

Quel avenir pour le lamantin en Guadeloupe ?



Etude de faisabilité de la réintroduction du lamantin des Caraïbes (*Trichechus manatus*) en Guadeloupe

André Lartiges
Claude Bouchon
Yolande Bouchon-Navaro



Bios Environnement



1. LE LAMANTIN DANS L'HISTOIRE DES PETITES ANTILLES	6
2. LE STATUT DU LAMANTIN	7
2.1 La position taxonomique	7
2.2 L'état des populations	8
2.3 Le statut juridique	11
3. LA BIOLOGIE ET L'ÉCOLOGIE DU LAMANTIN	12
3.1 Les caractéristiques anatomiques	12
3.2 L'aire de distribution et les milieux fréquentés	13
3.3 L'alimentation du lamantin	14
3.3.1 Les espèces consommées	14
3.3.2 Le comportement et les besoins alimentaires	16
3.4 Les besoins en eau douce	17
3.5 Les principaux traits comportementaux	18
3.5.1 La vie sociale	18
3.5.2 L'activité journalière	19
3.6 La reproduction	19
3.7 La dynamique des populations	20
3.8 Les principales menaces	22
4. LES OBJECTIFS ET LES ENJEUX D'UNE RÉINTRODUCTION	24
4.1 Les aspects écologiques	24
4.2 Les enjeux stratégiques	25
4.3 Les enjeux économiques	25
5. LA FAISABILITÉ D'UNE RÉINTRODUCTION	26
5.1 Les aspects alimentaires	26
5.1.1 La distribution des herbiers	27
5.1.2 La biomasse et la productivité des herbiers	29
5.1.3 La capacité alimentaire des herbiers pour le lamantin	32
5.2 Les ressources en eau	33
5.2.1 Les aspects quantitatifs	33

5.2.2 Les aspects qualitatifs.....	35
La salinité.....	35
La pollution.....	36
5.3 Les menaces anthropiques.....	37
5.3.1 L'impact des activités humaines sur l'habitat.....	37
5.3.2 L'impact potentiel des activités humaines sur les lamantins.....	37
Les risques de collisions et de blessures par les bateaux.....	37
Les risques liés à la pêche.....	38
Les risques liés aux tourisme.....	39
Les risques pathologiques liés aux pollutions.....	39
5.4 Les risques potentiels liés à l'introduction du lamantin.....	40
5.4.1 Les risques d'impact du lamantin sur son habitat.....	40
5.4.2 Le lamantin et les autres animaux aquatiques.....	41
6 LES ASPECTS TECHNIQUES LIÉS À UNE RÉINTRODUCTION.....	41
6 1 Population minimum viable et nombre d'animaux à lâcher.....	41
6.1.1 Incidence sur les estimations du choix du seuil d'extinction.....	43
6.1.2 Probabilité de persistance de la population selon le nombre de femelles.....	44
6.1.3 Incidence de la baisse de fécondité.....	45
6.1.4 Incidence de la baisse du taux de survie adulte.....	46
6.2 Réintroduction : les leçons du passé et le choix d'une stratégie.....	49
6.2.1 Les leçons du passé.....	49
6.2.2 Lamantins sauvages ou lamantins issus d'élevage : le choix d'une stratégie.....	52
6.3 Origine des animaux.....	53
6.3.1 Les aspects génétiques.....	53
6.3.2 Les milieux.....	53
6.3.3 La capacité des populations existantes à fournir des animaux.....	54
6.3.4 La meilleure éventualité : Cuba.....	55
6.4 Les techniques pour le transport et la maintenance des lamantins.....	55
6.4.1 Le transport.....	55
Le transport terrestre.....	56
Le transport en avion.....	56
Le transport en bateau.....	57
6.4.2 La maintenance.....	57
La quarantaine.....	57
Le parc de pré-lâcher.....	57
6.4.3 La remise en condition des lamantins malades ou blessés.....	58
L'installation recommandée.....	59
6.5 L'information.....	60
6.5.1 Les cibles.....	60
6.5.2 Les réalisations.....	61
En préalable, organisation d'un séminaire sur le lamantin.....	61
L'information en Guadeloupe.....	62
L'information dans les Petites Antilles.....	62

6.6 Le suivi de la population et des milieux.....	63
6.6.1 Les objectifs.....	63
A court terme.....	63
A long terme.....	63
6.6.2 Les techniques.....	63
La télémétrie.....	63
Les comptages aériens.....	65
L'analyse des images satellitaires pour le suivi des herbiers.....	65
Autres techniques.....	65
6.6.3 L'organisation du suivi.....	66
6.6.4 Les études d'accompagnement.....	66
7 L'ORGANISATION DE LA RÉINTRODUCTION.....	67
7.1 Les opérations et leur programmation.....	67
Année N ₀	67
Année N ₁	67
Année N ₂	67
Année N ₃	68
Année N ₄	68
Année N ₅	68
7.2 Les besoins en ressources humaines.....	68
7.2.1 L'équipe permanente.....	69
7.2.2 Les aides temporaires.....	69
7.2.3 La formation.....	70
7.2.4 Le comité scientifique.....	70
8 LES ASPECTS FINANCIERS.....	70
8.1 Le coût de l'opération.....	70
8.1.2 Les investissements.....	71
Les lamantins.....	71
Les installations.....	72
La formation.....	73
L'information.....	74
L'équipement.....	74
8.1.3 Le fonctionnement.....	75
Le personnel.....	75
Le suivi des lamantins.....	76
Les installations.....	77
Le matériel.....	77
8.2 Les sources de financement potentielles.....	77
8.2.1 L'Etat.....	77
8.2.2 Les collectivités locales.....	77
8.2.3 Le sponsoring.....	77
8.2.4 La création de services.....	78
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	78

Annexe : Estimation globale du coût de la réintroduction du lamantin.....80

Remerciements

Le présent document a été achevé en Octobre 2002. Il nous est agréable de remercier bien sincèrement les personnes qui nous ont aidés tout au long de la réalisation de ce travail, par la mise à disposition de documents ou d'informations (parfois inédites), par des avis, par des conseils ou des critiques constructives. Par ordre alphabétique :

Affaires maritimes de Guadeloupe : M. Laval

Ambassade de France à Cuba : Albane de Boisgueheuneuc, Philippe Bonnet, Alain Siberchicot.

CNRS : Jean Dominique Lebreton.

COMAPEGA : Jean Claude Yoyotte, Wilfried Berbin.

DIREN de Guadeloupe : Frank Bonniec, Corinne Grac, Didier Gontard, Patricia Hautcastel, Luc Legendre, Alain Marty, Eric Muller, Philippe Prochazka, Mylène Valentin.

EDF Guadeloupe: Nadir Dan.

Harbor Branch Oceanographic Institution : Greg Bossart

Homossassa Springs Wildlife Park : Susan Dougherty.

Kwata (Association): Benoit de Thoisy

Lowry Park Zoo : Jennifer Hackshaw.

Manatee World : Dieter Ruëdi.

Marina de Pointe à Pitre: Georges Dagnette.

Museum national d'histoire naturelle : Sandrine Grouard.

Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage : Yves Bray, Johan Chevalier, Louis Gérard d'Esciennes, Eric Hansen, Marie Solange Landry, Eric Marboutin, Daniel Rapp, Régis Péroux, Annie Valla.

Port autonome de Pointe à Pitre : Pascal Agostini.

Projeto Peixe-Boi : Denise Castro, Milena Su Duran, Régis Pinto de Lima, Milton Marcondes, Fabia Luna, Joao Gomes Borges, Carolina Matosinho, Juliana Vianna.

Réserve Naturelle du GCSM: Xavier Delloue, Simone Mège, Jocelyn Thrace.

Save the Manatee Club: Judith Vallee.

Sirenia Project - US Geological Survey: Bob Bonde, Susan Butler, Cathy Beck, Cathy Langtimm, Jim Ried.

Universidad Metropolitana de Porto Rico: Tony Mignucci.

Université Antilles-Guyane: Elinor Low.

Université Pierre et Marie Curie : François Sarrazin.

US Fish and Wildlife Service: Jorge Saliva, Jim Spark, Jim Valade.

Avec une mention spéciale pour les personnes dont la contribution a été particulièrement significative : Corinne Grac, Milton Marcondes, Eric Marboutin, Jim Ried, Jorge Saliva, Annie Valla, Marie Vernangeal.

La photographie de couverture est de Doug Perrine. Elle est tirée de l'ouvrage « Manatees and Dugongs of the world ».

Etude de faisabilité de la réintroduction du Lamantin des Caraïbes (*Trichechus manatus*) en Guadeloupe

André Lartiges, Claude Bouchon, Yolande Bouchon-Navaro

1. Le lamantin dans l'histoire des Petites Antilles

Parlant des baies du Grand et du Petit Culs-de-sac marins de la Guadeloupe ainsi que des îlets qui les agrémentent, le Père J.B. du Tertre écrivait en 1667 : « *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 de lamantins, de tortues et tous les autres poissons se plaisent autour de ces îlets* ». Cette tirade enthousiaste devenue célèbre donne une idée de l'abondance du lamantin en Guadeloupe au début de la colonisation. Outre la Guadeloupe continentale, Du Tertre signale également l'abondance du lamantin à Saint-Martin en parlant des « *Culs-de-sac qui avancent fort avant dans la terre et sont le repaire de quantité de Lamantins, de Tortues et autres Poissons qui fournissent les vivres aux habitants* » ainsi qu'à Grenade « *C'est une chose étonnante de voir la quantité de gibier, de Lamantins, de Tortues, et de toutes sortes de poissons qui s'y rencontre...* ». On sait que le lamantin était également présent en Martinique où le Père Labat le goûta pour la première fois, l'animal ayant été « pêché » dans la baie du Robert (Labat, 1732).

Les récentes fouilles archéo-zoologiques fournissent également des informations sur la distribution passée du lamantin (cf figure 1). Cependant, elles n'apportent la preuve formelle, ni de la présence à l'état sauvage en cas de résultat positif (les os trouvés pourraient correspondre à un déplacement des animaux *post mortem* après la chasse), ni de l'absence avérée en cas de fouille négative. Ainsi, en Guadeloupe, des restes de lamantin ont été découverts uniquement lors des fouilles de l'Anse à la Gourde près du Moule et les trois os trouvés correspondaient sans doute à des apports intrusifs (Grouard, com. pers.). Les autres fouilles effectuées indiquent la consommation du lamantin à Trinidad (L+S+PS)*, Grenade (S+PS), Martinique (S), Antigua (PS), Barbuda (A)*, St-Kitts (PS), Saint-Croix (S), Porto Rico (S), Jamaïque (PS). La consommation du lamantin aux Iles Vierges est aussi attestée par des restes d'os découverts parmi les détritiques des villages indiens (Husar, 1977) et indique une présence probable. On doit noter que Saint-Vincent et les Grenadines, la Dominique, Saint-Barthélémy n'ont pas encore fait l'objet de fouilles. Lefebvre et al. (1989) mentionnent la présence du lamantin à Sainte Lucie aux temps historiques, mais sans préciser les éléments qui témoignent de cette présence.

A partir de l'ensemble des informations disponibles, on peut raisonnablement émettre l'hypothèse que le lamantin était présent à l'époque pré-colombienne autour de la majorité des îles des Petites Antilles, de façon permanente pour la plupart d'entre elles, de façon occasionnelle pour les autres (cf figure 1).

Les textes des premiers chroniqueurs (Du Tertre, 1667 ; Moreau, 1994) aussi bien que les résultats des fouilles archéologiques témoignent donc de la consommation du lamantin par les Caraïbes au moment de la colonisation. Il est probable que les prélèvements effectués à l'époque pré-colombienne restaient limités pour deux raisons principales :

- les effectifs relativement faibles de la population humaine,
- les croyances propres aux différentes communautés dont on peut citer deux exemples : (i) pour un chasseur, la destruction d'une femelle gestante pendant la période où sa femme était enceinte pouvait porter préjudice au futur bébé (Grouard, com. pers.), d'où un arrêt temporaire de la chasse, (ii) pour une personne ayant été victime d'une maladie grave, la consommation de viande de lamantin risquait de provoquer la réapparition de la maladie (Moreau, 1994), d'où un arrêt de consommation pour une fraction de la population.

* S = Saladoïde (-400 à +800 après JC) ; PS = Post-saladoïde (de 400 à 1492 après JC) ; L = Lithique (-4000 à -400 avant JC) ; A = Pré-colombien.

Les premiers colons ont beaucoup apprécié la saveur de ce « poisson à chair de veau » comme l'exprimait le fin gastronome qu'était le Père Labat: « ...un veau de lait et ce poisson ne diffèrent en rien, c'est la même chair par sa blancheur, sa tendreté, sa délicatesse. Le goût et la saveur sont les mêmes et, si je n'avais vu ce poisson avant qu'il fut coupé et cuit, on aurait eu de la peine à me persuader que ce n'était pas de la viande ». Le lamantin a vite pris en Guadeloupe une grande importance alimentaire : « La chair de cet animal fait une bonne partie de la nourriture des habitants de ce pays. On en apporte tous les ans de la terre ferme et des îles circonvoisines plusieurs navires chargés » (Du Tertre, 1667).

Outre sa qualité gustative, le lamantin possède quelques caractéristiques qui en font une proie de choix : (i) il occupe généralement des sites (baies, embouchures des fleuves) appréciés également par l'homme et qui sont souvent les premiers colonisés, (ii) il a des habitudes alimentaires assez régulières qui en font une proie « prévisible » et donc relativement facile à chasser, (iii) la taille d'un individu adulte permet de fournir une quantité de viande qui satisfait les besoins d'une petite communauté durant plusieurs jours et rentabilise bien l'effort produit pour le capturer. Il n'est donc pas étonnant que le lamantin ait fait l'objet d'une exploitation intensive.

Cette importante exploitation n'inquiétait d'ailleurs nullement le Père Du Tertre qui notait, en parlant des Culs-de-sac marins, « Il semble que la mer s'épuise pour les en remplir ; car je suis bien certain que pendant les dix premières années où l'île a été habitée, on a tiré chaque année plus de trois ou quatre mille tortues et un grand nombre de lamantins ; et l'on en tire encore tous les jours quantités ; et il s'en tirera jusqu'à la fin du monde sans les épuiser ». Pourtant, si le remarquable naturaliste qu'était le Père du Tertre a apporté une contribution exceptionnelle pour l'époque à la connaissance de la flore et de la faune des Petites Antilles, l'histoire ne pourra pas le retenir comme le père du concept de « gestion durable » : le lamantin a disparu des deux Culs-de-sac et les tortues ne s'y comptent au mieux que par dizaines.

Il paraît très probable que le déclin du lamantin ait commencé peu de temps après la colonisation. Cependant, l'état des populations n'ayant évidemment pas fait l'objet d'un suivi, il est bien difficile de décrire ce déclin. En Martinique, la diminution aurait été rapide puisque le Père Labat indiquait en 1722 « ...il est devenu rare depuis que les bords de mer sont habités ». Pour la Guadeloupe, on sait par Jules Ballet (1894) que les effectifs avaient sérieusement diminué dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle : « Ils sont herbivores et assez rares de nos jours » alors qu'il précisait juste avant : « ...il était autrefois très abondant dans les Grands Culs-de-sac, notamment dans la baie qui a été appelée de son nom Lamentin ».

A partir des informations fournies par certains prêtres de l'époque, la disparition finale peut être située peu après 1900. En effet, Monseigneur Boutonnet, second évêque de Basse Terre avait recommandé aux curés de son diocèse d'écrire au jour le jour l'histoire de leurs paroisses et certains l'ont fait. Ces documents ont été exploités par le chanoine Ballivet qui mentionne deux fois le lamantin dans « L'histoire de nos paroisses de 1635 à nos jours » publiée en 1913 : « Les Caraïbes appelaient "case aux lamantins" les bas-fonds qui se trouvent à l'embouchure du futur canal des Retours et que domine le morne de Vieux Bourg de Morne à l'Eau. On a pêché à cet endroit, il n'y a pas vingt ans quatre ou cinq lamantins qui s'y étaient enlisés. Le plus gros dépassait la taille de deux mètres ». Et encore : « Le lamantin ou vache marine a laissé son nom à l'un de nos quartiers. Près de là, dans le marais du canal des Retours, du Morne à l'eau, on a pêché en 1912 quelques spécimens de ce genre de phoque presque éteint, qui a servi jadis aux Grecs de type et de modèle pour représenter leurs sirènes »

2. Le statut du lamantin

2.1 La position taxonomique

Les lamantins, mammifères aquatiques herbivores, appartiennent à l'ordre des Siréniens (qui comprend deux familles : Trichechidés et Dugongidés. Leurs plus proches parents dans le règne animal sont les éléphants, les damans et l'oryctérope (Reynolds et Odell, 1991). Le genre *Trichechus*

est caractérisé par : (i) une nageoire caudale en forme de palette arrondie, (ii) des nageoires pectorales arrondies portant quatre petits ongles plats, (iii) six vertèbres cervicales. Ce genre est peu fourni avec deux espèces américaines : lamantin des Caraïbes (*T. manatus*) et lamantin d'Amazonie (*T. inunguis*), et une espèce africaine : lamantin du Sénégal (*T. senegalensis*).

La distinction de deux sous-espèces de lamantin *T. manatus latirostris* (lamantin de Floride) et *T. manatus manatus* (lamantin des Antilles) a été proposée depuis 1934. Mais les différences anatomiques étaient si ténues que de nombreux auteurs ont continué à considérer qu'il s'agissait de la même espèce (Reynolds et Odell, 1991). C'est en 1986 que Domning et Hayek ont justifié l'existence de ces deux sous-espèces sur la base de caractéristiques ostéologiques et, depuis cette date, la communauté scientifique semblait avoir entériné cette distinction.

La pertinence de cette distinction vient d'être remise en cause par une récente étude sur la génétique des populations du lamantin des Caraïbes (Garcia-Rodriguez *et al.*, 1998) basée sur l'analyse de l'ADN mitochondrial. A partir de 15 haplotypes identifiés, l'étude fait apparaître trois lignages : (i) Floride et Grandes Antilles, (ii) Golfe du Mexique et rivières caribéennes d'Amérique du Sud, (iii) Côte Atlantique Nord-Est d'Amérique du Sud. Les populations de Floride et du Brésil présentent une faible variabilité génétique, ce qui amène les auteurs à émettre l'hypothèse d'un goulot d'étranglement à l'occasion d'une colonisation récente de ces zones par le lamantin (sans doute postérieure à la dernière glaciation et il s'agirait d'ailleurs probablement d'une recolonisation). Le lamantin de Floride serait alors issu de la population des Grandes Antilles (*cf* § 6.3.1), ce qui expliquerait la difficulté rencontrée pour distinguer la sous-espèce *T. m. manatus*. Une étude plus récente (Garcia-Rodriguez *et al.*, 2000) utilisant les marqueurs microsatellites confirme la très faible diversité génétique du lamantin de Floride et renforce l'hypothèse d'un effet fondateur ou d'un goulot d'étranglement particulièrement sévère.

Les enseignements de cette étude génétique, joints à ceux des récents suivis télémétriques concernant les déplacements de grande amplitude des lamantins de Floride (souvent liés à une migration saisonnière mais pouvant, dans certains cas, être interprétés comme des déplacements exploratoires) permettent d'élaborer une hypothèse quant à la colonisation de l'aire actuellement occupée par le lamantin (Bonde, *com. pers.*). Occupant à l'origine la bordure côtière du plateau des Guyanes, les ancêtres du lamantin auraient colonisé des zones plus septentrionales par deux voies : la première, continentale, aurait donné les populations qui occupent l'Amérique centrale jusqu'au Mexique, la seconde, insulaire, aurait mené les lamantins jusqu'en Floride en passant par Trinidad, les Petites Antilles puis les grandes Antilles.

2.2 L'état des populations

Trois ouvrages : « Biogeography of the West Indies : Distribution, status and biogeography of the west indian manatee » (Lefebvre *et al.*, 1989), « Manatees and Dugongs » (Reynolds et Odell, 1991), « Plan de gestion régional pour le lamantin antillais » (PNUE, 1995) effectuent une revue générale des informations disponibles sur l'état des populations par pays. Ces informations, complétées par quelques données récentes, parfois inédites, permettent de faire un « état des lieux » qui ne constitue cependant qu'une image assez approximative de la situation réelle. En effet, même pour les populations les mieux suivies de Floride et de Porto Rico, les responsables reconnaissent qu'ils ne disposent pas d'un estimateur fiable des effectifs : le nombre d'animaux observés lors des comptages aériens varie en fonction de différents facteurs (distribution des animaux elle-même liée à la température de l'eau, la turbidité de l'eau, la luminosité ambiante, l'expérience des observateurs, etc.). Débutés avec l'idée d'obtenir un dénombrement exhaustif plutôt qu'un indice d'abondance, les comptages aériens n'ont toujours pas fait l'objet d'une standardisation. De ce fait, ils sont d'une utilisation douteuse même pour les tendances d'évolution en raison des différents biais qui peuvent les affecter et varier d'un comptage à l'autre.

Belize : Belize possède un habitat excellent pour le lamantin : nombreuses lagunes, anses et estuaires, mangroves protégées par un banc de corail. Sur la base de comptages aériens complétés par des enquêtes, O'Shea et Salisbury (1989) estiment qu'il y a entre 300 et 700 lamantins. Le pourcentage de

petits observés au cours des comptages (8,9 et 10,6%) suggère une population en bonne santé (PNUE, 1995). Malgré tout, l'ensemble des données disponibles ne permet pas de faire apparaître une tendance à la hausse.

Brésil : Des travaux effectués en 1980 indiquent que la côte et les estuaires brésiliens sont occupés de façon dispersée par le lamantin antillais jusqu'au 20^{ème} parallèle Sud. Aucune estimation chiffrée n'est avancée. Dans la zone sud de son habitat (qui descendait autrefois jusqu'au niveau de Rio) le lamantin effectuait des migrations liées à la température de l'eau ; mais cette zone n'est plus occupée actuellement. Par ailleurs, au sein de l'aire de distribution actuelle, on note des discontinuités (Marcondes ; com.pers.). Malgré son interdiction, la chasse peut encore localement constituer une menace, après avoir été la principale cause de régression du lamantin (Borobia et Lodi ; 1992). Les captures accidentelles dans les filets de pêche et la dégradation des habitats côtiers constituent les autres menaces importantes.

Colombie : Au début des années 90, il existait plusieurs populations permanentes (rivières des Caraïbes colombiennes, des marécages intérieurs, des grands lacs artificiels). Aucune estimation de leurs effectifs n'est avancée. Leur statut est suspecté d'être en dégradation en raison des prélèvements directs (braconnage), de la pollution par drainage et déviation des cours d'eau (PNUE, 1995).

Costa Rica : Abondants jusqu'au début des années 50, les lamantins sont maintenant considérés comme rares malgré la présence d'un habitat excellent (Reynolds et *al.*, 1995). La chasse illicite et le trafic nautique sur les canaux sont les principales menaces. Quelques individus dispersés ont été aperçus au cours des derniers comptages aériens.

Cuba : Les lamantins sont observés régulièrement sur une douzaine de zones côtières. Aucune estimation globale n'est avancée bien que plusieurs survols aériens localisés aient été réalisés. Des peuplements de 20 à 40 individus ont été observés suivant les zones. Le lamantin est considéré comme abondant dans trois zones : Golfe de Guanahacabibes, côte Cortes-La Coloma, côte Ensenada de la Broa-Rio Hatiguanico. Les menaces sur l'espèce n'auraient pas augmenté au cours des trente dernières années : la chasse illicite aurait pratiquement disparu et la pêche au filet constituerait maintenant la principale menace. Sur la base d'enquêtes réalisées auprès des pêcheurs, les effectifs de lamantins seraient stables ou en légère augmentation.

République dominicaine : La population est distribuée sur les zones côtières, baies et estuaires. Elle pourrait s'élever à une centaine d'individus. La chasse illicite resterait une menace importante malgré la protection intégrale adoptée en 1962 (Belistky et Belitsky; 1980). Autres menaces : les accidents provoqués par la pêche au filet et, à un degré moindre, les collisions avec les bateaux.

