 1990).

L'utilisation de filets est interdite en rivière et a certainement contribué au maintien de la population de Bocas del Toro ; le braconnage est peu fréquent. Néanmoins, l'aménagement du littoral, la pollution agrochimique, la construction d'axes routiers pour le développement du tourisme et les barrages hydroélectriques sont les menaces émergentes (Lefebvre *et al.*, 2001; Riquelme, 2006 cité par Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

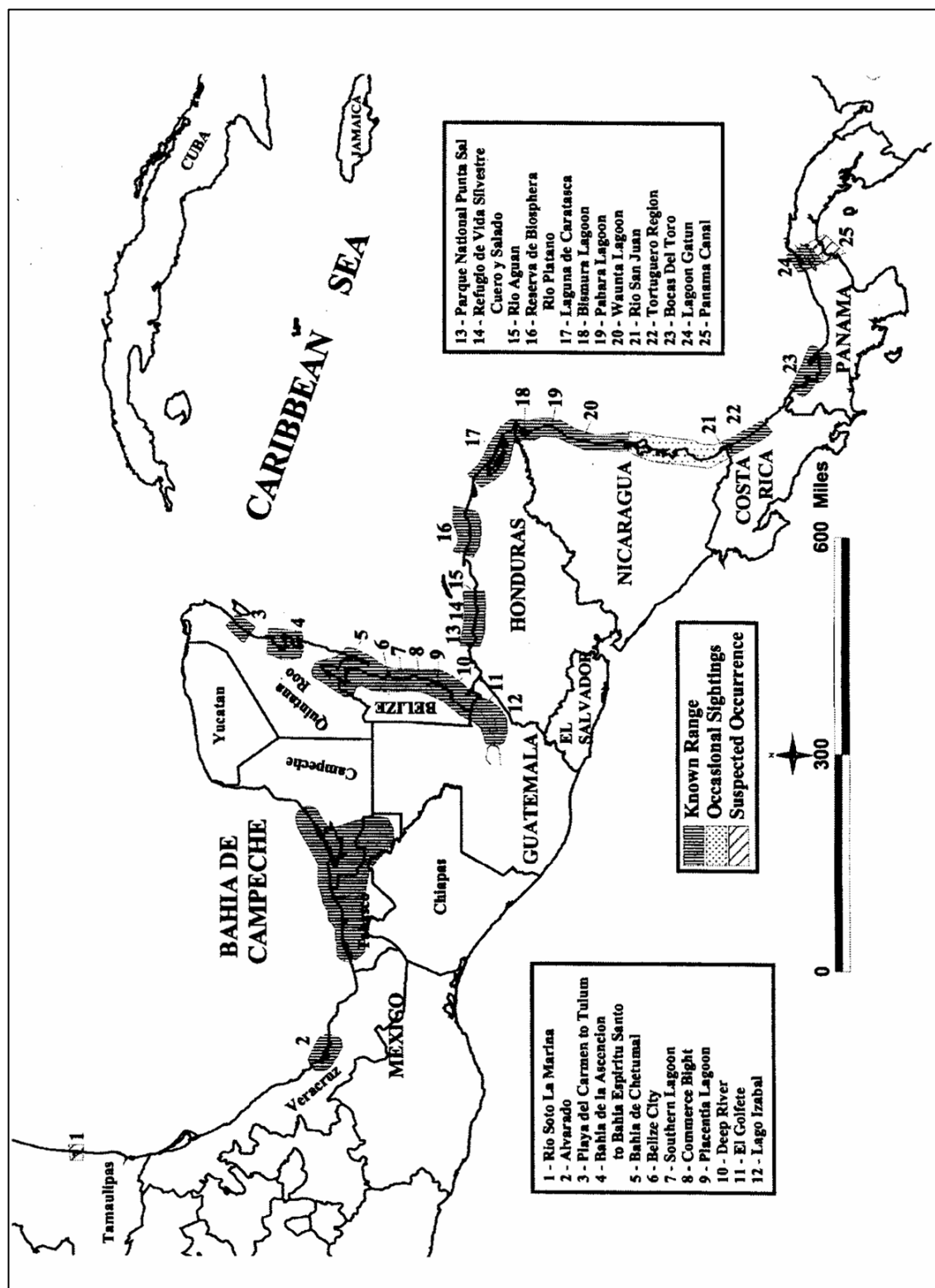


Figure 10 : Distribution du lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*) en Amérique Centrale, d'après Lefebvre et al. (2001).

3 - Amérique du Sud

a - Colombie

Bien qu'aucun recensement aérien n'ait été effectué, la population semble de petite taille et a été principalement observée dans les fleuves Río Magdalena, ses affluents, Río Atrato, et l'Orénoque à la frontière avec le Venezuela (Lefebvre *et al.*, 2001).

Certains individus sont observés à plus de 1110 km en amont des rivières (Castelblanco-Martinez *et al.*, 2003 cités par Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

Malgré la législation nationale en place, le marché noir persiste à petite échelle (vente de hamac, de bougies, etc.). Son impact n'a pas été évalué (Reynolds et Odell, 1991). Les lamantins sont principalement menacés par la déforestation, le développement de l'élevage du bétail, l'hypersédimentation, l'industrie minière, l'aquaculture, la capture accidentelle (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

b - Venezuela

Les comptages aériens et les enquêtes réalisés par O'Shea *et al.* (1988), révèlent l'existence d'une importante population à l'est, dans le delta et les affluents de l'Orénoque et le long du Golfe de Paria au centre (O'Shea *et al.*, 1988). Quelques individus ont été observés dans la zone nord-ouest, dans le lac Maracaïbo. La côte caribéenne du pays est très largement montagneuse et rocailleuse, offrant un accès limité à l'eau douce et des étendues arides qui ne correspondent pas à l'habitat conventionnel du lamantin (Correa-Viana *et al.*, 1990). Bien qu'aucune estimation pertinente sur le stock passé et actuel ne soit disponible, la population bénéficierait aujourd'hui de la diminution de la pression de chasse (dont les techniques n'ont pas été transmises à la génération actuelle), de loi de protection, du développement de programmes d'éducation et de l'absence de marché annexe, sous réserve que la question des prises accidentelles soit résolue (Reynolds et Odell, 1991). La pression de chasse était plus importante de juin à septembre pendant la saison des pluies, lorsque la fréquentation des cours d'eau est supérieure. La construction de digues et de barrages, la destruction de la mangrove et de la forêt et la pollution par les hydrocarbures sont les menaces émergeant avec le développement économique (O'Shea *et al.*, 1988; Correa-Viana *et al.*, 1990; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

c - Trinidad

Les lamantins fréquentent les marais, les rivières le long de la côte est de l'île (Amour, 1993; Boyle et Khan, 1993). La majorité de la population se regroupe à Big Pond, une grande

étendue sans connexion directe à la mer, située au nord de Nariva Swamp. Des individus ont également été observés dans la rivière North Oropouche au sud-ouest. Les lamantins migrent en fonction du changement saisonnier du niveau hydrique affectant à la fois la disponibilité en végétation et la salinité. Ils peuvent transiter entre l'île et le Venezuela ou entre les rivières et les baies. La taille de la population n'est pas précisément connue, toutefois les estimations sont de l'ordre d'une trentaine d'individus (PNUE, 1995; Khan, 2002 cité par Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Les effectifs étaient déjà minimes au milieu du 19^{ème} siècle (Amour, 1993). Leur habitat principal est menacé par l'aménagement du littoral ; l'exploitation de carrière favorise l'hypersédimentation. La population de Big Pond est physiquement isolée des autres groupes à cause de la construction de canaux et des écluses, préjudiciable au flux de gènes dans une population de petite taille. Les principales menaces identifiées sont relatives à l'enchevêtrement dans le matériel de pêche, au braconnage occasionnel et à la croissance démographique humaine (Reynolds et Odell, 1991). Citons également les dégazages au large de la côte est, la déforestation, les incendies volontaires dans la région de Nariva Swamp provoqués par les éleveurs pour défricher, la pratique illégale de la riziculture qui génère des rejets d'eau salée (Boyle et Khan, 1993).

d - Guyana

Ce pays n'ayant pas fait l'objet de comptages aériens, nous ne disposons pas de données récentes sur la distribution et le statut. Dans les années 1970, les lamantins étaient présents sur la quasi-totalité de la côte, préférentiellement dans les rivières, les estuaires et les savanes humides (Bertram et Bertram, 1973 cités par Lefebvre *et al.*, 2001). Les plus fortes densités observées concernaient l'est de la côte, de part et d'autre de la frontière surinamienne. Les animaux se nourrissaient de nombreuses espèces végétales marines, estuariennes et dulçaquicoles. Le Guyana fut le premier pays à avoir utilisé les lamantins en semi-captivité, dès 1916, en tant qu'agents de régulation écologique contre la prolifération d'espèces végétales invasives dans les voies navigables (Allsopp, 1960).

Bien qu'une protection nationale soit en vigueur depuis 1956, les lamantins sont encore victimes de captures accidentelles et de collisions (Husar, 1978).

e - Suriname

Les données les plus récentes concernant le Suriname datent des années 1980. Les lamantins fréquentaient généralement les régions côtières protégées par les mangroves arbustives, les forêts marécageuses. Ils étaient également observés dans les rivières et les criques jusqu'à 60 km à l'intérieur des terres (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Selon

Husson (1978 cité par Lefebvre *et al.*, 2001) ils pâturaient dans les marais, des pieds de mocou-mocou (*Montrichardia arborescens*) à marée haute. Or, Bertram et Bertram (1973 cités par Lefebvre *et al.*, 2001) signalaient que les lamantins préféraient les criques aux savanes inondables, et que les forts courants empêchaient les d'atteindre l'amont de la rivière.

A la fin des années 1970, la dégradation de l'habitat semblait déjà préoccupante, puisque près de 95 % de la population humaine occupait le littoral (PNUE, 1995). La chasse de subsistance semble persister dans certaines régions. Bien que le trafic fluvial soit développé, aucun cas de collision n'a été rapporté. Toutefois, les captures accidentelles étaient déjà signalées (Lefebvre *et al.*, 2001).

f - Guyane Française

De Thoisy *et al.* (2003) ont procédé à une récente évaluation de la distribution du lamantin par exploration fluviale et par des enquêtes, suggérant la présence du lamantin le long des côtes dans les estuaires et jusqu'à 80 km en amont de la rivière. L'habitat principal est représenté par les mangroves aux abords des estuaires, plus particulièrement celle de Coswine au nord-ouest du pays (de Thoisy *et al.*, 2003). Ils signalent l'absence d'herbiers, l'importance de la végétation sur berge et une salinité maximale de 1,3 ‰. Les marais herbacés sont peu vastes et leur proximité avec la prairie côtière alluviale limite la disponibilité de l'habitat.

La forte pression de chasse a provoqué le déclin de l'espèce, constaté ces vingt dernières années ; aujourd'hui, le braconnage persiste à petite échelle à l'est. De 2000 à 2002, 10 lamantins ont été victimes de braconnage ou de captures opportunistes. A l'exception des estuaires des rivières Cayenne et Kourou, le trafic fluvial est relativement modéré dans les zones fréquentées par le lamantin et ne constitue pas une menace immédiate. Bien que le département soit développé la dégradation est limitée. En effet, les mangroves, considérées comme dangereuses et de faible valeur économique seraient relativement épargnées. L'activité économique est concentrée à l'intérieur des terres. Les impacts de l'industrie aurifère, des rejets de pesticides utilisés en riziculture à l'ouest du pays, du dégazage dans les ports, la pollution de la station européenne aérospatiale de Kourou n'ont cependant pas été évalués.

g - Brésil

Actuellement, la distribution de la population de lamantins des Antilles est discontinue le long de la côte nord d'Amapá, au niveau de la frontière Guyanaise, à Alagoas au nord-est (Domning, 1981) (cf. figure 11). Des données historiques indiquent qu'elle s'étendait auparavant de la côte sud, jusqu'à l'Etat d'Espirito Santo (Borobia et Lodi, 1992). Les lamantins fréquentent les zones côtières, les estuaires, les mangroves et les récifs coralliens.

Selon Domning (1981), une population d'assez grande taille subsisterait dans le Rio Mearim (Maranhão). Le projet Peixe-Boi a contribué à l'introduction d'individus dans les régions du nord de la façade sud Atlantique.

Remarque :

Les côtes et les lacs intérieurs à l'est d'Amapá situés au nord de Cabo Norte, représentent la seule région du monde où le lamantin des Antilles et le lamantin d'Amazonie seraient des sympatriques (Domning, 1981). Le premier fréquente les côtes est du Brésil à l'embouchure de la rivière Amazone. Le second les côtes sud de Cabo Norte et les eaux douces de l'Amazone.

La population a considérablement été affectée par la pression de chasse. Les mesures de protection et les plans d'action mis en place ont permis de réduire significativement ses impacts, bien qu'elle soit encore pratiquée à petite échelle pendant la saison humide, surtout sur la côte nord-est.

Les captures dans les filets sont fréquentes ; en 2005, neuf lamantins sont morts piégés dans l'Etat de Maranhao, au nord-est (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Les écosystèmes côtiers sont relativement préservés, cependant, l'importance du trafic maritime, amplifié par l'activité touristique, expose les lamantins à des risques accrus de collisions.

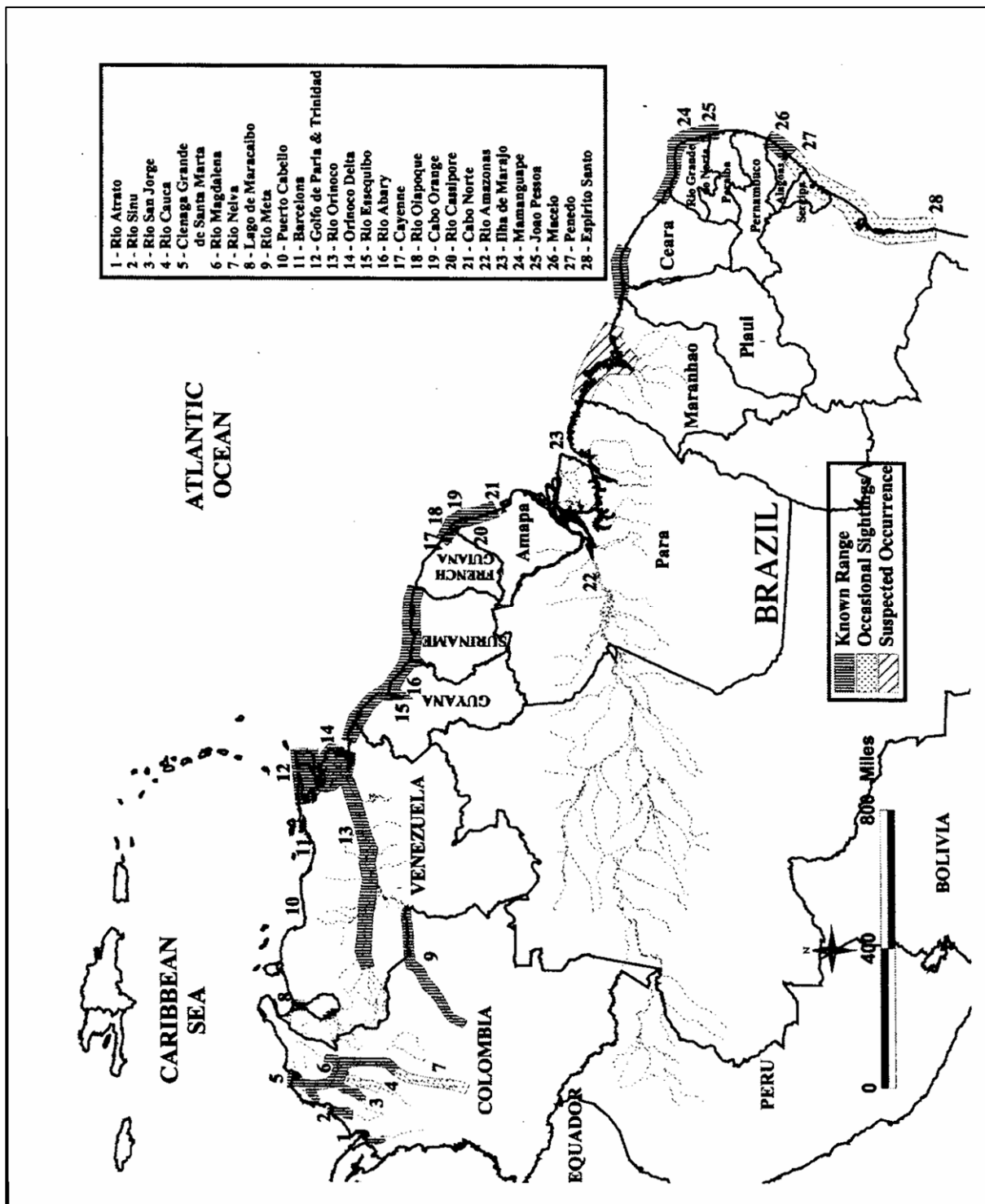


Figure 11 : Distribution du lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*) en Amérique du Sud, d'après Lefebvre et al. (2001).

Récapitulatif

Le tableau suivant propose une estimation de la population de lamantins des Antilles. Nous pouvons nous rendre compte de la fragilité de la sous-espèce, en considérant que 38 % de l'effectif total estimé de *Trichechus manatus* sont en fait représentés par le lamantin de Floride.

Tableau 5 : Estimation de la population de lamantin le long de l'aire de répartition, d'après Quintana-Rizzo et Reynolds (2007).

La population minimale correspond aux comptages minimaux ou aux estimations basées sur les meilleures données disponibles.

Tendance : A = augmentation possible, S = probablement stable, D = déclin probable, I = inconnu en raison de l'absence de données

PAYS	Tendance	Population minimale	Population estimée
Bahamas	A	3 - 5	10
Belize	S/D	400 - 700	1000
Brésil	S/D	< 500	500
Colombie	I/D	100 - 1000	500
Costa Rica	D	31 - 66	1000
Cuba	I/D	U	100
Guatemala	I	53 ± 44	150
Guyana	D	?	100
Guyane Française	S	10s?	100
Haïti	I	8	100
Honduras	S	11	100
Jamaïque	I/D	< 50	50
Mexique	I	1000 – 2000	1500
Nicaragua	D	71	500
Panama	I	10 - 100	100
Porto Rico (US)	S	128	300
République Dominicaine	D	30 – 35	100
Suriname	D	10s?	100
Trinidad et Tobago	D	25 – 30	100
Venezuela	D	?	100
Total 1			5610
Floride	A	3276	3400
Total 2			9010

Toutes les populations fréquentent les **habitats côtiers** et **fluviaux**, qui sont en l'occurrence **hautement fréquentés** voire dégradés par **l'Homme**. Ce simple constat est évocateur de la diversité d'activités humaines qui peuvent fragiliser le statut (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

C - MENACES ACTUELLES ET FUTURES

Les lamantins se déplacent lentement au sein d'un habitat fortement utilisé par l'homme, ce qui les rend vulnérables aux activités humaines (Buergelt *et al.*, 1984). Nous allons dans un premier temps aborder les menaces directes portant atteinte à la survie immédiate de l'animal ; dans un second temps nous aborderons les menaces indirectes, concernant la perturbation de l'habitat.

1 - Menaces anthropiques directes

a - Collisions

La fréquence des collisions augmente dans certaines régions d'Amérique Centrale concomitamment au développement de trafic maritime, de la pêche motorisée et du tourisme (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

L'étude nécropsique de Bossart *et al.* (2004) indique que 47 % des cas de mortalités de lamantins de Floride étaient imputables aux traumatismes. Cette proportion est en accord avec les études antérieures (Buergelt *et al.*, 1984). Elles concernent toutes les classes d'âge et surviennent toute l'année (Ackerman *et al.*, 1995)

Nous allons distinguer les plaies pénétrantes provoquées par les hélices des moteurs, des traumatismes contondants relatifs aux chocs contre la coque.

α Plaies pénétrantes

Selon un ordre de fréquences décroissantes, les plaies observées concernent préférentiellement les régions : **thoracique**, **thoraco-abdominale**, céphalique et abdominale. Les mortalités relatives aux plaies thoraciques obéissent dans deux cas sur trois, à un processus chronique, se manifestant par une pleuropneumonie active et souvent par une septicémie secondaire à la plaie.

Les autres régions sont le siège de phénomènes aigus. Les plaies abdominales peuvent dans une moindre mesure provoquer une inflammation des séreuses et/ou des organes (Bossart *et al.*, 2004).

L'évolution des plaies pleurales est généralement mortelle suite à la dégradation de la fonction respiratoire, à l'infection bactérienne secondaire et à la septicémie.

Les traumatismes crâniens peuvent également être mortels, en fonction des dommages occasionnés aux fonctions du système nerveux central, musculo-squelettique ou sensoriel.

Les lacérations du pédoncule dorsal et les pertes de substance musculaires et sous-cutanées extensives sont de meilleurs pronostics. Cependant, elles peuvent évoluer vers des troubles neuromusculaires permanents, une ostéomyélite vertébrale et /ou des trajets fistuleux chroniques, incompatibles avec une complète rémission (Walsh et Bossart, 1999; Bossart, 2001).

Lésions évocatrices d'un processus chronique incluent : la pleurite, la pleuropneumonie, la luxation et les fractures multiples des côtes, les fractures du crâne, les lacérations cutanées et pulmonaires plus ou moins profondes, les entérites, les splénites, les hémorragies pulmonaires, abdominales, cérébrales et médullaires (Bossart *et al.*, 2004).

Dans les autres cas les causes de la mort résultent du choc et des hémorragies aiguës des organes correspondants (Bossart *et al.*, 2004).

β Traumatismes contondants

La **localisation** et la **puissance** du choc, l'accélération et la **masse** de la coque du bateau influent sur la gravité des lésions (Murphy, 2003). Bien que l'étendue de la plaie ne soit pas facilement discernable, les conséquences n'en sont pas moins graves. Outre les plaies contuses thoraciques, le tableau clinique inclut le traumatisme crânien, des ruptures d'organes, des avortements, des fractures costales et vertébrales, une perforation du poulmon, des hémorragies pulmonaires et un pneumothorax (Walsh et Bossart, 1999).

Ces traumatismes peuvent souvent causer des pneumothorax se traduisant par une incapacité à plonger plus ou moins associée à une dyspnée et une **torsion pulmonaire**. En effet, le tiers libre caudal du poulmon peut subir une torsion, secondaire à la distension de la cavité thoracique lors de la plongée (Walsh et Bossart, 1999).

Les séquelles communément rencontrées incluent un pyothorax à extension focale, une pleurite suppurée, une pneumonie nécrosuppurée, une ostéomyélite proliférative des côtes et des vertèbres et un emphysème sous-cutané (Bossart, 2001). Ces séquelles peuvent évoluer en maladies chroniques débilitantes, incompatibles avec un retour en milieu naturel.

Les lamantins résistent remarquablement aux effets sublétaux des plaies traumatiques (O'Shea *et al.*, 2001; Bossart *et al.*, 2004). Cela serait partiellement le résultat des réponses immunitaires efficaces (Bossart, 1999). Lorsque animal survit, il demeure marqué par des

cicatrices indélébiles de couleur claire et des séquelles (mutilation, amputation). La cartographie des cicatrices est un des critères d'identification individuelle, utilisé pour le suivi des populations (Beck et Reid, 1995).

Les collisions semblent se **réitérer** au cours de la vie de l'animal ; en effet, 16 cicatrices infligées par des propulseurs différents ont pu être comptabilisés sur un individu. La question d'un **apprentissage à l'évitement** a été envisagée par Gerstein (2002). Etant donné leur capacité cognitive à reconnaître le danger, les lamantins expriment une réaction de fuite en se dirigeant vers les chenaux plus profonds (Nowacek *et al.*, 2004). Les lamantins possèdent de bonnes capacités auditives aux fautes fréquences, cependant, leur **sensibilité** est relativement **médiocre** dans la gamme de **faibles fréquences** associées au **bruit** des moteurs (cf. figure 12).

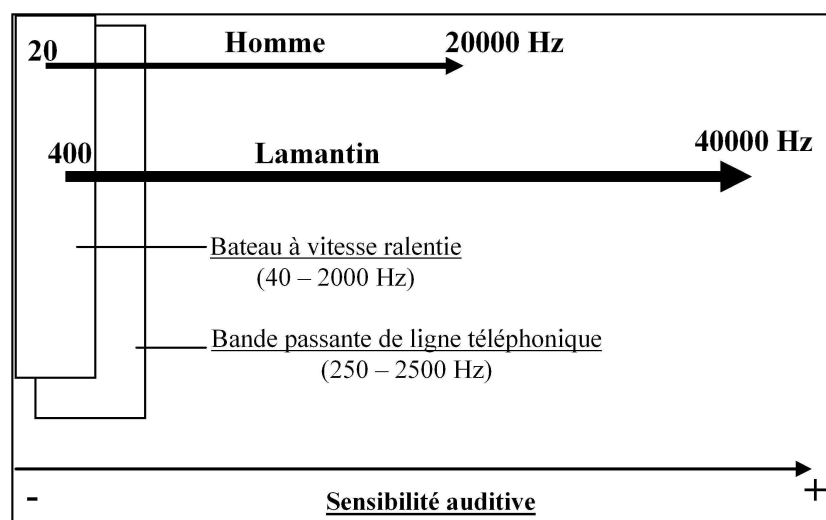


Figure 12 : Représentation schématique de la sensibilité auditive du lamantin, d'après Gerstein (2002).

Paradoxalement, les lamantins détectent moins le son d'un bateau qui a ralenti conformément aux lois de régulation de vitesse en vigueur. Le **bruit** du **moteur** étant **omnidirectionnel**, il ne se dissocie du bruit ambiant que lorsque l'embarcation est au-dessus de l'animal qui, essayant d'éviter un choc imminent qu'il ne peut localiser, s'expose à la trajectoire du bateau (Gerstein, 2002). De plus, la faible propagation acoustique dans les eaux peu profondes peut atténuer voire annuler les sons de faibles fréquences (inférieures à 1000 Hz), produits par les hélices (Gerstein, 2002; Nowacek *et al.*, 2004). Ceux-ci sont compris entre 90 et 100 dB; or la sensibilité auditive décroît de 10dB pour des fréquences inférieures à 16 kHz (Gerstein *et al.*, 1999). Le lamantin ne détecte pas le bateau à une distance suffisante pour l'éviter. Pourtant, les vocalisations sont détectables dans un environnement bruyant : elles sont courtes et discrètes. La solution envisagée serait l'installation à la proue des bateaux,

d'un système de signaux directionnels ayant les mêmes propriétés acoustiques que les vocalisations. Ainsi, le lamantin pourrait associer un tel signal à un danger proche (Gerstein, 2002).

En Floride, le nombre de bateaux enregistrés est significativement corrélé aux mortalités imputables aux collisions (Ackerman *et al.*, 1995).

b - Chasse / Braconnage

Les lamantins ont subi une importante pression de chasse déclinée selon trois types :

- la chasse de subsistance,
- la chasse commerciale, pratiquée à petite échelle au Brésil, conséquence de la chasse commerciale florissante du lamantin d'Amazonie ;
- la capture accidentelle dans les filets de pêche, qui se solde par l'utilisation de la carcasse (Reynolds et Odell, 1991).

Aujourd'hui, la pression de chasse est globalement plus faible, bien qu'inégale. L'impact sur la population de lamantin dépend de la technique utilisée. Le harponnage est généralement adopté dans les régions amazoniennes, à partir d'une plateforme de 2,5 mètres de haut appelée *montar*, située au milieu de prairies inondables pâturées par les lamantins. Les *camboa*¹³ se transforment en piège à marée haute et sont beaucoup plus préjudiciables à la population de lamantins. Une seule camboa peut piéger jusqu'à quatre individus. Son utilisation tend à disparaître depuis son interdiction par décret en 1973 (Domning, 1981).

Outre la viande et le lard, les intestins et les nageoires pectorales sont respectivement utilisés pour la confection de saucisses et l'élaboration d'un plat appelé *manhiçoba*. La *mixira*, viande frite conservée dans sa graisse est mise en réserve ou vendue au marché local. En Amazonie, la peau est normalement jetée, cependant des pièces séchées peuvent être conservées. Les autres utilisations domestiques sont comparables à celles pratiquées par le passé.

Comme nous l'avons souligné dans la première partie, le lamantin ne possède pas de système de défense élaboré. Les seules échappatoires sont la **fuite** et l'**évitement** pouvant évoluer à terme vers un changement de comportement (Rathbun *et al.*, 1983; Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986)

¹³ Camboa : enclos situé sur le littoral herbacé constitué de pieux de bois de 1,5 mètre de haut.

c - Captures accidentelles

α Enchevêtrement dans le matériel de pêche

Elle est provoquée par l'accrochage de la nageoire avec la corde des pièges à crabes, les lignes de pêche. La strangulation du membre antérieur évolue souvent vers une nécrose justifiant alors une amputation. Dans certains cas la ligne peut pénétrer profondément jusqu'au périoste et provoquer une ostéomyélite suppurée, proliférative (Walsh et Bossart, 1999).

β Ecrasement et noyades

Ces évènements concernent surtout le lamantin de Floride et les populations de lamantins des Antilles du Canal du Panama, piégés par les écluses des barrages. Les signes cliniques sont comparables aux traumatismes contondants (Odell et Reynolds, 1979; Murphy, 2003).

d - Pollutions

α Pollution chimique

La pollution chimique provient de l'utilisation massive des produits industriels et agrochimiques. Bien que les effets de ce type de pollution ne soient pas clairement connus, ceux-ci sont suspectés dans certains cas d'avortements (Cerrato, 1993). En Amérique Latine, le développement de la **filière banane** pourrait être incriminé. En effet, un tiers des pesticides importés sont destinés à ce secteur. Une carcasse de lamantin a été prélevée dans une zone de rejet de nématocides impliqué dans la mortalité massive de poissons (Reynolds *et al.*, 1995). Les résidus de carbamates et d'organophosphorés affectent les zones humides et les réserves halieutiques. En effet, deux tiers des mortalités annuelles de poissons surviennent suite à de fortes précipitations, entraînant les pesticides vers les rivières (Smethurst et Nietschmann, 1999).

Deux recherches de résidus de pesticides ont été réalisées (cf. tableau 6), la première précédant l'interdiction du DDT :

Tableau 6: Concentrations maximales de pesticides détectées dans les tissus de lamantins de Floride, d'après O'Shea *et al.* (1984) et Ames et Van Vleet (1996).

Tissus	Foie	Cerveau	Muscle	Lard	Rein
Molécules détectées	PCB ^a , dieldrine ^a , DDT ^{a,b} , HCB ^b , op'DDD ^b , lindane ^b ,	PCB ^a , dieldrine ^a , DDT ^a ,	PCB ^a , DDT ^a ,	PCB ^a , DDT ^a , HCB ^b	PCB ^a , op'DDD ^b , lindane ^b
Concentrations maximales enregistrées					
• d'après O'Shea <i>et al.</i> (1984)	4,6 µg/g				
• d'après Ames et Van Vleet (1996)	0,672 µg/g	-	-	0,038 µg/g	0,667 µg/g

Etudes :

^a : (O'Shea *et al.*, 1984) / concentrations rapportées à la matière sèche

^b : (Ames et Van Vleet, 1996) / concentrations rapportées à la matière humide

📁 O'Shea *et al.* (1984) ont analysé des échantillons de tissus cérébral, hépatique, musculaire, hépatique et rénal collectés de 1977 à 1981. La majorité des tissus testés présentaient des concentrations inférieures au seuil de détection (0,1 ppm). Du DDT a été isolé sous forme de traces (<1 ppm par rapport à la matière sèche) dans le foie, le muscle, le lard et le cerveau. Tous les tissus contenaient des quantités infimes de PCB (< 4,6 ppm). La dieldrine a été détectée dans le foie et le cerveau. Les quantités étaient inférieures au seuil d'expression clinique (O'Shea *et al.*, 1984).