Etats-Unis : Lors des périodes froides de l'hiver, les lamantins se concentrent dans le sud de la Floride et dans les rivières pour bénéficier des sources naturelles chaudes ou des effluents chauds provenant des centrales électriques, ce qui favorise leur observation. La dernière campagne de comptages coordonnés vient de fournir un nombre minimal de 3 276 lamantins observés en janvier 2001 le long des côtes de Floride. Les campagnes de comptages aériens réalisées en 1991 (deux en février) et 1992 (une en janvier) avaient fourni des estimations minimales bien moins élevées : 1 852 pour la meilleure (janvier 1992). Les scientifiques américains refusent de parler d'augmentation (peut-être pour mieux asseoir une stratégie de conservation basée sur une description très alarmiste de la situation du lamantin) et insistent sur l'importance des différents biais au cours des comptages et de leur variabilité. Ces biais pourraient suffire à expliquer l'apparente augmentation. Les collisions avec les bateaux constituent de loin la principale menace pour l'espèce. Les stress dus au froid et les « marées rouges » provoquées par la prolifération d'algues brunes sont des causes temporaires et variables de mortalité.

Guyane : Le lamantin est régulièrement observé le long des côtes et dans les estuaires des grands fleuves jusqu'à 80 km de la côte mais ces observations occasionnelles ne permettent pas de faire une estimation numérique. D'après des interviews réalisées en 2000 et 2001 auprès de 120 pêcheurs ou résidents côtiers, le lamantin serait moins abondant que vers les années 80. La principale raison du

déclin serait la chasse (bien que le lamantin soit protégé) pour la viande ou également en vue de récolter les os de l'oreille interne qui sont supposés avoir un pouvoir bénéfique. La pression de chasse semble avoir diminué, ce qui inciterait à un optimisme prudent (De Thoisy, com. pers.).

Guatemala : Malgré des milieux favorables, la population est à un niveau bas et essentiellement distribuée dans les eaux douces. Les comptages aériens indiquaient une population d'au moins quarante individus au début des années 90. La chasse illicite, la pêche au filet et le trafic maritime constituent les principales menaces.

Guyana : On ne dispose pas d'informations récentes sur la situation du lamantin. La population a été estimée à plusieurs milliers d'individus vers le milieu du 20^{ème} siècle par Bertram et Bertram (1963) mais elle était présumée en très forte diminution. Les lamantins sont répartis essentiellement dans les fleuves et à leur embouchure.

Haïti : Bien que l'habitat soit considéré comme encore très bon, la population paraît tout à fait relictuelle (8 animaux observés en 1982 au cours d'un comptage aérien) après un déclin spectaculaire depuis le début du siècle et une exploitation par la chasse encore bien active durant les années 70 (Rathbun et al., 1985). Les menaces de la chasse et de la pêche au filet font craindre une disparition prochaine (peut-être déjà effective ...).

Honduras : Sur la base d'un comptage aérien complété par enquête auprès des pêcheurs, la population était estimée en 1993 à 120-140 animaux, avec une répartition dispersée intégrant aussi bien les fleuves de la vaste plaine côtière que les lagunes. Principales menaces : la chasse, la pêche au filet, la destruction de l'habitat. La chasse dont les lamantins continuent à être victimes malgré la protection officielle les aurait amené à adopter un comportement essentiellement nocturne (Rathbun et Powell, 1983).

Jamaïque : Après une baisse des effectifs dans les années 60 et 70, la population est maintenant fragmentée en quelques îlots d'une dizaine d'animaux chacun. Principales menaces : la chasse et la pêche au filet.

Mexique : La population se situerait entre 400 et 800 lamantins. Elle se trouve surtout concentrée dans le sud ; et une proportion importante des animaux aurait un domaine transfrontalier incluant une partie du Belize (Colmenero et Zàrate ; 1990). L'habitat favorable comprend aussi bien des milieux estuariens et des zones humides des plaines littorales que des bordures côtières. Principales menaces : destruction des habitats, pêche au filet, collisions avec des bateaux. C'est la chasse qui aurait été cause de la réduction de l'aire de distribution au nord, mais elle ne semble plus constituer maintenant une menace réelle (Colmenero et Zàrate ; 1990).

Nicaragua : Le pays possède de très beaux habitats dans les lagunes côtières et les rivières à débit lent. D'après les opérations de recensement réalisées en 1992, la population atteindrait ou dépasserait la centaine de lamantins. Principales menaces : la chasse et la destruction des habitats.

Panama : La population n'a pas fait l'objet de recensements aériens systématiques. Elle était estimée en 1990 à 40-70 individus. Il est à noter que l'introduction en 1963 de 10 lamantins (dont un *Trichechus inunguis*) dans le complexe du canal de Panama en vue du contrôle de la végétation herbacée, a abouti à l'installation d'une population qui semble se développer lentement (Montgomery et al., 1982). Des lamantins ont franchi avec succès l'une des écluses et ces derniers n'ont maintenant plus qu'une écluse à franchir pour atteindre le Pacifique où l'espèce n'a jamais vécu. Principales menaces : la chasse et les aménagements agricoles des zones humides.

Porto-Rico : Les premiers comptages datent de 1978. La population était alors fragmentée en plusieurs noyaux. Une répétition de 10 comptages fournissait alors une moyenne de 22,6 animaux par comptage, le nombre le plus élevé de lamantins observés au cours d'un même comptage étant de 51 (estimation minimale de la population). Ce chiffre est passé à 62 pour les comptages réalisés en 1989. Depuis cette date, les comptages aériens effectués 2 à 3 fois par an couvrent l'ensemble du littoral. Le nombre de lamantins observés au cours d'un même comptage a approché deux fois, sans la franchir, la

barre des 100 individus. Sur la base des comptages réalisés depuis 1989, aucune tendance d'évolution ne se dégage. Les effectifs pourraient se situer entre 150 et 200 individus (Saliva, com. pers.), la sous-estimation ayant pu récemment être grossièrement évaluée à partir des animaux suivis par radio-tracking et dont la position était connue au moment des comptages.

Surinam : Il n'existe pas d'informations chiffrées récentes. Des estimations effectuées par enquête dans les années 80 fournissent des résultats contradictoires. La population paraît dispersée et à un bas niveau, surtout distribuée dans les fleuves. La chasse et les aménagements hydro-agricoles des plaines côtières seraient les principales causes de sa régression.

Trinidad et Tobago : Considérés comme déjà rare à la Trinité au début du 20^{ème} siècle, on a cru à la disparition du lamantin à la fin des années 70. Mais des recherches effectuées en 1993 situent la population entre 25 et 30 individus, principalement dans les eaux douces. La détérioration de son habitat par les aménagements des zones agricoles (drainage, barrages) expliquerait sa régression.

Vénézuela : La côte caribéenne est peu fréquentée et la population se retrouve surtout dans le vaste complexe de l'Orénoque et de son delta. Les recensements aériens n'ont permis de voir qu'un petit nombre d'individus mais la turbidité des eaux n'est pas propice à ce type d'opération. Principales menaces : chasse, pêche au filet, aménagements agricoles, collisions avec les bateaux.

Ce bilan reste donc très approximatif. Même aux Etats-Unis où le lamantin fait l'objet de nombreuses campagnes de comptages aériens, il est considéré que les chiffres obtenus ne constituent pas des estimations réellement fiables et fournissent plutôt des minima à l'occasion des opérations coordonnées. Les estimations annoncées sur la côte atlantique d'Amérique du sud où la turbidité des eaux est souvent élevée, sont évidemment encore plus aléatoires. Même s'il repose sur des chiffres incertains, ce bilan n'incline guère à l'enthousiasme :

- pratiquement partout, les effectifs actuels paraissent fort éloignés de ceux du milieu du 20^{ème} siècle eux-mêmes inférieurs à ceux des années 1900, et encore bien plus de ceux de l'époque du début de la colonisation,
- à l'exception des Etats-Unis, du Mexique, de Belize, du Vénézuela et de Cuba, les populations de lamantins sont distribuées de façon discontinue, les petits groupes qui les constituent n'ayant entre eux que peu (ou pas) d'échanges. Cette dispersion constitue un facteur défavorable à la conservation de l'espèce, chaque population ne pouvant compter que sur sa propre dynamique interne pour assurer sa survie.

2.3 Le statut juridique

L'état de ses populations vaut maintenant au lamantin son statut d'« espèce vulnérable » selon la terminologie UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature, devenue Alliance Mondiale pour la Nature), c'est-à-dire « exposée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage à moyen terme ». Le lamantin figure :

- à l'annexe 1 de la CITES (Convention on International Trade of Endangered Species, de Washington - 1973). L'annexe 1 recense les espèces qui sont ou pourraient être menacées par le commerce international ;
- à l'annexe 1 du protocole SPAW (Specially Protected Areas and Wildlife protocol - 1990) de la convention de Carthagène. L'annexe 1 recense 33 espèces de mammifères marins, dont tous les siréniens, qui nécessitent une protection totale en vue de l'article 11 ;
- à l'annexe 1 de la CMS (Convention on Migratory Species, connue également sous le nom de convention de Bonn - 1979). L'annexe 1 répertorie les espèces qui sont menacées d'extinction.

Par ailleurs, les milieux peuvent être protégés, comme c'est le cas en Guadeloupe pour la Réserve du Grand Cul-de-sac marin, par la convention de Ramsar (Convention relative aux zones humides d'importance internationale - 1971).

Au sein de chaque pays, à l'exception de Haïti, la législation nationale protège maintenant le lamantin. Pour la France, l'arrêté du 15 mai 1986 (modifié par l'arrêté du 20 janvier 1987) et l'arrêté du 27 juillet 1995 qui assurent la protection du lamantin, s'appliquent à l'ensemble du territoire national bien

que l'espèce ne soit présente qu'en Guyane. Il est précisé que sont interdits en tout temps, sur tout le territoire national, la destruction ou l'enlèvement, la mutilation, la naturalisation ou, qu'il soit vivant ou mort, le transport, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat du lamantin *Trichechus manatus*. Une éventuelle réintroduction du lamantin en Guadeloupe ne nécessiterait donc pas un aménagement de notre législation. Le statut de protection juridique du lamantin est résumé dans le tableau 1.

Tableau 1 : Statut juridique du lamantin dans son aire de répartition
(d'après Mège et Anselme, 1997)

Pays	Législation nationale	Convention de Ramsar		Convention de Washington		Protocole SPAW		Convention sur la biodiversité	
		Signée	Ratifiée	Signée	Ratifiée	Signé	Ratifié	Signée	Ratifiée
Belize	x				x				x
Colombie	x				x	x			x
Costa Rica	x		x		x				x
Cuba	x				x	x			x
Rép. Dom.	x				x			x	
Guyane fr.	x		x		x	x			x
Guatemala	x		x		x	x		x	
Guyana	x				x				x
Haïti								x	
Honduras	x				x			x	
Jamaïque	x			x		x			x
Mexique	x		x		x	x			x
Nicaragua	x				x			x	
Panama	x		x		x	x			x
Porto Rico	x		x		x	x			
Suriname	x		x		x			x	
Trinité-Tobago	x		x		x			x	
Etats-Unis	x		x		x	x		x	
Vénézuela	x		x		x	x			x

La faiblesse des moyens de contrôle ne permet pas partout une application efficace de la loi et, même si le braconnage présente moins d'intérêt en raison de la diminution des effectifs, il serait encore pratiqué dans de nombreux pays de son aire de distribution actuelle. La prédation directe par l'homme est loin d'être la seule menace : la destruction des habitats, la pollution, les collisions avec les embarcations à moteur (surtout en Floride) représentent aussi, suivant les cas, des menaces majeures pour la survie de l'espèce (*cf* § 3.8).

3. La biologie et l'écologie du lamantin

3.1 Les caractéristiques anatomiques

Le lamantin est un animal de grande taille mesurant en moyenne 3 m de longueur à l'état adulte et pesant environ 500 kg. Les animaux les plus grands peuvent atteindre une longueur de 3,9 m et un poids de 1 000 kg, voire même 1 500 kg en Floride (Reynolds et Odell, 1991). Le corps est trapu et fuselé, pourvu uniquement de membres antérieurs relativement courts (comparés à ceux des mammifères terrestres), très flexibles et munis de 3 ou 4 ongles. La queue est arrondie en forme de pelle à four aplatie horizontalement. La peau est rugueuse, de couleur variant du gris au noir avec des poils dispersés. Les yeux sont petits et situés latéralement. Le lamantin n'a pas d'oreille externe et les conduits auditifs sont peu apparents. La large lèvre supérieure porte de longues vibrisses.

La distinction des sexes en nature est possible lorsque l'on a l'opportunité de voir la face ventrale des animaux : chez le mâle, la distance entre la cicatrice ombilicale et l'ouverture génitale est beaucoup plus courte que chez la femelle (Reynolds et Odell, 1991 ; Best, 1981).

La dentition du lamantin est tout à fait particulière : il ne possède pas d'incisives et ses molaires (au nombre de 6 à 8 par demi-mâchoire) font l'objet d'un renouvellement continu, les molaires du fond se déplaçant de l'arrière vers l'avant de la mâchoire pour venir remplacer celles qui les précèdent (Reynolds et Odell, 1991). Dans ce processus de remplacement (partagé seulement par une espèce de kangourou), la vitesse de déplacement horizontal des molaires est d'environ 1 mm/mois. Le processus est apparemment initié par la mastication lors du sevrage (Domning et Magor, 1978, in Best, 1981). Au moment où les larges molaires finissent par tomber, elles peuvent être abîmées à cause de la silice et des autres composés abrasifs faisant partie du régime alimentaire.

Le lamantin possède un estomac simple et ne rumine donc pas. Plein, cet estomac représente environ 5% du poids de l'animal. Une caractéristique de l'estomac, propre aux siréniens, est la concentration de la majorité des cellules qui sécrètent les enzymes, les sucs gastriques et les acides favorisant la digestion des aliments dans un diverticule qui se présente comme un appendice, la glande « cardiaque », situé dans la zone proche du cœur (Reynolds et Odell, 1991 ; Best, 1981).

L'intestin grêle est long (jusqu'à 20 m) et étroit. Le gros intestin est de même longueur mais beaucoup plus large. A la jonction entre l'intestin grêle et le gros intestin se trouve le caecum. L'essentiel du processus digestif a lieu dans le caecum et le gros intestin. La nourriture met environ 7 jours pour traverser l'appareil digestif. Ce transit lent et le taux de fibres relativement bas dans les végétaux aquatiques induiraient chez le lamantin une excellente efficacité digestive (Lomolino et Ewell, 1984), supérieure de 10 à 20% à celle des ruminants.

La taille et le poids (moins de 400 g) du cerveau apparaissent relativement faibles pour la taille de l'animal. A partir d'un échantillon de 13 lamantins, O'Shea et Reep (1990) ont calculé le coefficient d'« encéphalisation », rapport entre le poids observé et le poids attendu du cerveau pour un mammifère marin de taille donnée suivant la relation allométrique proposée par Worthy et Hickie (1986). Les auteurs interprètent la valeur trouvée de 0,275 (faible mais comparable à celle des autres siréniens) comme le résultat normal d'une évolution qui a dû privilégier la conservation de l'énergie et la mobilité en augmentant la taille du corps alors que la taille du cerveau a peu évolué parce que les stratégies alimentaires d'un herbivore généraliste restent relativement simples et ne font pas appel à un appareil sensoriel développé.

Malgré la taille relativement faible de son cerveau, le lamantin semble disposer de facultés remarquables pour s'orienter et mémoriser les sites qu'il a fréquentés précédemment. Ainsi, après avoir connu 7 ans de captivité, un lamantin a effectué un retour immédiat sur le site de sa « capture » au moment où on l'avait secouru, alors que ce site était éloigné de plus de 80 km du point de relâcher. Un autre lamantin, né en captivité, relâché avec sa mère, est revenu sur le site de son lâcher trois mois plus tard après s'être séparé de sa mère.

3.2 L'aire de distribution et les milieux fréquentés

Les lamantins fréquentent indifféremment les eaux douces, saumâtres ou salées (Bénito-Espinal, 1997), mais trois exigences principales gouvernent leur occupation des milieux : la température de l'eau, la disponibilité en nourriture végétale, l'accès à une source d'eau douce à proximité des zones d'alimentation potentielles.

L'aire de distribution du lamantin est approximativement limitée par les tropiques aussi bien au Nord qu'au Sud, et ces limites paraissent avant tout déterminées par la température de l'eau. En effet, l'étude des déplacements des lamantins de Floride a montré que dès que la température de l'eau tombait au voisinage de 20°C, les animaux partaient à la recherche d'eaux plus chaudes dont la température s'accommodait mieux à leur physiologie. Sur la façade atlantique, la distribution estivale inclut, outre la Floride, la Géorgie, la Caroline du Sud, la Caroline du Nord, une partie de la Virginie,

mais se réduit à la Floride en période hivernale (plus éventuellement une petite partie de la côte de Géorgie). Sur la façade « Golfe du Mexique », seule la partie Sud de la Floride est utilisée en hiver alors qu'en été les côtes de l'Alabama, du Mississippi et d'une partie de la Louisiane sont fréquentées.

Durant la période hivernale, le lamantin sait également profiter des eaux dont la température est plus élevée que la normale sous cette latitude, soit en raison de phénomènes naturels comme les sources chaudes de Crystal River ou de St John's River, soit en raison de phénomènes artificiels comme les effluents chauds des centrales électriques thermiques de Cap Canaveral, Fort Lauderdale, Port Everglades, Riviera et Port Myers, Tampa Bay. Durant les hivers froids, les rassemblements dans ces zones d'eaux chaudes peuvent comprendre jusqu'à 200 lamantins.

Animal herbivore à la taille imposante, le lamantin est un gros mangeur qui fréquente préférentiellement des zones où il peut satisfaire facilement ses besoins alimentaires. Eclectique dans ses choix, il semble favoriser plus l'abondance que la variété (cf § 3.3.2) et la présence d'herbiers en quantité suffisante est indispensable pour une présence prolongée.

Ses besoins en eau douce ont été remarqués depuis longtemps (Du Tertre, 1667 ; Labat, 1722) et l'amènent, lorsqu'il vit totalement ou essentiellement en milieu marin, à se tenir préférentiellement à l'embouchure des fleuves et des rivières dont il peut remonter le cours si leur profondeur est suffisante (Lefebvre *et al.*, 1989). Il peut également fréquenter régulièrement les lagunes qui possèdent de la nourriture herbacée, à condition d'y trouver une source d'eau douce à proximité. Ce besoin en eau douce semble limiter ses déplacements au large même lorsqu'il s'agit de fonds peu profonds (cf § 3.4).

3.3 L'alimentation du lamantin

3.3.1 Les espèces consommées

Le lamantin est connu pour être un animal opportuniste s'alimentant sur une grande variété de plantes fibreuses ou non fibreuses, vasculaires ou non vasculaires, généralement aquatiques mais parfois terrestres quand elles sont accessibles (Hartman, 1979). De ce fait, son régime alimentaire est très variable en fonction du milieu fréquenté.

Le côté éclectique du lamantin a pu être facilement mis en évidence par les observations faites en captivité ou semi-captivité où il a consommé des espèces de genres très variés avec, parmi les plantes submergées : *Colomba*, *Ceratophyllum*, *Elodea*, *Myriophyllum*, *Najas*, *Nitella*, *Potamogeton*, *Ruppia*, *Utricularia*, *Vallisneria*, *Zostera*, parmi les plantes flottantes : *Azolla*, *Eichhornia*, *Lemna*, *Mimosa*, *Nelumbium*, *Nelumbo*, *Neptunia*, *Nymphaeae*, *Paspalum*, *Pistia*, *Savinia*, *Victoria*, parmi les plantes émergentes : *Alternanthera*, *Hymenachne*, *Ipomoea*, *Leersia*, *Luziola*, *Montrichardia*, *Panicum*, *Sagittaria*, *Typha*.

En conditions naturelles, devant un éventail d'aliments disponibles plus limité, les espèces les plus abondantes sont en général assez bien consommées mais un certain choix s'exerce (Lefebvre *et al.*, 2000). En milieu marin, Hartman (1979) a observé que le lamantin se nourrissait sur les herbiers de Phanérogames les mieux représentés : *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*. A Porto Rico, où le lamantin occupe les estuaires et les zones marines proches de la côte, *T. testudinum* est l'espèce dominante et elle est bien consommée ; c'est cependant sur *H. wrightii* que le lamantin se nourrit le plus fréquemment (Lefebvre *et al.*, 2000).

Bien qu'il existe des différences importantes entre individus, le choix est perceptible au niveau de la population. Ainsi, à Porto Rico, les échantillons prélevés dans les estomacs de 8 lamantins décédés accidentellement, révèlent des fréquences d'occurrence variables suivant les individus (Mignucci-Giannoni, 1998) (pour chaque individu, 5 lames ont été préparées à partir de l'échantillon prélevé et ont fait chacune l'objet de 100 notations aux intersections d'une grille). Au total, *T. testudinum.*, *S. filiforme.*, *H. wrightii* et les fragments de rhizomes se rapportant à ces trois espèces (les observations classées « Rhizome » incluent en fait également les racines, les pétioles et certains fragments

d'épiderme non différenciés), représentent en moyenne 88,4 % des fréquences d'occurrence (60 à 100 % suivant les individus):

- Rhizomes : 15,4 à 73,2 %
- *Thalassia testudinum* : 1,2 à 73,8 %
- *Syringodium filiforme*: 0 à 7,8 % (1 seul cas à 0 %)
- *Halodule wrightii* : 0 à 59,8 % (2 cas à 0 %)
- Plantes de mangrove : 0 à 29,8 % (5 cas à 0 %)
- *Ulva lactua* : 0 à 12,2 % (5 cas à 0 %)
- *Caulerpa prolifera* : 0 à 1,4 % (7 cas à 0%)
- Fragments indéterminés : 0 à 7,0 % (3 cas à 0%)

Dans le complexe de Crystal River en Floride comprenant essentiellement des eaux douces ou saumâtres, Hartman (1979) note que le lamantin se nourrit essentiellement sur les 6 plantes immergées les plus fréquentes de la zone (*Hydrilla verticillata*, *Vallisneria neotropicalis*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum spicatum*, *Rupia maritima*, *Diplantera wrightii*), le gros de la nourriture étant apporté par *H. verticillata* ; mais cette espèce n'apparaît pas comme préférée lorsqu'elle est en association avec *V. neotropicalis*. et *C. demersum*.

Au choix qui s'exerce globalement entre espèces, se superpose un choix au sein d'une même espèce entre sites. A Porto Rico, il est apparu que les herbiers de *Thalassia* qui poussent en association avec l'algue calcaire *Halimeda opuntia* étaient mieux fréquentés que les herbiers où l'algue n'était pas présente (Lefebvre *et al.*, 2000). Deux facteurs semblent déterminer le choix pour les herbiers où *H. opuntia* est présente : (i) les feuilles de *T. testudinum* y sont plus longues et plus larges, (ii) les rhizomes de *T. testudinum* y sont plus facilement accessibles en raison des dépôts formés par les algues en petits monticules au pied des faisceaux de feuilles. Les lamantins ont été observés à déplacer ces petits monticules avant de consommer les *Thalassia* à pleine bouche alors que des herbiers sans algue calcaire se trouvaient à proximité mais installés sur un substrat plus compact. Par ailleurs, les herbiers déjà broutés antérieurement ont plus de chances d'être à nouveau choisis que les autres (Lefebvre *et al.*, 2000). Les nouvelles pousses de *Thalassia* déjà pâturés auraient moins d'épiphytes et une meilleure valeur alimentaire (Zieman *et al.*, 1984).

Le lamantin est aussi connu pour manger des algues en quantités importantes lorsqu'il ne dispose pas d'autres sources de nourriture. Lewis *et al.* (1984) ont observé des lamantins mangeant des algues vertes *Ulva lactuca* à pleine bouche et pensent que, sur le site de Tampa Bay (Floride), les algues vertes peuvent constituer une importante source de nourriture en hiver. Hartman (1979) cite comme espèces consommées :

- Chlorophyceae : *Caulerpa prolifera*, *C. racemosa*, *C. sertularioides*, *Halimeda tuna*, *Ulva lactuca*, *Chaetomorpha brachygona*;
- Rhodophyceae : *Agardhiella tenera*, *Botrycladia pyriformis*, *Champia parvula*, *Gracilaria mammillaris*, *Grateloupia filicina*, *Hypnea cervicornis*, *H. spinella*, *Laurencia microcladia*, *Wrangelia argus* ;
- Cyanophyceae : *Lyngbya sp.*
- Xanthophyceae : *Vaucheria sp.*

Les aspects éclectique et opportuniste de l'alimentation du lamantin ont également été notés par Baugh et Valade (1989) dans le complexe du « Comberland Sound » (nord de la Floride et sud de la Géorgie). Dans cette zone, le lamantin s'alimente largement sur une espèce fibreuse, « l'herbe à cordes », *Spartina alterniflora*, utilisée pour stabiliser les berges après dragage. Le lamantin profite des marées hautes pour venir pâturer cette espèce qui est l'une des rares plantes émergentes du secteur. Les observations répétées de lamantins s'alimentant sur les mêmes sites amènent les auteurs à penser que *Spartina alterniflora* peut constituer une part significative de leur alimentation en hiver. On a même pu voir, à l'aval d'une usine électrique dans le comté de Palm Beach (Floride), des lamantins venir consommer les palmes de cocotiers que leur apportaient les résidents locaux (Hartman, 1979). Il semble cependant que le lamantin évite de consommer des plantes qui contiennent trop de tanin, avec des concentrations dépassant 2 à 3 % (Best, 1981).