📁 Ames et Van Vleet (1996) ont procédé à des recherches de résidus organochlorés dans des échantillons de tissus hépatique, rénal et adipeux de 19 lamantins de Floride. En effet, les organochlorés sont connus pour leur rémanence et leur accumulation chez d'autres mammifères marins ; ils sont associés à des effets létaux et sublétaux. La fréquence de détection s'est révélée faible. Un seul individu présentait des quantités détectables d'organochlorés dans le lard. Une femelle victime de mortalité périnatale en captivité, présentait de fortes concentrations de lindane et d'op'DDD, respectivement dans le foie et les reins, suggérant une perméabilité placentaire (Ames et Van Vleet, 1996). Les concentrations relevées dans le tissu hépatique étaient supérieures à celles du tissu adipeux. L'accumulation des organochlorés étant positivement corrélée à la proportion de triglycérides, le lard du lamantin serait, par conséquent, pauvre en triglycérides.

Les faibles quantités de pesticides retrouvées dans les tissus peuvent être dues :

- au fait que le lamantin soit au bas de la chaîne alimentaire,
- à l'interdiction d'utilisation de certains organochlorés comme le DDT depuis plusieurs décennies, expliquant une faible contamination de l'eau,

- à l'existence d'un processus de dégradation des organochlorés en composés moins toxiques (Ames et Van Vleet, 1996).

En 1981, la mort de 8 lamantins aurait été liée au déversement de vinasses, sous-produits de l'industrie de la canne à sucre (PNUE, 1995).

β Pollution par les métaux lourds

La végétation aquatique peut absorber et accumuler les métaux lourds toxiques contenus dans les effluents déversés à la mer. Les lamantins sont donc exposés à des intoxications chroniques. Les concentrations en cuivre, en mercure, en plomb et en cadmium détectées dans le tissu osseux des lamantins (cf. tableau 7) sont supérieures à celles connues chez d'autres mammifères marins. Il n'y a pas de différences significatives entre les jeunes et les adultes (Rojas Mingüer et Morales-Vela, 2002). Ces métaux ont entre autres, des propriétés neurotoxiques, néphrotoxiques et immunotoxiques (Cayol, 2006).

Tableau 7 : Concentrations en métaux lourds détectées dans le tissu osseux chez le lamantin des Antilles, d'après Rojas Mingüer et Morales-Vela (2002).

Eléments	Mercure	Plomb	Cadnium	Cuivre
Concentrations (en µg/g*)				
Minimale	0,1	34	3	2
Maximale	3,2	128	5	7,5
Moyenne	0,65	41	4	3,08

(* concentrations rapportées à la matière humide)

χ Pollution par les hydrocarbures

La toxicité aiguë des hydrocarbures est supposée chez les lamantins, car aucun cas n'a été confirmé. Au cours du conflit Iran/Irak de 1983, 50 carcasses de dugongs ont été répertoriées en cinq mois, concomitamment au déversement d'importantes quantités de pétrole et aux mortalités massives de tortues, de dauphins, d'oiseaux marins et de poissons. En Floride, pendant l'hiver 1981 le tableau nécropsique de quatre carcasses a révélé la présence d'une substance semblable au goudron dans le tractus digestif, qui n'a pas été incriminée faute d'investigations supplémentaires (Saint-Aubin et Lounsbury, 1990).

δ Ingestion de corps étrangers

Certains déchets rejetés à la mer, comme le matériel de pêche usagé, des cordes, des sacs plastiques issus des plantations de bananes, peuvent s'accrocher à la végétation (Beck et Barros, 1991; Reynolds *et al.*, 1995). L'ingestion accidentelle de ces débris peut provoquer une intussusception du grêle ou une impaction des anses intestinales évoluant vers une péritonite (Bossart *et al.*, 2004).

Le tableau lésionnel est caractérisé par des lacérations nécrotiques dans la partie postérieure de l'œsophage, de suffusions hémorragiques sur le péritoine, de nécrose et d'hémorragies diffuses des segments concernés (Forrester *et al.*, 1975; Buergelt *et al.*, 1984).

Ce constat est en relation avec une augmentation de la fréquentation du littoral et traduit un manque de civisme. Il concerne aussi bien les lamantins que les tortues, les dauphins et les oiseaux marins (Beck et Barros, 1991).

ε Pollution sonore

Le bruit généré par les embarcations à moteur, gênerait les lamantins, même lorsque le trafic est modéré. Un chasseur costaricien avait déjà signalé cet aspect depuis 1991 (Reynolds *et al.*, 1995; Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

e - Harcèlement ou dérangement

Le harcèlement concerne les activités touristiques. Le cas des lamantins de Crystal River en Floride, donne une parfaite définition du harcèlement. Les campagnes de sensibilisation ont certes souligné le statut critique de l'espèce mais ont également suscité un intérêt grandissant pour l'animal emblématique de l'Etat balnéaire américain par excellence. Elles ont contribué à développer une activité touristique annexe extrêmement rentable, avec l'émergence d'agences de location de matériel de plongée, de bateaux, de canoës, de visite en hélicoptère. Le lamantin est contraint d'interagir quotidiennement avec des centaines de nageurs, malgré la mise en place de sanctuaires au cours des années 1980 (Buckingham, 1990; Shackley, 1992; King et Heinen, 2004).

Le dérangement se définit comme tout acte pouvant potentiellement blesser ou déranger un lamantin en provoquant l'interruption des schémas comportementaux.

Les exemples sont multiples : poursuites, interruption de la prise alimentaire ou de la phase de repos, encerclements, tentatives de chevauchement ou d'accrochage, séparation d'un veau de sa mère ou un individu d'un groupe, tentative d'alimentation ou d'abreuvement.

En conséquence, les dépenses énergétiques augmentées et allouées à l'évitement. Le puissant lobbying commercial impose un durcissement de la législation (Shackley, 1992).

L'observation passive demeure la meilleure façon de protéger et d'apprendre à connaître un lamantin. De tels comportements illustrent une **dérive de l'écotourisme** ; les conséquences peuvent être extrêmement préjudiciables, puisqu'elles peuvent aboutir à terme à la désertion d'un habitat adéquat.

2 - Menaces anthropiques indirectes : dégradation et perte d'habitat

a - Altération des ressources alimentaires

α Altérations mécaniques

A Belize et au Honduras, le développement de la zone littorale en réponse à la demande touristique, requiert l'élimination de la forêt littorale, la destruction des herbiers par le dragage des canaux, et la destruction des îlots de mangrove pour la construction de digues (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Au Costa Rica, la déforestation aux abords des rivières et des lagons encadrés de forêts tropicales humides entraîne la désertion de l'habitat (Jiménez, 2005).

Le trafic maritime peut altérer les prairies d'herbiers lorsque les hélices des propulseurs créent des cicatrices sur le fond (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

β Pollutions

Les pollutions interviennent également dans la dégradation insidieuse de l'habitat (Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986).

L'aire de distribution du lamantin n'a pas été touchée par les marées noires, cependant un tel phénomène pourrait avoir un impact délétère. En effet, les **hydrocarbures** provoquent le recul des mangroves en entravant les échanges gazeux au niveau des pneumatophores des palétuviers. De même, ils peuvent perturber la croissance des herbiers en limitant la pénétration lumineuse (Baker, 1983).

Les résidus d'**herbicides** peuvent également influencer sur la distribution des herbiers ; les dérivés de l'urée (diuron) perturbant le processus de photosynthèse (Bouchon et Lemoine, 2003).

L'**eutrophisation** est favorisée par les résidus d'**engrais** issus de agriculture intensive. Ceux-ci atteignent le milieu marin suite au ruissellement et enrichissent le sédiment en azote et en phosphore, situation propice au développement des algues.

b - Altération des fonds

α Hypersédimentation

Elle participe au remaniement de la géomorphologie des fonds et peut par conséquent limiter l'accès à certaines composantes de l'habitat. Elle est principalement favorisée par la **déforestation**. L'installation d'infrastructures industrielles, agricoles ou résidentielles implique le recours à la déforestation. Cette pratique favorise l'érosion et donc la pollution organique et chimique de l'eau (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). La construction de

barrages hydroélectriques affecte le réseau hydrologique et les courants (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

***β* Pollution par les hydrocarbures**

Les hydrocarbures affectent les propriétés du sédiment. Leur dégradation est d'autant plus lente qu'ils sont emprisonnés dans des conditions anoxiques. Ils altèrent également l'état des récifs coralliens (Baker, 1983).

Ces constats témoignent :

- d'une vulnérabilité de l'espèce face au développement anthropique,
- d'une **inadéquation apparente** entre la **survie** à long terme de l'espèce et l'accroissement des **activités d'occupation du littoral**.

Smethurst et Nietschmann (1999), montrent une forte **corrélation** entre la **fréquence** d'observation des **lamantins** et le degré de fréquentation maritime et de **dégradation** des zones.

3 - Autres menaces "naturelles"

a - Hybridation interspécifique

A l'embouchure de l'Amazone le lamantin des Antilles et le lamantin d'Amazonie sont des espèces **sympatriques** : leurs distributions spatiales sont distinctes mais adjacentes (Domning, 1981). Domning (1982) n'avait signalé aucun cas d'hybridation ; cependant, des études plus récentes prouvent le contraire. Les caryotypes des lamantins des Antilles et d'Amazonie sont respectivement constitués de $2n = 48$ et $2n = 56$ chromosomes. Or, l'analyse des caryotypes de certains lamantins de l'embouchure de l'Orénoque du Guyana et de Guyane Française a révélé un nombre intermédiaire ($2n = 50$) , évoquant des hybrides F2 (Vianna *et al.*, 2005). Ce phénomène peut être préjudiciable au statut des deux espèces, sachant que les produits mâles de tels accouplements sont généralement stériles.

b - Tempêtes et ouragans

Ils contribuent au remaniement de la distribution spatiale des lamantins en affectant significativement leur habitat (Colmenero Rolon et Hoz Zavala, 1986). Ils peuvent également induire des migrations erratiques suite à une désorientation (Lefebvre *et al.*, 2001).

D - STATUT LEGISLATIF ET PROTECTION

Le lamantin des Antilles a été identifié par les gouvernements et les experts comme l'une des espèces protégées prioritaires de la région Caraïbe au sens large (Quintana-Rizzo, et Reynolds III., 2007).

1 - Législation nationale

Le statut du lamantin à l'échelle nationale varie au sein des pays de la zone de vulnérable, à en danger, voire à localement éteint. Tous les pays de l'aire de répartition ont adopté des lois de protection concernant le lamantin des Antilles. Nous constatons que celles-ci sont plus ou moins respectées selon le degré d'information, de communication, le respect des applications des amendes et le contexte socio-économique. La législation nationale se révèle généralement insuffisante. Pour cette raison le domaine d'action est renforcé par la ratification de traités, de conventions et de labels et par la mise en place de programme de conservation conjointe à la création d'aires protégées.

En France, le lamantin est protégé par l'**Arrêté du 15 mai 1986**, fixant sur tout ou partie du territoire national des mesures de protection des mammifères représentés dans le département de la Guyane, en vertu de l'article 2 interdisant en tout temps : "*la destruction ou l'enlèvement, la mutilation, la naturalisation de certaines espèces de mammifères non domestiques, ou qu'ils soient vivants ou morts, leur transport leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat.*" (PNUE, 1995).

2 - Législation internationale

Depuis 1995, date du premier plan de gestion de l'espèce, le nombre de pays ayant ratifié certaines conventions a augmenté (cf. tableau 8) (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007). Ceci témoigne bien une volonté de coopération.

a - Conventions

α Endangered Species Act (1973)

Adoptée aux Etats-Unis en 1973, elle classe l'espèce lamantin *Trichechus manatus* parmi les espèces menacées. Elle s'applique à Porto Rico.

β CITES – Convention de Washington

Le lamantin *Trichechus manatus* figure parmi les espèces "En danger" à l'Appendice I de la Convention sur le Commerce International des espèces de Faune et de Flore Sauvages menacées d'extinction. Le commerce du lamantin et des produits dérivés est donc prohibé.

χ Convention de Bonn (1979)

Elle protège les espèces migratrices menacées d'extinction en annexe 1.

δ Liste Rouge de l'UICN – Union Mondiale pour la Conservation de la Nature

Cette organisation regroupe des experts pour chaque taxon. Elle procède à leur classification en fonction d'une liste de critères traitant de l'effectif de l'espèce, du déclin constaté, de l'étendue de la zone de distribution et de la probabilité d'extinction (U.I.C.N, 2001).

L'espèce *Trichechus manatus* considérée dans sa globalité a un statut "Vulnérable", car l'estimation du nombre d'individus matures est inférieure à 10 000, son déclin prévu d'au moins 10 % sur trois générations, en réaction à la perte de l'habitat et aux facteurs anthropiques

La sous-espèce *Trichechus manatus manatus* est classée "**En Danger**": *EN C1*. Selon les critères réactualisés en 2001 car la population est estimée à moins de 2500 individus matures et présente un déclin continu estimé à 20 % au moins sur deux générations faute d'action de conservation efficace, à cause des menaces anthropiques actuelles et futures (perte d'habitat, chasse, capture accidentelle, pollution et pression humaine) (U.I.C.N, 2001). Ces prévisions proviennent des données extrapolées à partir de *T. manatus latirostris*.

Remarque : La sous espèce était classée vulnérable suite à l'évaluation de 2000, avant la mise à jour des critères de classification en 2001.

ε Convention de Carthagène – SPAW (Kingston 1990)

Tous les siréniens sont protégés par le Protocole de la Convention de Carthagène concernant spécialement les zones protégées et la faune sauvage de la Caraïbe (Protocole pour les espaces et les espèces protégées de la Caraïbe), qui fournit une protection pour les zones spéciales côtières et marines et la faune sauvage. Ce protocole interdit la capture, la possession, l'abattage et le commerce de ces espèces et de tous produits dérivés. Elle a été ratifiée par vingt-deux Etats membres de la zone Caraïbe élargie.

φ Convention sur la Diversité Biologique (Rio 1992)

Elle protège l'habitat du lamantin. Elle a été ratifiée par la majorité des gouvernements mondiaux et encourage la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses composants et le partage juste et équitable des bénéfices résultant de l'utilisation des ressources génétiques.

***γ Convention Internationale pour la prévention de la pollution par les navires
MARPOL (1973)***

L'habitat du lamantin est également protégé par la principale convention internationale qui vise à contrôler la pollution issue du secteur maritime. Elle porte sur tous les aspects de la pollution en mer, à l'exception de l'immersion des déchets d'origine terrestres. Elle règle ou calcule les types et les quantités de substances polluantes autorisées à être déversées en tenant compte de la sensibilité écologique des différentes aires marines (Quintana-Rizzo et Reynolds, 2007).

η Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)

Elle établit des obligations générales pour la sauvegarde de l'environnement marin et protège, par conséquent l'habitat du lamantin.

b - Labels

α Convention de Ramsar (1973)

Elle permet la conservation et utilisation raisonnée des zones humides d'importance internationale, de leur faune et de leur flore par des actions nationales et la coopération internationale en tant que moyen d'accomplir (réaliser) un développement durable à travers le monde. Elle doit être complétée par une loi nationale.

β Réserves de Biosphère

Les réserves de biosphères sont issues du Programme Man and Biosphere (MAB) de l'UNESCO, mis en place en 1971. Elles sont choisies en fonction du caractère représentatif des principaux écosystèmes du monde : terrestres, côtiers ou marins. Elles fonctionnent en réseau et répondent à trois objectifs:

- conserver la diversité naturelle et culturelle,
- être des lieux privilégiés pour la recherche, la surveillance continue de l'environnement, l'éducation et la formation,
- constituer des modèles de gestion des espaces et des lieux d'expérimentation du développement durable.

Tableau 8 : Récapitulatif du statut légal du lamantin (*Trichechus manatus*) dans l'aire de répartition, d'après Quintana-Rizzo et Reynolds III (2007).

PAYS	Législation nationale	Convention de Ramsar (1971)		CITES (1973)		Protocole SPAW (1990)		Convention sur la Diversité Biologique (1992)		MARPOL	UNCLOS
		Sign.	Ratif.	Sign.	Ratif.	Sign.	Ratif.	Sign.	Ratif.		
Bahamas	✓		✓				✓	✓	✓	✓	✓
Belize	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓
Brésil	✓	✓			✓			✓	✓		✓
Colombie	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Costa Rica	✓		✓		✓			✓	✓		✓
Cuba	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Guatemala	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Guyana	✓		✓		✓				✓	✓	✓
Guyane Française	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓
Haïti								✓	✓		✓
Honduras	✓		✓		✓			✓	✓		✓
Jamaïque	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Mexique	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Nicaragua	✓		✓		✓			✓	✓		✓
Panama	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Porto Rico	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓	
République Dominicaine	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Suriname	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓
Trinidad et Tobago	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓
Venezuela	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3 - Programmes de conservation

Le premier concerne le lamantin de **Floride**, mis en place depuis une trentaine d'années. Il constitue déjà exemple pour montrer comment des entités hétéroclites peuvent collaborer efficacement pour préserver une espèce menacée et son habitat. Cette coopération a abouti, entre autres, à la mise en place de zones de régulation de vitesse des bateaux en 1978 par le Florida's Marine Sanctuary Act (Buergelt *et al.*, 1984). Le proche partenariat entre le U. S Fish and Wildlife service, le US Geological Survey, le département de protection de l'environnement, armée, aérospatiale en plus de organisations fédérales et étatiques, ONG, des parcs aquatiques qui participent à la recherche, la gestion et éducation du public. Le lobbying du Save the Manatee Club (ONG), de la Marine Mammal Commission. Ce bon fonctionnement est une exception car les relations conflictuelles seraient plutôt la règle (Domning, 1999).

Nous citerons simplement les programmes les plus connus en région Caraïbe.

A **Porto Rico**, le Caribbean Stranding Network, depuis 1989, effectue des missions de sauvetage et nécropsies détaillées et systématiques des carcasses retrouvées.

Au **Mexique** ECOSUR (El Colegio de la Frontera Sur) se consacra à la recherche, à la réhabilitation et à la sensibilisation.

A **Belize** le TIDE Toledo Institute for Development and Environment (l'Institut de Toledo pour le Développement et l'Environnement) ONG (Organisation Non Gouvernementale) créée en 1997 a encouragé la création de la Réserve Marine de Port Honduras en 2000. Elle assure des missions de surveillance, d'éducation et de sensibilisation.

Le **Brésil** a mis en place depuis 1980, un important dispositif de recherche, de campagnes d'éducation, de lois et de décrets.

A terme, la conservation du lamantin dépend de la compréhension de ses problèmes uniquement créés par l'Homme, et par l'adoption d'actions appropriées basées sur la connaissance de l'espèce en danger (Bossart <i>et al.</i> , 2004).

III - CONDITIONS NECESSAIRES A LA REINTRODUCTION ET EVALUATION DU GRAND CUL-DE-SAC MARIN

Le paragraphe suivant se réfère aux grands axes des lignes directrices pour les réintroductions, éditées par l'UICN (1998).

A - LIGNES DIRECTRICES DE L'UICN (UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE)

Ces lignes directrices sont préparées par le groupe de spécialistes de la réintroduction de l'UICN, groupe disciplinaire disposant d'un vaste réseau international d'experts, d'une base de données des projets de réintroduction et d'une bibliothèque. Le bulletin d'information REINTRODUCTION NEWS est publié chaque semestre depuis 1990.

Les présentes lignes directrices ont été rédigées pour que les réintroductions aboutissent au résultat de conservation escompté, sans produire d'effets secondaires néfastes ayant un impact disproportionné. Elles sont destinées en premier lieu aux responsables et aux chercheurs, plutôt qu'aux décideurs de l'administration. Pour cette dernière catégorie, une analyse détaillée des questions juridiques et politiques doit être envisagée (U.I.C.N, 1998).

1 - Définitions

La réintroduction correspond à l'**implantation** d'une espèce animale ou végétale dans l'aire qu'elle occupait avant sa disparition imputable aux activités anthropiques ou à une catastrophe naturelle. Elle ne peut avoir lieu qu'à l'endroit où les **causes d'extinction** ont **disparu** et où les exigences relatives à l'habitat sont satisfaisantes.

Les espèces ne peuvent être réintroduites que si et seulement si des mesures ont été adoptées pour reconstituer un **habitat convenable**.

Le programme de base d'une réintroduction doit contenir :

- une étude de faisabilité,
- une phase de préparation,
- une phase de lâcher ou d'introduction,
- une phase de suivi.

Une définition plus générale est également admise:

Essai d'implanter une espèce dans la zone qu'elle occupait autrefois, mais d'où elle a été éliminée ou d'où elle a disparu.

Notons que cette définition ne présage pas de l'issue favorable ou défavorable de l'opération.

2 - Buts et objectifs de la réintroduction

a - Buts

Le principal but de la réintroduction devrait être d'établir dans la nature une espèce, une sous-espèce ou une race viable en liberté, ayant disparu du milieu naturel à l'échelle locale ou à l'échelle mondiale. L'espèce, qui doit être réintroduite dans son habitat et dans son aire de répartition naturelle antérieure, ne devrait nécessiter que d'une gestion à long terme minime.

b - Objectifs

Les objectifs poursuivis par une réintroduction peuvent comprendre :

- l'amélioration des **chances de survie** à long terme de l'espèce,
- le rétablissement d'une espèce caractéristique (d'un point de vue écologique ou culturel) dans un écosystème,
- le maintien et/ ou la **restauration de la biodiversité**,
- la recherche d'avantages **économiques** à long terme pour les activités locales et/ou nationales,
- la **sensibilisation** à la protection de la nature.

3 - Organisation des programmes de réintroduction

a - Approche multidisciplinaire

La réintroduction prenant en considération l'animal et son écosystème, elle présuppose une approche **multidisciplinaire** se traduisant par la **coopération** entre acteurs aux compétences et aux champs d'action divers. Elle implique :

- la sphère administrative,
- les institutions publiques responsables de la gestion des ressources naturelles,
- les organisations non gouvernementales,
- des organismes de parrainage,
- des universités (enseignants-chercheurs en diverses disciplines: écologues, sociologues, économistes, biologistes, généticiens),
- des institutions vétérinaires,

- des zoos et/ou des jardins botaniques.

Les responsables de l'équipe doivent être chargés de la coordination entre les divers organismes. La promotion du projet et l'éducation de la population concernée doivent être envisagées.

b - Activités préparatoires

α Activités biologiques

🔗 Etude de faisabilité et recherche sur le contexte

L'étude de faisabilité est découpée en plusieurs étapes.

🕒 Dans un premier temps, la réalisation de l'**évaluation taxonomique** des individus à réintroduire est fondamentale. La sous-espèce ou race réintroduite doit être **identique** à celle historiquement recensée; sauf si leur nombre est trop faible. Des recherches historiques doivent être réalisées sur la disparition et le sort d'individus provenant de la zone de réintroduction. Des études complémentaires en génétique moléculaire seront réalisées en cas de doute sur le statut taxonomique des individus. Une étude du polymorphisme génétique au sein des populations et entre celles-ci et les taxons connexes pourrait aussi être utile. Cette étape requiert une rigueur particulière lorsque l'extinction de la population est survenue depuis longtemps.

🕒 Dans un second temps, l'étude détaillée du *statut* et de la *biologie* des populations sauvages (le cas échéant) devient cruciale pour déterminer les besoins caractéristiques de l'espèce. Elle repose généralement sur la description :

- de leur habitat préférentiel,
- de leurs variations et leur adaptation intraspécifiques à la situation écologique locale,
- de leurs traits d'histoire de vie.

En ce qui concerne les espèces migratrices, l'étude s'intéressera également aux zones de migration potentielles.

🕒 Dans un troisième temps, il conviendra de procéder à l'**identification** de l'espèce qui aurait comblé la niche écologique laissée libre suite à la disparition de l'espèce concernée. En effet, la connaissance de l'impact de l'espèce réintroduite sur l'écosystème est primordiale, afin d'évaluer les chances de succès.

🕒 Enfin, le **développement** de la population introduite devra être **modélisé** en fonction de divers jeux de facteurs, de manière à déterminer le **nombre optimal** et la **composition** des

individus à relâcher par an et le nombre d'années nécessaires pour qu'une population viable s'établisse.

Une analyse de viabilité de la population et de l'habitat permettra de recenser les variables significatives de population et d'environnement et d'évaluer leurs interactions potentielles, ce qui permettra d'établir des projections et d'orienter la gestion de la population à long terme (Sarrazin et Barbault, 1996 ; UICN, 1998).

☞ Réintroductions antérieures

Des recherches approfondies sur les réintroductions antérieures de la même espèce ou d'espèces semblables doivent être réalisées ; elles permettront de contacter, avant et pendant l'élaboration du protocole de réintroduction, le maximum d'experts et de spécialistes.

☞ Choix du type et du site de lâcher

Le site devrait se trouver dans l'aire de répartition de l'espèce même lorsqu'il s'agit d'une zone délimitée ou clôturée. La réintroduction présuppose l'absence de toute population subsistante, afin d'empêcher la propagation de pathologies, une perturbation des relations sociales du groupe et l'introduction de gènes étrangers.

La zone de réintroduction doit bénéficier d'une protection assurée à long terme.

☞ Evaluation du site de réintroduction

Les réintroductions ne devraient avoir lieu que si les besoins liés à l'habitat et au paysage de l'espèce sont satisfaits, et s'ils sont susceptibles **de le rester dans un avenir prévisible**. L'éventualité d'une évolution naturelle de l'habitat depuis la disparition de l'espèce est à considérer. Il convient également d'apprécier la modification de l'environnement culturel ou juridique et politique depuis la disparition de l'espèce et de déterminer dans quelle mesure elle représente une contrainte éventuelle.

La zone de lâcher doit posséder une **capacité biologique** suffisante pour assurer l'accroissement de la population réintroduite et supporter une population viable à long terme.

Les causes de déclin identifiées sur le site sont fortement réduites elles englobent la maladie, une chasse ou une collecte excessive, la pollution, l'intoxication ; la concurrence ou la prédation d'espèces introduites ; la disparition de leur habitat ; les effets néfastes de programmes de recherche ou de gestion antérieurs.

Dans le cas où l'activité humaine a provoqué une dégradation considérable du site, un programme de réhabilitation doit être mis en œuvre, avant que la réintroduction ne soit réalisée.

☞ Existence d'un stock adéquat pour le lâcher

L'origine **sauvage** des animaux fondateurs est souhaitable. Si un choix est possible entre plusieurs populations sauvages candidates, celui-ci portera idéalement sur la population la plus étroitement liée au stock d'origine et présentant des caractéristiques écologiques semblables (morphologie, physiologie, comportement, habitat de préférence).

Le prélèvement des individus retenus pour la réintroduction ne doit pas mettre en péril la population sauvage fondatrice. L'état du stock doit être garanti de manière régulière et prévisible conformément aux dispositions prévues dans le protocole établi pour le projet.

Les individus ne doivent être séparés d'une population sauvage qu'une fois que les effets du transfert sur la population fondatrice ont été évalués et que l'absence d'effets négatifs a été démontrée.

S'ils sont captifs ou reproduits artificiellement, les animaux doivent appartenir à une population dont la gestion démographique et génétique a été faite à bon escient, conformément aux principes actuels de la conservation biologique.

Les réintroductions ne doivent pas être motivées par l'existence d'un stock captif ou par une surpopulation.

Les stocks maintenus en captivité en vue d'un futur lâcher, ou d'un échange international, doivent faire l'objet d'un **contrôle vétérinaire approfondi** avant d'être séparés de leur source d'origine. Tout animal contaminé ou séropositif à des agents pathogènes contagieux ou non enzootiques ayant un effet potentiel sur le nombre d'animaux, doit être exclu. Les animaux non contaminés et séronégatifs seront mis en **quarantaine** pour une période adéquate avant d'être à nouveau testés. En l'absence de réponse sérologique, ils pourront être préparés pour le transport.

Une contamination par une maladie grave peut survenir, surtout au cours d'un transfert intercontinental ; il convient de veiller à minimiser ce risque. Par conséquent, les animaux doivent satisfaire à toute la réglementation prescrite par les autorités sanitaires du pays destinataire et, si cela s'avère nécessaire, une période de quarantaine sera également envisagée.

☞ Lâcher de stocks en captivité

La survie de la plupart des espèces de mammifères et d'oiseaux passe avant tout par l'expérience et l'apprentissage acquis par les jeunes individus. Les méthodes éducatives inculquées en captivité doivent leur permettre d'apprendre à survivre dans la nature. Ainsi, la

probabilité de survie d'un animal élevé en captivité doit être proche de celle d'un animal sauvage provenant de la même espèce.

Les animaux élevés en captivité et potentiellement dangereux (grands carnivores ou primates) ne doivent pas mettre la vie des habitants et /ou leur cheptel en péril.

β Conditions socio-économiques et juridiques

Les réintroductions sont en général des projets de longue haleine qui requièrent un engagement financier et politique à long terme.

Des **études socio-économiques** permettront dans un premier temps d'évaluer les impacts, le coût et les avantages du programme de réintroduction pour les populations humaines locales.

Une **évaluation approfondie des attitudes** de la population locale, à l'égard du projet proposé est nécessaire pour assurer la protection à long terme de la population réintroduite, surtout si le déclin de l'espèce est dû à des facteurs anthropiques. Le programme doit être pleinement compris, accepté et soutenu par les collectivités locales.

Si les activités humaines sont toujours préjudiciables au maintien de la population réintroduite, elles doivent être restreintes par des mesures immédiates dans la zone de lâcher. En cas d'échec, la réintroduction sera éventuellement envisagée dans une autre zone.

L'**évaluation** de la **politique** du pays fournisseur, relative à la réintroduction et à l'espèce concernée est nécessaire, afin de prévoir, éventuellement, l'établissement de nouvelles mesures.

La réintroduction nécessite l'aval et la participation de toutes les institutions gouvernementales concernées dans le pays destinataire ou le pays hôte, surtout si l'espèce peut migrer vers d'autres Etats, régions ou territoires.

c - Etapes de planification, de préparation et de lâcher

Une fois les activités préparatoires validées, il convient de respecter le protocole suivant :

- Obtenir l'**approbation des institutions administratives** et des propriétaires fonciers compétents et assurer une **coordination** avec les organisations de conservation nationales et internationales.
- Constituer une **équipe multidisciplinaire** pouvant recevoir les avis techniques d'experts à toutes les étapes du programme.
- Recenser les **indicateurs de réussite** à court et à long termes et prévoir la durée du programme dans le cadre des buts et des objectifs convenus.