Par ailleurs, le lamantin ingère, de façon sans doute plus accidentelle que volontaire, de nombreux organismes présents dans la végétation qu'il consomme : crevettes et autres petits crustacés, bivalves, escargots, sangsues, nématodes, vers, anémones et étoiles de mer (Hartman, 1979). Comme ces petits organismes se rencontrent souvent en grande quantité dans la végétation utilisée, il est présumé que tous ces organismes finissent par constituer un apport non négligeable dans la nourriture du lamantin (Best, 1981).

Le lamantin peut présenter un comportement carnivore occasionnel sur des poissons pris dans des filets. Powell (1978) a en effet observé un lamantin visitant de façon méthodique les filets de pêche pour manger la chair des poissons retenus dans les mailles, mais une enquête ultérieure auprès des pêcheurs indique que ce comportement est plutôt rare et sans doute limité à certains individus ou à certaines zones.

Des lamantins ont également été observés à grignoter la surface du fond et à mastiquer les débris récupérés (Hartman, 1979). Il peut s'agir soit de matière en décomposition, soit d'une mixture de sable et de boue. Hartman interprète ces observations comme une possible recherche d'éléments minéraux nécessaires à l'organisme. Il a aussi observé de la coprophagie, les fèces étant parfois ingérées, d'autres fois simplement renflées puis mâchées mais les débris filtrant hors de la bouche du lamantin. La coprophagie est aussi citée par Best (1981) qui lui prête différents intérêts potentiels : (i) les éléments minéraux se trouveraient en plus grande concentration que dans les aliments dont ils sont originaires, (ii) les fèces contiendraient un complexe de vitamines B, (iii) elles contiendraient également des bactéries et des protozoaires ciliés nécessaires à la digestion de la nourriture fraîche et leur ingestion constituerait un réensemencement de l'intestin des lamantins.

3.3.2 Le comportement et les besoins alimentaires

D'après Hartman, (1979) les lamantins passent quotidiennement de 6 à 8 heures à se nourrir. Les séances continues d'alimentation durent normalement de 30 à 90 minutes et concernent le plus souvent une seule espèce de plante. Les séances peuvent durer jusqu'à 2 heures ou plus lorsque les animaux sont particulièrement affamés. Les jeunes restent concentrés moins longtemps que leur mère sur l'alimentation et attendent souvent que cette dernière ait fini de s'alimenter. S'ils sont en groupe, les lamantins s'arrêtent généralement de manger en même temps pour passer à d'autres activités.

Une étude de Bengston (1983), réalisée à l'aide de microphones posés près de lamantins en liberté dans la nature, fournit des chiffres légèrement inférieurs avec une moyenne de 5 heures/jour (min = 2,4 ; max = 8,2) consacrées à l'alimentation. Le temps utilisé pour s'alimenter passe par un maximum en octobre-novembre (6,9 heures/jour) et un minimum en avril-mai (3,2 heures/jour).

Il est fréquent que les lamantins retournent régulièrement sur le même site d'alimentation jusqu'à ce que celui-ci soit épuisé ou bien jusqu'à ce qu'ils en trouvent un autre qui leur convienne mieux. Une observation à Withlacooche River (Floride) fait état d'un groupe de lamantins venant chaque jour durant trois semaines se nourrir sur une placette à base d'*Elodea*. Différentes observations aériennes ont confirmé ce trait de comportement (Hartman, 1979).

Les lamantins s'alimentent souvent dans des eaux peu profondes : de 1 à 2 m sur les herbiers marins, parfois moins dans les pâturages de rivières (Hartman, 1979). Lefebvre *et al.* (2000) ont mesuré la profondeur des sites d'alimentation et ont trouvé une moyenne de 0,9 m (0,4 à 1,6 m ; n=26) dans le lagon d'Indian River (Floride), de 2,0 m (1 à 5 m, n=115) à Porto Rico. Pour les herbiers situés à très faible profondeur, les lamantins savent attendre les marées hautes pour les exploiter plus facilement. Bien que pouvant s'alimenter sur les plantes flottantes ou émergentes, ils semblent marquer une nette préférence pour les plantes situées sur le fond (Hartman, 1979 ; Domning, 1980). Des observations de lamantins consommant la végétation des rives, le corps partiellement hors de l'eau, ont été faites (Reynolds, 1985) mais elles sont rares.

L'étude de Bengston (1983) montre que la consommation varie au cours de l'année avec un minimum au printemps et un maximum en fin d'automne (Tableau 2). Ce maximum peut correspondre soit à la

constitution de réserves pour la période hivernale, soit à une moindre qualité énergétique de la nourriture consommée à cette période. Sur l'ensemble de l'année, la nourriture consommée en moyenne quotidiennement représenterait 6,6 % de la masse corporelle. Il n'est pas certain que ces résultats obtenus en Floride où la température de l'eau décroît nettement en hiver, soient directement transposables aux zones où la variation de la température de l'eau est de plus faible amplitude.

Tableau 2 : Estimation de la consommation alimentaire du lamantin en nature (d'après Bengston, 1983)

Période	Nombre d'heures d'observation	Nombre d'heures d'alimentation /J	Poids de la végétation consommée (kg/jour)	Pourcentage* / poids du corps
Janvier-Mars	2 064	5,0	32,4	6,5
Avril-Mai	146	3,0	20,7	4,1
Juin-Juillet	670	4,2	27,2	5,4
Août-Septembre	949	6,3	40,8	8,2
Octobre-Novembre	457	6,9	44,7	8,9
Moyenne annuelle		5,1	33,2	6,6

* rapporté à un lamantin de 500 kg

Les chiffres indiqués par Best (1981) concernant la quantité de nourriture nécessaire chaque jour pour le lamantin d'Amazonie (*Trichechus inunguis*) sont plus élevés (8-9% en moyenne de la masse corporelle et 10-13% pour une femelle pleine ou allaitante) que ceux de Bengston (1983) pour le lamantin des Antilles (*T. manatus*). Bengston pense que l'essentiel de la différence peut s'expliquer par la façon dont sont exprimées les données (rapportées à un lamantin de 500 kg alors que les poids des animaux observés ne sont que des estimations) et qu'il y aurait intérêt, pour des comparaisons valables, à mieux prendre en compte le poids réel des animaux étudiés ainsi que leur statut et leur condition physiologique.

A partir de données anciennes obtenues par d'autres auteurs pour des animaux captifs, Hartman (1979) estime que le lamantin peut consommer par jour jusqu'à 1 kg de nourriture verte par 5 cm de longueur. Responsable des lamantins au Lowry Park Zoo, Jennifer Hackshaw (com. pers.) considère qu'il est prudent de retenir 8% du poids corporel de l'animal pour ses besoins alimentaires journaliers, ce qui se traduirait par 50 kg de nourriture environ pour un animal de 600 kg.

3.4 Les besoins en eau douce

Les besoins en eau douce du lamantin n'avaient pas échappé au remarquable observateur qu'était le Père Du Tertre (1671) qui, après avoir noté l'alimentation herbivore du lamantin « *La nourriture de ce poisson est une petite herbe qui croît dans la mer, laquelle il paît tout de même que le bœuf fait dans les prés...* », indiquait que « *...après s'être saoulé de cette pâture, il cherche les rivières d'eau douce où il boit et s'abreuve deux fois par jour* ». Hartman (1979) cite une observation d'un autre naturaliste de la même époque, William Dampier, qui écrivait en 1681 : « *Les lamantins qui vivent en mer ont l'habitude de venir une ou deux fois par jour à l'embouchure d'une rivière proche de leur lieu de séjour* ». Cette habitude était d'ailleurs mise à profit par les chasseurs du début du 17^{ème} siècle pour les approcher plus facilement et les harponner (Moreau, 1994 ; Du Tertre, 1671).

Plus récemment, les chercheurs ont utilisé cet aspect comportemental pour organiser, à des fins de marquage et d'équipement par des radio-transmetteurs, des opérations de captures : l'eau fraîche qui tombe d'un tuyau en zone marine sert d'appât pour attirer les lamantins et organiser leur capture (Reid *et al.*, 1995), ou bien la remontée des lamantins à l'embouchure des rivières pour venir s'abreuver est mise à profit pour leur barrer la route de retour par un filet (Saliva, com. pers.). De nombreux observateurs ont également vu des lamantins s'abreuver à un tuyau dans des installations portuaires ou bien juste en aval des barrages installés à la sortie des canaux d'eau douce pour contrôler la remontée des eaux salées. Les personnes qui maintiennent des lamantins en captivité connaissent bien ce besoin et mettent à leur disposition une source d'eau fraîche au moyen d'un tuyau. Pour expliquer l'aspect « indispensable » de l'eau douce, Hartman (1979) émet l'hypothèse qu'elle est nécessaire au processus

d'osmo-régulation. Il avance en seconde hypothèse que l'eau douce pourrait permettre au lamantin de se débarrasser des balanes et autres ectoparasites marins.

Mais, si le besoin d'eau douce est bien connu de la communauté scientifique, ses caractéristiques (quantité, périodicité, qualité) et les mécanismes physiologiques qui lui correspondent le sont beaucoup moins (Saliva, com. pers.). Les récents suivis télémétriques réalisés sur les lamantins qui fréquentent les côtes de l'île de Vieques (située 7 km au large à l'Est de Porto Rico et qui ne possède pas de rivière permanente) n'ont pas apporté une réponse définitive aux interrogations des chercheurs. Certains lamantins restent parfois nettement plus d'une semaine sans accès apparent à une source d'eau fraîche avant de revenir vers Porto Rico (Reid, com. pers.). Peuvent-ils se passer d'eau douce si longtemps ? Ont-ils accès à des sources d'eau fraîche non connues émergeant directement dans la mer ? Reynolds et Ferguson (1984) citent aussi le cas de deux lamantins observés au large des îles Tortugas (dépourvues de ressources en eau douce) à plus de 80 km de tout site d'approvisionnement, et s'interrogent sur les besoins réels du lamantin en eau douce pour son osmo-régulation. A l'exception de ces cas « marginaux », les lamantins suivis par radio-tracking passent régulièrement dans des sites ayant de la disponibilité en eau fraîche. Il n'y a en tout cas guère de doute sur la nécessité de disposer de source d'eau douce pour établir une stratégie de conservation de l'espèce (Reynolds et Odell, 1991).

3.5 Les principaux traits comportementaux

3.5.1 La vie sociale

Le lamantin est un animal modérément social. Il existe un lien fort entre la mère et son jeune qui dure au minimum un an, parfois deux. Ce lien apparaît d'importance primordiale pour l'éducation du jeune : les suivis télémétriques de plusieurs couples « veau-mère » (Deutsch *et al.*, 2000) ont montré qu'après la rupture de ce lien, le jeune utilisait les sites fréquentés durant son enfance et que son modèle de déplacement migratoire était très proche de celui de sa mère même s'il comporte quelques différences dans les déplacements qui pourraient avoir un caractère exploratoire.

En dehors des couples « mère-veau » et des rassemblements hivernaux en Floride, les animaux adultes passent une partie de leur temps seuls : Hartman (1979) rapporte que 53% de ses observations aériennes de lamantins concernaient des animaux solitaires. Mais Odell (1980), lors de ses comptages aériens hivernaux, trouve une taille moyenne de 3,03 lamantins pour les groupes observés. Reynolds (1981 b) pour des observations de printemps réalisées en canot, trouve 2,54 lamantins en moyenne par groupe. Deux activités apparaissent sociales : glisser sur les vagues et se suivre en file indienne.

Les groupes de parade sexuelle (*cf* § 3.6) sont les seuls qui bénéficient d'une stabilité temporaire dans leur composition. Les autres groupes, qui comprennent des animaux de différentes catégories (jeunes et adultes des deux sexes) semblent se constituer au hasard de rencontres liées à des activités : alimentation ou abreuvement, repos, migration, jeux, etc. Le lien social reste faible et ces associations peuvent ne durer que quelques minutes (Hartman, 1979). Toutefois, Reynolds (1981, b) a observé une association durable entre deux subadultes et pense que ce type d'association n'est pas forcément rare.

Un trait particulier du comportement social est le bon synchronisme des respirations chez les lamantins lorsqu'ils sont en groupe. Le lamantin vient respirer régulièrement à la surface. L'apnée entre deux respirations est en général un peu inférieure à 3 minutes : 20 à 30 respirations par heure. L'inspiration dure en moyenne 3 secondes. La plus longue durée enregistrée entre deux émergences est de 11 minutes 46 secondes (Hartman, 1979). Quelquefois, le lamantin effectue deux respirations successives. Le rythme des respirations varie beaucoup avec les activités et peut devenir arythmique. Les jeunes veaux respirent un peu plus fréquemment que les adultes (Hartman, 1979). Néanmoins, il y a une très bonne synchronisation entre la respiration de la mère et celle de son jeune puisque, dans 90% des cas, les deux animaux font surface et s'immergent exactement au même moment ; mais le jeune veau prend occasionnellement une respiration supplémentaire. Lorsque plusieurs lamantins sont ensemble, la synchronisation des respirations est également la règle. Hartman (1979) pense que ce synchronisme relève plus de la survivance des habitudes acquises dans le jeune âge que d'un

comportement acquis ultérieurement parce qu'il présenterait un avantage pour la surveillance des prédateurs ou la recherche de nourriture.

Le Père Du Tertre (1667) a signalé depuis longtemps la bonne capacité auditive du lamantin. Le lamantin réagit aussi bien aux sons émis dans l'eau (vocalisations d'autres lamantins ou bruit de moteur de bateau) que dans l'air. A l'occasion d'observations comportementales, Hartman (1971) a noté que les vocalisations émises par le lamantin semblaient constituer un important mode de communication, notamment pour le maintien du contact mère-jeune. Il supposait également, à partir de ses observations comportementales, une reconnaissance individuelle des animaux entre eux par leurs vocalisations. Les travaux de Sousa Lima (1999) sont venus préciser et/ou confirmer certains points :

- les spectrogrammes permettent d'individualiser les lamantins,
- contrairement à son cousin d'Amazonie, pour le lamantin des Antilles, il n'existe pas de différence significative de fréquences entre mâles et femelles. L'intensité des sons est moins importante chez *T. manatus* que chez *T. inunguis*.

La reconnaissance individuelle est certainement importante pour le maintien d'un compagnonnage occasionnel et surtout pour le contact mère-enfant. Sousa Lima pense d'ailleurs que cette reconnaissance individuelle qui permet le maintien du contact entre la mère et son jeune avait une importance bien plus grande (elle y trouve peut-être son origine) avant le déclin généralisé des populations consécutif à la colonisation lorsque la mère devait, dans certains cas, retrouver son jeune au milieu d'importants troupeaux comprenant jusqu'à 300 individus (Whitehead, 1978), ayant donc à résoudre à cette époque, au moins occasionnellement, les problèmes des animaux classés coloniaux. Elle présente de toute évidence d'autant plus d'intérêt que les eaux sont turbides puisque Hartman (1979) a noté une augmentation de la fréquence des vocalisations avec la turbidité de l'eau.

3.5.2 L'activité journalière

Les animaux adultes consacrent de 4 à 8 heures à leur alimentation (*cf* § 3.3.2) avec des variations saisonnières, la durée des sessions d'alimentation variant de une à deux heures. La durée du repos peut varier de 2 à 12 heures, le plus courant étant de 6 à 10 heures. En Floride, elle devient plus importante durant les périodes de froid où les animaux peuvent rester au repos de l'aube au crépuscule (Hartman, 1979). Le temps consacré aux activités sociales est très variable. En été, des animaux solitaires peuvent rester sans contact avec leurs congénères durant des jours. Au contraire, en hiver, au moment des concentrations en Floride, les activités sociales sont beaucoup plus fréquentes.

La distribution de l'ensemble de ces activités au cours de la journée semble plutôt arythmique (Hartman, 1979) au moins quand les animaux vivent en eau douce. Pour les animaux vivant en milieu marin, il semblerait que la satisfaction de leurs besoins en eau douce les amène à fréquenter de façon assez régulière leur site d'approvisionnement.

3.6 La reproduction

Le processus de reproduction commence avec la formation de groupes « de rut » quand un ou plusieurs mâles (des groupes comportant jusqu'à 17 mâles ont été observés) se mettent à accompagner de façon continue une femelle en oestrus (Marmontel, 1995). De tels groupes peuvent se maintenir de quelques heures à quelques semaines (jusqu'à un mois) mais il ne se forme pas de lien permanent entre mâle et femelle. Durant le pic d'activité sexuelle, la compétition entre mâles pour l'accès à la femelle est forte (Hartman, 1979). Les observations montrent que les plus grands mâles (probablement les plus âgés) sont dominants pour l'accès à la femelle dès la constitution du groupe et que ce sont eux qui assurent l'essentiel des copulations, donc des naissances (Rathbun *et al.*, 1995). Des copulations successives concernant des mâles différents ont été observées. Il semble que des groupes de rut puissent également se constituer à l'occasion de « pseudo-oestrus » des femelles. Lorsque ces pseudo-oestrus se produisent alors que la femelle est accompagnée d'un très jeune veau, l'importante activité des grands mâles autour de sa mère pourrait alors porter préjudice au veau (O'Shea et Hartley, 1995).

En Floride (où la plupart des études ont été menées), la reproduction présente un caractère saisonnier assez marqué même si elle est très étalée : une seule naissance a été enregistrée avec certitude durant

la période novembre-décembre-janvier-février sur une quinzaine d'années (Rathbun *et al.*, 1995 ; O'Shea et Hartley, 1995). Par ailleurs, Hernandez *et al.* (1995) ont montré par des études histologiques, que 93% des grands mâles (longueur supérieure à 2,80 m) et 75% des sub-adultes (longueur comprise entre 2,40 et 2,80 m) étaient en phase de spermatogenèse active entre mars et novembre alors que pour la période de décembre à février, ces chiffres tombent respectivement à 25 et 13%. Dans le reste de son aire de distribution, notamment à la latitude des Petites Antilles, les paramètres comme la température de l'eau fluctuent beaucoup moins, et il paraît assez probable que la cyclicité de la reproduction soit également moins marquée.

Les femelles atteignent généralement leur maturité sexuelle dans leur quatrième année mais peuvent être plus précoces et donner naissance à des jeunes dès l'âge de 4 ans (Marmontel, 1995 ; Odell *et al.*, 1995 ; O'Shea et Hartley, 1995 ; Rathbun *et al.*, 1995). Les mâles atteignent leur maturité sexuelle entre 3 et 4 ans (Hernandez *et al.*, 1995). La durée de la période de vie sexuelle active n'est pas connue (Marmontel 1995 ; Rathbun *et al.*, 1995). L'atténuation de l'activité sexuelle est peu documentée. Marmontel (1995) pense que la sénescence de la fonction reproductive, si elle existe, est faible chez les siréniens. On sait qu'en captivité une femelle a donné naissance à un jeune alors que son âge était estimé entre 43 et 48 ans.

La durée de la gestation n'est toujours pas connue avec précision mais elle est comprise entre 12 et 14 mois (Marmontel 1995 ; Rathbun *et al.*, 1995 ; Reid *et al.*, 1995). Il y a habituellement un seul jeune à la naissance mais on note des jumeaux en de rares occasions : 1,4% pour Rathbun *et al.*, (1995) et 1,8% pour O'Shea et Hartley (1995).

La dépendance des jeunes envers la mère est comprise entre 1 et 2 ans mais souvent voisine de 2 ans (Hartman, 1979 ; Rathbun *et al.*, 1995 ; Reid *et al.*, 1995 ; O'Shea et Hartley, 1995). L'intervalle entre deux naissances varie beaucoup avec les individus. Il est probablement très rarement inférieur à 2 ans ou 2,5 ans, mais il peut être beaucoup plus long en fonction de l'âge de la mère et sans doute d'autres facteurs (Marmontel, 1995 ; Odell *et al.*, 1995 ; Rathbun *et al.*, 1995 ; Reid *et al.*, 1995). Les femelles qui avortent, ou dont le jeune meurt à la naissance, peuvent être gestantes à nouveau au bout de quelques mois (Odell *et al.*, 1995) voire de quelques semaines (Hartman, 1979).

3.7 La dynamique des populations

Depuis de nombreuses années, les chercheurs américains ont constaté chez le lamantin de Floride une mortalité non seulement élevée mais en progression régulière. Une partie de cette augmentation est due à des activités anthropiques, notamment aux activités nautiques de plaisance. L'augmentation régulière des mortalités observées a fait craindre que les populations soient en déclin. Les comptages aériens, pourtant régulièrement répétés, n'ont pas permis jusqu'à présent, pour des raisons méthodologiques, de dégager un estimateur fiable de l'effectif et de sa tendance d'évolution, d'où l'idée d'aborder cette tendance d'évolution (indispensable pour appréhender les effets des plans de restauration) à travers la connaissance de paramètres de la dynamique de population. Deux sources de données ont permis d'estimer ces paramètres : observations en nature, examen post-mortem des animaux trouvés morts. Pour des animaux marins dont l'observation ou la collecte n'est pas vraiment aisée, il a été nécessaire de développer des méthodologies appropriées puis de récolter suffisamment de données avant de procéder aux analyses. Ce n'est qu'à partir de 1995 que des résultats fiables ont pu être obtenus.

Pour les observations en nature, il a été nécessaire d'identifier individuellement les animaux pour déterminer l'histoire de leur reproduction. Ceci a été possible grâce aux nombreuses marques dont sont porteurs les lamantins en Floride, le plus souvent par des cicatrices suite à une ou plusieurs collisions avec des bateaux. Environ 80% des animaux adultes portent de telles cicatrices et la constitution d'un catalogue photographique des lamantins, informatisé et régulièrement actualisé permet d'individualiser et donc de reconnaître en nature un grand nombre d'animaux (Beck et Reid, 1995).

Deux études basées sur l'observation en nature d'animaux « marqués » ont été menées parallèlement sur deux sites, le complexe de Crystal River et Homosassa River sur la côte Ouest de Floride (Rathbun *et al.*, 1995), Blue Spring sur la côte Est (O'Shea et Hartley, 1995) où les concentrations hivernales des lamantins autour des sources chaudes permettent de bien rentabiliser l'effort consacré au recueil des données. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 3. Autres informations : (i) le sex-ratio ne diffère jamais significativement de 1/1, ni chez les adultes ni chez les jeunes ; (ii) la naissance d'un veau à chaque parturition est la règle générale (1 à 2 % de naissances gémellaires).

Les résultats obtenus par Reid *et al.* (1995) à partir d'animaux suivis par radio-tracking (portant sur un nombre de femelles observées plus faible) sont en accord avec ceux des études précédentes. La télémétrie a permis de décrire les sites de mise bas et de montrer que les femelles recherchent des sites particulièrement tranquilles, canaux secondaires par exemple. Deux d'entre elles ont effectué des déplacements dépassant une centaine de kilomètres peu de temps avant la mise bas alors qu'elles avaient, au cours de la période précédente, un domaine vital réduit, qu'elles ont par ailleurs regagné quelque temps après la mise bas, ce qui laisse supposer qu'il y avait bien un choix déterminé.