- Réunir des **financements** appropriés pour toutes les étapes du programme.
- Elaborer le **programme de suivi** précédant et suivant le lâcher de manière à ce que chaque réintroduction soit une expérience préparée avec soin, permettant de tester la méthodologie avec des données collectées selon des critères scientifiques.
- Contrôler **l'état génétique et sanitaire** de la population devant être relâchée, quelque soit son origine. Contrôler la santé des espèces très proches dans la zone de réintroduction.
- Si les stocks fondateurs sont capturés dans la nature, veiller à :
 - ce qu'ils soient exempts d'agents pathogènes et de parasites contagieux ou infectieux avant le transport;
 - ce qu'ils ne soient pas nouvellement exposés à des vecteurs pouvant être présents sur le site du lâcher, contre lesquels ils ne disposent pas d'une immunité acquise.
- Si la vaccination est prévue avant le lâcher, la **prophylaxie** contre des maladies enzootiques ou épizootiques touchant les stocks sauvages ou domestiques vivant près du site du lâcher, doit être réalisée pendant la "phase de préparation", afin que les animaux aient le temps d'acquérir l'immunité requise.
- Pour assurer la bonne santé des stocks relâchés pendant tout le programme, envisager une période de **quarantaine**.
- Elaborer des itinéraires de transfert, en insistant sur les moyens de minimiser le stress infligé aux animaux.
- Déterminer la **stratégie du lâcher** (acclimatation des animaux à la zone du lâcher; éducation des comportements, y compris l'alimentation; composition du groupe, nombre d'animaux, mode, techniques et étalement du lâcher).
- Définir des **politiques d'intervention** :
 - Développer une **éducation à la conservation** de la nature pour obtenir un soutien à long terme.
 - Donner une **formation** professionnelle aux personnes participant au programme à long terme.
 - Assurer une opération de **relations publiques** par le biais des médias et des collectivités locales.
 - Faire **participer** si possible la **population locale** au programme.
- Veiller au **bien-être** des animaux destinés à être relâchés est d'une importance capitale à toutes les étapes.

d - Suivi post-lâcher

Le suivi post-lâcher s'applique à tous les individus ou à un échantillon représentatif. Cette étape tout à fait cruciale peut être accomplie grâce aux méthodes directes (marquage ou télémétrie), ou indirectes (informateurs ou traces) appropriées, et permet de :

- entreprendre des études sur l'éthologie, l'écologie et la **démographie** du stock relâché ;
- étudier les processus d'adaptation à long terme des individus et de la population ;
- recenser et analyser la mortalité de la population et intervenir si nécessaire ;
- décider si nécessaire de réviser le programme, de le rééchelonner ou de l'interrompre ;
- continuer de protéger l'habitat ou de le réhabiliter ;
- poursuivre les activités de relations publiques ;
- évaluer la rentabilité et la réussite des techniques de réintroduction ;
- prévoir des publications régulières dans des revues scientifiques et à diffusion auprès du grand public.

En bref, le suivi contribue à **l'évaluation de la méthode** de réintroduction et à la création d'une base de données, en prévision de projets ultérieurs. Néanmoins, Kleiman *et al.* (1993 cités par Sarrazin et Barbault, 1996) considèrent que le succès dépend plus des conditions biopolitiques et financières à long terme, qu'à la rigueur scientifique. En effet, **la question du succès de la réintroduction est abordée différemment** selon les sphères politiques et scientifiques. En l'absence de critères de référence, la probabilité d'extinction et la naissance de la première génération née sur le site de réintroduction (ou taux de fécondité) sont les principaux indicateurs. L'estimation précise de la probabilité d'extinction requiert l'utilisation de modélisations intégrant des paramètres démographiques, éthologiques et stochastiques (Sarrazin et Barbault, 1996). Selon Reed *et al.* (2003), les décisions administratives sont souvent incompatibles avec la durée d'évaluation spécifique requise. Les durées plus courtes imposées sous-estiment systématiquement la probabilité d'extinction et l'effectif de la population minimum viable.

En Guadeloupe : Activités préparatoires biologiques en résumé...

La sous-espèce *Trichechus manatus manatus* aurait effectivement disparu du Grand Cul-de-Sac Marin au début du siècle dernier. La niche écologique n'a pas été comblée depuis, mais l'habitat et l'environnement socio-culturel ont connu une forte évolution. Lartiges *et al.* (2002) ont prévu un effectif de 15 animaux fondateurs sauvages, après avoir considéré plusieurs études d'analyse de viabilité de population (O'Shea et Hartley, 1995; Langtimm *et al.*, 1998). La reprise en milieu naturel ne semble pas induire de myopathie de capture chez le lamantin (O'Shea et Rathbun, 1985), l'origine captive impliquant des contraintes logistiques et financières supplémentaires. L'aquarium de Guadeloupe, proche de la zone de lâcher, ferait office d'infrastructure d'accueil et de quarantaine en prévision d'une implantation préalable en parc d'acclimatation indexé au site de lâcher. Un étalement des réintroductions sur cinq ans a été préconisé, à raison trois lâchers annuels (cf. annexe VIII). Le transfert aérien garantirait de meilleures conditions de transport et minimiserait les risques de mortalité. Après analyse des caractéristiques écologiques supposées du lamantin en Guadeloupe et évaluation des coopérations et des politiques internationales, le choix du pays partenaire s'est orienté vers Cuba. Cependant, Reynolds (comm. pers.) émet un avis réservé, estimant que des études génétiques sont nécessaires pour confirmer une éventuelle parenté. De plus, l'île a accepté d'autres coopérations, alors que le statut de la population autochtone n'est pas évalué.

Le bilan financier prévisionnel (cf. annexe IX) a été établi en prenant en considération les principales recommandations de l'UICN quant à l'éducation du public, la formation d'un personnel compétent, le transport des animaux et les relations inter-régions.

L'étude de faisabilité semblait globalement optimiste quant à l'évolution du projet en Guadeloupe. Néanmoins, les différentes décisions politiques ne permettent pas de garantir la persistance d'un habitat favorable. Il s'agira d'apporter des mises à jour et d'identifier éventuellement de nouvelles problématiques.

B - EVALUATION DU GRAND CUL-DE-SAC MARIN ET IDENTIFICATION DES FACTEURS LIMITANTS

1 -Présentation

a - Localisation

La Guadeloupe est un archipel de sept îles, situé par 16° de latitude Nord et 61° de longitude Ouest des Petites Antilles dans la région Caraïbe. Elle est bordée par l'Atlantique tropical à l'est et la mer des Caraïbes à l'ouest. Ce département français d'Outre-Mer est composé de 2 îles : la Basse-Terre et la Grande-Terre séparées par un étroit bras de mer naturel, "La Rivière Salée". Les dépendances départementales incluent Marie-Galante, l'archipel des Saintes, la Désirade, Saint Barthélemy, et la partie française de Saint-Martin¹⁴.

Le bilan démographique de l'INSEE au 1^{er} janvier 2007 indique une population de 451 000 habitants, contre 384 841 en 1990 et 438 000 en 2005, pour une superficie de 1780 km². Sa population reste jeune avec 32,1 % de moins de 20 ans.

Entre la Grande-Terre et la Basse-Terre, au nord de la Rivière Salée, s'ouvre le vaste lagon du Grand Cul-de-Sac Marin, d'une superficie de 15000 ha, délimité dans sa partie marine, par le plus long récif corallien (25 km de long) et dans sa partie terrestre, par la plus large ceinture de mangrove des Petites Antilles (Mège et Anselme, 1997). Le lagon et la barrière du Grand Cul-de-Sac Marin contiennent un réseau hydrographique immergé. Le Petit Cul-de-Sac Marin se situe au sud de la Rivière Salée.

b - Climatologie

Le climat tropical humide est marqué par :

- une saison sèche appelée carême, de décembre à avril,
- une saison humide et cyclonique appelée hivernage, de mai à novembre.

Les amplitudes thermiques sont faibles au cours de l'année. Selon les relevés Météo France réalisés de 1951 à 1995, la température moyenne annuelle est de 25,9°C.

La pluviosité annuelle moyenne est de l'ordre de 1776 mm. Le taux d'humidité avoisine les 80 % toute l'année (Mège et Anselme, 1997).

¹⁴ Statut actuel de Saint-Martin et Saint-Barthélemy en 2007: régime de l'autonomie

c - Géomorphologie du Grand Cul-de-Sac Marin

La morphologie des fonds du Grand Cul-de-Sac Marin révèle les caractéristiques suivantes (cf. annexe X)

- Une barrière corallienne orientée est-ouest, qui émerge par endroits à marée basse et présente deux îlets sur sa marge sud : îlet à Fajou et îlet à Caret s'élevant de quelques mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. Le sommet de la barrière est marqué par la zone de déferlement de la houle.
- Un ensemble de hauts-fonds internes supportant, soit des herbiers de Phanérogames marines, soit des petites formations récifales appelées "cayes", soit des îlots (Carénage et la Biche).
- Un système de chenaux ramifiés à partir de 4 "passes" :
 - la passe à Colas (35 m de profondeur)
 - la passe à Fajou ou passe Américaine (15 m de profondeur),
 - la passe à Caret (19 m de profondeur),
 - la passe de la Grande Coulée (15 à 20 m de profondeur).

La plus grande partie des fonds du lagon est occupée par des sédiments, dont la nature et la répartition sont étroitement liées aux mouvements des masses d'eau. Les sédiments sont sableux sur le sommet des cayes et vaseux dans les bassins (Mège et Anselme, 1997).

Les fonds présentent dans certaines zones des hauts-fonds, pouvant entraver le passage des embarcations.

La mangrove encadre le Grand Cul-de-Sac Marin et recouvre deux ensembles sédimentaires distincts : l'un argileux, l'autre tourbeux (Mège et Anselme, 1997).

d - Courantologie

Le Grand Cul-de-Sac Marin est soumis à l'influence continue d'un courant provenant du nord-ouest et longeant la barrière récifale. Les eaux sont généralement turbides et légèrement dessalées en bordure de mangrove et deviennent de plus en plus limpides à l'approche de la barrière récifale (Bouchon et Laborel, 1990 cités par Mège et Anselme, 1997). Les marées sont de faibles amplitudes.

Les apports d'eau dans le lagon proviennent :

- de la circulation générale des eaux **océaniques** d'est en ouest, avec des entrées par les passes à Caret et à Colas et une évacuation principale par la passe de la Grande Coulée,

- de la fraction d'eau douce des mangroves et des rivières, majorée pendant la saison des pluies.

e - Propriétés physico-chimiques de l'eau du lagon

α Température

La température moyenne de l'eau du lagon est de 29°C. En surface et en profondeur, les mesures de température font apparaître trois zones de températures plus élevées variant de 30 à 31°C : l'embouchure de la Grande Rivière à Goyaves, l'entrée nord de la Rivière Salée et la zone située à l'ouest de la commune de Morne-à-L'eau.

β Salinité

La salinité décroît progressivement de la barrière récifale, vers le sud. Il existe une lentille d'eau salée localisée entre la lagune de Belle Plaine et l'entrée de la Rivière Salée (Assor et Julius, 1985 cités par Mège et Anselme, 1997).

Les variations entre la surface et le fond et d'un secteur à l'autre du lagon sont de l'ordre de 3 ‰.

Au cours de la saison des pluies, la salinité peut connaître une diminution drastique atteignant des valeurs de l'ordre de 16 ‰ en surface (Imbert, 1985 cité par Mège et Anselme, 1997).

2 -Zonage et conséquences réglementaires

Le Grand Cul-de-Sac Marin comprend la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin, première aire protégée de Guadeloupe, créée par le décret ministériel n° 87-951 du 23 novembre 1987. Elle est en partie bordée par les territoires des communes de Sainte-Rose, du Lamentin, des Abymes et de Morne-à-l'Eau. Elle est éclatée en six pôles associant chacun des milieux marins et terrestres (cf. figure 13). Elle est une propriété de l'Etat ; le Parc National de la Guadeloupe en assure la gestion depuis 1991 (Mège et Anselme, 1997).

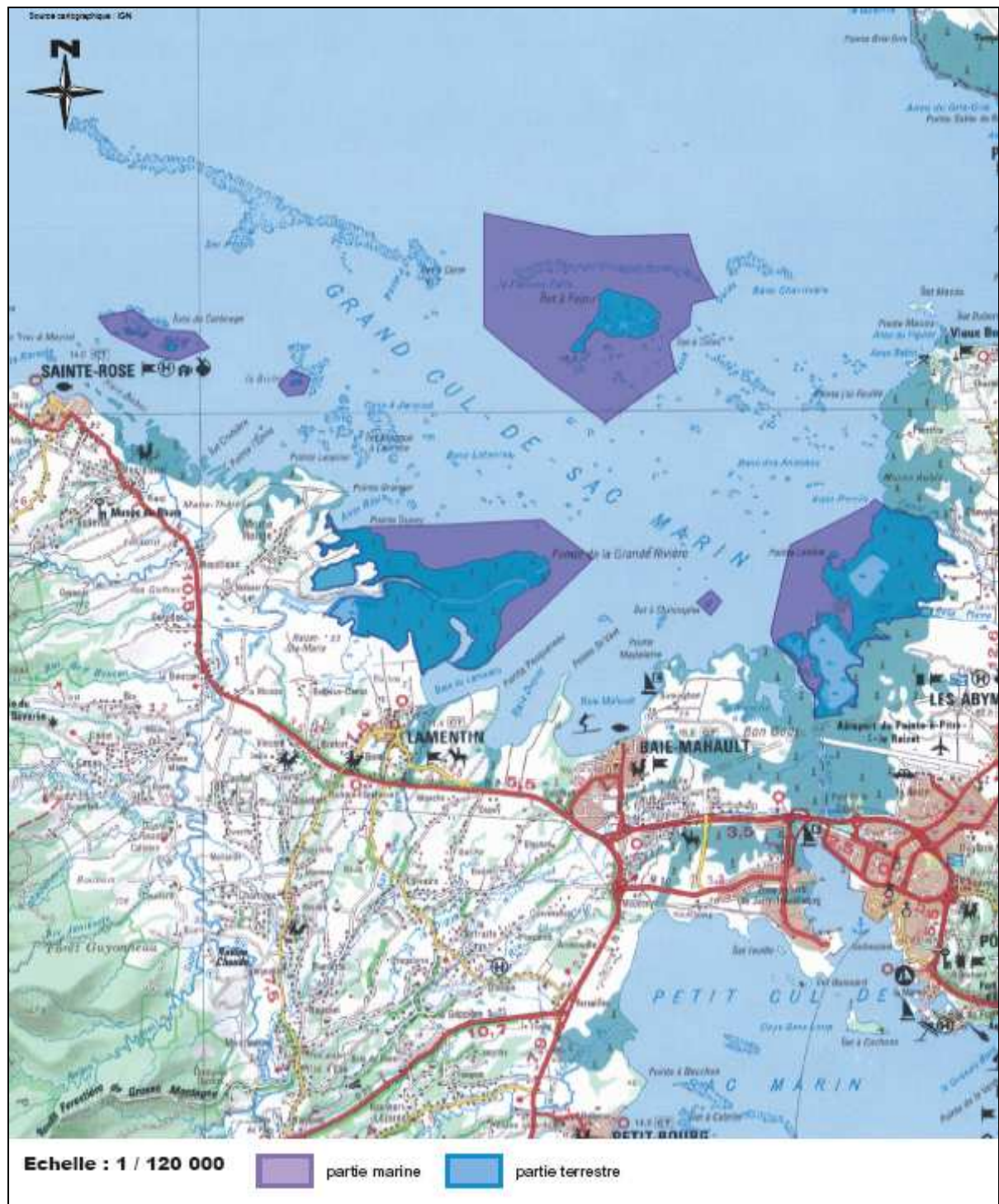


Figure 13 : Pôles de la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin

a - Convention de Ramsar

Le Grand Cul-de-Sac Marin est classé depuis 1993 par la convention de Ramsar en zone humide d'importance Internationale pour les Oiseaux d'eau.

b - Réserve de Biosphère

Les Réserves de Biosphère sont des aires portant sur des écosystèmes terrestres et côtiers, reconnus au niveau international dans le cadre du programme de l'UNESCO sur l'Homme et la biosphère "MaB" (Man and Biosphere). Rappelons que chaque réserve est destinée à remplir trois fonctions fondamentales, complémentaires à savoir :

- **conserver** la biodiversité naturelle et culturelle,
- tester les approches du **développement économique durable**,
- être des espaces de **recherche**, d'**éducation**, de **formation** et de **participation** locale.

La Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin fait partie depuis 1994 de la Réserve de Biosphère de l'Archipel de Guadeloupe, huitième réserve de biosphère française. Elle acquiert ainsi un véritable label de qualité, garantissant la très grande valeur patrimoniale du site. Bien que la réserve de biosphère ne revête aucun aspect réglementaire, elle doit néanmoins remplir des fonctions complémentaires de conservation et d'utilisation des ressources naturelles, dans le cadre du zonage suivant :

- **L'aire centrale** (3737 ha) inclut les 6 pôles de la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin :
 - ① l'îlet Fajou, qui offre une zone d'accueil aux Râles gris *Rallus longirostris manglecola*, sous-espèce endémique, classée dans la catégorie vulnérable. Les plages de l'îlet sont également des habitats privilégiés pour la ponte des **Tortues** marines.
 - ② les mangroves et les marais des Abymes, zones favorables à la **reproduction**, à la croissance et fournissent un **abri** et des ressources alimentaires à de nombreuses espèces.
 - ③ l'estuaire de la Grande Rivière à Goyaves,
 - ④ l'îlet à Christophe,
 - ⑤ l'îlet la Biche,
 - ⑥ l'îlet Carénage, milieu favorable pour la nidification de la Petite Sterne et Sterne Pierregarin.

Elle bénéficie donc d'un statut légal assurant à long terme la protection des paysages, des écosystèmes et des espèces. **Toute activité humaine est interdite**, exception faite de la recherche et de la police de surveillance.

- La zone **tampon** (5000 ha) est constituée des zones de mangrove situées hors de la Réserve Naturelle et incluses dans le Domaine Public Maritime et Lacustre de Baie-

Mahault, des Abymes, de Morne-à-l'Eau, de Petit Canal et de Port Louis. Entourant ou côtoyant l'aire centrale, les activités qui y sont menées doivent contribuer à la protection de celle-ci. Cette zone peut être le lieu de recherche expérimentale destinée à la mise au point de méthodes de gestion de la végétation naturelle, des terres de culture, des forêts, des ressources halieutiques.

- L'aire de **transition** est formée d'une partie marine et d'une partie terrestre. La partie marine (15000 ha) est constituée par l'ensemble du lagon du Grand Cul-de-Sac Marin. La partie terrestre (3000 ha) est composée des territoires communaux hors aire centrale et zone tampon des sept communes concernées. C'est le lieu des activités **agricoles**, d'**établissements humains** ou d'autres usages. Dans cette aire les populations locales, les organismes chargés de la conservation, les scientifiques, les associations, les groupes culturels, les entreprises privées et les autres partenaires doivent coopérer en vue de gérer et de développer les ressources de la région de façon durable, au profit des populations qui vivent sur place. L'aire de transition présente donc un grand intérêt pour le **développement socio-économique régional**.

La France a signé et/ou ratifié toutes les lois et conventions d'importance internationale, ce qui suggère une bonne base législative. Malheureusement, elle ne suffit pas à garantir l'intégrité de l'habitat.

3 -Les herbiers de Phanérogames

Les herbiers de la Caraïbe appartiennent aux *Hydrocharitaceae* et aux *Potamogetonaceae* du groupe des Angiospermes marines (Domning, 2001).

Les Phanérogames marines sont les seules plantes vasculaires immergées des océans qui ont conquis les fonds meubles de la zone subtidale (Chauvaud, 1997). *Thalassia testudinum* est l'espèce dominante dans les Antilles Françaises; *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* et *Halophila spp.* peuvent s'y associer dans des proportions moindres. Elles deviennent dominantes en cas de déclin de *Thalassia testudinum* (den Hartog, 1990 cité par Chauvaud, 1997).

a - Ecologie des herbiers

Thalassia testudinum est une espèce dioïque qui produit des graines de grande taille (8 à 10 mm). Ses rhizomes présentent des nœuds, à partir desquels sont émises les racines (cf. figure 15). Les tiges partent des rhizomes tous les 5 à 19 nœuds et portent des feuilles composées :

- d'une partie endogée, dépourvue de chloroplastes,
- d'une partie épigée chlorophyllienne.

Tous les organes sont reliés par des canaux à air et les feuilles présentent des lacunes gazeuses, permettant les échanges entre les feuilles et les organes souterrains (Chauvaud, 1997).

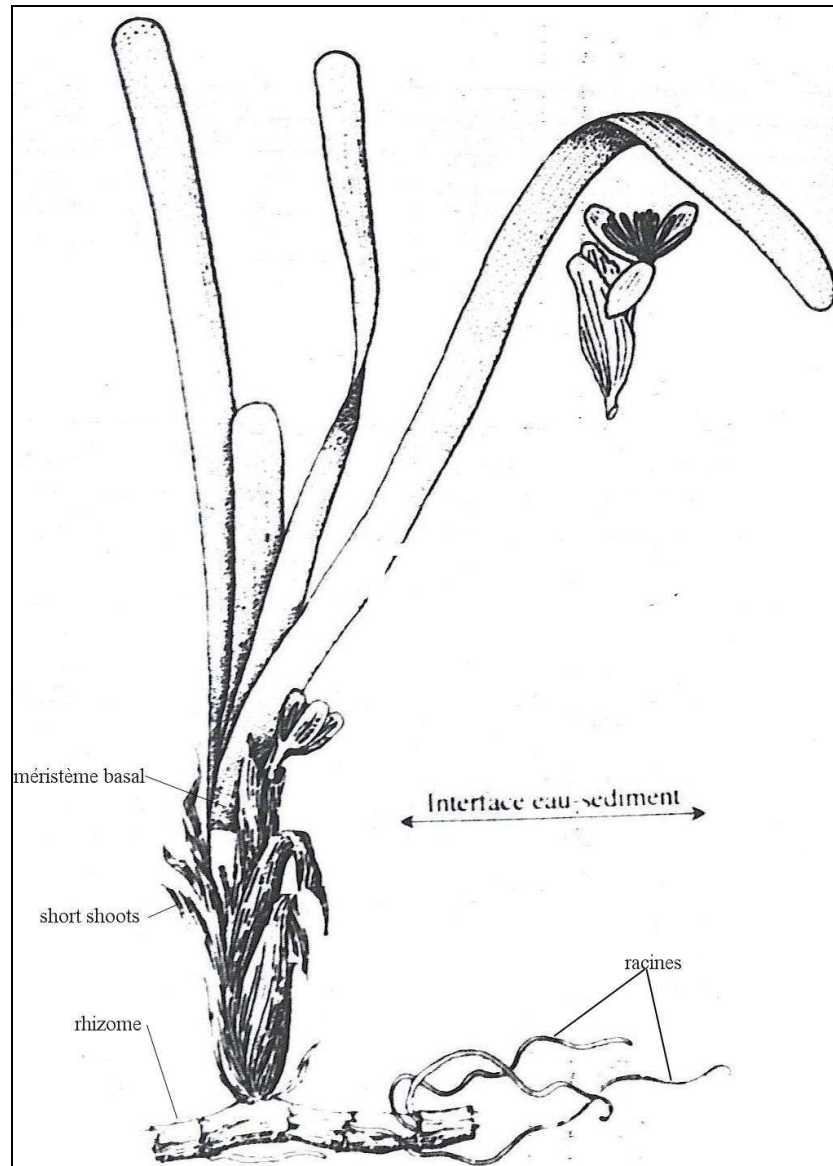


Figure 14 : Représentation de *Thalassia testudinum* d'après Chauvaud (1997).

Elle forme des herbiers denses et très étendus entre 0 et 10 mètres de profondeur. Elle peut aussi bien coloniser les fonds meubles, vaseux que les substrats rocheux. Cependant, c'est une espèce climacique : son installation nécessite une succession d'espèces végétales pionnières telles que *Halodule spp.* et *Syringodium filiforme* pour stabiliser le sédiment. Une fois établie elle s'étend rapidement et domine les autres espèces (den Hartog, 1990 cité par Chauvaud, 1997). La photosynthèse, la croissance et la distribution bathymétrique des

herbiers sont fortement dépendantes de la disponibilité en énergie lumineuse. En conséquence, l'augmentation de la turbidité contribuerait à leur raréfaction.

Bien que les Phanérogames puissent absorber les nutriments par les feuilles et les racines, la richesse du sédiment en milieu tropical côtier, indique que la voie d'assimilation racinaire est privilégiée (Chauvaud, 1997). Les rhizomes sont de véritables unités de stockage de glucides et de nutriments qui sont mobilisés vers les zones d'activité cellulaire intense.

b - Rôle des herbiers

La colonisation par les herbiers peut induire une transformation radicale du milieu. En effet, les herbiers à *Thalassia testudinum* participent à l'élévation des fonds et à la formation de la litière. La production primaire augmente considérablement et une structure stable se met en place, favorisant l'installation d'une flore et d'une faune diversifiées. Les feuilles sont des supports potentiels pour des organismes épiphytes et leur fournissent une protection contre les courants et les prédateurs. En effet, peu d'espèces se nourrissent des feuilles, mais beaucoup consomment les algues ou les épiphytes qui y sont fixées. L'herbier joue également un rôle de pouponnière pour un grand nombre d'espèces, dont celles d'intérêt commercial (Chauvaud, 1997).

c - Distribution des herbiers

La distribution des herbiers du Grand Cul-de-Sac Marin a été étudiée par télédétection par Chauvaud (1997) (cf. figure 14). La télédétection est une technique qui permet, à l'aide d'un capteur, "d'observer" et d'enregistrer le rayonnement électromagnétique, émis ou réfléchi, par une cible quelconque sans contact direct avec celle-ci. Le traitement et l'analyse des informations véhiculées par le rayonnement enregistré permettent d'accéder à certaines propriétés de cette cible : géométriques, optiques, physico-chimiques, etc.

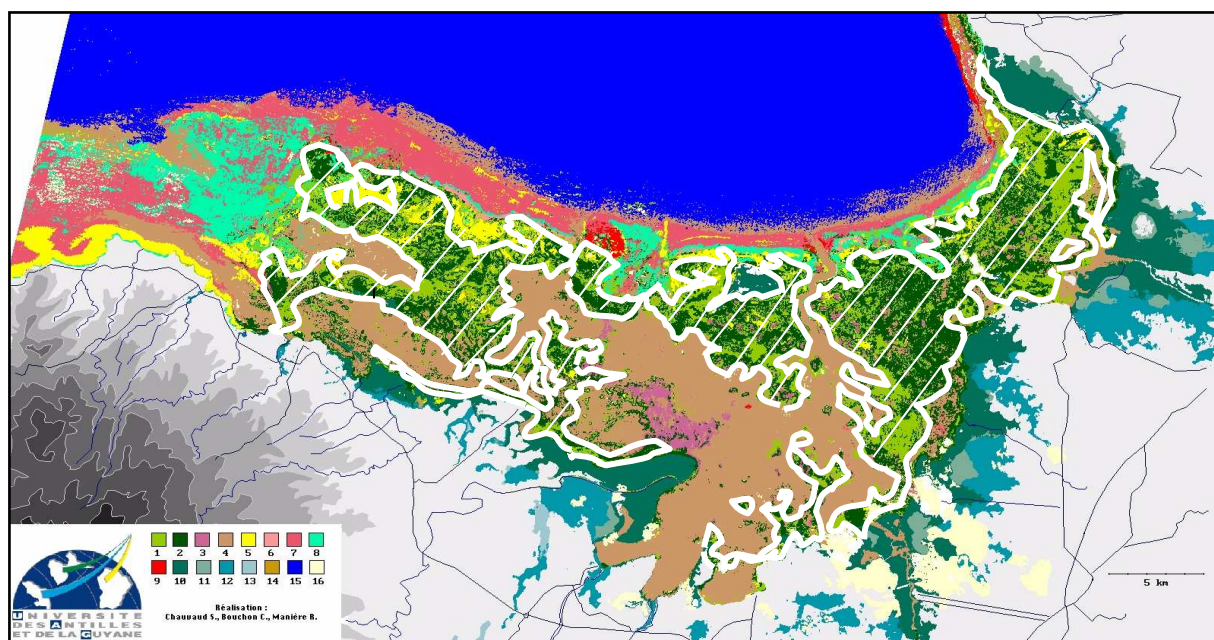


Figure 15 : Carte thématique des biocénoses marines du Grand Cul-de-Sac Marin, d'après Chauvaud (1997).

(Les prairies d'herbiers sont approximativement représentées par les zones hachurées)

Dans le Grand Cul-de-Sac Marin, les biocénoses marines s'étendent sur 22193 hectares; les herbiers représentent 37 % des écosystèmes cartographiés, soit 8220 hectares; ils occupent surtout les fonds meubles et sont majoritairement denses (59 %). Les **herbiers denses** représentent **4850 hectares**.

Dans le Petit Cul-de-Sac Marin, les biocénoses ne s'étendent que sur 7675 hectares et les herbiers n'en occupent que 17,5 %, soit 1343 hectares (Chauvaud, 1997).

La ressource alimentaire est beaucoup plus importante dans le Grand Cul-de-Sac Marin et ce qui corrobore les observations historiques.

d - Biomasse et productivité des herbiers

Chauvaud (1997) a déterminé la biomasse des différentes composantes des herbiers, à partir de carottages effectués dans six stations de Guadeloupe. Nous nous intéresserons uniquement aux feuilles vertes et aux rhizomes consommés par le lamantin. Les biomasses moyennes calculées s'élèvent respectivement à 61,4 g/m² et 453 g/m², pour une biomasse moyenne totale de 883 g/m². Ces valeurs sont exprimées en fonction de la matière sèche.

Les rhizomes stockent les nutriments sous forme d'hydrates de carbone et constituent typiquement au moins la moitié de la biomasse de l'herbier (Domning, 2001).

Provancha et Hall (1991) ont démontré que les lamantins s'alimentaient sur les herbiers les plus denses. En considérant uniquement les superficies de ces formations, Lartiges *et al.* (2002) ont déduit les résultats suivants (cf. tableaux 9 et 10) :

Tableau 9 : Estimation de la biomasse disponible dans les herbiers denses de *Thalassia* exprimée en tonnes, à partir des données de Chauvaud (1997).

GCSM : Grand Cul-de-Sac Marin ; PCSM : Petit Cul-de-Sac Marin

	Feuilles vertes			Rhizomes		
	GCSM	PCSM	Total	GCSM	PCSM	Total
Poids sec (en tonnes)	2 800	560	3 400	21 400	3 300	24 700
Poids frais (en tonnes)	31 100	6 200	37 700	169 800	26 200	196 000

Remarque : Pour chaque partie constitutive de *Thalassia testudinum*, une corrélation a été établie par Bouchon et al. (1991 cités par Lartiges et al., 2002) entre la matière sèche et la matière humide.

Les productions journalières des feuilles vertes et des rhizomes ont été appliquées aux herbiers denses. Les principaux résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Capacité alimentaire des herbiers denses à *Thalassia testudinum* dans les deux Cul-de-Sacs, calculée d'après Lartiges et al., (2002), à partir des données de Chauvaud (1997)

Constituants	Biomasse (en tonnes)	Productivité (en tonnes par jour)
Feuilles vertes	37 700	1 000 à 1 200
Rhizomes	196 000	80 à 100

La productivité des rhizomes est très inférieure à celle des feuilles vertes, ce qui suggère une régénération plus lente de l'herbier en cas d'atteinte de l'organe de stockage.

4 -Disponibilité en eau douce

L'île volcanique de la Basse-Terre est pourvue d'un réseau hydrographique important, palliant au déficit hydrique en Grande-Terre, île calcaire.

La Grande Rivière à Goyaves est le plus important cours d'eau de la Guadeloupe, avec une longueur totale de 32 km. Sa source est située à 1155 mètres d'altitude et son bassin versant de 150 km² s'étend sur les communes du Lamentin, de Sainte-Rose et de Petit-Bourg. Débouchant sur la bordure ouest du Grand Cul-de-Sac Marin, son estuaire est encadré d'un massif de mangroves maritimes et de forêts inondées¹⁵. Cette zone est un des six pôles la Réserve Naturelle.

¹⁵ Les mangroves maritimes sont sur le domaine public maritime (DPM), les forêts inondées sont propriétés du domaine public lacustre (DPL) et des cinquante pas géométriques du domaine public de l'État.

Le débit moyen est d'une dizaine de mètres cubes par seconde, avec un débit maximal de 450 mètres cubes par seconde et un débit d'étiage inférieur à 2,5 mètres cubes par seconde (Morell *et al.*, 1986 cités par Mège et Anselme, 1997).

Dans le système de la houle normale, l'eau de la Grande Rivière à Goyaves s'évacue vers le nord en direction de la pointe Granger et surtout vers le sud-ouest jusque dans la baie du Lamentin (Assor et Julius, 1985 cités par Mège et Anselme, 1997).

5 -Facteurs limitants

a - Pollutions

L'activité humaine génère une certaine quantité de rejets, responsables de pollutions diverses auxquelles sont sensibles les écosystèmes. En effet, les activités du littoral et du bassin versant de la Grande Rivière à Goyaves influent sur la qualité des eaux.

***α* Agricole**

Les pratiques agricoles intensives de l'île impliquent l'utilisation massive d'engrais et de pesticides pour la culture de la canne à sucre, de la banane et des cultures maraîchères. En effet, 22632 tonnes d'engrais et 2265 tonnes de phytosanitaires ont été importés en 2001. Les pesticides ont en général une action sur l'environnement **qui dépasse largement la cible officiellement visée**. Une part **non quantifiable** de ces composés atteint les eaux du Grand Cul-de-Sac Marin (Bouchon et Lemoine, 2003).

L'amendement en azote et en phosphore favorise l'eutrophisation, phénomène qui accélère la croissance des algues qui fragilisent les herbiers et les coraux.

En Guadeloupe, une **pollution des sols des bananeraies** et des milieux aquatiques par des insecticides **organochlorés** (HCH *Alpha*, HCH *Beta* et chlordécone) existait dès **1977** (Snégaroff, 1977 cité par Bouchon et Lemoine, 2003). Le rapport de Kermarrec (1980 cité par Bouchon et Lemoine) avait mis en évidence une **accumulation importante** dans les tissus des espèces aquatiques, à l'**embouchure de rivières**, de perchlordecone tout au long de la chaîne alimentaire.

Divers résidus de pesticides ont été isolés au cours d'analyses des cours d'eau (cf. tableaux 11 et 12). Ceux-ci s'adsorbant préférentiellement sur le sédiment (argileux), les quantités détectées sont donc sous-estimées. Leur toxicité est variable selon la famille de pesticides isolés. Par exemple, les **dérivés de l'urée** tels que le diuron et le monuron sont **tératogènes** et bloquent la photosynthèse. Ils sont donc potentiellement dangereux pour l'Homme et menacent directement l'intégrité des herbiers. Les organochlorés sont fortement rémanents et induisent des troubles nerveux, hépatiques, hormonaux chez nombreuses

espèces, y compris l'Homme. À long terme, la plupart de ces molécules se sont révélées être **mutagènes, tératogènes et cancérigènes** (Bouchon et Lemoine, 2003).

Tableau 11 : Concentrations de pesticides détectés à la station aval de la distillerie de Bonne Mère sur la Grande Rivière à Goyaves de mai à décembre 2003, d'après SDAGE, DIREN (2006).

Molécule	Concentration (en µg/L)
Glyphosate	0,2
Acide AminoMéthylPhosphonique	0,17
Pipéronyl butoxide	0,06
Chlordécone	0,04

Tableau 12: Concentrations de différents pesticides détectés au cours d'analyses ponctuelles dans la rivière Moustique de 2003 à 2005:

Année	Pesticide	Concentration (en µg/L)
2003	Pipéronyl butoxide	0,05 – 0,07
2004	AMPA	0,11
2005	Diuron	0,02 – 0,12
	Monuron	0,02
	Pipéronyl butoxide	0,11

β Industrielle

L'activité saisonnière de la distillerie Bonne-Mère, située à 11 kilomètres de l'embouchure de la Grande Rivière à Goyaves a suscité à juste titre de vives réactions et de nombreuses inquiétudes. En effet, des odeurs nauséabondes et des morts massives de poissons ont été décrites. Les rejets de vinasses acides de l'industrie de la canne à sucre sont extrêmement polluants car ils enrichissent le milieu en matières organiques et en métaux lourds (Anonyme, 1999). Par conséquent, ils requièrent une décontamination préalable par méthanisation. De plus l'activité coïncide avec la période d'étiage. Dans le cadre de l'application du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE¹⁶), le remplacement des infrastructures nécessaires a fortement amélioré la qualité des rejets. En effet, seuls 2 des 16 prélèvements réalisés en aval de la distillerie, de 2003 à 2005, indiquaient une demande chimique en oxygène (DCO) supérieure à 30 mg/L d'O₂, avec un maximum à 72 mg/L d'O₂.

Les pollutions industrielles qui affectent le littoral concernent également les rejets d'hydrocarbures et d'huile de vidange. Ces composés peuvent causer la destruction des

¹⁶ Le SDAGE est un document d'orientation qui définit de façon générale les principes à prendre en compte lors de toute démarche d'aménagement ou de gestion de cours d'eau et de milieux riverains.

mangroves par engluement des pneumatophores des palétuviers (Baker, 1983), et s'adsorbent durablement sur le sédiment (Bouchon et Lemoine, 2003).

Le site de Jarry, situé sur le territoire de Baie-Mahault est la principale zone d'activité, industrielle regroupant une centrale EDF et une usine d'enrobage. De même, l'agglomération de Pointe-à-Pitre est le siège une importante activité économique et d'un fort taux d'urbanisation. Bien que ces deux zones ne soient pas en contact direct avec le Grand Cul-de-Sac Marin, elles exercent une pression notable sur son intégrité écologique (cf. figures 16 et 17). Notons que les hydrocarbures représentent également des sources de métaux lourds, tels que le cadmium, le vanadium et le plomb (S.I.E.E, 1999). Nous n'avons pas été en mesure d'évaluer précisément ce type de pollution.

⌘ Domestique

Les effluents urbains ont un impact notable sur les herbiers de Phanérogames, les récifs coralliens et les réserves halieutiques. Les mangroves sont moins sensibles à leur action. Le taux de matières en suspension augmente la **turbidité** des eaux, et favorise le développement des **algues**. Les eaux d'égouts déposent sur les organismes benthiques une vase noire très réduite, propice à la mise en place de conditions anoxiques (Mège et Anselme, 1997).

Notons que les effluents domestiques peuvent éventuellement véhiculer des agents **pathogènes** d'origine fécale.

La plus grande décharge contrôlée de la Guadeloupe est située entre les agglomérations des Abymes et de Pointe-à-Pitre, la Rivière Salée et la piste de l'aéroport. Elle appartient au Domaine Public Maritime et s'étendait en 1997 sur 31 hectares de mangroves et forêts marécageuses. La DASS a donné un avis favorable pour son implantation. La partie de sol inondé est sous la gestion de la DDE et la partie forestière est sous la gestion de l'ONF. Cependant, elle a atteint son taux de saturation depuis dix ans.

En effet, son extension dépasse les limites autorisées par la réglementation relative aux périmètres de sécurité autour des espaces boisés, des points de prélèvements d'eau destinés à l'alimentation en eau potable, des zones habitées et des sites de baignades. Suite aux précipitations, les eaux de ruissellement polluées atteignent la Rivière Salée.

Les mangroves deviennent des points de collecte d'huiles de vidange, et font souvent l'objet d'implantations de décharges sauvages.

Le mélange de ces polluants pourrait avoir un effet additif, voire synergique.

De plus, la **dynamique des marées** montre un **transfert** d'eau du **Petit** Cul-de-Sac Marin vers le **Grand** Cul-de-Sac Marin par le biais de la **Rivière Salée** (Assor, 1986 cité par Mège et Anselme, 1997). Ainsi les **eaux polluées** de la baie de Pointe-à-Pitre et de Jarry, n'étant pas filtrées par la mangrove, représentent une source de pollutions industrielle et domestique supplémentaires.

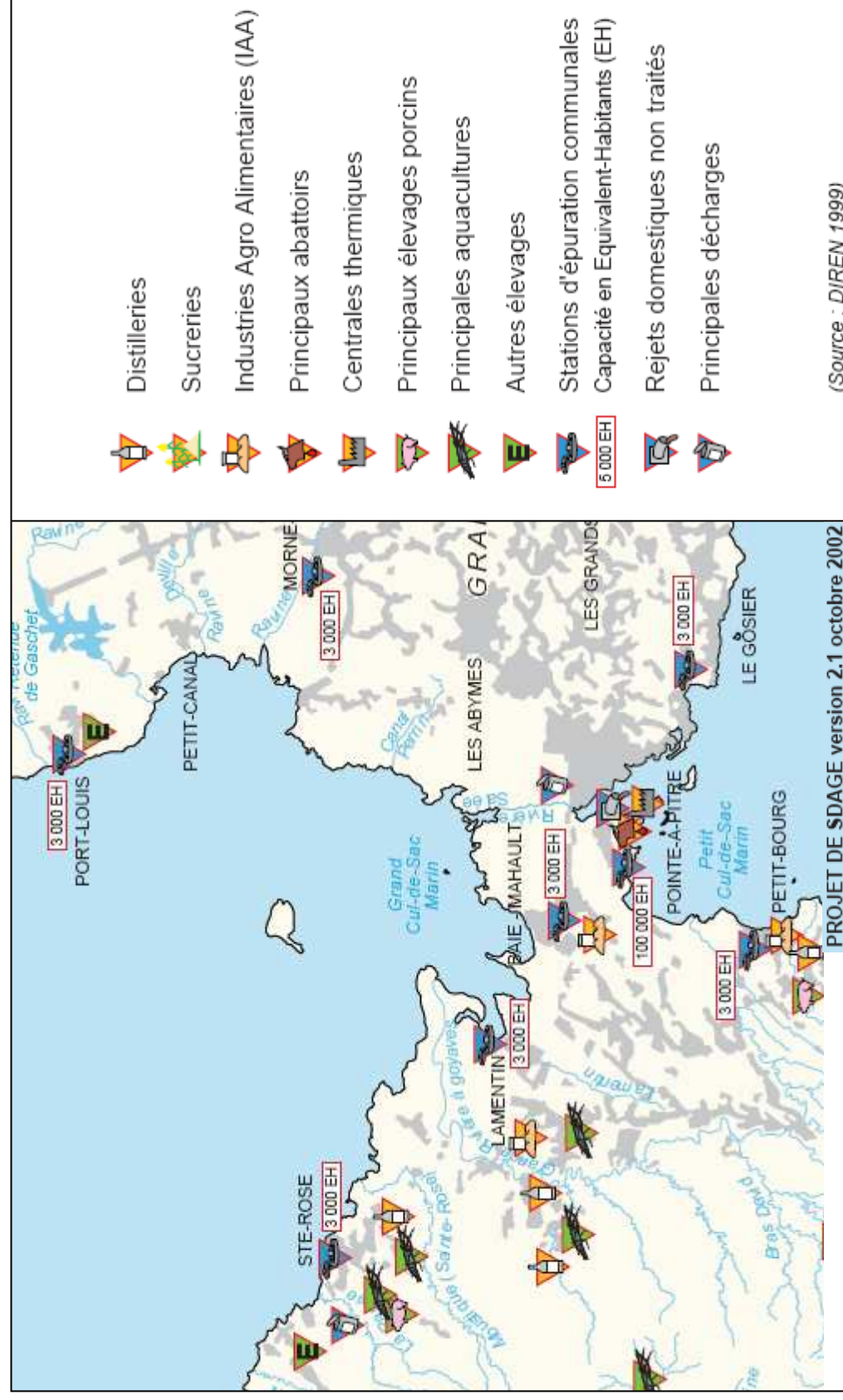


Figure 16 : Principaux rejets industriels, domestiques et agricoles et capacités d'épuration.

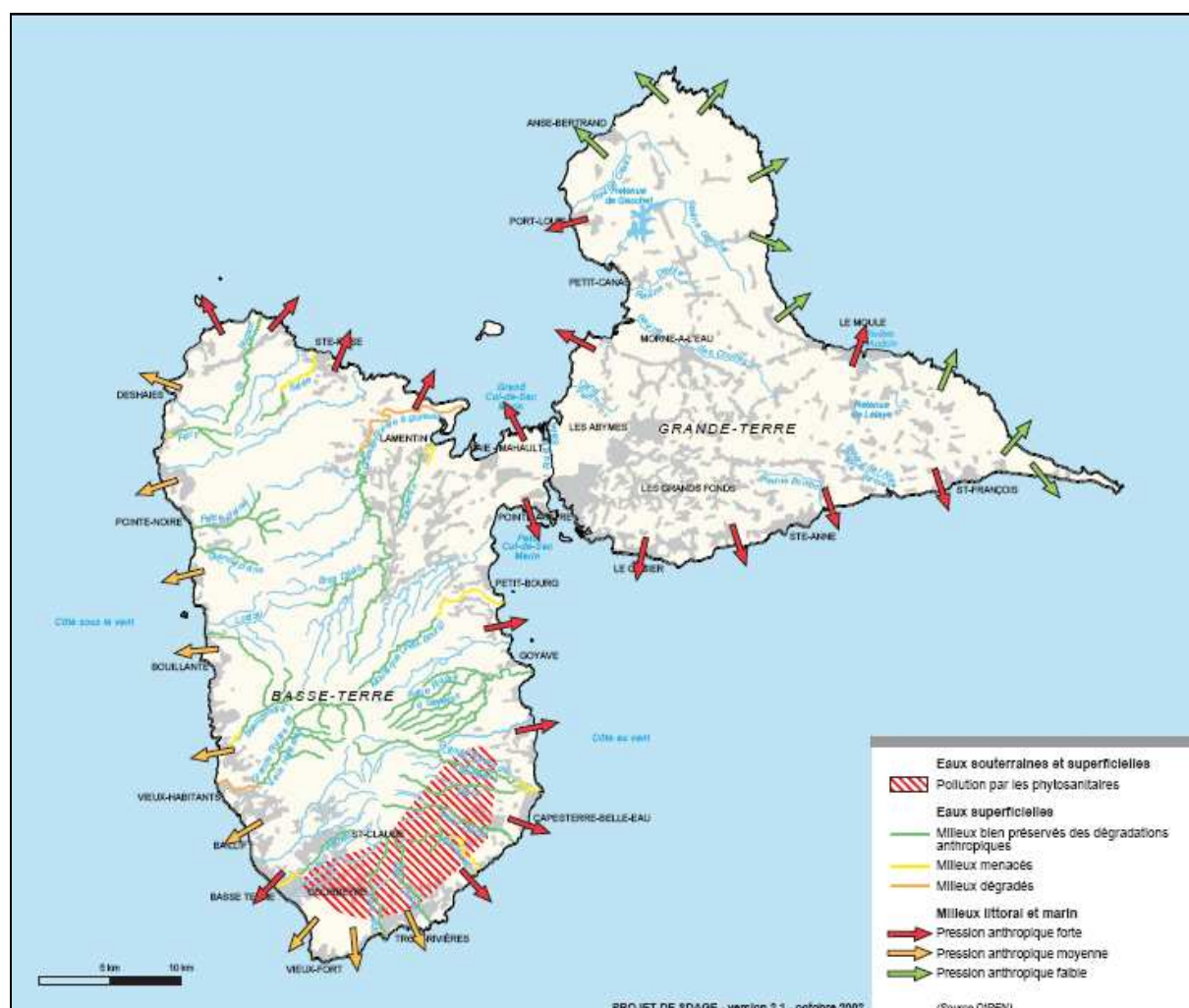


Figure 17 : Qualité des eaux.

Le littoral guadeloupéen subit globalement une **forte pression anthropique**, surtout au niveau des deux Cul-de-Sacs Marins. Seule la côte est de la Grande-Terre semble épargnée par ce phénomène. Les eaux superficielles de la zone aval de la Grande Rivière à Goyave sont dégradées. Signalons que ces données sont antérieures au remplacement du méthaniseur de la distillerie Bonne-Mère. D'après les résultats des prélèvements effectués entre 2003 et 2005, nous pouvons supposer que cette section a atteint le niveau de dégradation inférieur.

b - Trafic maritime

Les spécificités du Grand Cul-de-Sac Marin induisent un taux de fréquentation important de la part des pêcheurs et des touristes. Le Grand Cul-de-Sac Marin héberge six ports de pêche. Les trois biocénoses du Grand Cul-de-Sac Marin sont à l'origine de la production de la pêche côtière.

Le nombre de pêcheurs professionnels enrôlés sur toute la Guadeloupe en 2005 était de 1052. Cependant, il serait raisonnable de majorer d'autant le nombre estimé de pêcheurs non

enrôlés. En effet, la pêche peut être sporadiquement pratiquée en tant qu'activité professionnelle complémentaire. L'équipement de pêche côtière se compose de "saintoises", embarcations de moins de 9 mètres équipées de deux moteurs hors-bord. Le risque de collision et de blessures est donc sérieusement envisagé. Les filets sont peu utilisés en tant que techniques de pêche ; cependant le matériel usé est parfois rejeté à la mer, amplifiant ainsi le risque d'ingestion accidentelle ou de blessures invalidantes.

Les rhizomes des herbiers peuvent être endommagés par les ancrs et les hélices des moteurs hors-bord. La recolonisation peut durer une dizaine d'années.

c - Dégradations de l'habitat

La création d'infrastructures côtières en réponse au développement démographique, économique et touristique, requiert la destruction de larges bandes de mangroves. Or, ces unités écologiques ont des rôles stratégiques, notamment :

- un rôle de **filtration** de l'eau,
- un rôle de zone de **décantation des sédiments** issus des eaux de ruissellement.

De ce fait, la turbidité des eaux et l'érosion des sols sont accentuées. L'augmentation de la turbidité limite la pénétration lumineuse et, par voie de conséquence, perturbe la croissance et la distribution des herbiers. De plus, l'hypersédimentation est amplifiée par l'érosion, influant ainsi sur la bathymétrie de la baie.

Les procédures d'aménagement du littoral peuvent donc à terme être préjudiciables à l'intégrité de l'écosystème.

d - Profondeur

Les hauts fonds sont relativement fréquents dans la baie. La profondeur de l'estuaire de la Grande Rivière à Goyaves est relativement faible. A l'occasion d'une prospection de la zone, nous avons pu vérifier ces informations. Le passage a été permis par la levée des moteurs de l'embarcation qui présentait pourtant un faible tirant d'eau. Les risques d'échouage et d'accès limité à une source d'eau douce sont à envisager. Une cartographie précise de la bathymétrie de la zone devrait permettre de statuer sur cette question.

e - Braconnage

Actuellement, le braconnage concerne plutôt des espèces de petite taille telles que le lambi (*Strombus gigas*). Le braconnage devrait représenter un risque faible, compte tenu de la taille du lamantin requérant l'association de plusieurs personnes, du taux de fréquentation et de la surveillance de la baie. Néanmoins cette possibilité ne doit pas être écartée.

f - Phénomènes climatiques majeurs

Les ouragans majeurs sont responsables de remaniements à court et à moyen terme de l'habitat. Les herbiers et les mangroves peuvent présenter une certaine sensibilité. *Thalassia testudinum* est sensible à la dessalure consécutive au passage du cyclone (den Hartog, 1990 cité par Chauvaud, 1997).

g - Coûts et besoins logistiques

Le premier rapport technique sur la gestion du lamantin des Antilles (1995) indique que des facteurs socioéconomiques nuisent aux efforts de protection du lamantin de la région des Caraïbes. En effet, les animaux fréquentent des zones où vivent les populations les plus défavorisées de l'Amérique. Les mesures de gestion ne peuvent donc pas être appliquées efficacement.

Le projet de réintroduction a été estimé par Lartiges *et al.* (2002) à 6,5 millions d'euros (cf. annexe IX). Dès lors, La Guadeloupe ne peut assumer un tel projet, sans l'apport de financements extérieurs. Compte tenu de la situation déficitaire de l'île, il paraît peu raisonnable d'investir des moyens financiers et logistiques dans la réalisation d'un projet dont le succès est à l'heure actuelle, plus qu'incertain.

Remarque:

Deux sorties de terrain réalisées ont permis d'établir une appréciation globale du site et visualiser l'ancien habitat du lamantin. Nous ne nous sommes pas intéressés à l'état des herbiers, qui comme nous l'avons vu est relativement satisfaisant, mais demeure menacé par la pollution, l'eutrophisation et l'hypersédimentation. Nous avons procédé à une évaluation approximative :

- du parc de pêche et de la capacité des bateaux utilisés,
- de l'accessibilité à l'eau douce, qui peut poser problème

Bien que dans certaines régions les lamantins se reportent sur une source d'eau douce artificielle (conduites d'eaux usées), cet exemple ne figure pas parmi les conditions naturelles idéales.

6 -Actions et orientations

Les données bibliographiques indiquent que le Grand Cul-de-Sac Marin a toujours été un système dynamique. L'Homme constitue un élément clé de cet ensemble, puisqu'il détermine son évolution, notamment par ses actions politiques.

Les pollutions d'origine anthropique peuvent être responsables de la raréfaction des herbiers à *Thalassia testudinum* (den Hartog, 1990 cité par Chauvaud, 1997). Le suivi des densités d'herbiers peut permettre d'évaluer cet impact. L'étude de Mège et Delloue (2005) indique que la superficie des herbiers denses de la baie est de l'ordre de 5500 hectares, ce qui illustre une stabilité de cette biocénose.

Depuis l'application récente de la loi de juillet 1992, des efforts ont été réalisés pour encourager le recyclage et la valorisation des déchets domestiques et endiguer le problème des décharges non contrôlées (Mège et Anselme, 1997). Un plan d'aménagement de la décharge de Grand-Camp a été adopté ; malheureusement, les procédures sont pour l'instant ralenties en raison de certaines rivalités politiques.

Dans le domaine de l'industrie, les petites et moyennes entreprises sont encouragées à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement.

Le plan de gestion de la Réserve Naturelle (1997) mettait l'accent sur la nécessité de renforcer la protection de la zone par l'amplification du **rôle de surveillance**.

Nous constatons que ces orientations sont certes encourageantes pour espérer le retour du lamantin, néanmoins, elles sont avant tout nécessaires au développement de l'île et à la santé de sa population.

C - IMPACTS ET ENJEUX DE LA REINTRODUCTION

1 -Écologiques

a - Consolidation à long terme du statut du lamantin

La situation centrale de la Guadeloupe au sein de l'arc antillais et la présence d'herbiers denses sont des arguments en faveur de sa candidature en tant qu'île d'accueil. La réintroduction aboutirait à une recolonisation à long terme des Petites Antilles. Le lamantin atteindrait les îles voisines par dispersion et une structure de type métapopulation se mettrait en place, avec une possibilité de flux de gènes. Signalons que la dispersion vers le sud impliquerait un passage par le Petit Cul-de-Sac Marin, zone fortement polluée et anthropisée.

b - Services écosystémiques

Les lamantins amélioreraient la croissance et la qualité nutritionnelle des herbiers et d'autres macrophytes aquatiques, en favorisant la production primaire. En effet, Colmenero Rolon et Hoz Zavala (1986) signalent que les herbivores tels que les lamantins favorisent, du

moins temporairement, le recyclage rapide des nutriments et le flux énergétique, par la quantité d'excréments utilisés par les détritivores de la litière formant le chaînon suivant, pour les poissons et les mollusques d'importance économique.

Le surpâturage saisonnier participe à l'augmentation de la diversité des espèces végétales par diminution des espèces les plus abondantes au profit des espèces minoritaires (Lomolino, 1977; Quintana-Rizzo. et Reynolds III., 2007).

Deux cas ont été documentés en référence au régime herbivore généraliste du lamantin :

📖 Dès 1916, plus de 200 animaux ont été exploités pour éliminer les espèces végétales invasives des voies navigables du Guyana, alternative intéressante écologique et peu coûteuse à l'utilisation herbicides (Allsopp, 1960; Reynolds et Odell, 1991). L'arrêt du projet a été motivé par une sous-alimentation et le braconnage.

📖 Au Panama, dix lamantins ont été utilisés comme agents de lutte biologique contre la prolifération des moustiques *Anopheles* (vecteur du paludisme) et *Mansonia*, entre 1963 et 1965 (MacLaren, 1967). Ils devaient diminuer la densité de la végétation aquatique qui faisait office de gîtes à moustiques. Les animaux n'étant pas suffisamment nombreux, le projet a été abandonné.

En réalité, bien que les expériences paraissent temporairement efficaces, de telles opérations ne sont généralement pas réalisables.

c - Impacts sur la communauté d'herbiers

L'impact de la densité des individus sur les herbiers doit être abordé, compte tenu de la quantité de matière végétale humide ingérée quotidiennement. Nous avons préalablement souligné le rôle des herbiers en tant que pouponnières pour de nombreuses larves et juvéniles d'invertébrés et de poissons. La réintroduction ne doit pas mettre en péril les ressources actuelles de l'île.

A partir de la méthode théorique de Provancha et Hall (1991), il peut être possible de calculer le nombre maximal de lamantins qui peuvent se nourrir sur le site, en admettant que la biomasse des herbiers et la consommation journalière du lamantin demeurent constantes. Signalons que la biomasse des racines n'est pas prise en compte.

① Taux consommation (ou ration alimentaire) journalière en fonction de la matière humide : 50 kg/jour (moyenne chez un lamantin adulte pour l'hydrille d'eau douce (Etheridge *et al.*, 1985), extrapolée à *Thalassia testudinum*)

② Taux de consommation rapporté à la matière sèche (1g de MH pour 0,09 g de MS) : 4,5 kg/jour

③ Valeur de la biomasse des feuilles de *Syringodium filiforme* calculée par (Provancha et Hall, 1991) : 61,4 g/m²

② divisé par ③ = 73,3 m²/jour par lamantin = ④

La surface de des herbiers denses 48500000 m² est divisée par ④ = 661664 jours par lamantin

Ces 661664 jours sont divisés par le nombre de lamantins à réintroduire soit 16 = 41354 jours de broutage. Lors de cette même étude les lamantins abandonnaient l'herbier au bout de 60 jours.

Les estimations des taux de consommation de l'hydrille d'eau douce ont été comparées à la biomasse d'hydrille de Kings Bay en Floride, site de rassemblement hivernal des lamantins en 1981; les résultats montrent que plus de 10 fois plus de lamantins seraient nécessaires pour consommer la biomasse en place, ceci, sans prendre en compte la productivité de la plante. Ainsi les lamantins se révèlent être inefficaces en tant qu'agents de contrôle de prolifération des espèces invasives pour de grandes superficies, les estimations doivent prendre en compte la densité écologique c'est-à-dire, le couvert végétal et non la densité brute équivalant à l'étendue d'eau (Etheridge *et al.*, 1985). Les deux opérations se sont soldées par un échec car la densité en animaux était insuffisante. Les lamantins seraient des agents de régulation sous réserve que la densité soit forte. D'après le statut de l'espèce ce rôle n'est plus envisageable.

D'après la biomasse et la productivité d'herbiers disponibles et le nombre de lamantins à réintroduire prévu par l'étude de faisabilité, il ne devrait pas y avoir d'effet négatif sur la superficie des herbiers. Il faudrait cependant s'assurer que toutes les prairies sous-marines soient accessibles afin de ne pas induire l'exploitation exclusive de certaines zones de la baie. Les principaux risques actuels à considérer sont donc l'hypersédimentation et le développement des algues, respectivement favorisés par recul des mangroves et l'eutrophisation.

d - Concurrence alimentaire

Nous avons précédemment cité les espèces herbivores qui partagent le même habitat que le lamantin. En Guadeloupe, les espèces présentes se résument à l'oursin blanc (*Tripneustes ventricosus*), à la tortue verte (*Chelonia mydas*), au poisson perroquet (*Sparisoma radians*). En admettant que la superficie des herbiers de la zone ne diminue pas significativement, que l'accessibilité aux ressources soit inchangée et compte tenu de la faible population des autres espèces, la concurrence alimentaire ne constituerait pas un obstacle majeur. De plus la niche écologique n'a pas été comblée par une autre espèce. Les récits de

l'époque mentionnaient déjà la coexistence des espèces précitées, bien que nous ne disposions pas de données quantitatives sur les herbiers de l'époque.

2 -Economiques et politiques

La réintroduction représente une perspective de développement de nouvelles activités écotouristiques, et artisanales. Néanmoins, il conviendra de définir des lignes directrices au préalable, afin d'éviter tout dérapage. En Floride, les retombées économiques sont considérables en Floride, mais actuellement, les autorités sont dépassées, l'animal étant victime de son succès (Shackley, 1992).

L'industrie touristique qui s'est développée autour du programme "swim with a manatee", indique que son exploitation représente une manne financière. Cependant, Compte tenu du puissant lobbying commercial, il est désormais difficile de faire machine arrière. Les pêcheurs pourraient exprimer une certaine réticence, compte tenu du fait que ce projet implique la mise en place d'une réglementation concernant les limitations de vitesse. Cela représenterait un allongement du temps de travail, voire un manque à gagner..

3 -Culturels

La réintroduction pourrait contribuer à une revalorisation culturelle du folklore autour du lamantin que nous retrouvons dans les contes créoles. Elle représenterait autre façon de connaître l'histoire de l'île, sachant que le lamantin a alimenté le commerce dans la baie, qu'une commune porte son nom. La réintroduction dans la conscience collective est sans danger et permet de faire revivre des légendes traditionnelles.

Cela illustre l'importance de la dimension socio-culturelle dans un tel projet. L'implication et l'intérêt de la population représentent des facteurs clés. Le lamantin fait partie des espèces dites emblématiques. Ses caractéristiques comportementales inspirent la sympathie.

4 -Sanitaire

Bien que l'UICN recommande la réalisation d'un suivi sanitaire pendant les phases de transfert et de lâcher, le risque de zoonose ne doit pas être écarté : les lamantins pouvant être infectés par des mycobactéries. Les contacts forcés entre plongeurs et lamantins en Floride n'ont pas donné lieu à publication. Cependant, des cas de transmission ont été rapportés en captivité (Cayol, 2006). L'état sanitaire pourrait être altéré en cas de contamination par des effluents domestiques (Burgelt et Bonde, 1983).