Tableau 3 : Estimation des paramètres démographiques du lamantin en Floride

Site de l'étude	Homosassa River et Spring River	Blue Spring-Upper St Johns River
Auteurs	Rathbun <i>et al.</i> (1995)	O'Shea et Hartley (1995)
Age de 1 ^{ère} reproduction (au moment de la 1 ^{ère} naissance)	5,1 ± 1,2 ans (n = 7) Min = 4 - Max = 7	5,4 ± 1,0 ans (n = 7) Min = 4 - Max = 7
Intervalle entre naissances	2,48 ± 0,77 ans (n= 33)	2,60 ± 0,81 ans (n = 12)
Dépendance des jeunes	1,2 an (n = 121) (23,1 % → 2 saisons hivernales)	1,3 an (n = 42) (33,3 % → 2 saisons hivernales)
Survie des jeunes :	0,671 (n=82)	
▪ veau		0,657 (n=35)
▪ 1-2 ans		0,822 (n=45)
▪ 2-3 ans		0,903 (n=31)
▪ 3-4 ans		0,958 (n=24)
Taux de fécondité (% de femelle avec 1 veau)	0,36	0,30

Les nécropsies effectuées sur les cadavres de lamantins (qui font l'objet d'un programme de collectes d'informations depuis 1974 en Floride) ont également permis d'obtenir des données sur un nombre important de femelles. Il a fallu auparavant mettre au point une méthode d'estimation de l'âge post-mortem pour les individus de taille adulte car le mécanisme de remplacement continu des molaires ne permet pas, comme chez de nombreuses espèces, d'utiliser les coupes dentaires à cet effet. C'est la lecture des stries de croissance (après un traitement histologique approprié), pratiquée sur le dôme de l'os tympano-périotique de l'oreille interne qui a été utilisée (Marmontel *et al.*, 1996). Appliquée d'abord à 17 lamantins d'âge connu (élevés et morts en captivité) ou qui avaient été munis d'un repère histologique lors d'une manipulation en nature (injection de tétracycline à une date connue), sa fiabilité a pu être estimée et considérée comme relativement bonne ; le principal problème provenant du phénomène de résorption osseuse plus ou moins marqué selon les individus. Utilisée ensuite sur un échantillon de 821 femelles de lamantin de Floride, elle a permis d'obtenir les résultats suivants (Marmontel, 1995) :

- âge moyen des femelles sexuellement matures : 12,6 ans
- âge de la plus vieille femelle : 51 ans minimum, la meilleure estimation étant de 59 ans
- âge de maturation sexuelle des femelles : entre 3 et 4 ans
- âge de première reproduction : 4^{ème} année
- fécondité (nombre de jeunes femelles produites / femelle adulte / an) : 0,238
- sex-ratio non différent de 1, sauf dans la classe 0-1 an, phénomène qui correspond sans doute à une mortalité néonatale légèrement plus élevée chez les jeunes mâles.

Une estimation de la survie par la méthode Capture-Marquage-Recapture, a été effectuée récemment (Langtimm *et al.*, 1998) pour tester certaines hypothèses biologiques et estimer le taux de survie des adultes en Floride. Le marquage correspondait en fait à l'identification des animaux soit à partir de caractéristiques naturelles remarquables soit, plus fréquemment, à partir de cicatrices consécutives aux blessures provoquées par les hélices de bateau, comme décrit précédemment (Beck et Reid, 1995). Les recaptures étaient visuelles à l'occasion de différentes opérations sur des sites d'agrégation hivernaux. Les observations étaient en quantité suffisante pour traiter individuellement les trois principales zones de refuges hivernaux de Floride (Crystal River à l'Ouest, Blue Spring et la côte atlantique à l'Est). Elles ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

	Crystal River	Blue Spring	Côte Atlantique
Meilleur modèle			
Survie	constante	constante	constante
Probabilité d'observation	constante	constante	variable = f(t)
Survie	0,965 (0,951-0,975)	0,961 (0,900-0,985)	0,907 (0,887-0,926)
Probabilité d'observation	0,737 (0,660-0,814)	0,948 (0,882-0,978)	0,507 (0,426-0,588)
Taux d'accroissement*	1,074	1,057	1,01

* Résultats d'une étude différente (Eberhardt et O'Shea, 1995)

Par ailleurs, sur tous les sites, la probabilité de survie des adultes ne varie ni avec le sexe, ni avec l'âge.

3.8 Les principales menaces

Dans son « Plan de gestion régional pour le lamantin antillais » rédigé en 1995, le Programme pour l'Environnement des Caraïbes (émanation du PNUE) a recensé les menaces qui pèsent sur l'espèce au sein de chaque pays.

Même s'il est officiellement protégé par les lois nationales ou les conventions internationales, le lamantin est encore braconné dans bon nombre de pays, et d'autant plus vrai que la pauvreté est accentuée. Les prélèvements par la chasse continueraient dans 15 pays sur les 19 où le lamantin est présent. A cela pourrait s'ajouter une partie des mortalités dues aux filets de pêche car, dans certains cas, la disposition des filets dans des sites vitaux pour les lamantins (embouchure des fleuves) laisse penser que l'enchevêtrement des lamantins est délibérément recherché pour la capture des animaux. Les prélèvements sont sans doute plus faibles que par le passé. Mais, comme ils s'exercent sur des unités de population à effectif limité, ils peuvent certainement expliquer en grande partie le maintien d'un statut précaire et la non reconquête des zones autrefois colonisées.

Les captures accidentelles dans les filets de pêche sont cités comme une autre cause importante de mortalité dans la moitié des pays. Les animaux s'enchevêtrent dans les filets et finissent par mourir étouffés ou noyés. Concernant la pêche, les blessures dues à l'enchevêtrement d'une nageoire dans les cordes des casiers sont également citées (O'Shea, 1995) mais rares. Reynolds (1995) signale également l'ingestion accidentelle de fil de pêche et d'hameçons qui ont fini par endommager le système digestif et abouti à la mort des animaux.

Parmi les autres causes de mortalité d'origine anthropique, les collisions avec les bateaux prennent de plus en plus d'importance. Ce problème est surtout sensible dans les régions développées comme la Floride où le niveau de vie élevé permet à une fraction importante de la population de pratiquer les sports nautiques avec des bateaux puissants. En effet, ce sont surtout les bateaux de plaisance type « hors-bord » qui sont en cause et tout spécialement dans les pays développés comme les Etats-Unis. Cette menace a pu être quantifiée grâce à une collecte systématique des cadavres organisée depuis 1974 par les chercheurs américains à des fins d'autopsie. Ainsi, 2 074 carcasses de lamantins ont fait

l'objet d'une analyse en Floride et la cause de mortalité a pu être déterminée dans 67,5% des cas (Wright *et al.*, 1995). Parmi les causes connues, les mortalités dues aux bateaux représentent 37,3% des cas, les accidents dans les canaux 6,3%, les autres causes anthropiques 4,4 %. Les mortalités naturelles représentent un peu plus de la moitié des cas, 51,9 % se répartissant entre : mortalités néonatales ou péri-natales 31,1 %, mortalités dues au froid 6,3 %, autres 14,5 %. Pour mieux situer les menaces dues aux bateaux, on peut ajouter que 80 % des animaux adultes portent des cicatrices dues à des collisions.

Lorsqu'il y a mort à l'occasion d'une collision avec un bateau, le choc lui-même a pu être déterminé comme fatal (suffisant pour expliquer la mort sans tenir compte des blessures dues à l'hélice) dans 54% des cas, les blessures intervenant pour le reste (46%). D'après la forme et la taille des blessures (qui permettent de déterminer la taille de l'hélice liée à la puissance du moteur, elle-même liée à la taille du bateau), il apparaît que la taille (et la puissance) du bateau est prépondérante pour causer un impact fatal : les bateaux de taille inférieure à 7,3 m auraient peu de chances d'infliger une blessure mortelle.

Le tourisme de vision n'a jamais été désigné comme une cause de mortalité. Toutefois, on ne saurait prétendre qu'il est d'une parfaite neutralité vis-à-vis du lamantin. Devant le développement du flux touristique en Floride dans les sites refuges du lamantin en période hivernale, Shackley (1992) posait la question : « Lamantins et tourisme : une chance ou une menace ? » mais sans apporter de réponse, en soulignant seulement les risques potentiels. Une étude de Buckingham *et al.* (1999) réalisée à King's Bay dans le haut de Crystal River (qui est visitée annuellement par environ 90 000 plongeurs en apnée ou en bouteille) a mis en évidence une légère augmentation de l'utilisation des zones sanctuaires (où toute activité humaine est interdite) par les lamantins au moment de la plus forte pression touristique. Les auteurs préconisent de fixer une limite à la pression touristique. Sur le même site, Knight et Gutzwiller (1995) notaient que malgré une bonne information, des dérangements causés aux lamantins par les plongeurs étaient fréquemment observés.

Parmi les menaces indirectes sur le lamantin, identifiées dans le rapport du PEC (1995), sont souvent cités sans être quantifiés :

- la destruction des habitats : drainage ou modification des zones côtières pour des activités agricoles ou des constructions humaines (souvent à but touristique), déboisement des bassins versants qui modifie l'hydrologie et augmente les apports terrigènes, destruction des côtes par des exploitations minières de gravier, etc. ;
- la pollution : domestique le long des côtes qui sont de plus en plus peuplées, chimique par les cultures agricoles industrialisées (bananeraies) sur les bassins versants, chimique encore par les installations industrielles ou les bateaux pétroliers, organique et chimique par les rumeries, usines sucrières ou usines de pâte à papier, etc. ;
- l'eutrophisation des lacs ou lagunes suite à l'intensification de l'agriculture ;
- l'usage d'explosifs pour la pêche ou la prospection pétrolière.

Au cours d'une étude menée en Floride de 1977 à 1981, à partir d'échantillons prélevés sur des carcasses, des analyses ont été faites pour rechercher les produits contaminants que le lamantin aurait pu ingérer avec sa nourriture (O'Shea *et al.*, 1984). Les concentrations de produits organochlorés trouvés dans la graisse, de mercure dans le foie ou dans les muscles, de plomb dans le foie, de plomb ou de cadmium dans les reins sont faibles et paraissent peu susceptibles d'avoir des effets toxiques pour le lamantin. Seul le cuivre fait apparaître une concentration dans le foie qui augmente avec l'âge dans les zones où des herbicides à base de cuivre sont utilisés régulièrement.

Différentes menaces naturelles peuvent avoir une influence au moins temporaire sur les populations de lamantins :

- deux « marées rouges » provoquées par la prolifération d'algues et produisant une « brevetoxine » sont rapportées par O'Shea *et al.* (1991) : mort de 37 lamantins sur une période de 10 semaines et Bossart *et al.* (1998) : mort de 149 lamantins sur une période de 8 semaines. Dans le premier cas, la prolifération des algues est imputée à une sécheresse sévère qui aurait provoqué une augmentation importante de la salinité des eaux de l'estuaire dans la baie de Fort Myers ;

- l'impact des cyclones est mal connu. On sait que le cyclone Andrew a fait s'échouer un lamantin en août 1992 sur les côtes de Floride. Un effet secondaire du cyclone Elena a été un apport d'eau salée important dans le complexe de Crystal River (habituellement occupé par l'eau douce) et une forte réduction des plantes aquatiques ;
- les coups de froid souvent cités en Floride comme causes de mortalité ne semblent nullement menacer la Guadeloupe ;
- l'échouage est un phénomène qui peut affecter la survie des jeunes. Le risque est surtout important dans les zones à fortes marées. Il augmente lorsque les marées se combinent à des vagues de forte amplitude. Les adultes s'échouent rarement et quand ceci se produit, ils ont souvent la force de se remettre à l'eau. Les très jeunes lamantins n'ont pas cette force et restent la plupart du temps échoués toute une marée, ce qui entraîne leur mort dans bien des cas. Les échouages de jeunes lamantins sont assez fréquents sur les côtes brésiliennes (Pinto de Lima, 1997) ou à Porto Rico (Minucci-Giannoniet et *al.*, 2000).

Le lamantin est considéré comme n'ayant pas de prédateurs en dehors de l'homme. Il n'est sans doute pas impossible que le lamantin puisse être attaqué par les grands requins ou par l'orque ; mais, comme ces animaux sont pélagiques alors que le lamantin ne s'éloigne guère des côtes et fréquente, dans la grande majorité des cas, des fonds inférieurs à 5 m, leurs chances de rencontre sont infimes. Dans la littérature, on trouve une seule mention de prédation par les requins (Colmenero et Zarate, 1989) ; et encore, l'état de décomposition des deux carcasses concernées ne permettaient pas aux auteurs d'être complètement affirmatifs.

4. Les objectifs et les enjeux d'une réintroduction

A partir des informations disponibles sur l'importance de sa chasse et de la consommation de viande dont il faisait l'objet, il ne fait guère de doute que la prédation insouciance effectuée par l'homme est la cause première de la disparition du lamantin, aussi bien en Guadeloupe que dans le reste des Petites Antilles. Cette hypothèse est confortée par les études récentes sur la dynamique des populations qui montrent bien l'influence de la survie des adultes sur l'évolution des effectifs.

Le risque de mortalité intentionnelle en vue de la consommation de la viande paraît très faible car :

- le lamantin ne fait pas partie des habitudes alimentaires (il a disparu aux alentours de 1900) ;
- l'interdiction de capture prise il y a 10 ans seulement est bien respectée par la grande majorité des pêcheurs, même sans une surveillance renforcée, alors que les tortues marines étaient couramment consommées avant cette interdiction ;
- le lamantin serait très probablement distribué essentiellement dans les deux « Culs-de-sac », zones de surveillance relativement aisée et suffisamment fréquentées pour un contrôle réciproque des usagers ;
- la taille du lamantin ne permet guère à un braconnier d'opérer seul.

Les tricheurs potentiels seront donc vraisemblablement peu nombreux. Il serait difficile pour eux de réaliser leur forfait sans être vus à un stade ou à un autre de la réalisation. Le sachant et connaissant les risques encourus, ils hésiteront sans doute à se lancer dans cette aventure.

Comme la cause présumée de disparition du lamantin n'est plus actuellement une menace pour l'espèce, on peut donc, a priori, envisager de tenter une réintroduction en Guadeloupe.

Une telle réintroduction constituerait certes une réalisation prestigieuse ; mais ce serait une opération délicate requérant un engagement financier et politique à long terme (*cf* chapitres 6 et 7). Il importe donc que ses enjeux soient bien mesurés et ses objectifs bien définis afin que, si l'étude aboutissait à un projet, les moyens mis à la disposition de ce projet soient en adéquation avec les objectifs. Il appartient sans doute plus à une étude de faisabilité de lister et de souligner les intérêts et les enjeux d'une éventuelle réintroduction que d'en fixer les objectifs et de les hiérarchiser. Les intérêts d'une réintroduction listés ici constituent donc seulement des objectifs potentiels.

4.1 Les aspects écologiques

La réintroduction du lamantin dans un milieu où il a vécu jusqu'au 19^{ème} siècle possède un incontestable intérêt écologique avec deux grandes composantes :

- locale : la reconquête d'une partie de la biodiversité perdue en Guadeloupe par la faute de l'homme et des prélèvements immodérés qu'il a commis sur les espèces sauvages (perroquets, aras, diabolins) après la colonisation européenne ;
- générale : la consolidation globale du statut de l'espèce. Une introduction réussie pourrait permettre à terme (sans doute long) à la nouvelle population de reconquérir progressivement les Petites Antilles et de reconstituer (à terme encore plus long) le lien qui unissait les populations du Nord (Floride et Grandes Antilles) à celles du Sud (Trinidad et Plateau des Guyanes). La Guadeloupe avec sa position centrale dans les Petites Antilles et ses vastes herbiers concentrés dans les Culs-de-sac marins est sans doute la meilleure île candidate pour une telle opération d'intérêt général.

4.2 Les enjeux stratégiques

Ce n'est sans doute pas un hasard si la réintroduction du lamantin figure parmi les objectifs de la Réserve du Grand Cul-de-sac marin (Mège et Anselme, 1997) : avec sa bonne « bouille » et son tempérament pacifique, voire curieux vis à vis de l'homme, le « gentil géant » comme l'appellent les Américains est un formidable animal médiatique. Outre l'intérêt écologique de sa réintroduction et sa valeur patrimoniale, le lamantin peut donc permettre, par l'utilisation de son image en communication, de faire progresser la conservation en Guadeloupe en étant le vecteur de différents messages :

- une réintroduction est une opération délicate et coûteuse : mieux vaut protéger et gérer les espèces que d'en abuser, sinon les efforts pour en rétablir une sont sans commune mesure avec ceux qu'auraient coûté une bonne gestion et une protection des habitats ;
- le Grand Cul-de-sac marin est un site de très grande diversité biologique et de très grande productivité. De plus, certaines des espèces susceptibles d'y prospérer à nouveau ont un fort intérêt économique (poissons, langoustes, lambis) : il faut mettre en place des systèmes de gestion appropriés pour profiter de cette ressource sans la surexploiter ;
- le Grand Cul-de-sac marin est un site fragile exposé à différentes sources de pollution qui menacent les habitats et les espèces, et l'homme lui-même indirectement : il faut réduire toutes ces pollutions avec un effort rapide pour les plus dangereuses ;
- le Grand Cul-de-sac marin est un site unique et toutes les infrastructures importantes qui sont envisagées dans ou à proximité de ce site, doivent faire l'objet d'une attention particulière si l'on ne veut pas prendre le risque d'une catastrophe irréversible ; d'autant plus qu'il existe deux facteurs de risques non maîtrisables : les cyclones et les tremblements de terre.

Au niveau national et surtout international, une réintroduction réussie du lamantin apporterait une contribution très positive à l'image de la conservation en zone caribéenne et des efforts fournis en faveur du rétablissement de la diversité biologique. Les solutions trouvées avec les différents groupes socio-professionnels utilisateurs de la nature pour conjuguer dans un même projet conservation et développement, témoigneraient de la capacité à faire ce qu'il est convenu d'appeler du « développement durable », concept ayant plus souvent fait l'objet jusque-là de belles dissertations que de réalisations exemplaires.

4.3 Les enjeux économiques

La Guadeloupe s'est résolument tournée vers le tourisme à la fin des années 50 et c'est toujours le secteur de l'activité économique qui connaît encore le plus fort accroissement (DIREN, 2000). Cependant, la demande touristique évolue. Le touriste nouveau veut plus que le soleil et les eaux tièdes de la Caraïbe, même s'il continue à les apprécier. Les excursions ou les visites à thème sont de plus en plus recherchées. Dans ce contexte, l'arrivée d'un animal de grande taille, aussi particulier et d'observation aussi facile que le lamantin (pour un animal marin s'entend), constituerait un incontestable « plus » touristique, d'autant qu'il est facile de prévoir qu'il sera avant tout visible dans le magnifique site du Grand Cul-de-sac marin.

En Floride, le nombre de visiteurs peut atteindre 300 à 500 000 dans des sites naturels comme Homosassa Springs ou Crystal River, ou bien 70 à 100 000 visiteurs pour des visites organisées dans et autour des canaux de sorties des eaux de refroidissement des usines électriques de Tampa Bay ou Fort Myers (sites où les lamantins se rassemblent en période hivernale pour profiter des eaux chaudes... mais qui ne présentent pas par ailleurs un intérêt paysager majeur !). Il existe certes des différences considérables entre la population touristique de la Floride et celle de la Guadeloupe, et les contextes sont aussi largement différents ; mais on peut prévoir qu'il y aurait en Guadeloupe une demande touristique forte pour le lamantin et qu'elle aurait des retombées économiques.

Mais, pour une activité qui ne peut pas être considérée comme neutre vis-à-vis du lamantin (*cf* § 3.8), il sera nécessaire d'encadrer strictement cette activité et vraisemblablement de limiter le nombre de touristes. Si une opération de réintroduction devait être tentée, il serait d'ailleurs indispensable de réfléchir, avec le milieu socio-professionnel concerné, à une possible organisation du tourisme et d'élaborer une charte évolutive **avant le début de l'opération**, afin de ne pas courir le risque d'être débordé par une demande spontanée forte dans un contexte non organisé.

5. La faisabilité d'une réintroduction

Le lamantin a disparu de Guadeloupe depuis un siècle environ, ce qui est peu à l'échelle de l'évolution. Cependant, le 20^{ème} siècle est celui qui a vu le plus fort accroissement des populations humaines et l'impact de ces dernières sur l'environnement est devenu considérable avec les progrès technologiques. Devant les risques potentiels d'évolution négative, avant de penser à réintroduire le lamantin, il convient donc de s'assurer que :

- le milieu est toujours favorable au lamantin ;
- les menaces directes ou indirectes induites par les activités humaines n'affecteraient pas de façon rédhibitoire le développement d'une population réintroduite de lamantins ;
- les lamantins eux-mêmes n'auraient pas d'impact négatif sur le nouvel état d'équilibre qui s'est progressivement instauré depuis l'époque de leur disparition ; et, notamment, sur les autres herbivores, concurrents alimentaires potentiels.

5.1 Les aspects alimentaires

Outre ses indications sur l'occupation des deux culs-de-sac marins par le lamantin, le Père du Tertre (1667) avait noté que « *La nourriture de ce poisson est une petite herbe qui croît dans la mer, laquelle il paît tout de même que le bœuf fait de celle des prés...* » ; observation confirmée par le Père Labat (1720) : « *...il mange une certaine herbe qui croît au fond des mers* ». Ces observations anciennes sont en accord avec les connaissances acquises ultérieurement de façon scientifique : ce sont les herbiers de phanérogames marines qui devaient fournir au lamantin sa nourriture et pourraient la lui fournir à nouveau s'il était réintroduit. En effet, les rivières guadeloupéennes sont peu profondes et si dépourvues de végétation intéressantes pour le lamantin qu'elles ne sauraient en aucun cas lui servir durablement de milieu de vie et lui fournir son alimentation.

Thalassia testudinum est l'espèce dominante dans les herbiers de Phanérogames des lagons des Antilles françaises (Chauvaud, 1997) et tout particulièrement dans les deux Culs-de-sac marins, habitat préférentiel du lamantin à l'époque où il était encore présent en Guadeloupe. Une autre espèce, *Syringodium filiforme*, peut également former des herbiers importants, soit mono-spécifiques, soit en mélange avec *T. testudinum*.

Le caractère opportuniste du régime alimentaire du lamantin amène à penser qu'il se nourrirait principalement sur les espèces les plus abondantes. Ce sont donc les herbiers des deux Culs-de-sac marins qui lui fourniraient son alimentation ; et en premier lieu *T. testudinum*, espèce largement dominante. Aussi, l'estimation des potentialités alimentaires du milieu pour le lamantin portera avant tout sur la distribution des herbiers de *Thalassia* et sur leur productivité. Cette estimation constituera bien sûr un minimum. Il est probable que les autres espèces de phanérogames marines participant à la constitution des herbiers seraient également consommées mais qu'elles n'interviendraient que pour une faible part dans le régime alimentaire.

Différents travaux récents menés directement ou en collaboration par les chercheurs de l'Université des Antilles et de la Guyane (Chauvaud *et al.*, 2000 ; Manière *et al.*, 1994 ; Bouchon-Navaro *et al.*, 1992 ; Courboules *et al.*, 1992 ; Manière *et al.*, 1991 ; Courboules, 1989 ; Courboules *et al.*, 1988 ; Manière *et al.*, 1986) ont permis de faire progresser d'abord la méthodologie pour la description, la cartographie et la productivité des biocénoses marines côtières, puis les connaissances écologiques sur les mêmes thèmes. La thèse de Chauvaud (1997) rassemble une grande partie des éléments disponibles pour le Grand Cul-de-sac marin. Aussi, dispose-t-on des données nécessaires à l'estimation, avec une bonne approximation, des potentialités alimentaires du milieu en vue d'une éventuelle réintroduction du lamantin.

5.1.1 La distribution des herbiers

Elle a été étudiée par télédétection à partir d'une image SPOT obtenue le 2 février 1994 en mode multi-spectral. De plus, quatre cartes marines du SHOM couvrant le Grand Cul-de-sac (N° 7302 et N° 7324) et le Petit Cul-de-sac (N° 6948 et N° 7100) ont apporté une information précise sur la bathymétrie et le trait de côte (Chauvaud, 1997 ; Chauvaud *et al.*, 2000).

Les canaux bruts de SPOT étant a priori peu adaptés à l'étude des zones marines côtières, un traitement complexe des données disponibles a été effectué afin d'obtenir une meilleure discrimination des biocénoses. Une comparaison entre la signature spectrale de chaque pixel de la carte à classer et celle d'objets parfaitement connus (parcelles tests : 200 pour le Grand Cul-de-sac et 180 pour le Petit) a été effectuée. Au total, 31 « thèmes » ont pu être distingués. Les herbiers de Phanérogames ont pu être décrits de façon détaillée et classés en 12 formations selon leur densité et le substrat. Sur les fonds sableux et sablo-vaseux, quatre types ont été distingués : 0 à 25% de couverture de fond, 26 à 50%, 51 à 75% et 76 à 100%. Sur les fonds de vase, seules deux catégories ont été retenues : 0 à 50% et 51 à 100%.