Les facteurs limitants, majoritairement d'origine **anthropique** sont comparables à ceux rencontrés dans l'aire de répartition actuelle de l'espèce. Pourtant nous ne pouvons pas donner une issue favorable à la réalisation de ce projet, puisque ces facteurs mettent précisément en péril la survie du lamantin. Les exigences concernant l'habitat doivent être plus strictes. En effet, une **population insulaire isolée**, sans autre habitat "favorable" proche n'a pas la structure en métapopulation pour laquelle l'existence de corridors permet une interaction entre populations et un brassage génétique plus important. Si la réintroduction était approuvée, la Guadeloupe serait le plus petit territoire à héberger le lamantin. Pour cette raison, l'habitat doit être plus que favorable.

Au sens strict, dire que la réintroduction du lamantin serait synonyme de reconquête de biodiversité perdue n'est pas tout à fait exact, en partant du principe que le phénomène d'extinction est irréversible.

Les arguments en faveur d'une réintroduction seraient plus d'ordre économique et esthétique que strictement écologique.

IV - IDENTIFICATION DES LIMITES SOCIO-ECONOMIQUES ET PROPOSITIONS D'OUTILS DE SENSIBILISATION ET D'EVALUATION SOCIOLOGIQUE

A - CONFLITS D'INTERETS ENTRE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET BIODIVERSITE ?

1 - Crise de biodiversité

Le terme biodiversité a été défini à l'occasion de la Convention sur la Diversité Biologique de Rio en 1992 (UNEP, 2006) :

"Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes."

La biodiversité est donc définie aux niveaux **génétique**, **spécifique** et **écosystémique**. La crise de biodiversité, initiée dès les premières explorations, n'est devenue une préoccupation mondiale que depuis très récemment. Selon les estimations du Millenium Ecosystem Assessment (2006), 12 % des oiseaux, 25 % des mammifères et 32 % des amphibiens auront disparu d'ici à 2100. Bien qu'il soit prévu sur l'échelle de l'évolution, ce phénomène est accéléré par les remaniements perpétuels imposés par l'activité humaine. Les vagues d'extinction actuelles résultent du réarrangement et du détournement de la matière et de l'énergie par une population humaine en expansion (Domning, 1999). Les stratégies adaptatives des différentes espèces sont prises de vitesse par les pressions environnementales.

La Guadeloupe est située dans une des zones mondiales à fort taux d'endémisme, encore appelées "**points chauds de biodiversité**". Pourtant, l'impact des perturbations engendrées par l'Homme est amplifié dans ces régions majoritairement constituées d'habitats **isolés** tels que les îles.

Les tableaux 13 et 14 suivants répertorient quelques exemples d'espèces menacées ou éteintes en Guadeloupe. Leur statut actuel résulte soit :

- d'une **surexploitation**,
- d'une **introduction** intentionnelle ou fortuite,
- d'une **spoliation** de l'habitat.

a - Espèces menacées

Tableau 13 : Quelques espèces menacées en Guadeloupe

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Nom vernaculaire
GASTEROPODES	Caenogastropodes	Strombidés	<i>Strombus gigas</i>	Lambi
CRUSTACES	Décapodes	Palinuridés	<i>Palinurus argus</i>	Langouste royale
AMPHIBIENS	Anoures	Leptodactylidés	<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Hylode de la Martinique
REPTILES	Squamates	Iguanidés	<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Antilles
		Colubridés	<i>Alsophis antillensis</i>	Couresse de la Guadeloupe
OISEAUX	Piciformes	Picidés	<i>Melanerpes herminieri</i>	Pic de Guadeloupe
	Charadriiformes	Sternidés	<i>Sterna antillarum</i>	Petite Sterne
			<i>Sterna hirundo</i>	Sterne Pierregarin
MAMMIFERES	Chiroptères	Vespertilionidés	<i>Eptesicus guadeloupensis</i>	Sérotine de la Guadeloupe
	Carnivores	Procyonidés	<i>Procyon minor</i>	Racoon de Guadeloupe

Le lambi est victime de surexploitation ; le braconnage persiste malgré la réglementation de la pêche.

Les introductions d'animaux, ont perturbé le fonctionnement des écosystèmes insulaires et ont altéré l'équilibre de la faune terrestre des Petites Antilles, allant jusqu'à la disparition totale d'espèces endémiques. Le rat noir *Rattus rattus* arboricole arrivé dès 1635 avec les colons Européens constitue un facteur limitant à la nidification des oiseaux. La mangouste introduite depuis 1880, pour limiter la prolifération des rats, a prospéré en l'absence de prédateur naturel. Aujourd'hui, elle compromet la saison de ponte des tortues marines sur l'îlet Fajou, en consommant les oeufs. L'introduction des espèces végétales sur l'îlet Carénage a également perturbé la nidification des sternes (Mège et Anselme, 1997).

Compte tenu des perturbations et des déséquilibres engendrés, toute introduction est aujourd'hui prohibée (U.I.C.N, 1998).

Remarque : Le racoon de Guadeloupe *Procyon minor* a longtemps été considéré comme espèce endémique et emblématique de la Guadeloupe. Toutefois, sa présence résulterait finalement de l'introduction de *Procyon lotor*, le raton laveur commun.

b - Espèces disparues

Tableau 14: Espèces disparues de Guadeloupe, d'après LAMECA (2006)

E = définitivement éteinte ; D = disparue de Guadeloupe

Classe	Ordre	Famille	Espèce ou sous-espèce	Nom vernaculaire	Statut
MAMMIFERES	Pinnipèdes	Phocidés	<i>Monachus tropicalis</i>	Phoque Caraïbe	E
	Siréniens	Trichéhidés	<i>Trichechus manatus manatus</i>	Lamantin des Antilles	D
OISEAUX	Psittaciformes	Psittacidés	<i>Ara guadeloupensis</i>	Ara de Guadeloupe	E
			<i>Amazona violacea</i>	Perroquet de Guadeloupe	E
			<i>Aratinga labati</i>	Perruche de Guadeloupe	E
	Passériformes	Troglodytidés	<i>Troglodytes aedon guadeloupensis</i>	Troglodyte familial	E
	Strigiformes	Bubonidés	<i>Speotyto cunicularia guadeloupensis</i>	Chouette des terriers	E
	Procellariiformes	Procellaridés	<i>Pterodroma hasitata</i>	Pétrel diabolotin	D
	Ciconiiformes	Phoenicoptéridés	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamant rose	D
REPTILES	Squamates	Teiidés	<i>Ameiva cineracea</i>	Améïve de Guadeloupe	E
			<i>Ameiva major</i>	Grand Améïve	E
		Tropiduridés	<i>Leiocephalus cuneus</i>	Holotropide roquet	E

Les espèces éteintes étaient endémiques de la Guadeloupe et/ou des Petites Antilles ; elles représentent une perte définitive et irréversible de biodiversité. La chasse pratiquée vers la moitié du 17^{ème} siècle a eu un impact très important sur l'avifaune.

L'extinction de la chouette des terriers *Speotyto cunicularia guadeloupensis*, rapace nocturne endémique de la Guadeloupe est imputable à l'introduction de la mangouste.

D'après les résultats de l'étude de Vianna *et al.* (2005), nous pouvons supposer que la diversité génétique de la population de lamantins des Petites Antilles était différente de celle des individus fondateurs choisis en cas d'une éventuelle réintroduction.

2 - Déclin des services écosystémiques

Le développement économique actuel se dissocie rarement de la surexploitation et de la dégradation des habitats. Or, ces pratiques induisent un épuisement des ressources et des perturbations environnementales. Les services écosystémiques regroupent toutes les fonctions

de la nature utiles à l'Homme et sont classés dans trois catégories, plus ou moins interdépendantes :

- la fourniture de biens (eau, pêche, culture, etc.),
- la régulation environnementale,
- l'environnement culturel.

Selon le Millenium Ecosystem Assessment (2006), la majorité de ces services connaît une forte tendance au déclin. Nous pouvons supposer que de tels phénomènes sont amplifiés en milieu insulaire. Le secteur de la pêche n'échappe pas à ce problème global; la croissance relative de la filière agricole mondiale pourrait être liée à l'intensification des cultures.

a - Secteur de la pêche

La crise de la filière pêche en Guadeloupe est multifactorielle. En effet, la baisse du cours du poisson, la hausse du prix des carburants, la concurrence des pêcheurs non enrôlés (Région Guadeloupe, 2006) et surtout, **l'épuisement des ressources halieutiques**, portent atteinte au dynamisme de ce secteur.

Cette activité ne génère pas toujours un salaire compatible avec le coût de la vie. Le nombre de pêcheurs enrôlés est en constante diminution (cf. tableau 15), avec près de 30 % de rôles non renouvelés en une décennie.

Tableau 15: Evolution du nombre de pêcheurs enrôlés en Guadeloupe, d'après les données de la DRAM (citée par Région Guadeloupe, 2006)

Années	1995	1999	2000	2005
Nombre de pêcheurs enrôlés	1500	1294	1242	1052

Un remaniement et une diversification de l'activité représenteraient l'opportunité d'inclure les pêcheurs dans une démarche de développement durable, tout en rentabilisant leur matériel.

Le secteur coopératif est représenté par la Coopérative des Marins Pêcheurs de la Guadeloupe (COMAPEGA) qui regroupait, à la fin de l'année 2000, 2200 adhérents, dont deux tiers de pêcheurs. Le comité régional des pêches créé en juillet 2005, est l'interlocuteur de premier ordre pour les pouvoirs publics, et l'organisme fédérateur des intérêts de la majorité de la profession (Région Guadeloupe, 2006).

b - Secteur agricole

Les productions traditionnelles telles que la canne à sucre et la banane connaissent des difficultés récurrentes, amplifiées par les aléas climatiques. Le principal problème réside en l'utilisation massive de produits phytosanitaires, dont les résidus sont rejetés à la mer par le lessivage des sols. Certains s'avèrent dangereux pour l'intégrité des trois biocénoses marines

et, par conséquent, seraient préjudiciables aux ressources halieutiques d'intérêt commercial. L'Homme, situé en fin de processus, est donc potentiellement menacé par ses propres pratiques.

Nous pouvons nous interroger sur la compatibilité entre préservation de la biodiversité et développement économique. Il est donc urgent d'encourager le dialogue entre les différents secteurs d'activité.

3 - Importance de la démarche participative

L'évaluation écologique de la baie du Grand Cul-de-Sac Marin indique que d'importants remaniements doivent être entrepris pour garantir la pérennité des unités écologiques de la zone. Ces remaniements impliquent l'adoption de nouvelles pratiques concernant directement les acteurs de la baie. La communication et l'information constituent les deux premières étapes nécessaires à l'instauration d'un **dialogue**. Dans l'étude de Lartiges *et al.* (2002), le président de la Coopérative des Marins Pêcheurs de Guadeloupe (COMAPEGA) ne s'opposait pas à une réintroduction éventuelle, sous réserve de prendre part aux différents débats. Cette attitude est d'autant plus légitime que les pêcheurs font partie des principaux acteurs du système Grand Cul-de-Sac Marin, qui comme nous l'avons spécifié, est constitué de huit communes, dont la plupart connaissent une croissance démographique remarquable (cf. annexe XI).

La philosophie de l'UICN et d'autres institutions de protection de la nature en matière de conservation et de gestion de l'environnement, est d'associer et de faire participer la société à la conservation durable des ressources naturelles, l'amélioration de la qualité de la vie et la nécessité de conserver et/ou de restaurer les écosystèmes (U.I.C.N, 1998). En conséquence, il est indispensable que la population participe à des réunions, des débats ou des comités de pilotage.

4 - Concertation et dialogue

Dans le cadre de la Réserve de Biosphère, la coopération et la concertation peuvent être encouragées par des outils novateurs, tels que la **modélisation d'accompagnement**, développée par un collectif de chercheurs du réseau ComMod¹⁷(2007). Elle tente de proposer une construction de mondes virtuels, où les dynamiques écologiques et sociales interagissent.

La modélisation d'accompagnement peut être utilisée dans trois cas :

- en tant que **support pédagogique** pour identifier les interactions,
- en tant qu'**outil de médiation** entre les usagers de la réserve de biosphère,
- en tant qu'**outil d'aide à la décision** pour la mise en place de plan d'aménagement (Etienne, 2006).

La première étape de la démarche consiste à identifier **collectivement** les principaux acteurs concernés par l'existence de la réserve de biosphère, leurs **entités de gestion** et les principales dynamiques en jeu. Le collectif qui encadre la co-construction du modèle, doit répondre aux quatre questions suivantes :

- Quelles sont les **principales ressources** du territoire et les informations essentielles à savoir pour en garantir une utilisation durable ?
- Quels sont les principaux **acteurs** qui semblent pouvoir ou devoir jouer un rôle **décisif** dans la gestion de ce territoire ?
- Quelles sont les principales **dynamiques écologiques** en jeu et en quoi sont-elles affectées par ces acteurs ?
- **Comment** chaque acteur retenu **utilise les ressources** qu'il convoite ?

Les réponses sont formalisées sous forme de quatre diagrammes faciles à comprendre, structurés de façon à être aisément traduisibles en langage informatique :

- Le diagramme des acteurs et des entités de gestion différencie les acteurs directs et indirects, puis associe à chacun une entité de gestion spatiale ou non. Les variables exogènes prédominantes, comme les aléas climatiques sont indiquées et les interactions entre acteurs sont représentées par des flèches.
- Le diagramme des ressources précise les principaux types de ressources utilisées souvent regroupées en cinq grandes catégories : bâti, eau, pierre, végétal et animal.
- Le diagramme des dynamiques écologiques distingue les actions anthropiques, des dynamiques naturelles.
- Le diagramme des interactions fait la synthèse des trois précédents en mettant l'accent sur les relations entre usagers et ressources.

¹⁷ ComMod : Companion Modelling

A l'issue de cette étape, les simulations multi-agents permettent de visualiser des scénarios dynamiques. La mise en situation est ensuite permise par les jeux de rôles. Par conséquent, le dialogue et la concertation jouent un rôle déterminant au cours de ces activités.

En résumé, cette approche permet :

- de prendre conscience des **interactions**,
- d'aborder les **conflits d'usages** en mettant en évidence des représentations, des points de vue et une hiérarchisation des objectifs très différente selon l'origine des groupes,
- de favoriser les **échanges** entre chercheurs et gestionnaires.

Cet outil peut être applicable aux problématiques actuelles de la réserve de biosphère de l'archipel, notamment, la gestion de la pollution. La réintroduction du lamantin pourrait être intégrée à une des simulations, étant entendu qu'elle ferait office de projection et non de prévision.

Cependant, chaque simulation nécessitant 4 à 5 demi-journées de travail, cet outil requiert plusieurs réunions par an et l'investissement personnel de chaque acteur. Le modèle n'est exploitable que si les données sont précises et l'équipe en présence suffisamment pluridisciplinaire pour traiter rigoureusement les questions soulevées. Néanmoins, il demeure un outil intéressant auquel nous avons été sensibilisés.

B - MISSIONS DU PARC NATIONAL DE LA GUADELOUPE DANS LE GRAND CUL-DE-SAC MARIN

1 - Présentation

Le Parc National de la Guadeloupe, créé le 20 février 1989, est le septième parc national français et le premier d'outre-mer.

L'organisme gestionnaire est assisté par un **comité consultatif** dont les membres, sont nommés par le Préfet, Président du dit comité.

Ce comité est représentatif des intérêts des administrations concernées, des élus des communes sur lesquelles s'étend l'espace protégé, mais aussi des socioprofessionnels tels que le syndicat des marins pêcheurs professionnels, des prestataires touristiques, des associations et des scientifiques (Mège et Anselme, 1997).

L'établissement public du Parc National de la Guadeloupe intervient sur :

- le cœur du parc (17 300 hectares de forêt tropicale humide) ;
- la Réserve Naturelle nationale du Grand Cul-de-Sac Marin ;
- les 50 Pas géométriques et les propriétés du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (CELRL) dans le Grand Cul-de-Sac Marin (900 hectares) ;
- la Réserve de Biosphère de l'Archipel de la Guadeloupe.

2 - Objectifs : Coopération et échanges

La mission principale est de promouvoir le **développement durable**, terme de plus en plus utilisé, défini par le Premier ministre norvégien Mme Brundtland en 1987 (Ministère de l'écologie, 2006) :

"Développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs."

La réintroduction du lamantin figure à la fois :

- dans le premier plan de gestion de la Réserve Naturelle (1997), en tant qu'objectif final qui *"traduirait l'état idéal de la Réserve Naturelle vers lequel il faudrait tendre"* (Mège et Anselme, 1997),
- dans le programme d'aménagement du Parc National, en tant que le second objectif stratégique à long terme (Anonyme, 2005).

Ces deux documents ont été élaborés pour une durée de cinq ans. La réalisation de ce projet passe par la définition d'objectifs à **long terme**.

a - Objectifs généraux

Ils concernent :

- la préservation de la **biodiversité des trois écosystèmes** de la baie du Grand Cul-de-Sac Marin,
- la gestion de la **qualité des eaux**.

La résolution de ces deux questions permettrait d'envisager une réintroduction dans de bonnes conditions. Cependant elle exige un encadrement de longue durée et des échanges continus à l'échelle locale, régionale et internationale.

b - Objectifs relatifs à l'accueil du public et à la pédagogie

Ils concernent :

- une meilleure **intégration** de la Réserve Naturelle dans le tissu social,
- l'adhésion de la Réserve Naturelle à un **réseau** national, caribéen, et international,
- l'acquisition de comportements **"écocitoyens"** encouragés par des programmes pédagogiques destinés aux visiteurs et aux décideurs.

Remarque :

Les objectifs d'accueil du public de la Réserve Naturelle soulèvent la problématique de l'**équilibre** entre la protection et la fréquentation touristique.

c - Objectifs relatifs à la recherche

Ils concernent :

- l'intégration de certains protocoles d'observations et de suivis dans un réseau régional ou international,
- le traitement de la pollution.

La mise en œuvre de ces objectifs requiert une police de surveillance efficace (Mège et Anselme, 1997).

Nous pouvons sans trop de risque supposer qu'une prise de conscience est en cours ; toutefois, touche-t-elle une proportion suffisante de la population, au point de pouvoir envisager le retour du lamantin?

C - ENQUETES D'OPINION : PROPOSITIONS DE THEMATIQUES D'ENQUETE

L'étude réalisée en Martinique (Cayol, 2006) révèle des lacunes potentiellement invalidantes pour un projet de réintroduction. Bien que le nombre de questionnaires recueillis soit relativement faible, l'intérêt de ces enquêtes est manifeste.

Dans notre cas, les conditions du stage spontané et volontaire effectué au sein du Parc National de Guadeloupe, ne correspondaient pas au cahier des charges requis pour ce type d'enquête. En effet, le stage ne pouvait ni se dérouler durant la période scolaire, ni excéder dix semaines. Les prises de contact ponctuelles ne permettaient pas de disposer de conclusions pertinentes et risquaient d'engendrer des biais, faute de données suffisantes. Le projet relevant de l'hypothèse, il ne justifiait pas l'attribution de fonds.

1 - Objectifs et intérêts

Les enquêtes d'opinion permettent d'**évaluer** les connaissances et les différentes **conceptions** du public. En Floride, la simple question "que pensez-vous du lamantin?" a fait la lumière sur l'importante diversité d'opinions et d'idées reçues (Reynolds et Odell, 1991). Il convient de s'adapter aux personnes et de définir des catégories en fonction des objectifs de l'enquête. Un projet d'une telle envergure suscite forcément des réactions diverses. Le recours aux enquêtes est une pratique qui s'intègre bien dans la démarche participative préconisée par l'UICN.

2 - Cibles de l'enquête

Les campagnes réalisées en Amérique centrale ciblaient souvent les professionnels de la pêche, car les captures illégales n'étaient pas complètement éradiquées. Elles concernaient également les jeunes et les personnes âgées, afin d'évaluer l'importance de la transmission transgénérationnelle et/ou l'évolution des mœurs (Charnock-Wilson, 1970).

L'identification des cibles permet de définir les modalités de l'enquête, à savoir, la période, la durée et le type de question et de support. Il convient, dans un premier temps, de s'intéresser aux communes en relation directe avec la baie et de définir un échantillon représentatif. Les questionnaires diffusés dépendront de la population cible de départ. Le questionnaire ne devra pas être trop long, afin de ne pas générer des réponses faussées par la précipitation ou l'agacement.

a - Scolaires

Les étudiants représentent la génération future ; les programmes doivent largement les privilégier car ils sont généralement plus réceptifs. Ils constituent des relais, des vecteurs de l'information pour leurs parents. La zone circonscrite au Grand Cul-de-Sac Marin comprend déjà 160 établissements du primaire et du secondaire, et plus de 23900 étudiants se répartissent dans les collèges et des lycées (Académie de la Guadeloupe, 2007) (cf. annexe XI). Les questions environnementales sont de plus en plus souvent abordées au primaire par l'élaboration d'exposés. Les réponses devraient être plus spontanées. Il conviendra de veiller au bon encadrement de l'enquête.

b - Professionnels de la baie

Ils sont représentés par les pêcheurs, les prestataires écotouristiques, les plaisanciers, mais aussi les agriculteurs et le secteur industriel.

c - Municipalités et collectivités territoriales

Leur avis et leur engagement nous intéressent : elles participeront au financement de certaines opérations d'incitation et de soutien des acteurs de la baie. Elles interviennent également dans la gestion des déchets.

d - Enquêtes internes

Nous entendons par l'expression enquêtes internes toute investigation menée au sein des gestionnaires et des scientifiques. Cela nous permettra d'évaluer l'importance de la communication et de la coopération interne.

Dans le contexte actuel de crise de biodiversité, les réintroductions d'espèces menacées ont de plus en plus nombreuses. Cependant, les avis divergent au sein de la sphère scientifique, entre chercheurs et gestionnaires. Selon Lindburg (1992 cité par Sarrazin et Barbault, 1996), de nombreux biologistes soulignent que le financement nécessaire pour une seule espèce pourrait être alloué à la protection de tout l'écosystème et que les conditions environnementales actuelles sont rarement identiques à celles qui prévalaient lors de son extinction. De même, les taxonomistes déplorent que la majorité des efforts de réintroduction

concerne la mégafaune charismatique, alors que de nombreuses espèces d'invertébrés disparaissent chaque année (Sarrazin et Barbault, 1996).

Nous avons donc fait part du projet à plusieurs spécialistes du lamantin en précisant qu'une étude de faisabilité avait préalablement émis un avis relativement optimiste. Nous avons résumé cette étude en anglais afin de la diffuser (cf. annexe XII). Cette étape s'est révélée indispensable pour que nos interlocuteurs disposent de tous les éléments. John Reynolds III, expert du groupe spécialiste des Siréniens à l'UICN pense que ce projet est louable mais qu'il ne demeure pas sans risque, étant donné que :

- Cuba a proposé de fournir des lamantins à d'autres îles de la Caraïbe,
- l'évaluation du statut de la population l'île, est un préalable nécessaire,
- le prélèvement de plus de 15 animaux engendrerait des coûts considérables et pourrait mettre en péril la survie de la population,
- les relations génétiques entre les populations de la Caraïbe sont incertaines et l'existence d'une sous-espèce distincte de celle de la Guadeloupe n'est pas exclue,
- toutes les menaces potentielles doivent être contrôlées.

3 - Thématiques à aborder

Le lamantin ferait partie d'un des thèmes abordés, en guise d'exemple. Les questions de permettront d'évaluer la représentation culturelle et les connaissances scientifiques sur l'animal, l'opinion et l'intérêt porté à une éventuelle réintroduction. Il serait intéressant de savoir comment la population perçoit la biodiversité, l'écotourisme et le développement durable en lui demandant de choisir ou de fournir une définition. En effet, ces termes sont très souvent employés sans que leur signification vraiment connue.

4 - Modes de diffusion

Il est important de disposer d'une diversité de mode de diffusion afin de limiter le taux de non réponse, inhérent à tous types d'enquêtes. Le Parc National de Guadeloupe a récemment sollicité les services d'un institut de sondage guadeloupéen, Qualistat[®], afin d'évaluer son image.

a - Réunions

Lorsqu'une catégorie est regroupée dans un lieu précis elles donnent l'opportunité d'établir un premier contact et d'expliquer l'objectif de la démarche. Les questionnaires sont distribués et les personnes sondées peuvent demander des précisions.

b - Lieux

Certains lieux à vocation de sensibilisation (l'Aquarium), peuvent être propices à la réalisation des enquêtes. Les visiteurs seront prévenus à leur arrivée sur le site et pourront selon leur accord, être interrogés à la fin de leur visite.

c - Internet

C'est un moyen plus moderne bien qu'impersonnel (comme le téléphone), nécessitant une prise de contact préalable qui peut également être utilisé suite à une réunion d'information ou pour les enquêtes internes. Une liste de diffusion devra être définie au préalable.

5 - *Exploitation des données*

Le traitement des données peut être réalisé à l'aide de logiciels de statistiques adaptés aux questionnaires d'opinion (par exemple Sphinx[®]). A l'issue de l'interprétation des résultats, les lacunes pourront être identifiées afin de mieux définir les thèmes des programmes d'éducation.

D - ELABORATION DE PROGRAMMES D'EDUCATION ET D'INFORMATION

Un vieil adage naturaliste affirme que "*l'on ne protège bien que ce que l'on connaît bien*". Les explorateurs de l'époque coloniale pensaient à tort que les espèces découvertes étaient des ressources inépuisables. Le lamantin pourrait bien illustrer cet adage par sa disparition. Il est important que la population :

- comprenne en quoi elle peut être responsable de l'extinction d'une espèce pour mieux protéger celles avec lesquelles elle cohabite ;
- sache que de nombreuses espèces ont déjà disparu et que d'autres, encore inconnues disparaissent certainement dans l'ignorance totale ;
- prenne conscience que la perte des ressources, et donc de la diversité, influe sur la qualité et les conditions de vie.

1 - Biodiversité et pédagogie

La diversité des supports de communication devrait être exploitée et permettre d'élaborer un programme centré sur les richesses et les faiblesses du Grand Cul-de-Sac Marin. Le lamantin y a toute sa légitimité, même en tant qu'espèce disparue. En effet, il représente un symbole du passé de la baie et un personnage des légendes traditionnelles. Ce patrimoine culturel gagnerait à être valorisé.

a - Supports pédagogiques disponibles

Nous proposons une série non exhaustive de supports exploitables.

α Ouvrages thématiques

Le tableau suivant répertorie quelques ouvrages récents dont le thème central est le lamantin. Certains contes créoles faisant référence au lamantin peuvent également être consultés.

Tableau 16 : Quelques ouvrages thématiques disponibles en librairie

Titre	Auteur	Edition	Parution	Pages	Public	Prix (€) ⁽¹⁾
Bébé lamantin cherche sa maman	K. Weidner Zoehfeld et S. J. Petruccio	Archimede	03/1998	40 p	dès 7ans	11,40
La femme fleuve et le lamantin (Contes et légendes du Burkina)	B. G. Lacombe	L'Harmattan collection Légendes des mondes	09/2001	159 p	Adolescents, adultes	13,70
Le lamantin	L. A. Zbinden	L'âge d'Homme	02/1990	152 p	Adultes	11 prix éditeur
Maé et le lamantin	A. Godard	Albin Michel Jeunesse	05/2000	32 p	dès 3 ans	13,60
Maman Dlo	A. Godard	Albin Michel Jeunesse	01/2000	48 p	dès 6ans	13,60

⁽¹⁾ Prix maximum généralement constaté en France métropolitaine

β Supports audiovisuels

- DVD, documentaires,
- diaporamas,

χ Supports graphiques

- posters scientifiques, dépliants,
- **panneaux** d'informations, **cartes**, **photos**,
- internet,

δ Supports interactifs

- logiciels,
- CD-ROM,
- réunions, **expositions** itinérantes
- jeux éducatifs destinés non aux enfants mais également au grand public.

b - Actions en cours

Le parc a organisé un concours en partenariat avec le rectorat de Guadeloupe. "La Guadeloupe, une réserve de Biosphère, des espaces de vie." Ce concours concerne les collégiens ; il consiste à sensibiliser sur le rôle de la Réserve de Biosphère et à encourager les échanges au sein du réseau des réserves.

La mission Biodiversité du Parc National a également élaboré un plan d'action pédagogique destiné aux écoles primaires de la baie.

c - Propositions

Le site internet du Parc National semble destiné à un public adulte. La création de pages dédiées à la pédagogie contribuerait à sa dynamisation et à son attractivité.

Les campagnes de sensibilisation peuvent être élaborées à partir de thèmes suivants : "Biodiversité et santé" ou "Grand Cul-de-Sac Marin d'hier et d'aujourd'hui" afin de montrer que l'action intentionnelle ou non de l'Homme a provoqué des remaniements notables.

2 - Diffusion de l'information

a - Rôles des associations

Les associations naturalistes sont très engagées dans la conservation, en organisant des sorties de sensibilisation, en éditant des documents de vulgarisation ou en encadrant des formations. Les associations culturelles sont également concernées. En effet les festivités carnavalesques peuvent être des moyens d'expression efficaces. Ces dernières années de nombreux groupes se sont inspirés des problèmes de l'environnement ou ont remis en scène des symboles oubliés de la culture antillaise. A ce titre, le lamantin a récemment été représenté.

b - Rôle des médias

La diversité et l'influence des médias disponibles devraient autoriser une plus large communication sur les campagnes de sensibilisation et sur les résultats des études scientifiques, afin d'établir et d'entretenir une relation de confiance avec la population.

c - Formation et éducation

Le Parc National collabore à l'élaboration de projets scolaires avec les enseignants.

Des stages de formation demeurent le meilleur moyen d'acquérir des compétences et de réactualiser les connaissances, grâce aux différents supports pédagogiques précités. Ils concerneraient au moins les acteurs de la baie.

d - Lieux stratégiques

L'aquarium de la Guadeloupe assure depuis une vingtaine de nombreuses actions pédagogiques. La création de la Maison du Grand Cul-de-Sac Marin, de points de vue a déjà été proposée.

e - Ecotourisme : avantages, inconvénients

La demande croissante d'un tourisme respectueux de la nature est un signe encourageant. Cependant, le développement de l'écotourisme est un atout à double tranchant, s'il n'est pas correctement encadré.

Depuis 1998, le Parc National a mis en place, un label "Marque de confiance de Parc National" pour les prestataires touristiques qui respectent et préservent le patrimoine culturel et naturel (Parc National de la Guadeloupe, 2006).

Il est possible de susciter un comportement "écocitoyen", de solliciter et de responsabiliser le visiteur en lui demandant de s'affranchir d'une taxe symbolique, après avoir expliquer le but de la démarche. Le touriste d'abord motivé par la beauté et la préservation des lieux, sera soucieux de sa conservation en étant conscient de sa propre contribution.

La mise en œuvre des mesures proposées dans le plan de gestion et le programme d'aménagement montre des résultats encourageants ou optimistes. Le Parc National a récemment obtenu son adhésion à la charte européenne du tourisme durable dans les espaces protégés, récompense décernée par la Fédération des Parcs naturels et nationaux d'Europe (EUROPARC) (Parc National de la Guadeloupe, 2007).