Les surfaces occupées par les différentes formations dans le Grand Cul-de-sac marin sont présentées dans le tableau 4 et la figure 2 en montre la distribution.

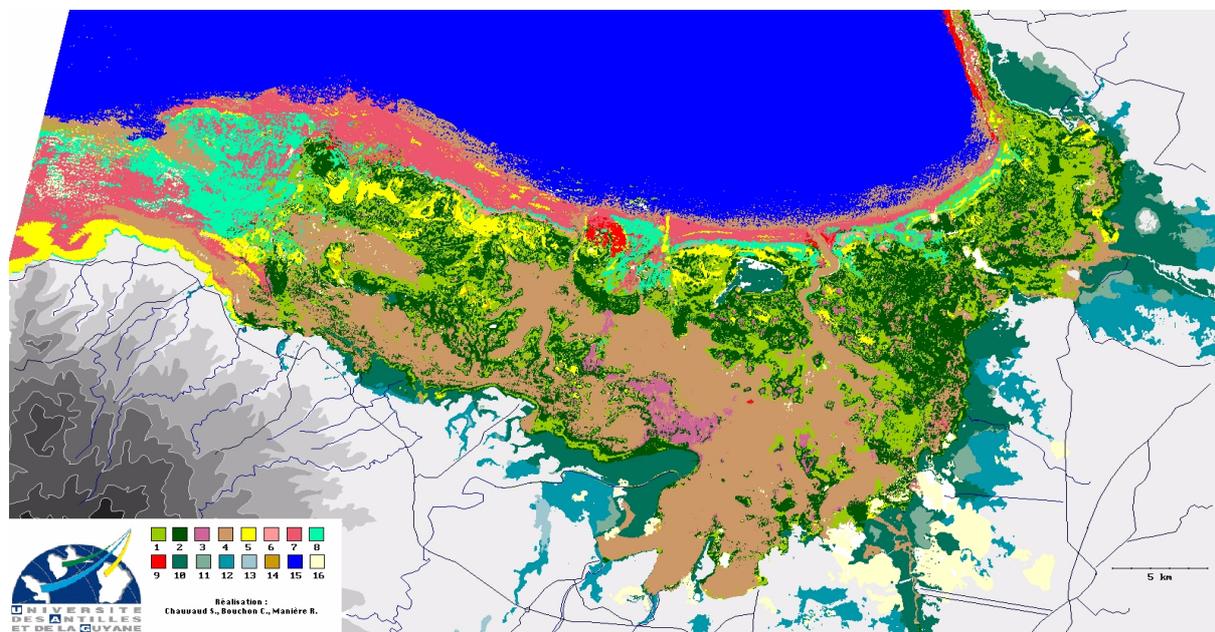


Figure 2 : Carte des biocénoses marines du Grand Cul-de-sac marin (d'après Chauvaud, 1997)
Les herbiers apparaissent en vert clair (couleur 1) ou en vert foncé (couleur 2)

Au total, les herbiers denses présentant entre 50 et 100% de couverture végétale occupent 4 391 hectares, les herbiers clairsemés (0 à 50%), 3 344 hectares. Le pourcentage de mauvais classement a

été obtenu (4%) par la visite de 100 placettes tirées au sort pour la validation. La fiabilité de cette analyse automatisée apparaît donc bonne : 96 %.

Tableau 4 : Superficies occupées dans le Grand Cul-de-sac marin par les différents thèmes identifiés à partir d'images Spot (d'après Chauvaud, 1997)

Nature des thèmes identifiés	Nombre de pixels	Surface carto-graphiée (ha)	Part (%)
Indéterminé (nuages, classe de rejet)	2 437		
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable couverture végétale de 1 à 25 %	17 441	697,6	2,9
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable couverture végétale de 26 à 50 %	35 439	1 417,6	6,0
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable couverture végétale de 51 à 75 %	34 827	1 393,1	5,9
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable couverture végétale de 76 à 100 %	21 756	870,2	3,7
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable vaseux couverture végétale de 1 à 25 %	2 251	90,0	0,4
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable vaseux couverture végétale de 26 à 50 %	16 004	640,2	2,7
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable vaseux couverture végétale de 51 à 75 %	17 491	699,6	3,0
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sable vaseux couverture végétale de 76 à 100 %	17 877	715,1	3,0
Herbiers à <i>T. t.</i> sur vase couverture végétale de 26 à 50 %	12 385	495,4	2,1
Herbiers à <i>T. t.</i> sur vase couverture végétale de 76 à 100 %	17 834	713,4	3,0
Herbiers à <i>T. t.</i> sur sédiment grossier hétérogène	2 578	103,1	0,4
Vase nue	64 435	2 577,4	10,9
Sable vaseux nu	8 229	329,2	1,4
Sable nu	18 720	748,8	3,2
Dalle à faible taux de recouvrement corallien	18 219	728,8	3,1
Massif corallien nécrosé sur fond de sable	1 579	63,2	0,3
Herbiers à <i>Thalassia t.</i> avec massifs coralliens vivants	8 255	330,2	1,4
Fonds coralliens	2 824	113,0	0,5
Roche nue	36 947	1 477,9	6,2
Platier corallien mort avec une forte couverture par les algues	2 544	101,8	0,4
Roche avec une forte couverture alguale	32 781	1 311,2	5,5
Algues sur fonds sédimentaires	142	5,7	0,0
Zone turbide	434	17,4	
Herbiers affleurants avec coraux dispersés	1 352	54,1	0,2
Fonds de vase peu profonds	40 541	1 621,6	6,8
Fonds de vase profonds	55 079	2 203,2	9,3
Fonds au-delà de la limite de pénétration (non exploitable)	256 506	10 260,2	
Mangrove	58 132	2 325,3	9,8
Marais herbacés	9 175	367,0	1,5
Forêt humide	35 875	1 435,0	6,1
Marais d'eau douce	1 327	53,1	0,2
Total	851 416	33 959,2	

Dans le Petit Cul-de-sac marin, les herbiers denses (plus de 50% de couverture végétale) sont mieux représentés (968 ha) que les herbiers à faible densité (*cf* Tableau 5) qui ne couvrent que 332 ha. Comme dans le cas du Grand Cul-de-sac, la fiabilité de la mesure a été estimée à 96 % grâce à la visite de 90 parcelles tirées au sort pour la validation.

Tableau 5 : Superficies occupées dans le Petit Cul-de-sac marin par les différents thèmes identifiés à partir d'images Spot (d'après Chauvaud , 1997)

Nature des thèmes identifiés	Nombre de pixels	Surface cartographiée (ha)	Part (%)
Indéterminé (nuages, classe de rejet)	14 250	570,0	
Herbiers à <i>T.t</i> sur sable couverture végétale de 25 %	1 832	73,3	1,0
Herbiers à <i>T.t</i> .sur sable couverture végétale de 50 %	5142	205,7	2,7
Herbiers à <i>T.t</i> .sur sable couverture végétale de 75 %	16 012	640,5	8,3
Herbiers à <i>T.t</i> . sur sable couverture végétale de 100 %	364	14,6	0,2
Herbiers à <i>T.t</i> .sur sable vaseux couverture végétale de 50 %	125	5,0	0,1
Herbiers à <i>T.t</i> .sur sable vaseux couverture végétale de 75 %	130	5,2	0,1
Herbiers à <i>T.t</i> .sur sable vaseux couverture végétale de 100 %	3 184	127,4	1,7
Herbiers à <i>T.t</i> .sur vase couverture végétale de 50 %	1 191	47,6	0,6
Herbiers à <i>T.t</i> .sur vase couverture végétale de 100 %	4 522	180,9	2,4
Vase nue	52 224	2 009,0	26,2
Sable vaseux nu	5 951	238,0	3,1
Sable nu	11 423	456,9	6,0
Dalle à faible taux de recouvrement corallien	29 607	1 184,3	15,4
Herbiers à <i>Thalassia t.</i> avec massifs coralliens vivants	1 012	40,5	0,5
Fonds coralliens	1 566	62,6	0,8
Roche nue	5 668	226,7	3,0
Platier corallien mort avec une forte couverture par les algues	945	37,8	0,5
Roche avec une forte couverture alguale	3 679	147,2	1,9
Algues sur fonds sédimentaires	483	19,3	0,3
Zone de déferlement	4 590	183,6	
Zone de turbidité	910	36,4	
Fonds de vase peu profonds	48 833	1 953,3	25,4
Total	211 643	8 465,7	

5.1.2 La biomasse et la productivité des herbiers

L'installation d'herbiers de *Thalassia testudinum* se fait à partir, soit de graines, soit de fragments de rhizomes. Elle est généralement précédée par celle de plantes pionnières appartenant aux genres *Halodule* ou *Syringodium* qui modifient la structure et la composition des sédiments. *T. testudinum* peut alors avoir un développement rapide jusqu'à faire disparaître les plantes qui ont favorisé son installation. *Thalassia testudinum* apparaît comme une espèce climacique des herbiers des Petites Antilles (den Hartog, 1970). Au fur et à mesure du développement de l'herbier, la nature du substrat continue à être modifiée car les feuilles favorisent la sédimentation et participent, après leur chute, à l'enrichissement en matière organique du sédiment, tandis que les rhizomes et les racines le stabilisent (Chauvaud, 1997).

Les rhizomes et la partie basale des feuilles restent en place après leur mort et une partie des feuilles restent prisonnières de l'herbier. Une litière se met alors en place et cet important stockage de matière organique contribue au recyclage sur place des nutriments. Par ailleurs, les épiphytes qui se développent sur les feuilles participent à l'enrichissement du sédiment en carbonates. Les rhizomes sont généralement recouverts par une couche de 5 à 10 cm de sédiment mais celle-ci peut atteindre 25 cm. En réponse à l'augmentation du taux de sédimentation, de nouveaux rhizomes se forment à partir des branches horizontales érigées. La partie apicale des rhizomes horizontaux croît en gardant une position constante par rapport à l'horizontale, ce qui permet à l'espèce de se propager dans toutes les directions en épousant la forme des dépressions et des élévations de terrain (Chauvaud, 1997). La « matre » de rhizomes mesure environ 10 cm d'épaisseur et constitue une part importante de la biomasse de la plante.

Les méthodes utilisées pour l'estimation de la biomasse et de la productivité des herbiers de *Thalassia* ont été décrites par Bouchon *et al.* (1991) :

- **Estimation de la biomasse** : Les prélèvements sont effectués par carottage. Le carottier utilisé permet d'échantillonner une surface de 0,017 m² pour une profondeur de 0,6 m qui assure le prélèvement de 90% de la masse racinaire. Le volume de sédiments récoltés est d'environ 10 litres. Dans chaque station, 6 prélèvements sont effectués au hasard. Une fois extraites, les carottes sont tamisées sur une maille de 3 mm : le matériel végétal est séparé du sédiment puis trié en 5 catégories : feuilles vertes, matériel aérien mort (feuilles mortes et base des faisceaux de feuilles), rhizomes vivants, racines vivantes, matériel souterrain mort (racines et rhizomes morts). Les feuilles vertes sont plongées dans une solution d'acide acétique à 10% jusqu'à disparition de l'effervescence provoquée par l'attaque des carbonates afin de détruire les épiphytes calcaires, puis rincées à l'eau douce et égouttées. Le poids frais de chaque catégorie est pesé au centigramme. Le matériel est ensuite séché dans une étuve pendant 7 jours à 80°C pour établir le poids sec.
- **Estimation de la productivité** : La production de rhizomes est très difficile à estimer chez les phanérogames marines et seule la production des feuilles a été étudiée. Comme chez *T. testudinum*, la croissance des feuilles se fait au niveau d'un méristème basal : la technique consiste à marquer les feuilles au niveau de ce méristème. Toutes les feuilles d'un même faisceau sont marquées en pratiquant une perforation à leur base à l'aide d'une aiguille de seringue médicale. Les plants de *Thalassia* sont marqués à l'intérieur de quadrats de 0,1 x 0,2 m fixés dans l'herbier. Ces quadrats servent également à estimer la densité de plants au m². Après 7 à 10 jours, les feuilles sont coupées au niveau du méristème basal et récoltées.

Au laboratoire, les feuilles sont séparées en trois groupes :

- Nouvelles feuilles (NF) : ce sont celles qui sont apparues après les opérations de marquage. Elles ne portent pas de marque d'aiguille ;
- Anciennes pousses (AP) : ce sont les portions de feuilles existant au moment du marquage et situées au-dessus de la perforation pratiquée ;
- Nouvelles pousses (NP) : ce sont les portions de feuilles apparues pendant la période de marquage et comprises entre la perforation et le méristème basal.

Le poids frais et le poids sec de ces trois lots de matériel sont obtenus suivant le protocole décrit précédemment. La productivité (P) est la biomasse produite par unité de surface (mètre carré) et de temps (jour). Pour chaque quadrat, elle correspond à :

$$P = ((NF + NP) / \text{nombre de jours}) \times 50$$

Bien que les scientifiques aient l'habitude d'exprimer leurs résultats en poids sec car ils correspondent à des méthodes mieux standardisées et permettent alors des comparaisons plus pertinentes entre études, les données présentées ici seront parfois également exprimées en poids de matière fraîche, les coefficients de correction pour passer du poids sec au poids « matière fraîche » étant ceux de Bouchon *et al.* (1991) présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Coefficients de corrélation entre les poids secs et les poids humides pour les différentes parties constitutives des herbiers de *Thalassia* (d'après Bouchon *et al.* 1991)

Parties	Poids sec / Poids humide	Coef. de corrélation	Probabilité
Feuilles vertes	0,090 ± 0,002	0,92	0,0001
Feuilles mortes	0,096 ± 0,003	0,92	0,0001
Rhizomes	0,126 ± 0,002	0,97	0,0001
Racines	0,097 ± 0,002	0,97	0,0001
Matériel souterrain	0,106 ± 0,003	0,97	0,0001

La biomasse estimée dans les herbiers est importante (Tableau 7) : 0,9 kg par m² en moyenne exprimée en poids sec (de 0,4 à 1,4 kg/m²). Elle est avant tout concentrée dans les rhizomes (50,3% en moyenne, de 41,3% à 63,8%) qui constituent des organes de stockage. La biomasse de feuilles vertes est le facteur le moins variable d'une station à l'autre (de 55,2 à 73,7 g/m²). Elle ne représente que

6,8% (de 3,8 à 14,3%) de la biomasse totale en moyenne. Ces résultats sont relativement proches de ceux obtenus par Bouchon *et al.* (1991) pour les herbiers de la Martinique : biomasse moyenne (exprimée en poids sec) de 1 350 g/m² (1 215 à 1 480 g/m²) dont 9,4% pour les feuilles vertes et 32,8% pour les rhizomes à la station dite « la Caye San Justan », biomasse de 518 g/m² (350 à 629 g/m²) dont 15,4% pour les feuilles vertes et 31% pour les rhizomes à la station dite « la Pointe de la Croix Bigotte ».

Tableau 7 : Biomasse des différentes parties constitutives des herbiers de *Thalassia* en Guadeloupe (d'après Chauvaud, 1997)

Stations	Biomasse exprimée en grammes par m ² (poids sec)					
	F.V. ⁽¹⁾	Rhizomes	F.M.+C.P. ⁽²⁾	Racines	M.S.M. ⁽³⁾	Total
Bois Jolan	65,5	368,0	145,9	95,3	7,6	764,4
Fajou	73,7	845,9	242,6	100,0	39,1	1 325,9
Fortune	56,3	398,2	164,5	150,0	63,9	964,9
Gosier	60,2	286,2	92,4	50,3	7,6	519,2
Lambis	56,7	182,9	80,5	49,0	7,7	396,1
Moule	55,2	636,0	183,4	200,4	11,1	1 325,9
Moyenne	61,4	452,9	151,6	107,5	22,8	882,7

(1) = Feuilles Vertes (2) = Feuilles Mortes + Courtes Pousses (3) = Matériel Souterrain Mort

Si on extrapole aux 5 359 ha d'herbiers denses (donc sans tenir compte des 3 660 ha d'herbiers à faible densité), les données moyennes obtenues à partir des 6 stations de l'étude de Chauvaud, la biomasse que représentent les herbiers du Grand et du Petit Culs-de-sac marins est impressionnante (Tableau 8) : on dépasse en poids frais les 200 000 tonnes pour le matériel végétal vivant stocké dans les herbiers denses de *Thalassia* de la Guadeloupe.

Tableau 8 : Estimation de la biomasse disponible dans les herbiers denses de *Thalassia* exprimée en tonnes (à partir des données de Chauvaud, 1997)

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

GCSM = Grand Cul-de-sac marin PCSM = Petit Cul-de-sac marin

La production journalière des herbiers en feuilles vertes est résumée dans le tableau 9 où elle est exprimée en gramme par m² et par jour (g/m²/j), en poids sec et en poids de matière fraîche.

Tableau 9 : Production journalière des herbiers de *Thalassia* en Guadeloupe (d'après Chauvaud 1997)

Stations	Poids sec en g/m ² /j		Poids frais en g/m ² /j	
	Mars	Novembre	Mars	Novembre
Bois Jolan	1,42	1,47	12,4	12,9
Fajou	3,02	2,01	26,4	17,6
Fortune	2,83	1,47	24,8	12,9
Gosier	3,19	1,93	27,9	16,9
Lambis	1,99	1,58	17,4	13,8
Moule	2,97	1,62	26,0	14,2
Moyenne	2,57	1,68	22,5	14,7

Bouchon *et al.* (1991) trouvent, pour la Martinique, des chiffres du même ordre de grandeur : la productivité moyenne calculée en poids sec fluctue entre 2,4 et 3,1 g/m²/j (moyenne 2,57 g/m²/j) à la station de « la Caye San Justan » et entre 0,6 et 1,6 g/m²/j (moyenne 1,07 g/m²/j) pour la station de « la Pointe de la Croix Bigotte ». Autres enseignements de cette même étude : (i) la production primaire d'un faisceau de feuilles ne varie pas d'une station à l'autre, (ii) les différences enregistrées proviennent de la densité des faisceaux donc de la densité de feuilles (environ deux fois plus importante au large de « la Caye San Justan » qu'en bordure de mangrove « la Croix Bigotte »), (iii) sur la station de « la Caye San Justan », il existe une corrélation significative entre la production primaire et l'irradiation solaire journalière. Ce dernier point est corroboré par Chauvaud (1997) en Guadeloupe : la production journalière est en moyenne plus élevée en mars (alors que la durée du jour est plus longue) qu'en novembre. Les chiffres de production primaire obtenus en mars par Chauvaud pourraient donc être représentatifs de la production primaire annuelle puisque la durée du jour est alors voisine de la moyenne annuelle de 12 heures.

Si on extrapole aux herbiers denses des deux Culs-de-sac marins la productivité journalière de mars trouvée par Chauvaud (22,5 g/m²/j de matière végétale, mesurée en poids frais), la production journalière moyenne s'élève à 1 200 tonnes de feuilles fraîches. En prenant la moyenne générale (18,6 g/m²/j de matière végétale, mesurée en poids frais), cette production journalière moyenne de feuilles vertes baisse un peu et s'établit à 997 tonnes.

La production de rhizomes et de racines est difficile à mesurer (Chauvaud, 1997) et les seules données disponibles proviennent de Patriquin (1973) à la Barbade : celui-ci a mesuré la croissance des parties souterraines de *Thalassia testudinum* et conclu qu'elle représentait 10 à 13% de la production totale de la plante (en poids sec). Cette donnée permet de situer la production journalière de rhizomes et racines entre 11 et 15 % de la production de feuilles vertes qui est en moyenne de 2,12 g/m²/j (poids sec), d'après les données de Chauvaud (1996) pour la Guadeloupe. La production journalière de rhizomes et racines serait alors de 0,23 à 0,31 g/m²/j (poids sec). Si l'on considère que la production de chaque catégorie (rhizomes et racines) est en proportion de son importance respective dans la biomasse, la production journalière de rhizomes peut alors être estimée entre 0,18 et 0,22 g/m²/j (poids sec), soit 1,42 à 1,75 g/m²/j en poids frais. La production de rhizomes en poids frais serait alors de 14,2 à 17,5 kg par hectare et par jour ; ce qui, à l'échelle des Culs-de-sac situerait la production journalière entre 80 et 100 tonnes pour les herbiers denses.

Finalement, on peut résumer ainsi la disponibilité alimentaire apportée par les herbiers denses des deux Culs-de-sac :

	Matériel végétal stocké	Production journalière
Feuilles vertes	37 700 tonnes	1 000 à 1 200 tonnes
Rhizomes	196 000 tonnes	80 à 100 tonnes

5.1.3 La capacité alimentaire des herbiers pour le lamantin

Les données disponibles pour estimer la taille de la population de lamantins susceptible de s'alimenter durablement autour de la Guadeloupe, peuvent être résumées ainsi :

- un lamantin de taille moyenne (600 kg) a besoin d'une quantité journalière de nourriture végétale voisine de 50 kg (qui sera portée à 60 kg par sécurité) ;
- opportuniste dans sa stratégie alimentaire, le lamantin devrait s'alimenter essentiellement dans les herbiers de *Thalassia* qui constituent, et de loin, la première ressource végétale des Culs-de-sac marins ;
- le lamantin, quand il s'alimente dans les herbiers de *Thalassia*, consomme à la fois des feuilles et des rhizomes (plus des racines prises sans doute en petite quantité de façon accidentelle) ;
- les herbiers denses (plus de 50% de couverture végétale) de *Thalassia* occupent 5 200 ha, dont 4 300 ha dans le Grand Cul-de-sac et 900 ha dans le Petit ; auxquels on pourrait ajouter 3300

ha d'herbiers à faible densité (moins de 50% de couverture végétale) dans le Grand Cul-de-sac et 300 ha dans le Petit Cul-de-sac ;

- la biomasse disponible dans les herbiers denses, exprimée en poids frais, s'élève à 37 000 tonnes pour les feuilles vertes et 196 000 tonnes pour les rhizomes ;
- la production journalière des mêmes herbiers, exprimée en poids frais, est estimée entre 1 000 et 1 200 tonnes pour les feuilles vertes, 80 à 100 tonnes pour les rhizomes.

Les lamantins semblent être les seuls consommateurs de rhizomes. Par contre, ils sont loin d'être les seuls consommateurs de feuilles : Bouchon *et al.* (1991) estiment que les herbivores (Poissons et Echinodermes) vivant dans les herbiers de la baie de Fort-de-France consomment un tiers de la production journalière. Les tortues vertes, autrefois très abondantes dans les Culs-de-sac marins (et susceptibles de le redevenir quand les mesures de protection auront produit leur effet) sont également des grandes consommatrices de *Thalassia*. Les lamantins devront donc partager l'abondante ressource disponible avec de nombreux concurrents au plan alimentaire. Il est difficile de prédire quelle sera leur part exacte. Avec la moitié de la quantité de feuilles vertes produites (500 tonnes en se montrant conservateur quant à la productivité), il serait possible d'alimenter une population de 10 000 lamantins et, avec 10% du feuillage, 2 000 lamantins (ce qui en ferait la plus importante population après celle de Floride) ; ceci sans tenir compte de la production des 80 à 100 tonnes de rhizomes, ni de la production des herbiers à faible densité.

Bien sûr, l'utilisation des ressources alimentaires ne sera pas optimale. Différents facteurs d'ordre physique (comme la distance des herbiers aux points d'alimentation en eau douce) ou comportementaux (éviter de zones perturbées par les activités humaines, par exemple) interviendront sur la distribution des lamantins et viendront diminuer le taux d'utilisation des herbiers dans une proportion difficile à estimer. Malgré ces restrictions, la marge dans la disponibilité alimentaire actuelle est telle qu'on peut conclure sans risque qu'elle ne constitue pas un facteur limitant pour l'installation d'une population viable de lamantins en Guadeloupe.

5.2 Les ressources en eau

5.2.1 Les aspects quantitatifs

Grâce à son relief et à sa couverture forestière, la Basse-Terre constitue le château-d'eau de la Guadeloupe. Elle reçoit environ 3,5 milliards de m³ d'eau qui s'écoulent par un réseau de 1 000 km de rivières (DIREN, 2000). Ces rivières présentent un caractère torrentiel très marqué et leur débit peut varier du simple au centuple (IFEN, 1993). La Grande-Terre, avec son point culminant à 135 m et son sous-sol calcaire ne dispose d'aucune rivière permanente.

Si le lamantin était réintroduit en Guadeloupe, compte tenu de ses habitudes alimentaires (y compris l'utilisation d'eau douce) et de la distribution des herbiers qui lui fourniraient sa nourriture, on peut prévoir que, pour satisfaire ses besoins en eau douce, il utiliserait d'abord les rivières qui se jettent dans le Grand Cul-de-sac marin, plus rarement ou de façon occasionnelle, les rivières qui se jettent dans le Petit Cul-de-sac marin. La figure n°3 montre différentes rivières émergeant dans le Grand Culs-de-sac marin. Le tableau 10 présente leurs débits dont certains, en l'absence de données obtenues par mesure directe, ont été estimés par transposition de données mesurées sur des bassins versants voisins lorsqu'ils avaient des conditions hydrologiques équivalentes, et en tenant compte des surfaces respectives de ces bassins.

Tableau 10 : Evaluation des principaux apports d'eau douce dans les Grand et Petit Culs-de-sac marins, exprimés en litres/seconde (Source : DIREN - Grac C.)

Rivière	Surface du BV. (km ²)	Module (l/s)	QMNAS (l/s)	Etiage (l/s)	Observations
Rivière Nogent	7,4	944	106	75	Evaluation à partir des données de la rivière Moustique
Rivière Madame	5,4	-	-	-	Non évalué
Rivière La Ramée	10,0	1 275	143	102	Evaluation à partir des données de la rivière Moustique
Rivière Salée (Ste-Rose)	8,1	1 033	116	82	Evaluation à partir des données de la rivière Moustique
Rivière Viard	1,9	242	27	19	Evaluation à partir des données de la rivière Moustique
Rivière Moustique (Sainte Rose)	16,9	2 155	241	172	Mesuré à la cote 135 m (84-92) Transposition à la cote 0
Grande rivière Goyaves	158,1	19 702	4 304	564	Mesuré à la cote 135 m (73-94) Transposition à la cote 0
Rivière du Lamentin	11,6	-	-	-	Non évalué
Rivière Mahault	12,6	-	-	-	Non évalué

C'est bien sûr en saison sèche (le « carême ») que pourrait se produire non pas une pénurie mais une difficulté d'accès à la ressource car la profondeur de la plupart des rivières à l'embouchure est bien trop faible pour que les lamantins puissent les remonter, et le faible débit de certaines rivières peut amener un mélange trop rapide de l'eau douce avec l'eau salée. De plus, ce problème peut être accentué par la formation épisodique de cordons sableux à l'embouchure des rivières à faible débit en fonction des courants marins locaux. L'eau douce entre alors dans la mer par percolation à travers le cordon sableux. Cet inconvénient n'est pas absolument rédhibitoire si la mer n'est pas agitée : le mince film d'eau douce qui se forme à la surface de l'eau salée ne se mélange alors pas trop rapidement avec cette dernière et les lamantins sont capables d'aspirer l'eau de ce film de façon paraît-il assez drôle (Bonde et Reid, com. pers.).

Sachant que deux siècles plus tôt (voire à peine plus d'un siècle, si l'on situe sa disparition à la fin du 19^{ème} siècle), le lamantin savait satisfaire ses besoins en eau, on peut s'interroger sur l'évolution des facteurs susceptibles de modifier le régime hydrologique des rivières afin d'estimer s'il pourrait les satisfaire à nouveau :

- Les données météorologiques disponibles ne permettent de déceler aucune tendance à long terme en ce qui concerne le régime des pluies (Source : Météo France, Le Raizet). La durée de retour de conditions de sécheresse comme celles du carême 2001 est estimée à 15 ans.
- La composante agro-forestière des paysages du Nord de la Basse-Terre s'est dessinée à la fin du 17^{ème} siècle lorsque l'introduction de la canne à sucre a été décidée en 1644 (PNG, 1997). Les vicissitudes de l'histoire et l'abolition de l'esclavage en 1848 ont surtout modifié la structure foncière sans entraîner une reprise des défrichements. Le couvert forestier a subi récemment une petite diminution par grignotage de sa frange basse par les cultures vivrières (PNG, 1997) qui ont remonté sous la pression de la culture cannière (celle-ci les a remplacées dans la zone qu'elles occupaient traditionnellement). Ces modifications ne semblent pas suffisamment importantes pour avoir entraîné une modification sensible du régime hydrologique.
- Les prélèvements d'eau à des fins domestiques et agricoles sont opérés dans les rivières. Pour l'ensemble de la Guadeloupe, ils restent modérés et concernent 5% de la ressource annuelle, 25% de la ressource en période d'étiage et 31% en étiage les années de sécheresse (1 année sur 10) (Stucky, 2000). Les prélèvements d'eau douce touchent essentiellement le bassin versant de la Grande Rivière à Goyave, principale rivière de la Guadeloupe. Bien que l'année 2001 soit marquée par une sévère sécheresse et que l'étiage de la Grande Rivière à Goyaves soit actuellement le plus bas jamais enregistré, le débit reste cependant de 1 m³/s malgré les différents

prélèvements opérés (Muller, com. pers.). Pour les autres rivières débouchant dans les Grand et Petit Culs-de-sac marins, les prélèvements actuellement opérés représentent respectivement, par rapport aux débits d'étiage (Grac, com. pers.) :

- sur la rivière Nogent (captage de Solitude : 1 200 m³/j) : 18,5%
- sur la rivière la Ramée (captage de Massy : 1 200 m³/j) : 13,6%
- sur la rivière Moustique de Sainte-Rose (captage de Sofaïa : 3 000 m³/j) : 20,2%

En conclusion, les ressources sont un peu moins abondantes qu'à l'époque où le lamantin était encore présent. Il ne semble pas cependant, en dépit de cette légère diminution, que la quantité d'eau douce accessible au lamantin puisse constituer un facteur limitant pour son approvisionnement, même en période d'étiage. Les mesures effectuées récemment (Caraïbes Environnement, 2001) confirment que, dans toute la portion terminale de la Grande Rivière, les couches d'eau douce et salée ne se mélangent pratiquement pas et que la lentille d'eau douce a une épaisseur de 60 à 80 cm, d'où un accès facile pour le lamantin.

5.2.2 Les aspects qualitatifs

Il est délicat d'établir un diagnostic sur ce point à partir d'éléments objectifs car :

- d'une part, on ne connaît pratiquement rien sur la tolérance du lamantin aux écarts par rapport aux caractéristiques physico-chimiques moyennes de l'eau douce et par conséquent sur sa tolérance aux diverses formes de pollution : on ne trouve, dans la littérature scientifique, aucune mention des effets pathologiques de la pollution sur le lamantin, mais ce phénomène a été très peu étudié. Seul le rapport du PNUE (1995) signale la pollution comme facteur de menaces dans plusieurs pays de l'aire de distribution mais une seule de ces mentions repose sur des faits établis à Cuba « *huit lamantins ont trouvé la mort après avoir été exposés à des résidus de l'industrie de la canne à sucre* », sans précisions sur les circonstances exactes de cet accident ;
- d'autre part, si les analyses fournissent bien des éléments objectifs, l'interprétation qui en est faite lors de l'établissement de classes de qualité se réfère à des usages humains et ne prend jamais en compte l'utilisation pour les grands mammifères domestiques, qui constituerait sans doute une meilleure référence que les autres usages retenus pour la classification.

La salinité

Bien qu'il existe encore bien des zones d'ombre sur le rôle exact de l'eau douce dans la physiologie du lamantin et sur les caractéristiques exactes de l'eau dont il a besoin, on sait qu'il ne peut s'en passer durablement pour assurer son osmorégulation (cf § 3.4). Pour le lamantin, la salinité est sans doute le facteur le plus important dans la qualité de l'eau qu'il consomme. La salinité « S » correspond à « la masse des composés solides séchés à poids constants à 480°, obtenus à partir de 1 kg d'eau de mer » (définition RODIER, 1996 : « L'analyse de l'eau », 8^{ème} édition Dunot). Elle s'exprime en ‰. Une eau de mer standard à une salinité de 35 ‰.

En raison de la géomorphologie de la Guadeloupe, les eaux douces se jettent directement dans la mer et il n'existe pas de système lagunaire constituant un réservoir d'eau douce accessible aux lamantins. Ceux-ci devront donc prendre l'eau douce dont ils ont besoin directement à l'embouchure des rivières, avec cependant la possibilité de remonter le cours sur quelques centaines de mètres pour la Rivière Moustique, La Rivière Salée et La Rivière Viard, davantage (quelques kilomètres) pour la Grande Rivière à Goyaves. Les autres petites rivières émergent dans le Grand Cul-de-sac marin en filtrant à travers des cordons littoraux plus ou moins permanents.

Une étude de la salinité des eaux a été effectuée par la DIREN en septembre 2001 en vue de voir comment évoluait le profil de salinité à partir de l'embouchure. La salinité a été mesurée en surface et à un mètre de profondeur avec une sonde portable. Elle a fourni les résultats suivants :

- Les eaux de la Grande Rivière à Goyaves sont peu salées, même à 1 m de profondeur dès qu'on la remonte après l'embouchure : $S < 3 ‰$.
- Pour la Rivière Moustique, la salinité qui est importante au droit de l'embouchure ($S=15 ‰$) baisse rapidement en surface pour devenir inférieure à $5 ‰$ à partir la station 4 (environ 600 m de l'embouchure), ce qui représente une eau peu saumâtre (sur place, des bovins s'y abreuvent). Par contre, à partir de 1 m de profondeur et dans la totalité du tronçon remonté en bateau, cette eau repose sur de l'eau de mer : $S=32 ‰$.
- Pour les Rivières Viard et Salée, il n'existe pas de réelle différence entre les eaux de surface et les eaux à 1 m de profondeur lorsqu'on remonte leur cours. Elles sont saumâtres : $S > 20 ‰$.
- L'eau de la Rivière La Ramée est relativement douce : $S < 1,5 ‰$ à l'endroit où elle débouche dans la mer.

On ne connaît pas précisément la tolérance du lamantin par rapport au degré de salinité mais, d'après les données précédentes, il est probable qu'il prendrait préférentiellement l'eau douce dont il a besoin à l'embouchure de la grande Rivière à Goyaves ou de la Rivière Moustique, ou bien lorsque la mer est calme à l'émergence des petites rivières comme la Ramée, la Rivière Nogent ou la Rivière Madame (en aspirant le film d'eau douce qui filtre à travers le cordon avant qu'il ne se mélange à l'eau salée) ; voire le canal des Retours ou la Ravine Gachet dans les périodes où ils sont alimentés en eau douce.

On peut noter que la salinité des eaux douces lors de leur émergence en mer n'a probablement pas évolué de façon significative depuis l'époque d'abondance du lamantin, ce qui signifie qu'à l'époque, la population de lamantins avait su exploiter la ressource et trouver les bons approvisionnements. Vu le caractère « explorateur » du lamantin, on peut espérer qu'il en irait vite de même avec une population réintroduite. Ce n'est sans doute que durant la période d'adaptation après leur introduction que les lamantins pourraient éventuellement rencontrer des difficultés.

Néanmoins, la pollution de la Grande Rivière à Goyaves, principale source d'eau douce reste évidemment une préoccupation (cf paragraphe ci-dessous) même s'il s'agit d'abord d'une pollution organique qui diminue la quantité d'oxygène dissous, paramètre auquel le lamantin n'est guère sensible puisqu'il prend son oxygène par respiration en surface.

La pollution

Une étude récente (SIEE, 1999), réalisée en vue d'élaborer un schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), a fait le bilan de la qualité des eaux terrestres de la Guadeloupe et de leurs aptitudes à différents usages. Pour les secteurs susceptibles de concerner le lamantin, cette étude fait ressortir :

- sur le Nord de la Basse-Terre, la qualité physico-chimique des eaux est de passable à mauvaise dans la partie aval des cours d'eau. Le secteur est marqué par une importante source de pollution organique sur la Grande Rivière à Goyaves en provenance de la distillerie Bonne Mère. La qualité des eaux de baignade est bonne dans la plupart des sites amonts.
- sur le secteur Côte-au-vent Nord, la qualité physico-chimique, de bonne à très bonne en amont, se dégrade significativement lorsqu'on se rapproche du littoral. La qualité des eaux de baignade est bonne en amont.

Dans les deux zones, on note comme sources de pollution : l'agriculture intensive (canne à sucre et bananeraies), l'élevage, les rejets domestiques, les décharges.

La principale pollution, celle de la distillerie Bonne Mère, a fait l'objet de différentes études en raison de son intensité. La distillerie produit du rhum à partir de la mélasse (sous-produit de l'activité sucrière) et génère une pollution organique de 60 tonnes/jour de DCO (Demande Chimique en Oxygène), soit environ 500 000 équivalent-habitants. Le rejet s'effectue dans la Grande Rivière à Goyaves quelques kilomètres avant le Grand Cul-de-sac marin. L'origine du problème est le colmatage du méthaniseur destiné à traiter cette pollution, lié à la difficulté pour traiter de type d'effluent.

Les manifestations qu'elle a suscitées de la part des associations de riverains ont accéléré le processus de recherche et de mise en place d'un traitement efficace. La remise en état du premier méthaniseur et la construction d'un second (prévue pour la fin 2001) devraient permettre d'atteindre en 2002 un degré de performance de 65% sur le paramètre DCO. Le principe de la réalisation d'un deuxième étage de traitement permettant de dépasser les 65% d'abattement a été accepté, la technique restant à définir (DIREN, 2000).

En conclusion, les différentes sources de pollution sont clairement des menaces potentielles pour le lamantin mais on en ignore la gravité. Si le SDAGE était mis en œuvre et atteignait les objectifs proposés, la pollution devrait diminuer de façon significative (SIEE, 1999). La principale pollution resterait celle de la Grande Rivière à Goyaves qui est organique et se traduit surtout par une faible teneur en oxygène dissous. Elle est moins grave pour un mammifère qui vient respirer en surface que pour les animaux qui utilisent l'oxygène de l'eau. Si une tentative de réintroduction du lamantin était décidée, le principe de précaution devrait néanmoins amener à attendre la vérification de la chute prévue de la pollution de la Grande Rivière à Goyaves, avant d'en débiter la réalisation.

5.3 Les menaces anthropiques

5.3.1 L'impact des activités humaines sur l'habitat

Les impacts directs se manifestent surtout par les ancrages dans les herbiers. Bien que la cicatrisation soit longue à opérer, les surfaces concernées sont suffisamment limitées pour ne pas constituer un risque majeur.

Les apports d'éléments exogènes, chimiques ou terrigènes, peuvent modifier l'extension ou la croissance des herbiers et par voie de conséquence la qualité de l'habitat. L'eutrophisation, par exemple, est un phénomène d'enrichissement des eaux en sels minéraux nutritifs (phosphates, nitrates, etc.).

Une récente étude (Canovas *et al.*, 2000) montre que les zones supposées les plus favorables pour le lamantin, Grand et Petit Culs-de-sac marins, sont aussi parmi les zones les plus exposées à l'eutrophisation. Cette eutrophisation peut parfois avoir quelques effets bénéfiques lorsque les herbiers en tirent profit en utilisant les éléments nutritifs apportés. Mais elle peut également favoriser la prolifération d'algues vertes qui vont devenir des concurrents des phanérogames et, dans certains cas, les éliminer. L'eutrophisation peut aussi avoir une action perturbatrice car, en augmentant la turbidité de l'eau, elle peut participer à la régression de la limite inférieure de la distribution bathymétrique des phanérogames. La désoxygénation des couches profondes provoquées par la prolifération d'algues ne handicape pas le lamantin puisqu'il vient respirer en surface.

L'hyper-sédimentation observée dans le Grand Cul-de-sac marin, imputable en grande partie aux apports terrigènes, a fortement contribué à la remontée de la limite bathymétrique des herbiers qui, en une vingtaine d'années, est passée de -5m à -3m mais semblerait maintenant dans une phase de stabilisation.

5.3.2 L'impact potentiel des activités humaines sur les lamantins

Les risques de collisions et de blessures par les bateaux

Dans les Etats développés, et particulièrement en Floride, les collisions avec les bateaux représentent le principal risque d'accident et de mortalité pour le lamantin. Les risques de collision entre lamantins et bateaux augmentent (pour une population donnée de lamantins) avec le nombre de bateaux. La gravité des blessures augmente avec la taille et la puissance des bateaux. Ce sont surtout les bateaux de plus de 7 mètres qui risquent de provoquer des blessures mortelles (Wright *et al.*, 1995).

Les statistiques accessibles pour la Guadeloupe concernent les bateaux immatriculés par le service des Affaires Maritimes pour l'ensemble du département : 11 000 bateaux de plaisance et 1 500 bateaux de pêche. Le nombre de bateaux de pêche fréquentant régulièrement le Grand Cul-de-sac marin, zone

présumée la plus favorable au lamantin, est estimé à 200 (Laval, com. pers.), le nombre de bateaux de plaisance à 300 (Mège, com. pers.).

Si l'on tente une comparaison entre le parc nautique de la Guadeloupe et celui de Floride, on s'aperçoit qu'il existe des différences très importantes dans la densité (un bateau pour 10 habitants en Floride, un pour 40 en Guadeloupe), dans la composition (bateaux plus gros et plus puissamment motorisés en Floride), dans le taux d'accroissement (élevé en Floride, nul en Guadeloupe), dans l'utilisation (plutôt recherche des sensations de vitesse en Floride, plutôt moyen de transport pour d'autres activités en Guadeloupe).

Si le lamantin était réintroduit, les collisions avec les bateaux représenteraient peut-être le principal facteur de risques pour lui, mais celui-ci devrait rester d'ampleur limitée. Une bonne connaissance de l'utilisation de l'espace par le lamantin et une meilleure connaissance des habitudes des pêcheurs et plaisanciers constitueront des préalables indispensables à une négociation sur des bases objectives en vue de la recherche de solutions capables de diminuer les risques.

La construction d'une marina dans la baie de Blachon au Lamentin aurait constitué une aggravation importante du risque. Un moment envisagé par la précédente municipalité, il semble que le projet ait été repoussé pour des raisons aussi bien techniques (faible profondeur, envasement) qu'économiques (coût de construction élevé, rentabilité aléatoire). La nouvelle municipalité n'envisagerait pas de reprendre ce projet (Jean, com. pers.).

Les risques liés à la pêche

La pêche artisanale en mer dans la région Nord de la Basse-Terre est une activité économique importante. Elle se pratique sur tous les sites où l'accès à la mer est possible. Deshaies et Sainte-Rose sont les plus importants ports de pêche (Gaudriot, 2001). Ce sont les pêcheurs de Sainte-Rose qui exercent dans le Grand Cul-de-sac marin la pression de pêche la plus importante.

L'enchevêtrement dans les filets constitue pour le lamantin le principal risque. Il peut entraîner la mort par noyade ou asphyxie, particulièrement quand il s'agit de filets de grande longueur atteignant ou dépassant le kilomètre. Les animaux peuvent également se blesser en s'emmêlant les nageoires dans les cordes des casiers. Dans les deux cas, en corollaire du risque pour les animaux, il y a un risque pour les engins de pêche et donc d'interférence négative avec la pêche.

Face à ce double risque, les responsables des organismes professionnels consultés font preuve d'un état d'esprit très ouvert : ils verraient le retour du lamantin comme un enrichissement du patrimoine naturel, une chance de plus pour l'économie de la région, et souhaiteraient par conséquent être partenaires du projet s'il se réalisait (Yoyotte et Berbin, com. pers.). Ils soulignent le fait que la recherche de solutions aux problèmes concernant aussi bien les menaces pour les lamantins que les perturbations à la pêche, passera par une information plus générale et un dialogue avec la base.

Le risque pourrait donc être limité par un suivi fin des zones occupées par les lamantins et de leurs trajets préférentiels de déplacement, éléments objectifs indispensables pour la recherche de solutions efficaces négociées de façon contractuelle. Ce risque ne devrait d'ailleurs pas aller en augmentant car l'activité « pêche » stagne depuis quelques années. Pour le Grand Cul-de-sac marin, Kermarrec (1980) estimait à 214 le nombre de bateaux réellement armés pour la pêche (400 pêcheurs environ). Ce chiffre est en accord avec les estimations du rapport Gaudriot (2001) pour la même époque. L'évaluation actuelle est toujours du même ordre de grandeur, peut-être même en légère baisse : environ 200 bateaux pour 300 marins actifs (Laval, com. pers.). Les résultats de la campagne de pêche 2001, considérés comme alarmants par de nombreux pêcheurs, ne sont pas de nature à déclencher une reprise.

En conclusion, les risques de mortalité que pourrait induire la pêche sont difficiles à évaluer avec précision mais ne paraissent en tout cas pas supérieurs à ceux de la pêche artisanale aux filets telle qu'elle est pratiquée dans la plupart des pays d'Amérique centrale (PEC, 1995) où les lamantins se maintiennent tant bien que mal alors que la prédation directe par l'homme reste la principale menace.

Les risques liés aux tourisme

Une étude réalisée sur le site de Crystal River (Buckingham et al., 1999) montre que le tourisme présente peu de danger quand les bateaux circulent à très faible vitesse, mais qu'il peut cependant constituer une gêne : certains lamantins s'accommodent mal de l'arrivée des bateaux et des plongeurs et se déplacent pour profiter des zones de refuge, alors que d'autres ont plutôt une attitude de curiosité ou d'indifférence.

Si le lamantin était réintroduit, il constituerait immédiatement une attraction touristique. Pour limiter la gêne, il faudra organiser le tourisme. Les mesures à prévoir devront comporter :

- une information préalable auprès des professionnels de l'éco-tourisme,
- une limitation du flux touristique (nul ou extrêmement limité en période d'installation du lamantin),
- la création éventuelle de zones refuges en fonction des habitudes constatées des animaux et de leurs réactions face aux touristes.

Comme il n'y a pas actuellement d'activité touristique liée au lamantin, il est certainement possible d'anticiper les problèmes par une bonne information, par la mise en place d'un suivi des activités qui permette d'obtenir des données objectives et par là même de faciliter les discussions ultérieures.

Les risques pathologiques liés aux pollutions

Les molécules organiques parvenant dans les deux Culs-de-sac marins en provenance des substances chimiques utilisées en agriculture sont sans doute nombreuses. Trois mille tonnes de pesticides sont utilisées par an en Guadeloupe et une fraction importante se retrouve à la mer, soit dans son état initial, soit sous forme de produits de dégradation, pas forcément moins nocifs. Les phanérogames marines ne sont pas de bons organismes stockeurs pour ces molécules car elles possèdent peu de lipides. Les lamantins devraient donc être peu touchés par ce type de pollution à travers leur alimentation. Par contre, ils seraient menacés potentiellement à travers l'eau douce consommée.

Il en va tout autrement pour les différents métaux lourds qui sont très bien stockés par les herbiers de Phanérogames. On ne connaît pas le degré actuel de pollution par les métaux lourds mais il y aurait un risque potentiel évident si cette pollution était importante (thèse de D. Bernard , 1994).

En plus des pollutions chroniques, les pollutions accidentelles présentent un risque souvent difficile à estimer mais qu'il est prudent de réduire au minimum si on sait l'identifier à temps et si l'on agit en amont.

Au début de l'étude, l'une des interrogations concernant la pollution se rapportait au projet de centrale électrique thermique à Port-Louis. La centrale utiliserait comme source d'énergie du charbon en provenance du Venezuela. Le transport serait assuré par des bateaux grées (c'est-à-dire dotés de leur propre moyen de déchargement), d'un tirant d'eau de 13 mètres. De ce fait, l'absence de portique sur le quai pour assurer le déchargement permettrait de réaliser un appontement sur pieux laissant ainsi librement circuler l'eau. Cet appontement serait long (environ 700 m) afin d'atteindre des fonds de 15 m et de ne pas avoir recours au dragage, ni au moment de la construction, ni en entretien du chenal d'arrivée des bateaux.

Les risques potentiels concernent :

- la pollution au moment du déchargement et du transport du charbon sur l'appontement vers l'usine,
- la pollution due à l'usine elle-même (poussières et gaz toxiques),
- la pollution thermique due au rejet des eaux de refroidissement,
- les risques de pollution en cas d'avarie aux bateaux à proximité du Grand Cul-de-sac marin,
- les risques de pollution en cas de catastrophe naturelle majeure : tremblement de terre ou cyclone.