E - DISCUSSION

L'importance de la diversité à plusieurs niveaux. Les programmes de sensibilisation et d'éducation requièrent un investissement conséquent ; ils résultent de nombreuses phases de dialogue et de concertation. Les résultats sont à prévoir à court voire plutôt à moyen terme, car il est souvent difficile d'abandonner des habitudes ancrées dans la société depuis des décennies. Par conséquent, il est primordial d'éduquer les plus jeunes générations afin qu'elles évoluent en respectant leur patrimoine et qu'elles participent à sa gestion.

Le lamantin a disparu des eaux guadeloupéennes depuis près d'un siècle et d'autres espèces risquent de subir la même destinée à cause des pressions anthropiques. Sa réintroduction ne doit pas être "prétextée" pour endiguer un problème de gestion de biodiversité. La résolution de tels problèmes a surtout un intérêt humain afin de rétablir des services écosystémiques en perte de vitesse. Il est dans l'intérêt de tous de protéger son propre milieu de vie.

CONCLUSION

L'étude de ce cas particulier nous a permis d'identifier clairement les enjeux et les principales contraintes inhérents aux projets de réintroductions. Ce sont des opérations échelonnées sur le long terme, dont la gestion implique une rigueur et une prudence extrêmes, sachant que les incertitudes ne sont pas négligeables et que les probabilités de succès sont minimes. Elles sollicitent des apports logistiques et financiers conséquents et ne bénéficient d'aucune légitimité sans programmes de sensibilisation et d'éducation adaptés.

La disparition du lamantin des Antilles en Guadeloupe témoigne à la fois :

- de l'érosion de la biodiversité, imputable aux pressions anthropiques croissantes,
- de la vulnérabilité des espèces en milieu insulaire.

Bien que son retour symbolise une revalorisation patrimoniale et un renforcement du statut de l'espèce à long terme par la recolonisation des Petites Antilles, un échec induirait des conséquences désastreuses. En effet, les prélèvements peuvent induire des répercussions préjudiciables à la population de lamantins de Cuba, avec laquelle aucune proximité génétique n'a été confirmée.

Le Grand Cul-de-Sac Marin bénéficie d'un statut de protection et de labels internationaux. Néanmoins, les activités agricoles, industrielles, le trafic maritime (et les perturbations environnementales) ont un impact significatif sur la qualité des eaux. La question du transfert de pollution du Petit Cul-de-Sac Marin vers le Grand Cul-de-Sac Marin demeure irrésolue.

Les contextes socioéconomique et politique étant par conséquent indissociables, cela génère des conflits d'intérêts. Il convient, dès lors, de privilégier une approche participative et pluridisciplinaire, propice à la concertation, aux dialogues entre les différents acteurs et aux coopérations entre divers secteurs. De plus, une telle entreprise repose sur l'information, l'adhésion et la collaboration de toute la population.

Compte tenu du contraste entre les priorités écologiques et les réalités socioéconomiques, la Guadeloupe ne semble pas préparée à assumer un tel projet. Néanmoins, une réappropriation culturelle contribuerait, en premier lieu, à éveiller une conscience écocitoyenne. Celle-ci pourrait s'inscrire dans un projet global de conservation des espèces menacées de l'île, en utilisant une espèce emblématique disparue comme preuve d'une biodiversité fragile.

Il est également essentiel d'évaluer précisément la perception de la population à l'égard des préoccupations environnementales, en ayant davantage recours aux enquêtes d'opinions. Ainsi, les campagnes de sensibilisation cibleront prioritairement les problèmes identifiés au sein des catégories sociales consultées.

Le Parc National de la Guadeloupe, gestionnaire de la réserve, peut élargir le réseau de communication grâce aux échanges locaux, régionaux, caribéens, nationaux et internationaux. Le label de Réserve de Biosphère atteste du potentiel et des atouts dont dispose l'archipel guadeloupéen pour assurer son développement durable. Toutefois, ce dernier repose sur une gestion raisonnée des ressources et implique un remaniement des modes d'exploitation, essentiel à la préservation des milieux.

Le Professeur responsable
de L'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Vu : Le Directeur
de L'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Le Président de la thèse

Pour le Directeur empêché

Le Directeur adjoint

Pr Gilles FOLLEDOISEAU

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 10 JAN. 2008 10 JAN. 2008

Pour Le Président de l'Université,
Le Président du Comité de Coordination
Des Etudes Médicales

Professeur F.N GILLY



BIBLIOGRAPHIE

ANONYME. 2005. Programme d'aménagement 2006-2011 du Parc National de la Guadeloupe. PNG.185 p.

ACKERMAN B. B., WRIGHT S. D., BONDE R. K., ODELL D. K. et BANOWETZ D. J. 1995. Trends and patterns in mortality of manatees in Florida, 1974-1992. O'SHEA T. J., ACKERMAN B.B. et PERCIVAL H.F., Eds., *Population biology of the Florida manatee*. National Biological Service Information and Technology Report 1.233-258.

ACKERMAN B. B., et al. 1999. Summary of manatee population status and proposed recovery criteria. USGS Biological Resources Division Florida Caribbean Science Center, Sirenia project, Gainesville, Floride.17 p.

ALLSOPP W. H. 1960. The manatee:ecology and use for weed control. *Nature*. **188**: 762.

AMES A. L. et VAN VLEET E. S. 1996. Organochlorine residues in the Florida Manates, *Trichechus manatus latirostris*. *Mar Poll Bull.* **32** (4): 374-377.

AMOUR K. 1993. Status of the West Indian manatee in Trinidad and Tobago. Ministry of Agriculture, Land and Marine Resources.15 p.

AXIS-ARROYO J., MORALES-VELA B., TORRUCO-GOMEZ T. et VEGA-CENDEJAS M. E. 1998. Variables asociadas con el uso del hábitat del manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), en Quintana Roo, México (Mammalia). *Rev Biol Trop.* **46** (3): 791-803.

BACHMAN K. C. et IRVINE A. B. 1979. Composition of milk from the Florida Manatee, *Trichechus manatus latirostris*. *Comp Biochem Physiol A.* **62** (4): 873-878.

BAKER J. M. 1983. Impacts of oil pollution on living resources. *Commission on Ecology Papers*. IUCN.48 p.

BALLET J. 1894. *La Guadeloupe : renseignements sur l'histoire, la flore, la faune, la géologie, la minéralogie, l'agriculture, le commerce, l'industrie, la législation, l'administration*. Imprimerie du Gouvernement, Basse-Terre.622 p.

BECK C. A., BONDE R. K. et RATHBUN G. B. 1982. Analyses of propeller wounds on manatees in Florida. *J Wildl Manage.* **46** (2): 532-535.

BECK C. A. et FORRESTER D. J. 1988. Helminths of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*, with a discussion and summary of the parasites of sirenians. *J Parasitol.* **74** (4): 628-637.

BECK C. A. et BARROS N. B. 1991. The impact of debris on the Florida manatee. *Mar Poll Bull.* **22** (10): 508-510.

BECK C. A. et REID J. P. 1995. An automated photo-identification catalog for studies of the life history of the Florida manatee. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology.120-134. .

BELITSKY D. W. et BELITSKY C. L. 1980. Distribution and abundance of manatees *Trichechus manatus* in the Dominican Republic. *Biol Conserv.* **17** (4): 313-319.

BENGTSON J. L. et MAGOR D. 1979. A survey of manatees in Belize. *J Mamm.* **60** (1): 230-232.

BENGTSON J. L. 1983. Estimating food consumption of free-ranging manatees in Florida. *J Wildl Manage.* **46** (4): 1186-1192.

BENGTSON J. L. et FITZGERALD S. M. 1985. Potential role of vocalizations in West Indian manatees. *J Mamm.* **66** (4): 816-819.

BOEVER W. J., THOEN C. O. et WALLACH J. D. 1976. *Mycobacterium chelonae* infection in a Natterer Manatee. *J Am Vet Med Assoc.* **169** (9): 927-929.

BOROBIA M. et LODI L. 1992. Recent observations and records of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in northeastern Brazil. *Biol Conserv.* **59** (1): 37-43.

BOSSART G. D., BADEN D. G., EWING R. Y., ROBERTS B. et WRIGHT S. D. 1998. Brevetoxicosis in manatees (*Trichechus manatus latirostris*) from the 1996 Epizootic : Gross, Histologic, and Immunohistochemical Features. *Toxicol Pathol.* **26** (2): 276-282.

BOSSART G. D. 1999. The Florida manatee: on the verge of extinction? *J Am Vet Med Assoc.* **214** (8): 1178-1183.

BOSSART G. D. 2001. Manatees. In: DIERAUF L.A. et GULLAND F. M. D., Eds., *CRC Handbook of marine mammal medicine*. CRC Press, Boca Raton. 939-960.

BOSSART G. D., et al. 2002. Viral papillomatosis in Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Exp Mol Pathol.* **72** (1): 37-48.

BOSSART G. D., MEISNER R. A., ROMMEL S. A., GHIM S. J. et JENSON A. B. 2002. Pathological features of the Florida manatee cold stress syndrome. *Aqua Mamm.* **29** (1): 9-17.

BOSSART G. D., et al. 2004. Pathologic findings in Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Aqua Mamm.* **30** (3): 434-440.

BOSSART G. D. 2006. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Oceanogr.* **19** (2): 134-137.

BOUCHON C. et LEMOINE S. 2003. Niveau de contamination par les pesticides des chaînes trophiques des milieux marins côtiers de la Guadeloupe et recherche de biomarqueurs de génotoxicité. Université des Antilles et de la Guyane. Direction Régionale de l'Environnement de la Guadeloupe. 70 p.

BOYD I. L., LOCKYER C. et MARSH H. D. 1999. Reproduction in marine mammals. In: REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A., Eds., *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 243- 256.

BOYLE C. et KHAN J. 1993. National report on the status of the West Indian manatee population in Trinidad and Tobago. Manatee Subcommittee, Trinidad and Tobago Field Naturalist Club. 7 p.

BRETON R. P. 1978. *Relation de l'île de la Guadeloupe. Relation Française : 1647*. Société d'Histoire de la Guadeloupe, Basse-Terre. 185 p.

BUCKINGHAM C. A. 1990. An evaluation of manatee distribution patterns in response to public use activities, Kings Bay, Crystal River, Florida. Florida Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, University of Florida, Gainesville. 49. p.

BUCKINGHAM C. A., LEFEBVRE L. W., SCHAEFER J. M. et KOCHMAN H. I. 1999. Manatee response to boating activity in a thermal refuge. *Wildlife Society Bulletin.* **27** (2): 514-522.

BUERGELT C. D. et BONDE R. K. 1983. Toxoplasmic meningoencephalitis in a

West Indian manatee. *J Am Vet Med Assoc.* **183** (11): 1294-1296.

BUERGELT C. D., BONDE R. K., BECK C. A. et O'SHEA T. J. 1984. Pathologic findings in manatees in Florida. *J Am Vet Med Assoc.* **185** (11): 1331-1334.

BUERGELT C. D., BONDE R. K., BECK C. A. et O'SHEA T. J. 1990. Myxomatous transformation of heart valves in Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *J Zoo Wildl Med.* **21** (2): 220-227.

BULLOCK T. H., O'SHEA T. J. et MCCLUNE M. C. 1982. Auditory evoked potentials in the West Indian manatee (Sirenia : *Trichechus manatus*). *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol.* **148** (4): 547-554.

CAMPBELL H. W. et GICCA D. 1978. Reseña preliminar del estado actual y distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en México. *Ser. Zool.* **49** (1): 257-264.

CARR T. 1994. The manates and dolphins of the Miskito Coast Reserve, Nicaragua. The Marine Mammal Commission, Washington D. C. 16 p.

CAYOL C. 2006. Le lamantin des Antilles : *Trichechus manatus manatus*. Etude bibliographique, identification des limites écologiques et sociales à sa réintroduction à la Martinique. *Thèse de doctorat vétérinaire*. Faculté de Médecine. Nantes. 145 p.

CERRATO C. A. 1993. Estado del manatí en Honduras. AMBIENTAL UNIDAD DE COORDINACIÓN, Ed. Programa ambiental del Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUD, Tegucigalpa. 13 p.

CHARNOCK-WILSON J. 1968. The manatee in British Honduras. *Oryx.* **9** (4): 293-294.

CHARNOCK-WILSON J. 1970. Manatees and crocodiles. *Oryx.* **17**: 236-238.

CHAUVAUD S. 1997. Cartographie par télédétection à haute résolution des biocénoses marines côtières de la Guadeloupe et de la Martinique. Estimation de la biomasse et de la production primaire des herbiers à *Thalassia testudinum*. Université de Bretagne Occidentale. 242 p.

CHAUVAUD S., BOUCHON C. et MANIERE R. 2001. Cartographie des biocénoses marines de Guadeloupe à partir de données SPOT (récifs coralliens, Phanérogames marines, mangroves). *Oceanol Acta.* **24 (Supplément)**: 3-16

COHEN J. L., TUCKER G. S. et ODELL D. K. 1982. The photoreceptors of the West Indian manatee. *J Morphol.* **173** (2): 197-202.

COLMENERO ROLON L. C. 1984. Nuevos registros del manatí *Trichechus manatus* en el sureste de México. *An Inst Biol Univ Nac Auton Mex, Ser Zool.* **54** (3): 243-254.

COLMENERO ROLON L. C. et HOZ ZAVALA E. 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *An Inst Biol Univ Nac Auton Mex, Ser Zool.* **56** (3): 955-1020.

COLMENERO ROLON L. C. et ZARATE B. E. 1990. Distribution, status and conservation of the West Indian manatee in Quintana Roo, México. *Biol Conserv.* **52** (1): 27-35.

COLMENERO ROLON L. C. 1991. Propuesta de un plan de recuperación para la población del manatí *Trichechus manatus* de México. *An Inst Biol Univ Nac Auton Mex, Ser Zool.* **62** (2): 203-218.

CONVERSE L. J., FERNANDES P. J., MCWILLIAMS P. S. et BOSSART G. D.

1994. Hematology, serum chemistry, and morphometric reference values for Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*). *J Zoo Wildl Med.* **25** (3): 423-431.

CORREA-VIANA M., O'SHEA T. J., LUDLOW M. E. et ROBINSON J. G. 1990. Distribución y abundancia del manatí, *Trichechus manatus* en Venezuela. *Biollania*. **7**: 101-123.

COSTA D. P. et WILLIAMS T. M. 1999. Marine mammals energetics. In: REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A., Eds., *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 176-217.

CRUZ-PALACIOS V. et VAN TUSSENBROEK B. I. 2005. Simulation of hurricane-like disturbances on a Caribbean seagrass bed. *J Exp Mar Biol Ecol.* **324**: 44-60.

DAILEY M. D., VOGELBEIN W. et FORRESTER D. J. 1988. *Moniligerum blairi* n. g., n. sp. and *Nudacotyle undicola* n. sp. (Trematoda : Digenea) from the West Indian manatee, *Trichechus manatus* L. *Syst Parasitol.* **11**: 159-163.

DE ROCHEFORT C. 1681. *Histoire naturelle et morale des îles des Antilles de l'Amérique : enrichie d'un grand nombre de belles figures en taille douce...Avec un vocabulaire caraïbe*. Rotterdam.583 p.

DE THOISY B., et al. 2003. Distribution, habitat, and conservation status of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in French Guiana. *Oryx*. **37** (4): 431-436.

DEKKER D. 1974. Transport of manatees. *Trichechus m. manatus*. In: *The trade and transport of animals*. 68-69.

DOMNING D. P. 1980. Feeding position preference in manatees (*Trichechus*). *J Mamm.* **61** (3): 544-547.

DOMNING D. P. 1981. Distribution and status of manatees *Trichechus* spp. near the mouth of the Amazon River, Brazil. *Biol Conserv.* **19** (2): 85-97.

DOMNING D. P. 1982. Evolution of manatees : a speculative history. *J Paleontol.* **56** (3): 599-619.

DOMNING D. P. et HAYEK L.-A. C. 1984. Horizontal tooth replacement in the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*). *Mammalia*. **48** (1): 105-127.

DOMNING D. P. et HAYEK L.-A. C. 1986. Interspecific and intraspecific morphological variation in manatees (Sirenia : *Trichechus*). *Mar Mamm Sci.* **2** (2): 87-144.

DOMNING D. P. et DE BUFFRÉNIL V. 1991. Hydrostasis in the Sirenia : quantitative data and functional interpretations. *Mar Mamm Sci.* **7** (4): 331-368.

DOMNING D. P. 1994. A phylogenetic analysis of the Sirenia. In: BERTA A. et DÉMÉRÉ T. A. *Contributions in marine mammal paleontology honoring Frank C. Whitmore, Jr.: Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 177-189.

DOMNING D. P. 1996. Evolution of the Sirenia and Desmostylia. In: BAZIN J. -M. et DE BUFFRÉNIL V. *Secondary adaptation of Tetrapods to life in water*. Poitiers. 151-168.

DOMNING D. P. 1999. Endangered species : The common denominator. In: TWISS JR. J. R. et REEVES R. R., Eds., *Conservation and management of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 332-341.

DOMNING D. P. 2000. The readaptation of Eocene sirenians to life in water. *Hist Biol.* **14**: 115-119.

DOMNING D. P. 2001. Sirenians, seagrasses, and Cenozoic ecological change in the Caribbean. *Palaeo.* **166**: 27-50.

DU TERTRE R. J. B. 1667. *Histoire générale des Antilles habitées par les français*. Fort-de-France.Caraïbes. 1973.506 p.

DUBEY J. P., et al. 2003. *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum*, *Sarcocystis neurona*, and *Sarcocystis canis*-like infections in marine mammals. *Vet Parasitol.* **116** (4): 275-296.

DUIGNAN P. J., et al. 1995. Morbillivirus infections in manatees *Mar Mamm Sci.* **11** (4): 441-451.

ESPINOZA-AVALOS J. 1996. Distribution of seagrasses in the Yucatan peninsula, Mexico. *Bull Mar Sci.* **59** (2): 449-454.

ESTRADA A. R. et FERRER L. T. 1987. Distribución del manatí antillano, *Trichechus manatus* (Mammalia : Sirenia), en Cuba. I. Región occidental. *Poyeana.* **354**: 1-12.

ETHERIDGE K., RATHBUN G. B., POWELL J. A. et KOCHMAN H. I. 1985. Consumption of aquatic plants by the West Indian manatee. *J Aquat Plant Manage.* **23**: 21-25.

ETIENNE M. 2006. La modélisation d'accompagnement : un outil de dialogue et de concertation dans les réserves de biosphère. BOUAMRANE M., Ed. *Biodiversité et acteurs : des itinéraires de concertation. Réserves de Biosphère - Notes techniques*. UNESCO, Paris.52-43.

FALCON-MATOS L., et al. 2003. Evidence of a shark attack on a West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto-Rico. *J Neotrop Mammal.* **10** (1): 161-166.

FLEWELLING L. J., et al. 2005. Brevetoxicosis: red tides and marine mammal mortalities. *Nature.* **435** (7043): 755-756.

FORRESTER D. J., WHITE F. H., WOODARD J. C. et THOMPSON N. P. 1975. Intussusception in a Florida manatee. *J Wildl Dis.* **11** (4): 566-8.

GALLO REYNOSO J. P. 1982. Notas sobre la distribucion del manati (*Trichechus manatus*) en las costas de Quintana Roo. *An Inst Biol Univ Nac Auton Mex, Ser Zool.* **53** (1): 443-448.

GARCIA-RODRIGUEZ A. I., et al. 1998. Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): how many populations and how many taxa? *Mol Ecol.* **7** (9): 1137-1149.

GARCIA-RODRIGUEZ A. I., MORAGA-AMADOR D., FARMERIE W., MCGUIRE P. et KING T. L. 2000. Isolation and characterization of microsatellite DNA markers in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) and their application in selected Sirenian species. *Mol Ecol.* **9** (12): 2161-2163.

GERSTEIN E. R. 1994. The manatee mind : discrimination training for sensory perception testing in West Indian manatees (*Trichechus manatus*). *Marine mammals : public display and research.* 10-21.

GERSTEIN E. R., GERSTEIN L., FORSYTHE S. E. et BLUE J. E. 1999. The underwater audiogram of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*). *J Acoust Soc Am.* **105** (6): 3575-3583.

- GERSTEIN E. R.** 2002. Manatees, bioacoustics and boats. *Am Sci.* **90**: 154-163.
- GORZELANY J. F.** 2004. Evaluation of boater compliance with manatee speed zones along the Gulf Coast of Florida. *Coastal Management.* **32**: 215-226.
- GRIEBEL U. et SCHMID A.** 1996. Color vision in the manatee (*Trichechus manatus*). *Vision Res.* **36** (17): 2747-2757.
- HAMMER A. S., KLAUSEN B., KNOLD S., DIETZ H. H. et DUTOIT S. J.** 2005. Malignant lymphoma in a West Indian manatee (*Trichechus manatus*). *J Wildl Dis.* **41** (4): 834-838.
- HARTMAN D. S.** 1979. Ecology and Behaviour of the Manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. *American Society of Mammalogists. Special Publication.* (5): 151 p.
- HERNANDEZ P., REYNOLDS J. E., III, MARSH H. et MARMONTEL M.** 1995. Age and seasonality in spermatogenesis of Florida manatees. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology. 84-97.
- HILL D. A. et REYNOLDS J. E., III.** 1989. Gross and microscopic anatomy of the kidney of the West Indian manatee, *Trichechus manatus* (Mammalia: Sirenia). *Acta Anat (Basel).* **135** (1): 53-56.
- HUSAR S. L.** 1978. *Trichechus manatus*. *Mammalian Species.* **93**: 1-5.
- IRVINE A. B., et al.** 1980. Clinic observations on captive and free-ranging West Indian manatee, *Trichechus manatus*, in Florida. *Aqua Mamm.* **8** (1): 2-10.
- IRVINE A. B.** 1983. Manatee metabolism and its influence on distribution in Florida. *Biol Conserv.* **25**: 315-334.
- JIMÉNEZ I. et ALTRICHTER CATEULA M.** 1998. Estado de conservación del manatí (*Trichechus manatus*) en la gran Reserva Biológica Indio Maíz, Nicaragua. Programa Regional en Manejo de la Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa-Rica. 1-11.
- JIMÉNEZ I.** 2002. Heavy poaching in prime habitat : the conservation status of the West Indian manatee in Nicaragua. *Oryx.* **36** (3): 272-278.
- JIMÉNEZ I.** 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biol Conserv.* **125** (4): 491-503.
- KETTEN D. R., ODELL D. K. et DOMNING D. P.** 1992. Structure, function and adaptation of the manatee ear. In: THOMAS J., Ed. *Marine mammal sensory systems*. Plenum Press, New York. 77-95.
- KING J. M. et HEINEN J. T.** 2004. An assessment of the behaviors of overwintering manatees as influenced by interactions with tourists at two sites in central Florida. *Biol Conserv.* **117** (3): 227-234.
- KOELSCH J. K.** 2001. Reproduction in female manatees observed in Sarasota Bay, Florida. *Mar Mamm Sci.* **17** (2): 331-342.
- LABAT R. J. B.** 1993. *Voyage aux îles : chronique aventureuse des Caraïbes 1693-1705*. Paris. 463 p.
- LANGTIMM C. A., O'SHEA T. J., PRADEL R. et BECK C. A.** 1998. Estimates of annual survival probabilities for adult Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Ecology.* **79** (3): 981-997.

LARTIGES A., BOUCHON C. et BOUCHON-NAVARO Y. 2002. Quel avenir pour le lamantin en Guadeloupe? DIREN Guadeloupe, Basse-Terre.96 p.

LARTIGES A., VERNANGEAL M. et BERRY G. 2004. Le lamantin et Manman Dlo dans la culture créole et dans l'histoire de la Guadeloupe. DIREN Guadeloupe, Basse-Terre.29 p.

LEFEBVRE L. W. et POWELL J. A. 1990. Manatee grazing impacts on seagrasses in Hobe Sound in Jupiter Sound in southeast Florida during the winter of 1988-89 *Final report to the Marine Mammal Commission in fulfillment of contract T66239152*. U. S. Marine Mammal Commission, Washington D. C.1-42.

LEFEBVRE L. W., ACKERMAN B. B., PORTIER K. M. et POLLOCK K. H. 1995. Aerial survey as a technique to estimating trends in manatee population size - Problems and prospects. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population biology of the Florida manatee (Trichechus manatus latirostris)*. U. S. Department of the Interior. National Biological Service. Information and Technology Report 1, Washington, D. C.63-74.

LEFEBVRE L. W., MARMONTEL M., REID J. P., RATHBUN G. B. et DOMNING D. P. 2001. Status and biogeography of the West Indian manatee. In: WOODS C. A. et SERGILE F. E., Eds., *Biogeography of the West Indies: Patterns and perspectives*. CRC Press. 425-474.

LOMOLINO M. V. 1977. The ecological role of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) in waterhyacinth-dominated ecosystems. *Master of Science*. University of Florida. Florida. 1-10.

LOMOLINO M. V. et EWEL K. C. 1984. Digestive efficiencies of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) *Biol Sci.* 3: 176-179.

LOWE M. T. 1997. Manatees - Living on the edge. In: *Proceedings of the North American Veterinary Conference*. Orlando, Florida. January 11-15, 665-666.

MACKAY-SIM A., DUVALL D. et GRAVES B. M. 1985. The West Indian manatee (*Trichechus manatus*) lacks a vomeronasal organ. *Brain Behav Evol.* 27 (2-4): 186-194.

MACLAREN J. P. 1967. Manatees as a naturalistic biological mosquito control method. *Mosquito News.* 27 (3): 387-393.

MALUF N. S. R. 1989. Renal anatomy of the manatee, *Trichechus manatus*, Linnaeus. *Am J Anat.* 184 (4): 269-286.

MARMONTEL M., ODELL D. K. et REYNOLDS J. E., III. 1992. Reproductive biology of South American manatees. In: HAMLETT W. C., Ed. *Reproductive biology of South American vertebrates*. Springer-Verlag. 295-312.

MARMONTEL M. 1995. Age and reproduction in female Florida manatees. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology.98-119.

MARMONTEL M., O'SHEA T. J., KOCHMAN H. I. et HUMPHREY S. R. 1996. Age determination in manatees using growth-layer-group counts in bone. *Mar Mamm Sci.* 12 (1): 54-88.

MARSH H. 1999. Comparison of the capability of dugongs and West Indian manatees to masticate seagrasses. *Mar Mamm Sci.* 15 (1): 250-255.

- MARSHALL C. D., HUTH G. D., EDMONDS V. M., HALIN D. L. et REEP R. L.** 1998. Prehensile use of perioral bristles during feeding and associated behaviors of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Mar Mamm Sci.* **14** (2): 274-289.
- MCKILLOP H. I.** 1985. Prehistoric exploitation of the manatee in the Maya and circum-Caribbean areas. *World Archeol.* **16** (3): 337-353.
- MEDWAY W., RATHBURN G. B. et BLACK D. J.** 1982. Hematology of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). *Vet Clin Pathol.* **11** (2): 5-11.
- MÈGE S. et ANSELME M.** 1997. Plan de gestion de la Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin, Guadeloupe. 222 p.
- MÈGE S. et DELLOUE X.** 2007. Bilan des suivis des herbiers de Phanérogames marines du Grand Cul-de-Sac Marin. PNG, Baie-Mahault. 52 p.
- MIGNUCCI-GIANNONI A. A.** 1998. Marine mammal captivity in the northeastern Caribbean, with notes on the rehabilitation of stranded whales, dolphins, and manatees. *Caribb J Sci.* **34** (3-4): 191-203.
- MIGNUCCI-GIANNONI A. A.** 1998. The diet of the manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto-Rico. *Mar Mamm Sci.* **14** (2): 394-397.
- MIGNUCCI-GIANNONI A. A., et al.** 1999. Helminths from a stranded manatee in the Dominican Republic. *Vet Parasitol.* **81** (1): 69-71.
- MIGNUCCI-GIANNONI A. A., BECK C. A., MONTROYA-OSPINA R. A. et WILLIAMS E. H., JR.** 1999. Parasites and commensals of the West Indian manatee from Puerto Rico. *J Helminthol Soc Wash.* **66** (11): 67-69.
- MIGNUCCI-GIANNONI A. A., et al.** 2000. Manatee mortality in Puerto Rico. *Environ Manage.* **25** (2): 189-198.
- MONTGOMERY G. G., GALE N. B. et MURDOCH W. P.** 1982. Have manatee entered the Eastern Pacific Ocean ? *Mammalia.* **46** (2): 257-258.
- MORALES P., MADIN S. H. et HUNTER A.** 1985. Systemic *Mycobacterium marinum* infection in an Amazon manatee. *J Am Vet Med Assoc.* **187** (11): 1230-1231.
- MORALES-VELA B. et OLIVERA-GOMEZ L. D.** 1992. *De sirenas a manatíes*. Centro de Investigación de Quintana Roo (CIQRO), México. 32 p.
- MORALES-VELA B. et OLIVERA-GOMEZ L. D.** 1994. Distribución espacial y estimación poblacional de los manatíes en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. *Rev Inv Cient.* **2** (numero especial): 27-34.
- MORALES-VELA B. et OLIVERA-GOMEZ L. D.** 1997. Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México. *Ser. Zool.* **68** (1): 153-164.
- MORALES-VELA B., OLIVERA-GOMEZ D., REYNOLDS J. E., III et RATHBURN G. B.** 2000. Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biol Conserv.* **95** (1): 67-75.
- MORALES-VELA B., PADILLA SALDIVAR J. A. et SANVICENTE LOPEZ M.** 2002. Mortandad de manatíes en la bahía de Chetumal y riesgos actuales. ROSADO-MAY F. J., ROMERO MAYO R. et DE JESUS NAVARRETE A., Eds., *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la bahía de Chetumal y su área de influencia*. Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México. 67-72 p.

MORALES-VELA B., PADILLA SALDIVAR J. A. et MIGNUCCI-GIANNONI A. A. 2003. Status of the manatee (*Trichechus manatus*) along the northern and western coasts of the Yucatán Peninsula, México. *Caribb J Sci.* **39** (1): 42-49.

MOU SUE L. L., CHEN D. H., BONDE R. K. et O'SHEA T. J. 1990. Distribution and status of manatees (*Trichechus manatus*) in Panama. *Mar Mamm Sci.* **6** (3): 234-241.

MURPHY D. 2003. Sirenia. In: FOWLER M.E. et MILLER E., Eds., *Zoo and Wild Animal Medicine*. Saunders Philadelphia. 476-482.

NEWMAN L. A. et ROBINSON P. R. 2006. The visual pigments of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*). *Vision Res.* **46** (20): 3326-3330.

NOWACEK S. M., et al. 2004. Florida manatees, *Trichechus manatus latirostris*, respond to approaching vessels. *Biol Conserv.* **119** (4): 517-523.

ODELL D. K., REYNOLDS J. E., III et WAUGH G. 1978. New records of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) from the Bahama Islands. *Biol Conserv.* **14** (4): 289-293.

ODELL K. D., BOSSART G. D., LOWE M. T. et HOPKINS T. D. 1995. Reproduction of the west indian manatee in captivity. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology. 192-193.