Le projet semble actuellement en voie d'abandon définitif. Les risques potentiels identifiés s'arrêteraient en même temps que le projet.

5.4 Les risques potentiels liés à l'introduction du lamantin

5.4.1 Les risques d'impact du lamantin sur son habitat

La conservation de l'habitat est essentielle au maintien des populations de lamantins. L'habitat peut être menacé par des activités humaines ou par des phénomènes naturels, mais il peut également être endommagé par les animaux qui s'y nourrissent régulièrement. Une étude menée par Packard (1984) dans l'estuaire de Loxahatchee River sur la côte Est de la Floride montre que, au moins dans certaines situations, l'impact du lamantin sur les herbiers marins peut être significatif. Le lamantin peut combiner deux formes d'alimentation sur les herbiers : (i) le « grazing », consommation uniquement des feuilles, (ii) le « rooting », consommation des feuilles, du rhizome et des racines. L'étude de Mignucci-Giannoni (1998), déjà citée, n'a concerné que 8 individus mais tous avaient consommé des rhizomes (fréquence d'occurrence de 15,4 à 73,2 dans le bol alimentaire) et le « rooting » peut donc être important. Lorsqu'il y a « rooting », des cicatrices sont visibles dans l'herbier. Des échantillons prélevés dans des herbiers avec cicatrices et comparés à des échantillons prélevés dans des herbiers non perturbés ont donné les résultats suivants (Packard, 1984) :

- la biomasse des échantillons prélevés sur des placettes situées dans les cicatrices est inférieure de 93 à 96 % à celle des échantillons prélevés au voisinage sur des placettes non utilisées,
- comparée à des herbiers non perturbés, la réduction de la biomasse dans les herbiers avec cicatrices est de 67 % pour des herbiers à dominante *Syringodium* et de 46 % pour des herbiers à dominance d'*Halodule*.

L'auteur note que cette détérioration de l'habitat se produit sur une base saisonnière (durant la période de concentration hivernale), ce qui pourrait permettre une régénération de la végétation durant le printemps et l'été. Par ailleurs, dans la zone étudiée, les herbiers à dominante *Thalassia* sont les moins nombreux et l'on peut noter que, lorsque des placettes ont été dénudées à l'occasion de la consommation des rhizomes, les emplacements nus peuvent être plus rapidement recolonisés par *Syringodium* ou *Halodule* (espèces pionnières) que par *Thalassia* (espèce climacique).

En utilisant une technique différente (comparaison de placettes protégées par des enclos avec des placettes accessibles au pâturage des lamantins durant la période hivernale de février à avril), Provanca et Hall (1991) aboutissent à des conclusions de même nature :

- le pourcentage de surface couverte par l'herbier reste constant dans l'enclos alors qu'il diminue de plus de moitié dans la zone non protégée,
- la hauteur des feuilles augmente légèrement dans l'enclos alors qu'elle diminue nettement ailleurs,
- l'espèce la plus abondante et la plus consommée, *Syringodium*, conserve la même abondance dans l'enclos mais voit son abondance divisée par 9 dans la zone sans protection,
- *Halophila*, beaucoup moins abondante que *Syringodium*, diminue très fortement dans la zone non protégée (de 10 à 1). Elle diminue également dans l'enclos mais seulement de 5 à 1 ; cette diminution pouvant être interprétée comme un changement dans les conditions de concurrence avec *Syringodium*.

Par contre, dans cette étude, peu de cicatrices sur rhizomes ou racines ont été notées et les auteurs ne font pas de pronostic sur la tendance à long terme concernant l'évolution des herbiers.

Lefebvre *et al.* (2000) ont noté qu'en hiver, sur les herbiers pâturés de *S. filiforme* et *H. wrightii*, le nombre de pousses, la biomasse des feuilles et la biomasse des rhizomes étaient significativement inférieurs à ceux des herbiers non pâturés. Toutefois, cette différence s'estompe largement au cours des mois d'été lorsque la majorité des lamantins a quitté la zone pour des quartiers d'été plus septentrionaux, et les auteurs pensent, en considérant la vitesse de reconstitution des herbiers pâturés, que le fort pâturage hivernal n'a sans doute pas d'effet à long terme.

C'est sur l'hypothèse implicite d'un impact potentiel de l'animal sur son habitat que le lamantin a été introduit en différents endroits pour entretenir biologiquement une végétation jugée gênante ou envahissante. Haigh (1991) a établi un bilan de 9 tentatives de contrôle de la végétation des canaux au Guyana et arrive à la conclusion que ces opérations peuvent être réussies si la densité de lamantins introduits est suffisante. Il cite le chiffre de 0,5 à 1,4 lamantin par hectare de surface en eau. Le chiffre le plus élevé correspond à une réduction de la végétation envahissante et le chiffre le plus bas à un simple contrôle de cette végétation. En Guadeloupe, les valeurs indiquées par Haigh correspondraient

respectivement à des nombres de lamantins de 10 000 (contrôle) et de 3 500 (détérioration et réduction de la végétation). Il faut noter qu'au cours de certains des essais décrits par Haigh, des sur-densités ont pu amener un surpâturage qui s'est traduit dans un premier temps par la dégradation des rives, puis par la malnutrition des animaux et parfois leur mort. De tels essais pratiqués en utilisant une espèce en danger d'extinction posent évidemment un problème en termes de conservation mais ont le mérite de mettre en relief le risque potentiel de l'impact du lamantin sur son habitat et de souligner que la nourriture disponible peut constituer un facteur limitant.

En conclusion, le risque potentiel d'un impact du lamantin sur les herbiers paraît faible. Néanmoins, il est sans doute souhaitable de mettre en place un suivi à long terme des herbiers des deux Culs-de-sac marins ; sans d'ailleurs attribuer à ce suivi la seule fonction de se préoccuper de la ressource alimentaire du lamantin mais en lui demandant plutôt de constituer l'un des indicateurs environnementaux de l'état de santé des milieux côtiers de la Guadeloupe.

5.4.2 Le lamantin et les autres animaux aquatiques

Du fait de son régime alimentaire herbivore, le lamantin n'est prédateur occasionnel que lorsqu'il ingère involontairement des petits organismes vivant dans les herbiers. Cette prédation peut être considérée comme négligeable pour les populations d'animaux concernés. Lui-même a peu de chances de rencontrer ses prédateurs potentiels (orque ou grands requins) qui ont un mode de vie pélagique. Par ailleurs, le lamantin n'est pas connu pour être impliqué dans des pathologies facilement transmissibles à d'autres espèces. Ses interactions avec les autres animaux marins devraient donc se limiter essentiellement à une concurrence alimentaire avec les espèces herbivores.

La concurrence alimentaire sera représentée principalement par les oursins, « chadron vert » (*Lytechinus variegatus*) et « chadron blanc » (*Tripneustes ventricosus*), le poisson perroquet (*Sparisoma radians*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*). Le lambi (*Strombus gigas*) n'est pas vraiment à inclure parmi les concurrents car il s'intéresse surtout aux épiphytes portés par les vieilles feuilles.

La concurrence alimentaire représentée par l'ensemble de ces espèces n'est pas négligeable et pourrait porter sur 30 à 50% de la production primaire, voire davantage si ces espèces étaient en bon état de conservation, ce qui ne semble pas être le cas actuellement. Il faut toutefois noter que, en raison de la méthodologie utilisée, la production primaire mesurée par Chauvaud (1997) et présentée au chapitre 5.1.2, est une productivité « résiduelle », c'est-à-dire déduction faite de la consommation des différents herbivores présents dans le milieu.

Dans l'immédiat, les herbiers paraissent largement sous-exploités parce que les différentes espèces ont subi de trop forts prélèvements et subissent vraisemblablement toujours une pression trop forte pour que les effectifs puissent remonter. Une concurrence alimentaire devrait normalement se produire à terme. Ce sera forcément à long terme et, si elle se produisait, ce serait un signe plutôt encourageant quant à la gestion réalisée. En effet cela signifierait que les utilisateurs des ressources naturelles auraient enfin admis que, pour chaque espèce, il existe un niveau maximum d'exploitation soutenue et qu'ils auraient mis en place des systèmes de gestion appropriés pour ne pas dépasser ces différents niveaux d'exploitation. Les mécanismes naturels pourraient alors jouer pour la détermination des niveaux d'abondance des différentes espèces. C'est sans doute à l'époque de grande abondance décrite par le Père du Tertre que la concurrence alimentaire entre les différentes espèces était la plus forte...

6 Les aspects techniques liés à une réintroduction

6 1 Population minimum viable et nombre d'animaux à lâcher

Une population comportant un petit nombre d'individus est vulnérable. Sa vulnérabilité tient à l'influence potentielle soit de facteurs externes qui peuvent provoquer des mortalités anormales (intempéries, épizootie par exemple), soit à des facteurs internes (mauvaise reproduction, structure d'âge défavorable, baisse des paramètres démographiques en raison même de la taille de la population). C'est ainsi qu'est apparu le concept de population minimale viable qui traduit le fait qu'au-dessous d'une certaine taille de son effectif, une population d'animaux sauvages a une certaine probabilité de disparaître au cours d'un laps de temps donné.

Au cours d'une éventuelle opération de réintroduction du lamantin, il y aurait donc intérêt, soit à démarrer l'opération avec un effectif au moins égal à la population minimale viable, soit, s'il n'est pas possible de disposer d'un nombre suffisant d'animaux, de réunir les conditions pour que la population atteigne le plus vite possible ce seuil afin de réduire sa vulnérabilité et d'augmenter les chances de succès de l'opération.

Pour estimer ce seuil minimal, l'évolution d'une population de lamantins d'une taille de départ donnée a été modélisée en utilisant pour les paramètres démographiques des valeurs inspirées de celles contenues dans la littérature scientifique, essentiellement à partir des données obtenues en Floride (Langtim et al, 1998; Marmontel et al, 1995; Rathbun et al.1995; O'Shea et Hartley, 1995; Reid et al, 1995; Odell et al, 1995; Ackerman et al, 1995; Eberhardt et O'Shea, 1995). Cette modélisation a été effectuée avec le logiciel ULM (Legendre et Clobert, 1995). Elle a permis d'évaluer la probabilité d'extinction de la population PE ou de son corollaire, la probabilité de persistance PP ($PP = 1 - PE$) suivant différents effectifs de départ. Elle s'est appuyée sur les éléments suivants :

- modélisation basée sur l'effectif des femelles adultes à l'origine de la population ;
- distinction de 6 classes d'âge (veaux, 1 à 2 ans, 2 à 3 ans, 3 à 4 ans, 4 à 5 ans, plus de 5 ans) ;
- taux de survie moyens respectifs : $S^0 = 0.657$, $S^1 = 0.822$, $S^2 = 0.903$, $S^3 = S^4 = S^5 = 0.950$;
- fécondité des femelles exprimée en nombre de femelles produites par femelle adulte et par an (égale en moyenne à 0.2) ;
- participation d'une certaine fraction (4/14) des femelles de la classe 5 à la reproduction puis 100% dans la classe 6 ;
- pas d'introduction d'une densité-dépendance dans les valeurs des paramètres démographiques, la capacité d'accueil du milieu étant considérée comme bien trop importante (plusieurs milliers de lamantins) pour qu'une telle relation s'instaure à l'occasion d'une réintroduction portant sur un petit nombre d'individus.

Une première modélisation, effectuée en utilisant un modèle déterministe (c'est-à-dire dans lequel tous les individus d'une même classe d'âge ont des paramètres démographiques identiques, égaux à la moyenne de cette classe), a permis de confirmer l'importance prépondérante de la survie des adultes sur le taux d'accroissement des effectifs : avec une baisse de 5% dans la survie des adultes, on passe d'un taux d'accroissement positif de 2.8% à un taux d'accroissement négatif de -1.3%.

Si c'est la fécondité des femelles qui baisse de 5%, le taux d'accroissement est simplement ralenti. Il passe de 2.8% à 2.5%.

Dans une population, la valeur des paramètres démographiques varie d'un individu à l'autre et est souvent différente de la valeur moyenne. Si la population comporte peu d'animaux, son évolution peut varier de façon importante (d'autant plus importante que les effectifs sont faibles) suivant les valeurs que prennent les paramètres concernant chaque individu. Pour tenir compte de ce phénomène, on utilise un modèle (dit stochastique) dans lequel la valeur des paramètres est tirée au sort pour chaque individu en tenant compte de la dispersion autour de la moyenne. Chaque simulation est alors faite avec des valeurs en principe différentes (puisque tirées au sort) et porte le nom de trajectoire. La même opération est effectuée de nombreuses fois pour fournir un éventail de situations et mieux appréhender le devenir d'une population donnée.

La seconde modélisation a intégré une stochasticité démographique portant sur la survie des différentes classes d'âge et une stochasticité environnementale portant sur la fécondité des femelles. Pour chaque situation (ou scénario), mille trajectoires ont été simulées.

La modélisation fournit pour chaque scénario une probabilité de persistance de la population. Définir un seuil acceptable en dessous duquel la réintroduction est jugée un échec n'est pas chose aisée. C'est pourquoi, l'estimation du nombre minimum d'animaux à lâcher sera basée sur la confrontation des résultats obtenus au cours de différentes simulations visant à documenter : (i) l'incidence de l'effectif choisi comme seuil d'extinction sur la probabilité d'extinction, (ii) l'influence du nombre de femelles à l'origine de la population sur la probabilité de persistance de cette population dans une situation « moyenne », (iii) l'incidence d'une éventuelle baisse de 2

facteurs clés (survie et fécondité) sur la probabilité de persistance de la population. (iv) l'influence d'un éventuel « coût du lâcher » (mortalité induite directement par les manipulations liées au lâcher et l'introduction des lamantins dans un milieu étranger) sur le nombre d'animaux à lâcher.

6.1.1 Incidence sur les estimations du choix du seuil d'extinction

Le nombre de femelles qui correspond biologiquement à une disparition définitive d'une population (seuil d'extinction) est logiquement de :

- zéro s'il existe encore un mâle dans la population,
- un s'il n'existe pas de mâle dans la population .

Cependant, de façon arbitraire mais conservatrice, il est assez fréquent de prendre un chiffre supérieur à un comme seuil d'extinction. On peut en effet se montrer un peu plus sévère sur le niveau du seuil si l'on veut assurer davantage de sécurité à l'estimation de la probabilité d'extinction. Ceci est particulièrement utile pour les espèces peu longévives dont les effectifs peuvent fluctuer rapidement. Même chez le lamantin, espèce longévive, il n'est pas inutile de s'interroger sur le niveau du seuil à retenir.

L'incidence du niveau retenu a été appréhendée par l'observation des variations de la probabilité d'extinction lorsque, pour différents niveaux du seuil, on fait varier le nombre de femelles à l'origine de la population, les paramètres démographiques utilisés restant constants au cours de ce calcul (survie des adultes = 0,95 au delà de 4 ans ; fécondité des femelles adultes = 0,2).

Pour illustrer cette incidence, nous avons retenu des périodes d'observation respectivement courtes (10 et 20 ans) parce qu'elles constituent une échelle de temps qui correspond généralement aux préoccupations des décideurs et longues (80 et 100 ans) parce qu'elles constituent une échelle de temps biologiquement pertinente pour juger du succès d'une opération de réintroduction.

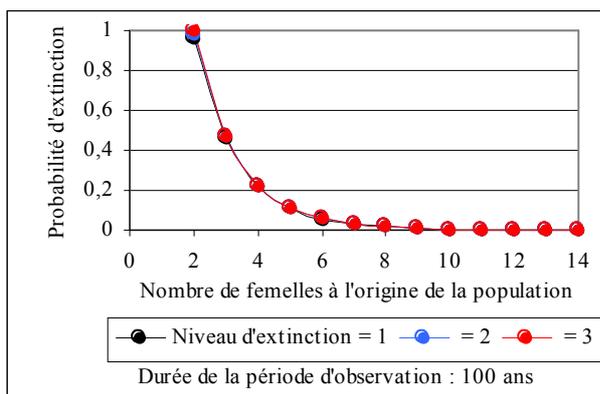
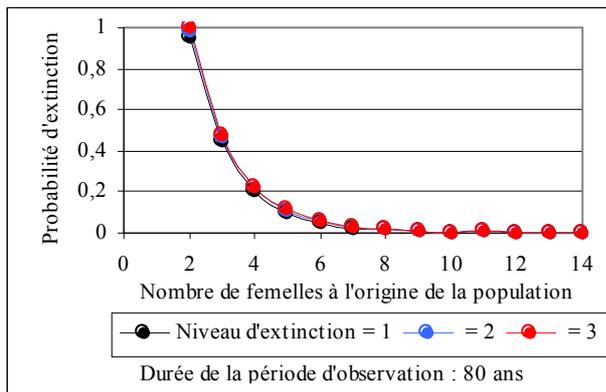
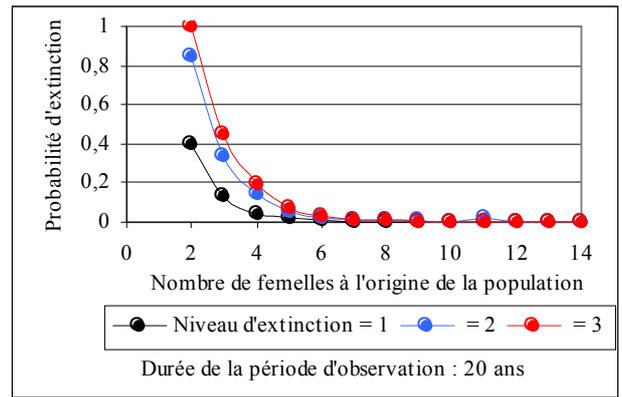
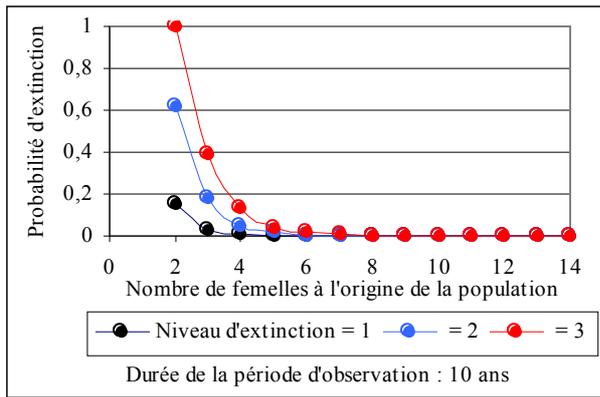


Figure 4 : Incidence du niveau retenu pour le seuil d'extinction sur l'estimation de la probabilité d'extinction de la population

Les graphiques ci-dessus illustrent les réponses obtenues pour ces deux types de durée avec les paramètres démographiques utilisés. Pour les courtes périodes d'observation, des différences importantes apparaissent lorsque le nombre de femelles à l'origine de la population reste inférieur à 6. Ces différences s'atténuent considérablement au-dessus de 6 et deviennent très faibles voire nulles au-delà de 10. Pour de longues périodes d'observation, les différences ne sont sensibles que pour de très faibles effectifs (inférieurs à 5). Au-delà, elles sont insignifiantes et souvent nulles. En fait, les différences sont surtout sensibles lorsque l'on fait varier le seuil de 1 à 2, beaucoup moins lorsqu'on le fait varier de 2 à 3.

Le temps moyen d'extinction est également affecté par le choix du niveau du seuil d'extinction. Par contre, l'évolution de l'effectif moyen de la population (calculé à partir des trajectoires non éteintes) ne l'est pas, comme le montre la figure 5 ci-dessous, à partir de 1 000 trajectoires simulées. Les temps d'extinction retenus portent sur au moins 2 trajectoires éteintes.

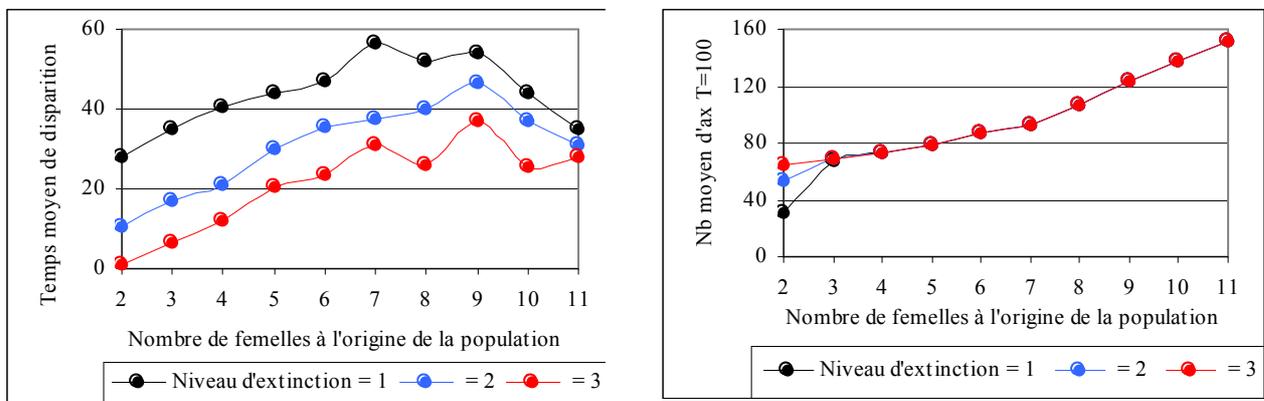


Figure 5 : Incidence du niveau retenu pour le seuil d'extinction sur l'estimation du temps moyen de disparition (trajectoires avec extinction) et de l'effectif moyen (trajectoires sans extinction)

A partir des résultats précédents, pour l'ensemble des modélisations effectuées ultérieurement dans le but d'apprécier la probabilité d'extinction (P_e) d'une population (ou bien son corollaire la probabilité de persistance égale à $1-P_e$), le seuil d'extinction (nombre de femelles vivantes) a été fixé à 3.

6.1.2 Probabilité de persistance de la population selon le nombre de femelles

La probabilité de persistance de la population augmente très vite avec le nombre de femelles qui la composent (cf Figure 6). Elle atteint 90% dès que le nombre de femelles est égal à 6 et 99% lorsque ce nombre est égal à 10. Cette valeur de 10 femelles peut être considérée comme le seuil minimal de viabilité. Le sex-ratio étant généralement voisin de 1/1, la population minimale viable s'établirait alors à une vingtaine d'animaux.

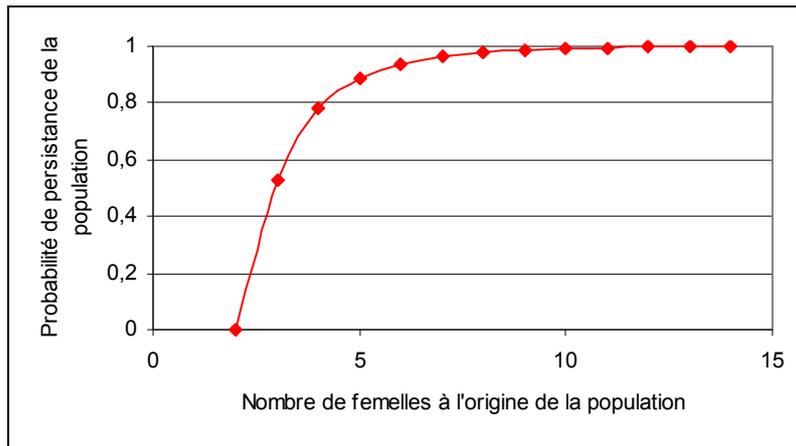


Figure 6 : Evolution de la probabilité de persistance de la population (PPP) en fonction du nombre de femelles qui en sont à l'origine

Les résultats obtenus dépendent évidemment des valeurs retenues pour les paramètres démographiques du modèle. Dans le cas ci-dessus, les valeurs utilisées (0,95 pour le taux de survie des adultes, 0,2 pour la fécondité des femelles) ne correspondent pas à des maximums mais à des valeurs qu'on peut qualifier de « raisonnables ». En effet, elles fournissent pour les trajectoires sans extinction un taux moyen d'accroissement $\lambda = 1,026 \pm 0,002$ alors que dans leur modélisation de l'évolution des populations de lamantins en Floride à partir de données obtenues sur le terrain, Eberhardt *et al.* (1995) aboutissent aux taux d'accroissement suivants :

- $\lambda = 1.074 \pm 0.009$ pour Crystal River
- $\lambda = 1.057 \pm 0.012$ pour Blue Spring
- $\lambda = 1.010 \pm 0.012$ pour la Côte Atlantique

Il est cependant prudent d'examiner l'évolution de la probabilité de persistance si la survie des adultes et la fécondité des femelles prenaient, pour des raisons inconnues, des valeurs plus faibles.