OLIVERA-GOMEZ L. D. 2002. Asociacion entre características del habitat y la distribucion y abundancia del antillano manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el norte de la bahia de Chetumal. ROSADO-MAY F. J., ROMERO MAYO R. et DE JESUS NAVARRETE A., Eds., *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la bahía de Chetumal y su área de influencia*. Universidad de Mexico, Chetumal, Quintana Roo, Mexico. 61-66.

OLIVERA-GOMEZ L. D. et MELLINK E. 2005. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, Mexico. *Biol Conserv.* **121** (1): 127-133.

ORTIZ R. M., WORTHY G. A. J. et BYERS F. M. 1999. Estimation of water turnover rates of captive West Indian manatees (*Trichechus manatus*) held in fresh and salt water. *J Exp Biol.* **202** (Pt 1): 33-38.

ORTIZ R. M., MACKENZIE D. S. et WORTHY G. A. J. 2000. Thyroid hormone concentrations in captive and free-ranging West Indian manatees (*Trichechus manatus*). *J Exp Biol.* **203**: 3631-3637.

ORTIZ R. M. 2001. Osmoregulation in marine mammals. *J Exp Biol.* **204**: 1831-1844.

O'SHEA T. J., MOORE J. F. et KOCHMAN H. I. 1984. Contaminant concentrations in manatees in Florida. *J Wildl Manage.* **48** (3): 741-748.

O'SHEA T. J. et RATHBUN G. B. 1985. Tolerance of West Indian manatees to capture and handling. *Biol Conserv.* **33** (4): 335-349.

O'SHEA T. J., BECK C. A., BONDE R. K., KOCHMAN H. I. et ODELL D. K. 1985. An analysis of manatee mortality patterns in Florida, 1976-81. *J Wildl Manage.* **49** (1): 1-11.

O'SHEA T. J. 1986. Mast foraging by West Indian manatees (*Trichechus manatus*). *J Mamm.* **67** (1): 183-185.

O'SHEA T. J., CORREA-VIANA M., LUDLOW M. E. et ROBINSON J. G. 1988. Distribution, status and traditional significance of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in Venezuela. *Biol Conserv.* **46** (4): 281-301.

O'SHEA T. J. et SALISBURY C. A. 1991. Belize - a last stronghold for manatees in the Caribbean. *Oryx.* **25** (3): 156-163.

O'SHEA T. J. 1994. Manatees. *Sci Am.* **271** (1): 66-72.

O'SHEA T. J. et ACKERMAN B. B. 1995. Population biology of the Florida manatee: an overview. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population biology of the Florida manatee (Trichechus manatus latirostris)*. U. S. Department of the Interior. National Biological Service. Information and Technology Report 1.280-288.

O'SHEA T. J. et HARTLEY W. C. 1995. Reproduction and early-age survival of manatees at Blue Spring, Upper St. Johns River, Florida. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. U. S. Department of the Interior. National Biological Service. Information and Technology. Report 1.157-170.

O'SHEA T. J. et LANGTIMM C. A. 1995. Estimation of survival of adult Florida manatees in the Crystal River, at Blue Spring, and on the Atlantic Coast. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. U. S. Department of the Interior. National Biological Service. Information and Technology. Report 1.194-222.

PABST D. A., ROMMEL S. A. et MCLELLAN W. A. 1999. The functional morphology of marine mammals. In: REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A., Eds., *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 15-72.

PACKARD J. M. 1984. Impact of manatees *Trichechus manatus* on seagrass communities in eastern Florida *Acta Zool Fennica.* **172**: 21-22.

PETIT G. 1955. Ordre des Siréniens. In: *Traité de Zoologie*. Paris. 918-1001.

PHILLIPS R., NIEZRECKI C. et BEUSSE D. O. 2004. Determination of West Indian manatee vocalization levels and rate. *J Acoust Soc Am.* **115** (1): 422-428.

PNUE. 1995. Plan de gestion régional pour le Lamantin Antillais *Trichechus manatus*. *Rapport Technique du PEC.* . PNUE, Kingston, Jamaïque. 61 p.

POWELL J. A. 1978. Evidence of carnivory in manatees (*Trichechus manatus*). *J Mamm.* **59** (2): 442.

POWELL J. A., BELITSKY D. W. et RATHBUN G. B. 1981. Status of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. *J Mamm.* **62** (3): 642-646.

POWELL J. A. et RATHBUN G. B. 1984. Distribution and abundance of manatees along the northern coast of the Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Sci.* **7** (1): 1-28.

PROVANCHA J. A. et HALL C. R. 1991. Observations of associations between seagrass beds and manatees in East Central Florida. *Fla Sci.* **54** (2): 87-98.

QUINTANA-RIZZO E. et REYNOLDS J. E., III. 2007. Regional management plan for the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). *Caribbean Environment Programme*. United Nations Environment Programme. 178 p.

QUIRING D. P. et HARLAN C. F. 1953. On the anatomy of the manatee. *J Mamm.*

34 (2): 192-203.

RALPH C. L., YOUNG S., GETTINGER R. et O'SHEA T. J. 1985. Does the manatee have a pineal body? *Acta Zool.* **66**: 55-60.

RATHBUN G. B., WOODS C. A. et OTTENWALDER J. A. 1982. The manatee in Haiti. *Oryx*. **19** (4): 234-236.

RATHBUN G. B., POWELL J. A. et CRUZ G. 1983. Status of the West Indian Manatee in Honduras. *Biol Conserv.* **26** (4): 301-308.

RATHBUN G. B., REID J. P., BONDE R. K. et POWELL J. A. 1995. Reproduction in free-ranging Florida manatees. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population biology of the Florida manatee*. National Biological Service. Information and Technology Report 1.135-156.

RAY C. E. 1960. The manatee in the Lesser Antilles. *J Mamm.* **41** (3): 412-413.

REEP R. L. et O'SHEA T. J. 1990. Regional brain morphometry and lissencephaly in the Sirenia. *Brain Behav Evol.* **35** (4): 185-94.

REEP R. L., MARSHALL C. D., STOLL M. L. et WHITAKER D. M. 1998. Distribution and innervation of facial bristles and hairs in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Mar Mamm Sci.* **14** (2): 257-273.

REEP R. L., STOLL M. L., MARSHALL C. D., HOMER B. L. et SAMUELSON D. A. 2001. Microanatomy of facial vibrissae in the Florida manatee: the basis for specialized sensory function and oripulation. *Brain Behav Evol.* **58** (1): 1-14.

REEP R. L., MARSHALL C. D. et STOLL M. L. 2002. Tactile hairs on the postcranial body in Florida manatees : a Mammalian lateral line? *Brain Behav Evol.* **59**: 141-154.

REID J. P., BONDE R. K. et O'SHEA T. J. 1995. Reproduction and mortality of radio-tagged and recognizable manatees on the Atlantic Coast of Florida. O'SHEA T. J., ACKERMAN B. B. et PERCIVAL H. F., Eds., *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology.171-191.

REYNOLDS J. E., III 1981. Behaviour patterns in the West Indian manatee, with emphasis on feeding and diving. *Fla Sci.* **44** (4): 233-242.

REYNOLDS J. E., III. 1981. Aspects of the social behaviour and herd structure of a semi-isolated colony of West Indian manatees, *Trichechus manatus*. *Mammalia*. **45** (4): 431-451.

REYNOLDS J. E., III et KRAUSE W. J. 1982. A note on the duodenum of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*), with emphasis on the duodenal glands. *Acta Anat (Basel)*. **114** (1): 33-40.

REYNOLDS J. E., III et FERGUSON J. C. 1984. Implications of the presence of manatees (*Trichechus manatus*) near the dry Tortugas Islands. *Fla Sci.* **4** (3): 187- 188.

REYNOLDS J. E., III et ODELL D. K. 1991. *Manatees and Dugongs: Facts on file*. New York.192. p.

REYNOLDS J. E., III, SZELISTOWSKI W. A. et LEON M. A. 1995. Status and conservation of manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Costa Rica. *Biol Conserv.* **71** (2): 193-196.

REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A. 1996. Structure and function of the gastrointestinal tract of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*. *Anat Rec.* **245** (3): 539-558.

REYNOLDS J. E., III. 1999. Efforts to conserve the manatees. In: TWISS JR. J. R. et REEVES R. R., Eds., *Conservation and management of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 267-296.

REYNOLDS J. E., III, ODELL D. K. et ROMMEL S. A. 1999. Marine mammals of the world. In: REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A., Eds., *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 1-14.

ROJAS MINGÜER A. et MORALES-VELA B. 2002. Metales en hueso y sangre de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. ROSADO-MAY F. J., ROMERO MAYO R. et DE JESUS NAVARRETE A., Eds., *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la bahía de Chetumal y su área de influencia*. Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México. 133-142.

ROMMEL S. A. et REYNOLDS J. E., III. 2000. Diaphragm structure and function in the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Anat Rec.* **259** (1): 41-51.

ROMMEL S. A. et CAPLAN H. 2003. Vascular adaptations for heat conservation in the tail of Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *J Anat.* **202** (4): 343-353.

S.I.E.E. 1999. Synthèse de la qualité des eaux et des milieux aquatiques de la Guadeloupe. DIREN, Basse-Terre. 144 p.

SAINT-AUBIN D. J. et LOUNSBURY V. 1990. Oil effects on manatees : evaluating the risks. In: GERACI J. R. et SAINT-AUBIN D. J., Eds., *Sea mammals and oil*. Academic Press, San Diego, California. 241-251.

SARRAZIN F. et BARBAULT R. 1996. Reintroduction : challenges and lessons for basic ecology. *Tree*. **11**: 474 - 478.

SATO T., SHIBUYA H., OHBA S., NOJIRI T. et SHIRAI W. 2003. Mycobacteriosis in two captive Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *J Zoo Wildl Med.* **34** (2): 184-188.

SCHAD R. C., MONTGOMERY G. G. et CHANCELLOR D. 1981. La distribución y frecuencia del manatí en el Lago Gatun y en el canal de Panamá. *Conciencia*. **3** (2): 1-4.

SHACKLEY M. 1992. Manatees and tourism in Southern Florida: opportunity or threat ? *J Environ Manag.* **34** (4): 257-265

SMETHURST D. et NIETSCHMANN B. 1999. The distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the coastal waterways of Tortuguero, Costa Rica. *Biol Conserv.* **89** (3): 267-274.

TABUCHI K., MUKU T. et SATOMICHI T. 1974. A dermatosis in manatee (*Trichechus manatus*): mycological report of a case. *Bull Azabu Vet Coll.* **28** (2): 127-131.

U.I.C.N. 1998. Lignes directrices de l'UICN relatives aux réintroductions. Préparées par le groupe de spécialistes de la réintroduction de la Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. 20 p.

U.I.C.N. 2001. Catégories et critères de l'U.I.C.N. pour la Liste Rouge: Version 3.1. L'U.I.C.N. COMMISSION DE LA SAUVEGARDE DES ESPÈCES DE, Ed. U.I.C.N., Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. 32 p.

UPTON S. J., ODELL D. K., BOSSART G. D. et WALSH M. T. 1989. Description of the oocysts of two new species of *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from the Florida manatee, *Trichechus manatus* (Sirenia: Trichechidae). *J Protozool.* **36** (1): 87-90.

VIANNA J. A., et al. 2005. Phylogeography, phylogeny and hybridization in trichechid sirenians: implications for manatee conservation. *Mol Ecol.* **15** (2): 433-447.

WALSH M. T., BOSSART G. D., YOUNG W. G., JR. et ROSE P. M. 1987. Omphalitis and peritonitis in a young West Indian manatee (*Trichechus manatus*). *J Wildl Dis.* **23** (4): 702-704.

WALSH M. T. et BOSSART G. D. 1999. Manatee Medicine. In: FOWLER M.E. et MILLER E., Eds., *Zoo and Wild Animal Medicine. Current therapy*. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 507-517.

WARICHI. 2003. Les fondements. Tome 1. *Sucre et mangrove, Beautiran un port intérieur guadeloupéen*. Conseil Général de la Guadeloupe. 115 p.

WARTZOK D. et KETTEN D. R. 1999. Marine mammals sensory systems. In: REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A., Eds., *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 117-175.

WATSON A. G. et BONDE R. K. 1986. Congenital malformations of the flipper in three West Indian manatees, *Trichechus manatus*, and a proposed mechanism for development of ectrodactyly and cleft hand in mammals. *Clin Orthop Relat Res.* **202**: 294-301.

WELLS R. S., BONESS D. J. et RATHBUN G. B. 1999. Behavior. In: REYNOLDS J. E., III et ROMMEL S. A., Eds., *Biology of marine mammals*. Smithsonian Institution Press. 324-422.

WILLIAMS E. H., JR., et al. 2003. Echeneid-sirenian associations, with information on sharksucker diet. *J Fish Biol.* **Pre-publication draft**.

ANNEXES

Annexe I: Classification des Siréniens Phylum Chordata

Subphylum *Vertebrata*

Classe *Mammalia*

Ordre *Sirenia*

Famille *Trichechidae*

Genre et espèces *Trichechus manatus* (Linnaeus 1758)

Trichechus inunguis (Natterer 1883)

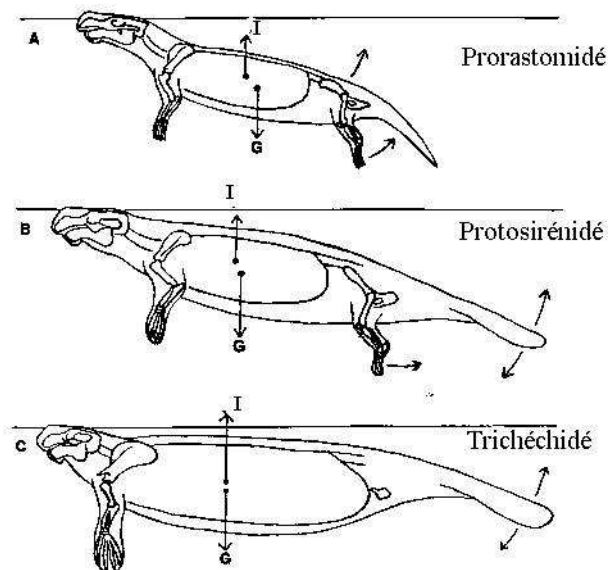
Trichechus senegalensis (Link 1795)

Famille *Dugongidae*

Genre et espèces *Dugong dugon* (Müller 1776)

Hydrodamalis gigas (Zimmermann 1780)

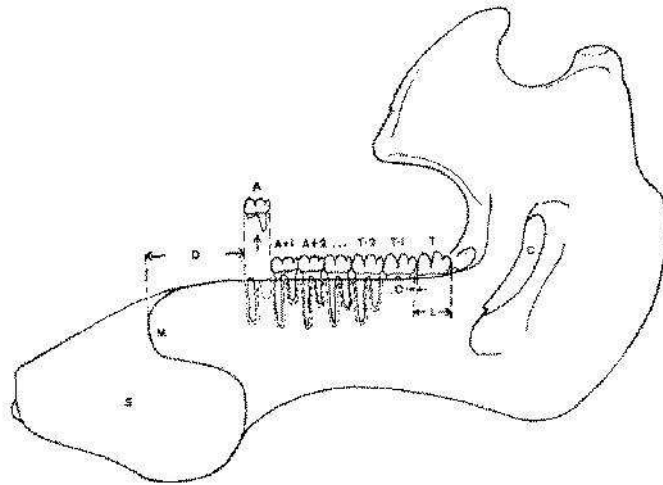
Annexe II : Réadaptation des Siréniens de l'Eocène à la vie aquatique d'après Domning (2000)



I : centre d'inertie / G : centre de gravité

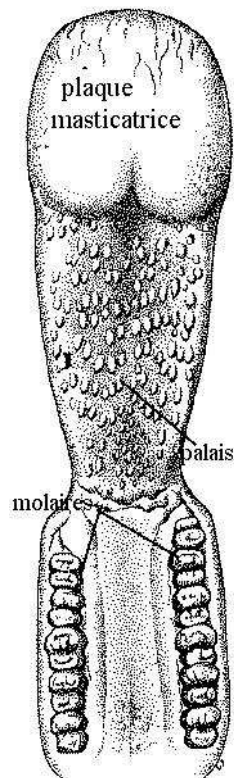
Annexe III ; Cavité buccale du lamantin

A - Remplacement des dents du lamantin d'après Domning et Hayek (1984)

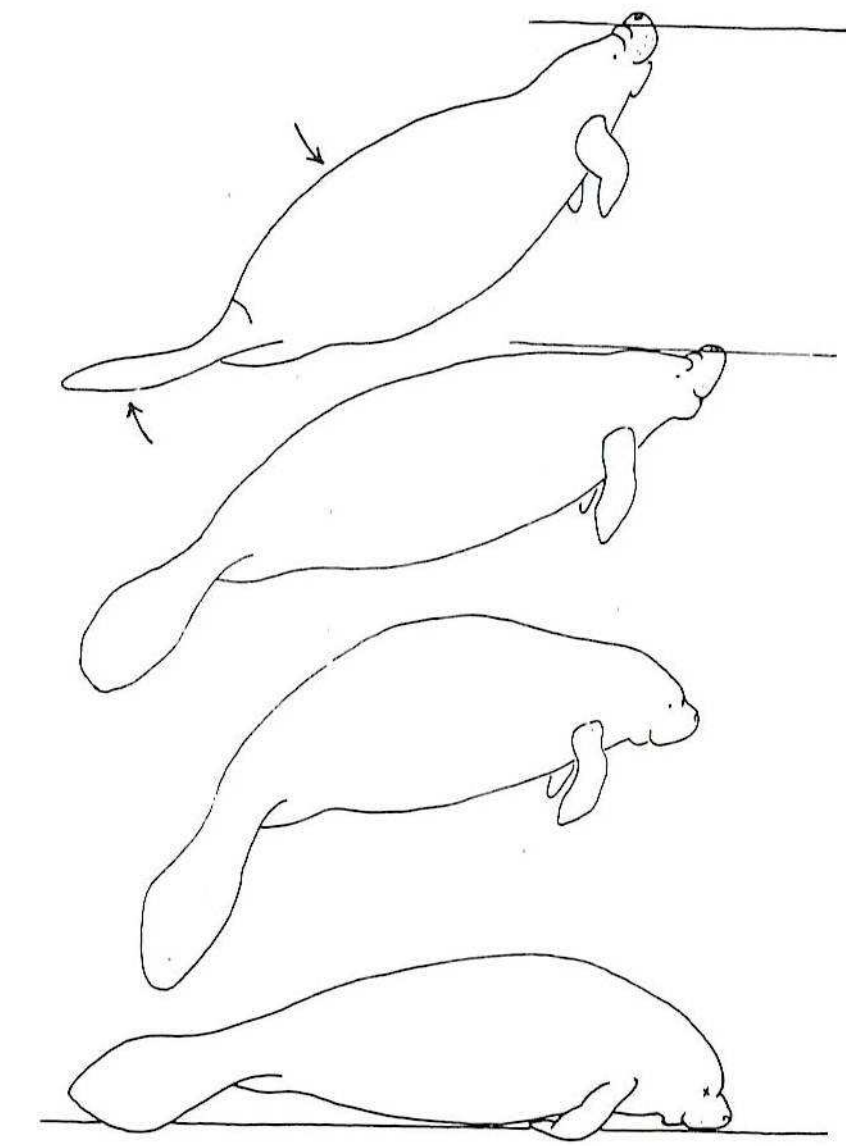


Vue médiale de la mandibule de *Trichechus inunguis*

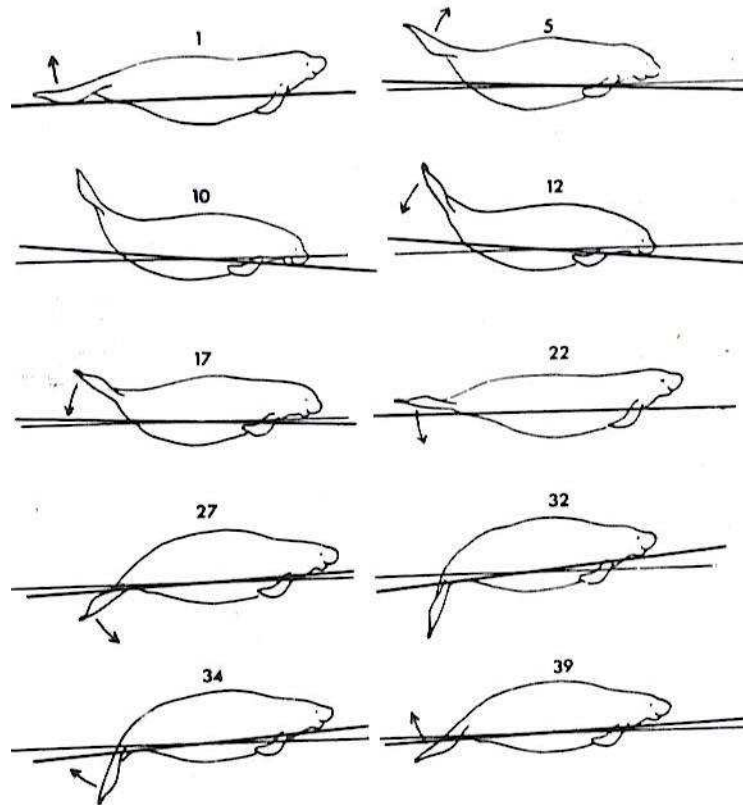
B - Cavité buccale supérieure de la plaque masticatrice, des molaires et du palais, d'après Marsh (1999).



Annexe IV : Remontée à la surface à partir d'une position de repos

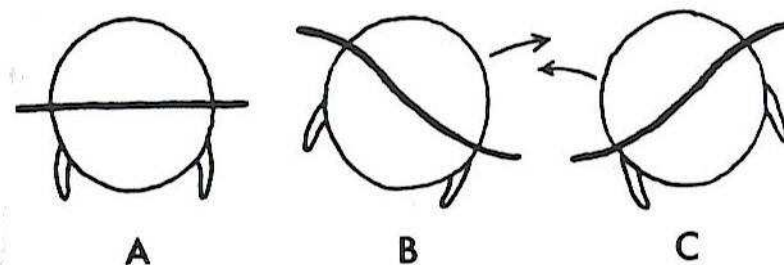


Annexe V : Locomotion chez le lamantin, d'après Hartman (1979)



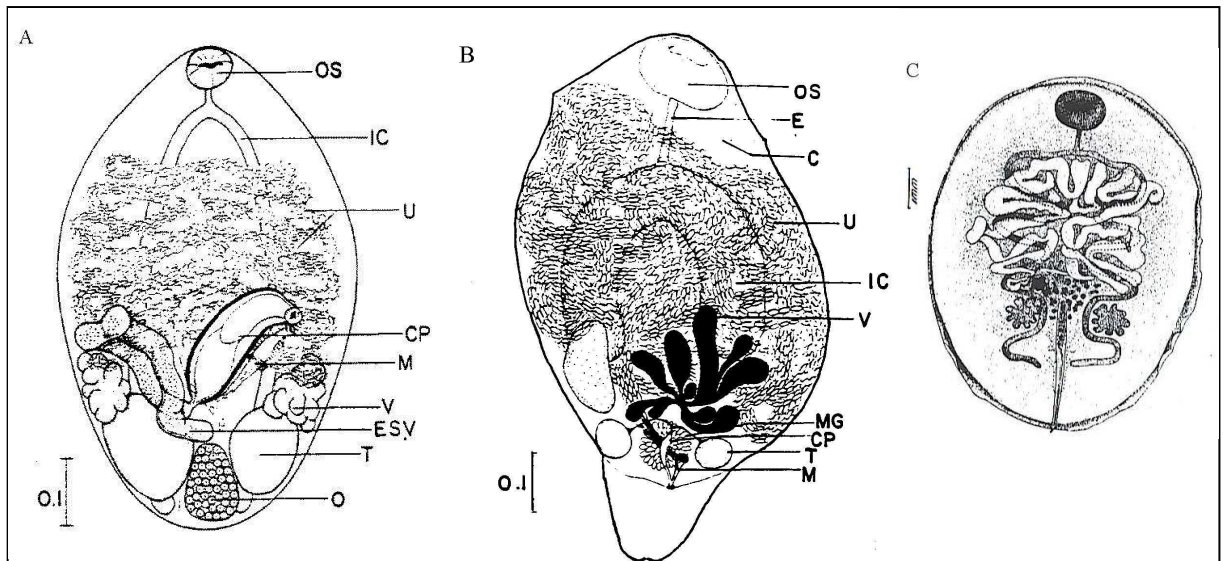
Représentation d'une ondulation complète de lamantin à partir d'une séquence filmée. Les flèches indiquent la direction de la queue. La ligne est gras passe par le plan de gravité et décrit une légère inclinaison par rapport au plan horizontal.

Annexe VI : Rôle de gouvernail de la queue, d'après Hartman (1979)



Vue postérieure du lamantin à partir d'une position de départ (A) ; pour tourner à droite (B), puis à gauche (C)

Annexe VII : Quelques endoparasites du lamantin des Antilles, d'après Dailey (1988)



Parasite A : *Nudacotyle undicola*

Parasite B : *Moniligerum blairi*

Parasite C : *Opisthotrema cochleotrema*

Abréviations : AU = utérus ascendant, C = col, CP = poche cireuse, DU = utérus descendant, E = œsophage, ESV = vésicule séminale externe, IC = caecum intestinal, ISV = vésicule séminale interne, LC = canal de Laurer, M = métraterme, MG = glande Melhis, MS = sphincter musculueux, O = ovaire, OD = oviducte, OS = ouverture de la cavité buccale, T = testicule, U = utérus, V = vitellus, VD = canal vitellin,

Annexe VIII : Etalement des lâchers préconisé par Lartiges et al. (2002)

Année 0

- Organisation d'un séminaire sur le lamantin,
- Structuration du projet et définition des modalités de fonctionnement,
- Affinage des modalités techniques de l'opération,
- Réalisation des démarches administratives et programmation budgétaire,
- Recherche et recrutement des ressources humaines.

Année 1

- Formation des personnels aux problèmes spécifiques du lamantin,
- Organisation de l'information et début de réalisation,
- Construction d'un centre permanent d'information,
- Construction d'un centre de soins,
- Construction d'un parc de semi-captivité,
- Préparation du lâcher (phase 1),
- Réalisation du lâcher fin octobre : 2 femelles, 1 mâle,
- Organisation et réalisation du suivi des lamantins.

Année 2

- Poursuite de l'information,
- Poursuite du suivi,
- Etablissement en Juin d'un premier bilan,
- Aménagement des activités en cours en fonction des conclusions du bilan,
- Préparation du lâcher (phase 2),
- Réalisation du lâcher fin octobre (2 femelles, 1 mâle)

Année 3

- Poursuite de l'information,
- Poursuite du suivi,
- Etablissement en Juin du bilan N° 2,
- Aménagement des activités en cours en fonction des conclusions du bilan,
- Préparation du lâcher (phase 3),
- Réalisation du lâcher fin octobre (Nombre d'animaux lâchés à déterminer suivant les résultats obtenus précédemment – en principe 3 femelles et 1 mâle)

Année 4

- Poursuite de l'information,
- Poursuite du suivi,
- Etablissement en Juin du bilan N° 3,
- Aménagement des activités en cours en fonction des conclusions du bilan,
- Si nécessaire, préparation d'un nouveau lâcher (phase 4),
- Réalisation du lâcher fin octobre (Nombre d'animaux lâchés à déterminer suivant les résultats obtenus)

Année 5

- Poursuite de l'information,
- Poursuite du suivi,
- Etablissement d'un bilan global.

Si le bilan est positif, détermination d'un programme d'activités à long terme pour le suivi des lamantins et l'information du public. Restructuration du projet pour mener ce programme d'activités régulières.

Si le bilan est mitigé ou négatif, réexamen de l'opération avec décision de poursuivre le projet en l'aménageant si nécessaire ou bien de l'arrêter.

Annexe IX: Bilan prévisionnel d'après Lartiges et al. (2002)

Investissements

Lamantins :	372 000 Euros
Equipement pour le suivi des lamantins :	200 000 Euros
Infrastructures (centre de soins, centre d'information, bureaux) :	800 000 Euros
Information : Matériel – Equipement du centre -Séminaire :	260 100 Euros
Bateau :	30 000 Euros
Parc automobile :	78 000 Euros
Matériel de bureau :	35 000 Euros
Total	1 775 100 Euros

Fonctionnement

Année N ₀	
Main d'œuvre permanente :	64 600 Euros
Main d'œuvre temporaire :	58 600 Euros
Entretien des installations :	5 000 Euros
Entretien du matériel :	2 000 Euros
Total :	130 200 Euros

Année N ₁	
Main d'œuvre permanente :	385 000 Euros
Main d'œuvre temporaire :	59 800 Euros
Suivi des lamantins :	12 600 Euros
Entretien des installations :	16 000 Euros
Entretien du matériel :	15 700 Euros
Total :	489 100 Euros

Année N ₂	
Main d'œuvre permanente :	437 500 Euros
Main d'œuvre temporaire :	61 000 Euros
Suivi des lamantins :	25 200 Euros
Entretien des installations :	16 000 Euros
Entretien du matériel :	15 700 Euros
Total :	555 400 Euros

Année N ₃	
Main d'œuvre permanente :	446 200 Euros
Main d'œuvre temporaire :	62 300 Euros
Suivi des lamantins :	40 800 Euros
Entretien des installations :	16 000 Euros
Entretien du matériel :	15 700 Euros
Total :	581 000 Euros

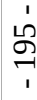
Année N ₄	
Main d'œuvre permanente :	455 700 Euros
Main d'œuvre temporaire :	63 600 Euros
Suivi des lamantins :	53 400 Euros
Entretien des installations :	16 000 Euros
Entretien du matériel :	15 700 Euros
Total :	604 400 Euros

Année N ₅	
Main d'œuvre permanente :	458 600 Euros
Main d'œuvre temporaire :	64 900 Euros
Suivi des lamantins :	66 000 Euros
Entretien des installations :	16 000 Euros
Entretien du matériel :	15 700 Euros
Total :	621 200 Euros

DIRECTION RÉGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
 QUÉBEC

CAREX
ENVIRONNEMENT

ÉCOLOGIE DURABLE • ÉCONOMIE D'ÉNERGIE • ÉCONOMIE D'EAU



Annexe XI : Caractéristiques des communes du système Grand Cul-de-Sac Marin

Communes		Pop 1990	Pop 1999	Nb équivalent habitant	Activités	Enseignement		Nombres étudiants lycées collèges
TERRITOIRES DE LA RESERVE NATURELLE	Sainte- Rose	14077	17639	3000	Canne à sucre (distilleries 2) et bétail et pêche	Primaires : 17 Collèges : 1 Lycées : 1		2012
	Lamentin	11429	13528	3000	Canne à sucre, bétail et pêche	Primaires : 10 Collèges : 1 Lycées : 1		1998
	Abymes	62809	63290	100000*	Canne à sucre, tubercules	Primaires: 43 Collèges: 4 Lycées : 5		9473
	Morne- A-l'Eau	16058	17239	3000	Canne à sucre, tubercules et pêche	Primaires: 14 Collèges : 1 Lycées : 2		2962
TERRITOIRES INFLUENÇANT LA RESERVE NATURELLE	Baie- Mahault	15788	23838	3000	Urbanisation, industrie , (canne à sucre) et pêche	Primaires : 14 Collèges : 2 Lycées : 3		2870
	Pointe-à- Pitre	26083	21080	100000*	Industrie, maritime	Primaires : 22 Collèges : 4 Lycées : 3		3750
	Petit- Canal	6594	7783		Canne à sucre, bétail BV et pêche	Primaires : 6 Collèges : 1 Lycées : 0		511
	Port- Louis	5653	5615	3000	Canne à sucre et pêche	Primaires : 4 Collèges: 1		324
TOTAL	8	158491	170012	115000		P : 130 C : 15 L : 15	160	23900

Equivalent habitant (cf. décharge)

D'après les données de Mège et Anselme (1997), de l'Académie d Guadeloupe (2007)

Annexe XII : Feasibility Study

Manatees disappeared from Guadeloupe a century ago. Habitat is still available but direct and indirect threats remain.

WHAT ARE THE MAIN STAKES OF THIS REINTRODUCTION?

This operation is among the objectives of the Grand Cul-de-sac Marin reserve.

First, there is an ecological stake. Indeed, biodiversity will be enhanced and consolidation of the status of manatees will occur with long term changes. Guadeloupe has a central location in the Lesser Antilles that allows a link between northern and southern populations to be created progressively.

Then, there is a strategic stake. Above its patrimonial worth, the Antillean manatee can allow to improve conservation in Guadeloupe as a messenger to communicate with people. A reintroduction is a very expensive operation; good management of resources and efficient protection would cost less.

The Grand Cul-de-Sac Marin is fragile and exposed to different sources of pollution which are a threat for the habitat, species and indirectly human beings. It is urgent to reduce these threats.

Grand Cul-de-sac Marin is unique and any infrastructure that will have to be built around the reserve or in its neighborhood must be a center of attention to avoid a disaster.

However, hurricanes and earthquakes are unforeseen risk factors.

A successful reintroduction would bring a positive contribution to conservation in the Caribbean area.

Finally, there is an economical stake represented by ecotourism and arts, but restrictions will have to be established prior to reintroduction in order not to make ecotourism become harassment for the animals.

This activity will be monitored in order not to make ecotourism become harassment for the animals

FEASIBILITY OF A REINTRODUCTION

It has been a century that manatees have been extincted in Guadeloupe, which is not very long ago. Nevertheless, the important increasing of human populations occurred during the 20th century and their impact on the environment is important.

According to potential risk, before planning a reintroduction, one must be sure that:

habitat is still suitable for the species

direct and indirect threats induced by anthropogenic activities would not affect evolution of manatees in their new habitat

Manatees themselves would not have negative impact on the new balance established since their extinction, especially about other herbivores, potential diet competitors.

NUTRITIOUS ASPECTS

Father Labat and Father Du Tertre noticed that manatees were eating a grass that was growing in the sea. These ancient observations prove that seagrasses provided food for manatees and would provide it again, if they were successfully reintroduced.

The rivers of Guadeloupe are shallow and so poor that they can't become suitable habitats for manatees.

Thalassia testudinum is a dominant species of seagrasses in the lagoons of French Antilles, particularly in the Grand Cul-de-Sac Marin, favorite habitat of manatees when they

were extant in Guadeloupe. Another species of phanerogams, *Syringodium filiforme* can also constitute important seagrass communities, either monospecific or mixed with *T. testudinum*.

The opportunistic diet of the manatee allows us to foresee that *T. testudinum* will provide the majority of daily food.

Nutritious potentialities will be an assessment, based on distribution and productivity of this seagrass.

Recent studies conducted by scientists of the Antilles-Guyane University or in association with them () allow to improve, first, methodology for description, cartography and productivity of the coastal marine biocenosis and secondly, ecological knowledge about the same themes.

Seagrasses distribution

Seagrass distribution was analyzed by teledetection from spot view obtained on 2 February 1994 in multispectral mode. Phanerogams seagrasses were described in details and divided into 12 categories according to their density and the type of substrate. Upon sandy and sludgy sandy beds, 4 types were distinguished : 0 to 25% of bed cover, 26 to 50%, 51 to 75%, 76 to 100%. On the sludgy bed, only 2 categories were selected.

In total, dense seagrass beds having between 50 and 100% of herbal cover occupy 4391 hectares; sparse seagrasses (0 to 50%) represent 3344 hectares.

This automated analysis is reliable at 96%.

Seagrass biomass and productivity

Estimation of biomass

Samples are made by core boring. The material used gives a sample of 0.017 square meters, 0.6 meter in depth. The volume of harvested deposits is about 10 liters. In each station, 6 samples are made and cores are taken at randomly.

The plant part separated from deposits is classified in 5 categories : green leaves, dead aerial matter, living rhizomes, living roots, dead underground matter (dead roots and rhizomes).

Fresh leaves remain in a 10% acetic acid solution to destroy calcareous epiphytes. Then, they are rinsed with soft water, strained and drained weight of each category is determined to within about a centigram.

This material is dried at 80°C during 7 days to have the dry weight.

Estimation of the productivity

As it is difficult to assess rhizomes production among marine Phanerogams solely leaves' one was studied.

As *T. testudinum*, leaves growth occurs from the basal meristem : leaves were marked to the level of this meristem. All the leaves of a same bundle are punched thanks to a needle. Plants of *T. testudinum* are marked within 0.1 x 0.2 m quadrants fixed in the seagrass beds.

These quadrants are used to assess plants density within about a square meter. After 7 to 10 days, the leaves are cut to the level of the basal meristem and harvested.

At the laboratory, leaves are divided into 3 groups:

New leaves (NL) : they appeared after the punching so they aren't marked

Old shoots (OS) : portions of leaves existing when punching occurred and located above the basal meristem

New shoots (NS) : portions of leaves that appeared during punching period, located between the punch and the basal meristem.

The estimated biomass is important (see table 7) with an average (mean) of 0.9 kg per m² (dry weight). It is especially concentrated in the rhizomes (50.3%) that constitute storage organs.

An extrapolation of these data to dense seagrasses underlines the impressive biomass, superior to 200 000 tons (drained weight)

Nutritious availability provided by dense vegetation is summarized in the following table :

	Stored plant material	Daily production
Green leaves	37 000 tons	1000 to 1200 tons
Rhizomes	196 000 tons	80 to 100 tons

Food providing (or capacity) of seagrasses

Dense seagrasses of *Thalassia testudinum* represent 5200 ha among which 4300 ha in the GCSM; 3300 ha of sparse vegetation can be added.

Manatees seem to be unique consumers of rhizomes. Nevertheless it is not the case of leaves. Bouchon et al. (1991) consider that herbivores use a third of the daily production.

Green turtles, formerly abundant in the GCSM are great *T. testudinum* consumers, so manatees will have to share the resources with other numerous competitors. It is difficult to (exactly) predict their influence (with precision).

With half of green leaves, it will be possible to feed 10 000 manatees and 2000 with 10%; rhizomes and sparse vegetation are not included.

Of course, different elements (distance of seagrass from fresh water, behavior) will influence using of the resources. Despite this influence, the present dietary availability does not represent a restrictive point for the maintenance of a manatee population in Guadeloupe.

WATER RESOURCES

Quantitative aspects

Thanks to its forest coverage and its relief, Basse-Terre is the water tower of Guadeloupe. Actually, about 3.5 billions cubic meters of water run in a 1000 kilometer-web of rivers. Their flow ranges from a simple to a hundredfold.

If manatees were reintroduced, they would prefer using the rivers of the GCSM. Even though there is less water than before, this decreasing is slight. In conclusion, water does not represent a restrictive factor for supplies of manatees, even if a period of low-water level occurs.

In the terminal part of Grande Rivière, layers of fresh and salt water hardly mix. The fresh duckweed ranges from 60 to 80 cm wide, hence an easy access to manatees.

Qualitative aspects

There are no consequent data about the tolerance of manatees to different types of pollution. The pathologic effects of this problem are not very studied. Solely the PNUE report warns that pollution is a threat in various countries of the area distribution (or where manatees are extant).

In Guadeloupe, fresh waters directly flow into the sea, so there is no lagoon system as fresh water storage for manatees.

A study was conducted by the Environment Direction in September 2001. Salinity was evaluated from the mouth of different rivers, at the surface and at 1 meter deep. Here, are the following results:

Grande Rivière à Goyaves : the river is not very salty, even at 1 meter in depth.

Rivière Moustique : salinity is important at the mouth of the river and decreases abruptly. The water is not very brackish

Rivière Viard and Rivière Salée : there is no significant difference between surface and 1 meter-deep waters when the river is sailed up. Waters are brackish.

Little is known about the tolerance of manatees to salinity degrees, but, according to the previous data, they will probably prefer going at the mouth of Grande Rivière à Goyaves or Rivière Moustique.

The salinity of freshwaters has probably not evolved since the presence of manatees in Guadeloupe. That means they knew how to exploit the resources and find supplies.

Yet, the pollution of the Grande Rivière à Goyaves, main freshwater source, remains a problem, even if it deals with organic pollution responsible for a decreasing of dissolved oxygen.

Pollution

A recent study conducted in 1999 showed that :

- At the north of Basse-Terre, physico-chemical quality of waters is passable to bad in the downstream of watercourses. There is an important source of organic pollution due to Bonne-Mère distillery. Swimming waters are good upstream.

- At the northern windward-coast, the physico-chemical quality is good to excellent upstream and significantly gets worse near the coast.

Both zones are concerned by different sources of pollution : intensive farming (sugar cane, banana plantations), breeding, garbage dumps. Swimming waters are good upstream.

Anthropogenic threats / impact of human activities on habitat

Direct impacts are represented by anchorage points in seagrass beds. Even though, healing lasts a long time, the surfaces are restricted enough to not constitute a major risk.

Exogenous chemical and terrigenous elements brought down, can alter the spread or the growth of seagrasses and, as a consequence, the habitat quality.

A recent study showed that areas supposed to welcome manatees are also those which are the more exposed to eutrophication. This phenomenon can induce some positive effects when seagrasses use the nutritive elements. But it can also help green algae to proliferate, become competitors of Phanerogams and in some cases, eliminate (or replace) them.

Eutrophication takes part in the increasing of turbidity and regression of the inferior limit of the bathymetric distribution of Phanerogams.

The lack of dissolved oxygen would not alter the breath of a manatee, as it is a mammal.

ANTHROPOGENIC THREATS

Risks of watercraft collisions

In Florida, watercraft collisions represent main risk of mortality. This phenomenon increases with the number of boat and the seriousness of the accidents increases with the size and the type of motorboats.

In Guadeloupe, there are some differences :

There is 1 boat per 40 inhabitants (instead of 1 per 10 in Florida); generally motorboats are less powerful than those of Florida, the growth rate is nil.

If manatees were reintroduced, the main risk factor would be watercraft collisions, but that would be less important. A good knowledge of the habits of manatees and fishermen and yachtsmen is essential to find the best solution to avoid the problem.

Fishing

Small-scale fishing is an important activity, entanglements in fishing gears could be a cause of death for calves. These gears can cause wounds to adults or can be damaged. Faced with this problem, consulted representatives for fishing activity seem to be very open-minded when it deals with reintroduction. They guess it will bring an enrichment of natural patrimony, economy and would like to join in the project : a dialogue will have to be set from the first steps of the process.

In conclusion, risk of mortality due to fishing cannot be assessed with precision. Nevertheless, they are not superior to those of small-scale fishing in Central America, where manatees are extant and victims of predatory hunting.

Tourism

Problems relative to ecotourism (human disturbance) will have to be overcome before beginning this activity.

Pathologic risks relative to pollution

Pesticides are overused (3000 tons per year) in Guadeloupe and a great part reaches the sea. They can become potential threats by altering the water quality (source of freshwater). The degree of pollution by heavy metals is unknown, but the risk would be evident, if there was a major pollution.

POTENTIAL RISKS RELATIVE TO INTRODUCTION OF MANATEES

Impact on habitat

Habitat can be damaged by manatees who usually feed on the same seagrass communities.

Packard (1984) showed that in certain circumstances, impact of manatees can be significant. Indeed, two types of feeding coexist : grazing and rooting that is responsible for healings.

The biomass of rooted samples is 96% inferior to grazed samples one.

He also noticed that this degradation occurred during winter concentration and could allow vegetation to regenerate during spring and summer.

Thalassia testudinum was less abundant in the studied area than *Syringodium filiforme* and *Halodule wrightii*.

The study conducted by Provancha *et al.* in 1991 confirmed the previous conclusion

Lefebvre *et al.* pointed out that in winter, the biomass of *S. filiforme* and *H. wrightii* leaves and rhizomes were significantly lower than intact seagrasses. This difference disappears during summer while manatees reach northern areas.

In conclusion, the risk of impact on seagrasses seems to be small.

A monitoring of seagrass communities would be an environmental witness of coastal areas health in Guadeloupe.

Manatees and other aquatic animals

A feeding competition is foreseen between manatees and the following herbivores in the long term :

- the green turtle,
- the green sea urchin,
- the sea urchin
- the bucktooth parrotfish.

This competition would revolve around 30 % to 50 % of primary production, if the species had a satisfying status of conservation. Presently, seagrasses are underexploited because of overfishing.

TECHNICAL ASPECTS

VIABLE MINIMUM POPULATION AND NUMBER OF RELEASED ANIMALS

The vulnerability of a small population depend on either extrinsic factors that can induce unusual mortalities (bad weather, epizootic), or intrinsic factors (reproduction). Below a given size, a wild population may disappear after a given period. The number of released animals must at least equal the viable minimal population for the reintroduction.

It is difficult to define a threshold under which reintroduction is a failure. That is the reason why an assessment of the released animals will be based on different results stemmed from simulations:

- incidence of a chosen size of population as an extinction threshold,
- influence of the reproductive females on persistence probability in a “mild” situation,
- incidence of a potential decrease of two key factors (survival, fecundity) on persistence probability,
- influence of a “release cost” (mortality directly induced by handlings relative to reintroduction and introduction of manatees in a “new” habitat) on the number of animals to release.

The survival rate is the most appreciable demographic parameter.

Even though sex ratio is 1/1 in wild populations, it is possible to begin with a sex ratio unbalanced in favor of the females. Indeed, great mammals restocking usually occur like that.

Table 11 : Number of animals to release according to the foreseen “release cost” and the persistence probability

Release cost	Accepted PPP(1)	Number of animals to release		
		Females	Males	Total
0	99	10	5	15
	95	6	3	9
	90	5	3	8
20%	99	12	6	18
	95	8	4	12
	90	6	4	10
50%	99	20	10	30
	95	12	6	18
	90	10	6	16

(1) : persistence probability of the population to 100 years

This estimation shows that it is important to manage release cost. The features are obtained from average values; nevertheless, nothing allows to guarantee that real values will be comparable : they could just as well be inferior as superior.

The dispersal represents an important risk for a potential Guadelupian population of manatees. This phenomenon is usual and may allow a species to extend its geographic range. This removal does not necessarily decrease survival chances. The dispersal particularly interests subadults; environmental or individual conditions influence this behavior. It is possible to restrain it by :

- choosing a favorable environment for manatees (abundant food, freshwater)
- avoiding harassment,
- choosing a group to enhance chances of cohesion (ex: handlings do not affect mother-calf association).

REINTRODUCTION: LESSONS OF THE PAST AND STRATEGIC CHOICE

No similar project has been conducted; solely countries of the Lesser Antilles could be concerned by a reintroduction, but their financials do not allow them to afford it.

The decline and the vulnerability of manatees have been taken into account from the beginning of the seventies (Marine Mammal Protection Act in 1972, Endangered Species Act in 1973).

Legislation is not always respected, or when it is the case, it is not sufficient. Thanks to studies about ecology, causes of mortality, considerable improvements have been done.

During the 80's, reproduction in captivity was a way to restore population of manatees. But difficulties to release in the wild animals born in captivity and the important cost of this operation lead to stop this activity.

Founding animals will be either taken from the wild, or born of breeding stock in captivity.

If the second option is chosen, a reproductive group will have to be created, to give birth to calves bred for five years before releasing them.

The first solution features numerous advantages:

Better ecological adaptation : searching for food...

Immediate releases (if we choose the second option, the first releasing could occur after 5 years).

Fewer risk for the releasing : captivity implies human contacts, even if they are not numerous.

Operations can be better scheduled or planned

Lower risks of tiredness from local authorities to see real results

Costs incomparably fewer

Breeding in captivity represent additional costs:

a double investment for building of substructures and their running or functioning cost for feeding the animals, veterinarian medicine and tests, materials, employees.

Breeding option implies to know the becoming of the reproductive group (after giving birth to calves)

A releasing would be uncertain, after 10 years in captivity; an adaptation period would be long and expensive. That is the reason why it is better to take manatees from the wild.

ORIGIN OF THE ANIMALS

Genetic aspects

IUCN recommends that reintroduced animals belong to the same subspecies that where extant except if they are fewer.

It is difficult to know exactly what taxon was extant in Guadeloupe, but thanks to the study of Garcia *et al.* (1997), that underlined the existence of 3 groups (mtDNA), the Guadelupian population may have had been close to northern ones (Greater Antilles) and Trinidad's.

The individuals must also use the same environment or habitat than the extinct subspecies.

Animals supplying

Ten females can guarantee the survival of a population. Theoretically, most of the populations can be considered as givers but, except for Florida and Puerto-Rico, none of them are well-known. That is the reason why experts of conservation may hesitate to give manatees, because they ignore the impacts on local populations.

Among the potential givers, if Puerto-Rico does not seem to give a positive answer, it will probably be the same for Dominican Republic and Jamaica of which populations could be inferior to Puerto-Rico's. In Trinidad, the number of individuals is below 100...

Cuba : the best solution (I would add a "?")

Among countries revealing (or featuring) best conditions about genetics, Cuba could be the potential candidate.

At the ecological level : In Cuba, manatees use coastal marine environments close to Guadeloupe ones and are used to drinking at the mouth of rivers. Both countries share the same seagrasses species : *T. testudinum* and *S. filiforme*.

The size and the trend of the population are not really assessed. According to recent surveys and UNEP report (1995), the population is said to be stabilized. It seems that it can stand an offtake for Guadeloupe, on condition that this assessment is confirmed.

The conservation strategy is different from North America and allows offtakes to be considered.

The diplomatic relationships between France and Cuba are good and cooperation already exists about protected areas.

TRANSPORTATION AND MAINTENANCE

Transports

A reintroduction implies a long distance from Cuba to Guadeloupe including land transport, air transport and sea transport.

As it is a mammal, a manatee can breathe without water, but needs a foam mattress to avoid respiratory difficulties.

The manatee will be put in a swimming-pool to keep water in the mattress and guarantee a constant humidity or dampness at the abdominal part. To avoid hypothermia, it is necessary to use covers and castor oil on the skin.

Maintenance

Quarantine

The aim is double

allows manatees to recover from stress,

monitors their health status to know if they can be released. Samples will be taken to monitor blood parameters. Faeces and nasal secretions will be used to lead bacteriological and parasitological tests. The quarantine period could last 30 days (Bossart, pers. comm., Marcondes, pers. comm.)

Pre-releasing park

It allows:

the release step to be prepared, by improving living conditions, after having handled manatees for capture and radio-tracking equipment

to memorize a nice place where they can come back during the first days or as a rest place

This park will be built near the mouth of a river and will include seagrass communities. Manatees will stay here for 7 days (Marcondes, pers. comm.). The area will be selected after having consulted cartography of seagrass beds around the mouth of the main rivers of the GCSM.

The best period for releasing is October because:

hurricane season is over

the rainy season reaches its maximum

pollution is less important because distilleries are off

Rehabilitation to injured manatees

The survival rate is the most important factor that influences the population dynamic. To increase this factor it is necessary to built rehabilitation facilities, before beginning the release. That implies materials, substructures and skills. This is the case in Florida and in Brazil.

The main room of a care unit is the maintenance pool. In the USA the “Welfare Animal Act” recommends the following characteristics :

Factor	Formula	Example
Horizontal dimensions	$2 \times \text{MSA}$	$2 \times 3.5 = 7 \text{ m}$
Depth	$0.5 \times \text{MSA}$	$0.5 \times 3.5 = 1.75$

Pool surface	$\pi \times (\text{MSA})^2$	$\pi \times 3.5^2 = 38.5 \text{ m}^2$
Volume	$\pi \times (\text{MSA}/2)^2 \times \text{depth}$	$\pi \times 1.75^2 \times 1.75 = 16.84 \text{ m}^3$

MSA : medium size of adults

If the reception capacity is about 2 to 3 adults and 2 calves, the care center could include :

- a 126 cubic meter circular pool
- a 30 m³ lock adjacent to (or adjoining) the previous pool
- two 7.2 m³ individual pools for the calves
- substructures for water supplies and quality control
- a building to store materials and pharmaceuticals

INFORMATION

Information and education taught to people who will interact with manatees represent one of the keys of success.

The more they are aware of the implications of the reintroduction, the more they will appropriate the project, the more human related mortalities will be reduced.

Who are the targets?

Fishermen, yachtsmen using motorboats, tours operators are beyond any shadow of a doubt, the most important local actors : their activities induce several risks:

intentional mortalities for subsistence or hunting do not represent a threat

The risk of deaths due to entanglement or incidental taking by fisheries is small for adults but real for calves

Watercraft collisions could become the main cause of mortalities; this risk is reduced when boat speed is controlled.

Tourism and recreation can disturb the behavior of manatees

Data collected by these targets could be very useful for monitoring animals, particularly when they loose radio telemetric equipments.

As the majority of efficient education programs , a public awareness campaign must begin by children before reaching their parents, who are the immediate real targets. Indeed, manatees arouse (or incite) youth interest.

Obviously, as Guadeloupe is an island, it is necessary to create a large education program.

As dispersal may occur, it is also necessary to inform neighboring countries of this reintroduction to organize with them a monitoring program in order to guarantee a protection status outside the regional areas.

It is necessary to ask for opinion of the Caribbean countries, to inform them and to establish a real collaboration which will turn on (or revolve around) :

attribution of a protection status for countries which national legislation does not mention manatees

organization of consciousness-raising campaigns (fishermen, yachtsmen, tour operators)

organization of monitoring : data exchange, permission to be in territorial waters when dispersal occurs

the possibility of taking an animal in the territorial waters for valid reasons.

What are the realizations to set up?

First, organize a seminar about the Antillean manatee to :

Inform Guadelupian partners of the project, discuss about advantages and drawbacks relative to a reintroduction, assess their adherence, define with them the terms of a future collaboration.

Inform the neighboring countries, discuss about dispersals and appropriate information
Take advantage of the skills of foreign manatees experts to lend credibility to the system of reference. Scientist would arrive two days before the beginning of the seminar to study the geomorphologic characteristics of the GCSM. Non manatees experts could have the opportunity to study on sets of themes stemmed from this project.

To inform national and international associations and non governmental organizations

In Guadeloupe

The main goal is to inform the target populations about :

biology and ecology of manatees

human-related risks

cultural, economical, tourist interests that could emerge without being detrimental to manatees (*or doing manatees harm*).

First, people have to be aware of all implications to themselves, define the rules.

It will be important to organize information campaign for schoolchildren of all towns bordering both Cul-de-Sac Marin, to educate as earlier as possible the future users and to arouse dialog between parents and their children about management of natural resources and nature conservation.

To have an information aid, local artists would be appealed to illustrate by drawings, booklets, leaflets and objets d'art, what is told about manatees in Guadeloupe and in the Lesser Antilles.

During the first step, it could be interesting, from manatees-related tales, to popularize the manatees' image by setting up a drawing contest for schoolchildren. These tales belong to the popular folklore.

Secondly, targeted people will have to get informed, what will imply a permanent dialog. That will contribute to reduce anthropogenic threats.

To establish and to sustain this dialogue, the different campaigns would be carried out by a team of leaders, who manage both conservation and communication methods.

Local partners will have to think about building an information center, as an educative and teaching aid, but also as a handicrafts center.

In the Lesser Antilles

A dialogue between Caribbean states and a request for adherence will initiate an information campaign and, if need be, help to make teaching aid.

This campaign will allow people to get informed, to identify manatees if they meet them and to make data spread.

MONITORING OF POPULATIONS AND ENVIRONMENTS

Goals

Short-term

To know the becoming of each individual, identify problems and, if need be, resolve them.

To determine how manatees use their environment and what are the interaction areas with human activities

Long-term

at least, to assess the size and the trend of the population

to assess the demographic parameters

to evaluate the main environmental parameters that could play a part (*or intervene*) on the becoming of the population:

composition, surface and productivity of seagrasses

freshwater quality in the GCSM

abundance of the main food competitors

Techniques

Radio-tracking

A colored buoy is linked to the manatee tail thanks to the peduncle belt; it includes:

an Argos beacon

a VHF transmitter

an ultrasound transmitter

a GPS can complete this equipment; locations recorded by GPS are transmitted to Argos satellites.

Aerial surveys

It will be a long-term way to determine the trend of the population; the protocol must be precise and the turbidity of waters low. The first years after releasing, radio-tracking is sufficient.

Satellite views

They were used by Chauvaud and can be useful for monitoring the trend of the habitat.

Other techniques

There is a systematic monitoring of water quality lead by the Regional Direction of the Environment

A monitoring of abundance of food competitors could be lead by the university

Organization

Handlings to put and check radio-tracking equipment require a training-period in Brazil or in Florida (USA).

The implementation of these techniques demands (or implies) adaptations to the field conditions and to take into account unforeseeable dispersal.

It is necessary to have a trained team by requesting permanent handworking. To have a casual aid, fishermen could be requested for a consideration. Indeed, lots of fishermen manage GPS using; these responsibilities could give them a sense of self-worth and allow them to join this operation

Other studies

Even if they are not necessary, it would be interesting to lead other studies by taking advantage of unique field conditions relative to the reintroduction to improve knowledge about dispersal, ways of colonization, role of the eco-ethological mechanism, etc. The significance of these studies to confirm some hypothesis has been underlined by Sarrazin and Barbault (1996). It would be one of the important roles of the scientific committee.

ORGANIZATION OF THE REINTRODUCTION

PLANNING

As there is no similar operation, it seems to be better to proceed with caution. The releases can be spread because :

the risk of massive mortality is reduced if natural phenomena occur after the release
experience of the first step is useful for the following steps

Five steps are proposed:

Year 0 or preparation phase

organization of a seminar about manatees

structuring of the project and definition of the terms of running

culmination of the technical methods of the reintroduction

required administrative procedures and budget planning

request and recruitment of human resources

Year 1

training personnel to specific problems of manatees
organization of the information campaign and beginning of realization
building of the permanent information center
building of the rehabilitation facilities
building of the release-park
release preparation
end of October : 1st release (2 females, 1 male)
organization and realization of the monitoring

Year 2

public awareness campaign (continuation)
monitoring (continuation)
in June: first assessment
adjustment of the activities judging from the results of the assessment
release preparation (phase 2)
end of October : 2nd release (2 females, 1 male)

Year 3

public awareness campaign (continuation)
monitoring (continuation)
in June: second assessment
adjustment of the activities judging from the conclusions of the assessment
release preparation (phase 3)
end of October : 3rd release (number of animals will depend on the previous years, theoretically, 3 females and 1 male)

Year 4

public awareness campaign (continuation)
monitoring (continuation)
in June: third assessment
adjustment of the activities judging from the conclusions of the assessment
release preparation (phase 4), if necessary
end of October : 4th release (number of animals will depend on the previous years)

Year 5

public awareness campaign (continuation)
monitoring (continuation)
global assessment
If the global assessment is positive : define a long-term activities program for the monitoring of manatees and information campaign.
If the global assessment is negative or lukewarm : examine it to decide either an adjustment or an ending.

NEEDS OF HUMAN RESOURCES

Personnel

The personnel of the National Office for Hunting and Wildlife, the National Park of Guadeloupe and the National Office for Forests are not sufficient enough to constitute a trained team for this reintroduction.

Standing and casual human resources will have to be recruited.

Training

In France, skills about manatees are reduced. It is necessary for members of the standing team to follow a training-period :

For medical cares, monitoring after the releases:

Sirenia Project (Gainesville, Florida)
US Fish and Wildlife Service (Florida)
US Fish and Wildlife Service (Puerto-Rico)
Peixe Boi Center (Brazil)
Lowry Park Zoo (Florida)
Homosassa Springs Wildlife State Park (Florida)
For information campaign :
Peixe Boi Center (Brazil)
Save the Manatee Club (Orlando, Florida)
Lowry Park Zoo (Florida)

When a casual aid will be requested, the training-period will be conducted by one of the members of the standing team.

Scientific committee

Reintroduction could give the opportunity to lead studies. Moreover, the presence of trained personnel could reduce the costs. To define the objectives of the studies, their monitoring and their validation, it is important to create a scientific committee, including at least experts of biology conservation, genetics, population dynamics and ethology.

FINANCIALS

COSTS FOR REINTRODUCTION

The reintroduction will cost 6 500 000 €. It includes all the steps of the operation

SOURCES OF FINANCIALS

The State

The reintroduction of the Antillean manatee depends on the Environmental Protection Agency. If an agreement is given, theoretically, a financial support will follow, but how much could be given?

Local authorities

All the towns bordering the GCSM

The Regional Council

The Departmental Council

Sponsoring

It is the case for the majority of countries where conservation programs are lead. In France, this mean is not very well-known

Services

In Florida and Brazil, information centers ask for a paid entrance and sell handicrafts.

CONCLUSION

A chance exists for managing the reintroduction of the manatees ; the environment could still welcome manatees despite pollution and anthropogenic threats. We ignore what will be the demographic parameters of the potential population. But this operation is a challenge and represents expensive investments. The pedagogic significance is as important as the ecological one.

NOM PRENOM : MARTIAL JESSICA

TITRE : Projet de réintroduction du lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*) dans le Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe : implications écologiques, économiques et sociales.

Thèse Vétérinaire : Lyon , le 31 janvier 2008

RESUME : Le Lamantin des Antilles (*Trichechus manatus manatus*) est un mammifère marin herbivore, appartenant à l'ordre des Siréniens.

Il a fréquenté les eaux du Grand Cul-de-Sac Marin de la Guadeloupe, jusqu'au siècle dernier, victime d'une chasse intensive. Sa réintroduction figure parmi les objectifs à long terme de la Réserve Naturelle du Grand Cul de sac Marin.

Les populations actuelles, localisées le long du bassin caribéen jusqu'au nord-est de l'Amérique du Sud, sont fragmentées et menacées par la dégradation de leur habitat, les collisions accidentelles, la pollution et les pressions anthropiques.

Bien qu'une précédente étude de faisabilité ait statué sur une possible réintroduction, une réactualisation est cependant nécessaire, en réponse au développement remarquable de la baie.

Cette étude bibliographique identifie les enjeux inhérents à ce projet et confronte les conditions nécessaires à sa réalisation aux contextes écologique et socio-économique actuels.

MOTS CLES :

- Siréniens
- Lamantin des Antilles
- Réintroduction
- Conservation
- Guadeloupe

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Claude GHARIB

1er Assesseur : Madame le Professeur Denise REMY

2ème Assesseur : Madame le Professeur Claude CHAUVE

DATE DE SOUTENANCE :

Le 31 janvier 2008

ADRESSE DE L'AUTEUR :

La Retraite
97122 Baie-Mahault (Guadeloupe)