6.1.3 Incidence de la baisse de fécondité

La fécondité, initialement prise égale à 0,20 jeune veau femelle produit par femelle adulte et par an, a été ramenée successivement à 0,19 puis 0,18. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 7.

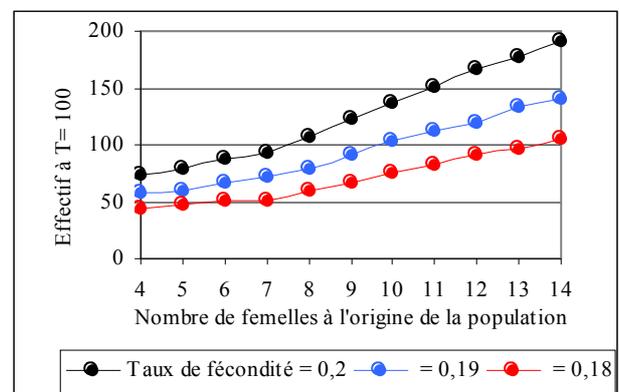
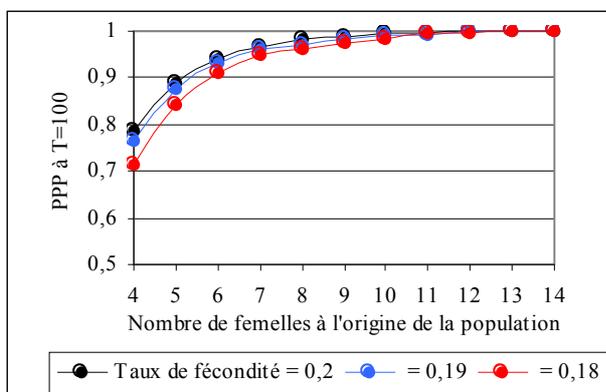


Figure 7 : Incidence de la baisse de fécondité sur la probabilité de persistance de la population et sur l'évolution des effectifs

La probabilité de persistance de la population est peu affectée par la baisse de fécondité et d'autant moins que le nombre de femelles est important. Elle reste supérieure à 99 % pour un taux de fécondité égal à 0,19 si le nombre de femelles est égal à 11. Par contre, la baisse de la fécondité ralentit évidemment l'accroissement de la population et fait baisser les effectifs au temps T = 100 ans.

6.1.4 Incidence de la baisse du taux de survie adulte

Le taux de survie des adultes a été initialement pris égal à 0,95 (valeur inférieure à deux des trois seules valeurs estimées -Langtimm et al., 1997- pour ce paramètre – respectivement 0,965 à Crystal River et 0,961 à Blue Spring – mais supérieure à la troisième 0,907 sur la Côte atlantique ; ces trois zones étant situées en Floride). Les simulations ont ensuite été effectuées avec des taux ramenés à 0,94 puis 0,93. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 8.

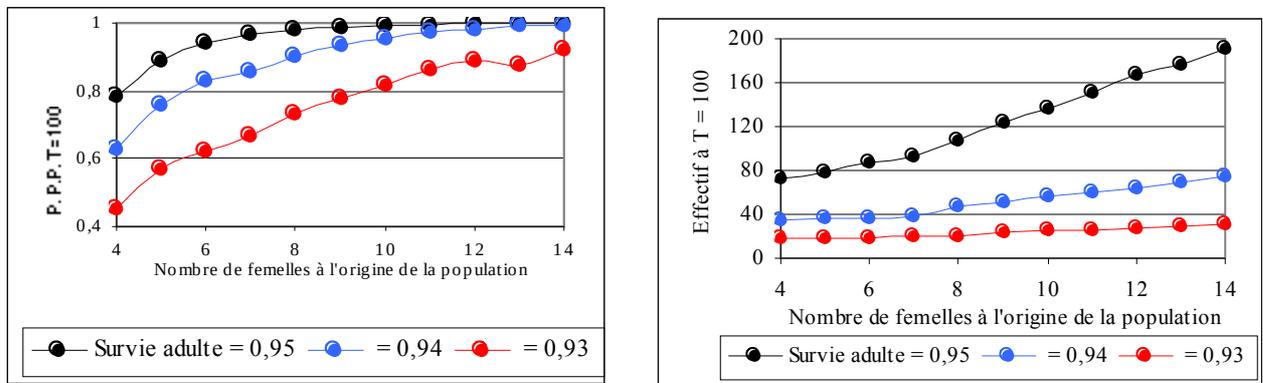


Figure 8 : Incidence du taux de survie sur la probabilité de persistance de la population et sur l'évolution des effectifs

La probabilité de persistance de la population est fortement affectée par la baisse du taux de survie surtout lorsque le nombre de femelles est inférieur à 10. Au delà, la baisse s'atténue et la probabilité de persistance de la population arrive à dépasser 90% pour pour N=14. L'évolution des effectifs est encore plus sensible à la baisse du taux de survie. Avec un taux de survie adulte de 0,93, l'accroissement de la population est extrêmement lent ($\lambda = 1,074 \pm 0,009$) et après 100 ans, l'effectif de femelles dépasserait tout juste 30.

Ce calcul montre la très grande influence du taux de survie des adultes sur l'évolution de la population. Il s'agit manifestement là d'un paramètre démographique extrêmement sensible.

6.1.5 Incidence d'un « coût de réintroduction »

Lors de la transplantation d'animaux dans un milieu nouveau pour une réimplantation de l'espèce, il existe différents risques pouvant aboutir à des mortalités supplémentaires, au cours du transfert, durant le séjour en parc, ou bien après le lâcher. Ces accidents peuvent survenir en raison des manipulations, mais aussi simplement par stress ou bien à cause de troubles physiologiques engendrés par la vie dans un milieu différent. On donne parfois à cette mortalité additionnelle le nom de « coût du lâcher » et on l'exprime en proportion du nombre d'animaux lâchés.

Les animaux qui disparaissent rapidement n'ont pas le temps d'intervenir dans la dynamique de population et constituent une « perte sèche » pour l'opération de réintroduction. Le coût du lâcher est généralement beaucoup plus élevé chez les espèces à rotation rapide que chez les espèces longévives ; mais son impact peut être important dans les deux cas.

Pour le lamantin, il n'existe guère d'information sur ce sujet . Très peu de lâchers ont fait l'objet d'un suivi et, lorsque c'était le cas, il s'agissait d'animaux nés en captivité et élevés de façon artificielle, dans l'impossibilité de s'alimenter correctement à partir des ressources naturelles. Le principal enseignement de ces essais concerne l'extrême difficulté d'une réacclimatation en nature d'animaux nés en captivité et familiarisés avec l'homme dès leur plus jeune âge. Pour ce qui est du « coût du lâcher », nous serons réduits à les simuler selon deux hypothèses dont l'une paraît réaliste (20% de pertes au lâcher) et l'autre extrême (50% de pertes au lâcher).

Le coût du lâcher est facile à introduire dans une estimation du nombre d'animaux destinés à constituer la population d'origine puisqu'il s'agit d'une mortalité additionnelle. Il est bien évident que si le raisonnement démographique s'appuie sur les femelles, il est nécessaire de lâcher également des mâles. Bien que le sex-ratio dans les populations naturelles soit voisin de 1/1, il est possible de tolérer au démarrage un sex-ratio déséquilibré en faveur des femelles puisque le lamantin n'est pas monogame. Le sex-ratio s'équilibre ensuite rapidement à la faveur des naissances. Pour des opérations de repeuplement en grands mammifères, la pratique courante est de partir avec des sex-ratios de l'ordre de 1/2 (c'est-à-dire 1 mâle pour 2 femelles). Les nombres d'animaux à lâcher sont estimés dans le tableau 11, en fonction du seuil retenu pour la probabilité de persistance à 100 ans de la population introduite, et du coût du lâcher.

Tableau 11 : Nombre d'animaux à prévoir pour une réintroduction selon le coût de lâcher envisagé et la probabilité de persistance acceptée

Coût du lâcher	PPP(1) retenue	Nombre d'animaux à lâcher		
		Femelles	Mâles	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) : probabilité de persistance de la population à 100 ans

Si l'on accepte pour la probabilité de persistance de la population une valeur de 90%, même avec un coût de lâcher élevé (50%), le nombre d'animaux nécessaires pour la réintroduction s'élève à 16 et n'atteint pas une valeur prohibitive. Ce nombre est beaucoup plus faible si le coût du lâcher est nul : il reste alors limité à 8 animaux pour une probabilité de persistance de 90%. Il apparaît donc tout à fait primordial de réunir les conditions propres à limiter le coût du lâcher.

Il faut encore une fois souligner que les chiffres obtenus correspondent à des calculs effectués avec, pour les paramètres démographiques, des valeurs moyennes que l'on peut qualifier de « raisonnables » (cf § 6.2). Rien ne permet cependant d'assurer que les valeurs réelles se situeront dans cette gamme raisonnable. Elles peuvent être inférieures et hypothéquer le succès de l'opération. Mais elles peuvent se situer à des niveaux nettement supérieurs comme cela a pu être noté dans le passé à l'occasion de réintroduction dans un milieu bien préservé et avec une capacité alimentaire largement excédentaire aux besoins des animaux introduits. Ainsi, au cours

des années qui ont suivi l'introduction du chamois dans le Cantal, Albaret (1984) a noté un taux d'accroissement de la population pratiquement double de ceux connus dans les Alpes. Ce phénomène s'est répété quelques années plus tard lors de l'introduction naturelle du chamois dans le massif du Sancy à partir de la population cantalienne (Albaret, com. pers.).

Un risque important pour le fonctionnement d'une population nouvellement installée en Guadeloupe est celui de la dispersion, c'est-à-dire de l'éloignement de certains animaux de la zone de réintroduction qui pourrait les amener dans les îles voisines des Petites Antilles. La dispersion est un phénomène tout à fait normal dans le monde animal. Elle permet à une espèce d'élargir son aire de distribution et de consolider son statut. L'extension de l'aire de distribution s'arrête lorsque les contraintes du milieu (y compris les problèmes de concurrence) aboutissent à un bilan démographique équilibré. Au niveau des individus, cet éloignement ne diminue pas forcément leurs chances de survie s'ils trouvent un milieu approprié et s'ils ne sont pas chassés ou harcelés par l'homme (à des buts touristiques par exemple dans le cas du lamantin). Mais évidemment, un individu isolé ne participe pas à la reproduction et son apport à la démographie de la population est nul.

La dispersion est souvent plus fréquente chez les jeunes individus au stade subadulte. Les causes peuvent être multiples (Ims et Hjermand, 2001) et dépendre à la fois de conditions environnementales (qualité de l'habitat, densité de la population, démographie et/ou structure de la population) ou propres à l'individu (réserve de graisse, taille corporelle, aptitude à la compétition).

On ne connaît pas grand chose de la dispersion chez le lamantin. Aucune des études réalisées jusqu'à présent n'a eu pour but d'étudier spécifiquement ce phénomène. De plus, la plupart des travaux scientifiques concernant les déplacements des lamantins ont été réalisés en Floride où existe parallèlement un phénomène de migration, ce qui complique considérablement l'interprétation qui pourrait être faite des données disponibles sur les mouvements des animaux qui ont fait l'objet d'un suivi télémétrique.

Au Brésil, dans la zone actuellement colonisée, le phénomène de migration n'existe plus (il existait auparavant dans la partie Sud de l'aire de distribution mais le lamantin a disparu de cette zone en raison d'une surexploitation par la chasse au cours du 19^{ème} siècle). Les déplacements des individus lâchés en nature (après une réhabilitation dans un centre de soins suite à un échouage, ou bien élevés en captivité) ont fait l'objet d'un suivi par télémétrie. Les déplacements enregistrés ont varié considérablement avec les individus : (i) un mâle a effectué le long de la côte des mouvements de grande amplitude (plus de 200 km) vers le Nord puis vers le Sud et occupe un vaste domaine vital dans lequel il continue d'effectuer de façon non prévisible des déplacements importants, (ii) une femelle s'est cantonnée dans un bras de rivière située à quelques kilomètres de son site de lâcher et vit sur un domaine extrêmement restreint, (iii) les autres individus lâchés ont effectué des mouvements de l'ordre d'une cinquantaine de kilomètres le long de la côte et occupent des domaines vitaux « normaux ».

Le phénomène de migration observé en Floride permet aux lamantins d'aller en été exploiter des herbiers situés dans des zones côtières septentrionales dans lesquelles ils ne peuvent pas se maintenir en hiver et qu'ils quittent dès que la température de l'eau tombe en-dessous de 20° C. Ce phénomène migratoire indique à la fois que des facteurs externes peuvent déclencher des déplacements et que les zones d'herbiers situés au Nord de l'aire de distribution ont été trouvées grâce à un comportement exploratoire. Le comportement exploratoire du lamantin paraît assez marqué. Hartman (1979) a observé des déplacements dans des canaux qui relevaient visiblement de l'exploration, les animaux parcourant tous les diverticules de façon systématique. Ce comportement serait même assimilable à des pulsions : les animaux peuvent quitter brusquement des habitats de qualité qu'ils ont choisis et occupés un certain temps alors que les conditions d'alimentation sont toujours excellentes et qu'aucun événement extérieur n'est intervenu pour déclencher leur départ ; puis y revenir plus tard sans raison apparente évidente. Il semble influencé par le sexe (plus marqué

chez les mâles) et par l'âge (plus marqué chez les subadultes). Ces mouvements exploratoires se font beaucoup plus latéralement aux côtes que vers le large et au cours des suivis radio-téléométriques effectués autour de Porto-Rico, Saliva et *al.* (1998) n'ont pas noté d'éloignement temporaire supérieur à 15 miles. Il est probable que le comportement exploratoire se manifestera en Guadeloupe même si les deux Culs-de-sac marins constituent d'excellents milieux où les lamantins pourront satisfaire tous leurs besoins vitaux.

On peut jouer sur certains facteurs pour limiter le risque de dispersion :

- par le choix de la zone d'introduction dans un milieu particulièrement favorable : nourriture en abondance et eau douce à proximité,
- en évitant les dérangements intempestifs,
- en déterminant la composition du groupe d'animaux réintroduits pour maximiser les chances de cohésion. Le lien mère-enfant n'est pas rompu par le stress d'une capture et d'un équipement radio-téléométrique. Il est probable qu'il résisterait à une translocation surtout si la mère et l'enfant sont remis ensemble un temps assez long avant la mise en liberté. De même, un mâle sera beaucoup plus intéressé par une femelle non gestante. La composition présentant le maximum de chances d'assurer une bonne cohésion au groupe serait donc : une (ou deux) femelle(s) et son (leurs) jeune(s) d'environ 9 mois (6 mois à un an), un mâle. Mais une telle solution réduirait le pool génétique de départ pour un même nombre d'animaux introduits.

Il est important de noter que le risque présenté par la dispersion pour le succès immédiat de l'opération comporte comme corollaire une chance équivalente (en cas de réussite de la réintroduction en Guadeloupe) de recolonisation des îles voisines.

6.2 Réintroduction : les leçons du passé et le choix d'une stratégie

6.2.1 Les leçons du passé

Il n'existe pas d'opération équivalente à celle envisagée en Guadeloupe. Seuls les pays des Petites Antilles ont connu la disparition du lamantin et pourraient être concernés par une réintroduction. Les moyens financiers dont ils disposent leur permettent difficilement d'en faire une priorité. Les éléments recueillis ici relèvent de problématiques sensiblement différentes de celle de la Guadeloupe.

La prise de conscience de la dégradation générale du statut du lamantin et de la vulnérabilité des différentes populations est apparue au début des années 70. Aux Etats-Unis par exemple, les lamantins (dont la chasse était déjà interdite en Floride depuis 1907) ont bénéficié d'une protection supplémentaire au niveau fédéral par le « Marine Mammal Protection Act », en 1972, puis par le « Endangered Species Act », en 1973. Partout, des mesures de protection juridiques ont été adoptées. Mais elles sont peu respectées dans de nombreux pays.

Même dans les pays où l'interdiction de capturer des lamantins a été respectée, il est vite apparu que cette mesure s'avérait insuffisante à elle seule pour la restauration des populations. C'est ainsi qu'ont débuté les études sur l'écologie du lamantin, les causes de mortalité et les moyens d'y remédier. Par ailleurs, les lamantins blessés ou malades, les jeunes lamantins orphelins ont pu bénéficier de soins dans des installations appropriées. Ainsi, de 1976 à 1998, le « Sea world of Florida » a secouru à lui seul 212 lamantins (Odell *et al.*, 1998). En Amérique latine, les premiers soins aux animaux blessés ou échoués ont débuté dans les années 80 au Brésil, et dans les années 90 au Guyana, au Venezuela, au Mexique, à Belize et en Colombie (Bossart et Menchaca, 1998). Les techniques de maintenance en captivité, de soin aux animaux blessés ou malades, d'élevage des jeunes ont pu être progressivement améliorées.

Les animaux ont été relâchés quand leur état le permettait après un temps plus ou moins long passé en captivité. Les difficultés au moment du lâcher ou juste après ont été nombreuses et les

résultats souvent décevants. Ces difficultés ont amené des concertations entre les personnes impliquées et la tenue de plusieurs ateliers de travail. Il a ainsi été constaté que les chances de succès pour une bonne réadaptation en nature étaient intimement liées aux conditions qui avaient présidé à la mise en captivité des lamantins et à la durée de celle-ci. Les lamantins « candidats » à un lâcher peuvent être classés en quatre catégories avec des chances décroissantes à partir de quatre critères principaux : (i) l'état de santé et son évolution, (ii) la durée passée en captivité, (iii) l'origine (né en captivité, orphelin dans son jeune âge, orphelin à un âge « avancé », élevé en nature), (iv) la taille (< 200 cm, 201 à 275 cm, > 275 cm). Sont considérés comme :

- de catégorie 1 ou animaux aptes au lâcher : les animaux en captivité de courte durée (<1 an), nés en liberté, en bonne santé, de taille adulte (> 200 cm) ;
- de catégorie 2 ou animaux dont le lâcher prochain peut être envisagé, éventuellement après une adaptation supplémentaire : les animaux en captivité de longue durée (2A : 1 à 5 ans ; 2B : 5 à 10 ans), nés en captivité, élevés au biberon ou adoptés, en bonne santé, de taille > 200 cm ;
- de catégorie 3 ou animaux dont le lâcher présente des risques importants : les animaux en captivité de longue durée (10 à 15 ans), nés en captivité ou orphelins très jeunes, élevés au biberon, dans un état de santé « moyen », de taille > 200 cm ;
- de catégorie 4 ou animaux non relachables : les animaux handicapés ou de santé délicate, ou captifs depuis plus de 15 ans, ou de taille < 200 cm.

C'est aux Etats-Unis et au Brésil qu'ont été effectués les travaux les plus significatifs sur la remise en condition et le lâcher ultérieur des animaux en nature dans un but de consolidation des populations. Pour être complet, il faut également signaler les introductions de lamantins réalisées dans les années 1950 au Guyana avec l'objectif de limiter la prolifération d'une végétation envahissante dans des écosystèmes particuliers : canaux ou lacs artificiels.

Etats-Unis - En Floride et Géorgie, entre 1988 et 1997, 31 lamantins (18 mâles, 13 femelles) ont fait l'objet d'un équipement pour suivi par radio-tracking après lâcher et 26 ont pu être effectivement suivis. Cinq étaient nés en captivité et les autres avaient été introduits dans les centres de soins à différents stades (12 adultes, 2 subadultes, 12 veaux) suite, pour la plupart, à des incidents d'origine humaine.

- Sur les 26 animaux suivis, 22 ont survécu à leur premier hiver en liberté : 11/11 de catégorie 1, 6/7 de catégorie 2A, 5/8 de catégorie 2B.
- Sur 14 lamantins considérés comme candidats à risques (nés en captivité ou élevés au biberon en captivité depuis le plus jeune âge), 2 sont morts sept mois après le lâcher, 2 ont dû être repris parce que leur état de santé se dégradait, 5 étaient toujours en vie au moment des conclusions et le sort des 3 derniers était inconnu mais ils avaient survécu au premier hiver.
- Les mouvements saisonniers des animaux lâchés présentaient sensiblement les mêmes caractères pour les distances, le timing et les sites occupés que ceux des autres lamantins mais les animaux avec peu ou pas d'expérience en nature avaient plus tendance à rester près du site de lâcher.
- Le succès de reproduction à long terme est difficile à évaluer. Deux femelles ont donné naissance à des jeunes, dont deux jumeaux qui sont morts peu de temps après leur naissance (6 semaines et 4 mois), le troisième veau ayant survécu.
- Le lien mère-enfant résiste aux stress de la capture, de la captivité et des manipulations au moment du lâcher : 9 mois de vie commune après lâcher pour un couple mère-enfant et 11 mois pour un autre.

Alors qu'au cours des années 80, la reproduction en captivité avait été envisagée comme un moyen de participer à la restauration des populations de lamantins (White et Francis-Floyd, 1990), les difficultés pour remettre en nature les animaux nés en captivité et le coût élevé d'une telle opération, ont amené depuis quelques années à stopper la reproduction dans les centres d'activités marines ou dans les zoos hébergeant des lamantins en Floride. Désormais, seuls naissent en captivité les jeunes de femelles accidentées ou malades, secourues alors qu'elles étaient en gestation. Les jeunes sont alors relâchés avec leur mère lorsque c'est possible, ou bien élevés avec un minimum de contact

avec l'homme pour une remise en nature moins risquée lorsqu'ils approcheront de la taille adulte, c'est-à-dire vers 4-5 ans.

Brésil - Le programme de réhabilitation du lamantin a débuté au milieu des années 80. Un état des lieux a permis de constater que : (i) l'aire de distribution du lamantin avait beaucoup régressé notamment dans sa partie Sud, (ii) cette aire était devenue discontinue, (iii) l'impact direct de l'homme sur le lamantin était la principale cause de régression. Le programme comporte un volet « information » qui concerne toute la zone de colonisation potentielle et un volet « développement » qui a pour but la consolidation des populations existantes et la recolonisation des zones autrefois occupées par le lamantin. Ce dernier volet, en plus de la protection des populations naturelles, s'appuie sur la réhabilitation des animaux malades ou échoués puis leur lâcher dans les « trous » de l'aire de distribution. En fait, à une exception près, ce sont de très jeunes lamantins recueillis échoués peu de temps après leur naissance qui participent à cette recolonisation assistée. Ils sont élevés en captivité dans le centre de soins d'Itamaraca jusqu'au moment où ils approchent de leur taille adulte et de leur maturité sexuelle, c'est-à-dire vers 4-5 ans, puis remis en liberté.

Depuis 1994, 9 lamantins ont ainsi été remis en nature après avoir été équipés de radio-transmetteurs. Les 2 premiers animaux lâchés en 1994 ont été maintenus dans un parc de pré-lâcher durant 70 jours. Les deux suivants lâchés en 1998, ont été placés dans un petit parc juste le temps nécessaire pour pouvoir les libérer ensemble après qu'ils aient retrouvé le calme suite aux manipulations du transport. Deux autres lamantins relâchés en 2001 ont été maintenus pendant 7 jours dans un petit parc avant d'être libérés. Enfin, les trois autres lamantins ont été lâchés directement en 1998 et 1999 sans passer par un parc. Sept de ces lamantins sont toujours en vie. L'un est mort accidentellement en « broutant » une grenade dans une zone où la pêche à la grenade (interdite bien sûr) était autrefois pratiquée. Le sort du dernier est inconnu après la perte de la ceinture à laquelle était attaché son émetteur. Les résultats obtenus par les sauvetages de ces jeunes lamantins échoués sont donc très satisfaisants et certains de ces lamantins, au cours de leur cycle annuel, évoluent au moins temporairement dans des zones considérées auparavant comme vides.

Par ailleurs, le programme brésilien envisageait également de s'appuyer sur des jeunes produits en captivité à partir d'adultes récupérés dans des bassins privés ou recueillis blessés ou malades. Les premiers animaux ont été placés dans de grands bassins en 1991. Le nombre de femelles a varié de 2 à 5. Quatre jeunes sont nés en captivité : deux (des jumeaux) ont survécu et approchent maintenant l'âge de 5 ans ; mais ils ne seront pas relâchés car l'un a une insuffisance pulmonaire et les chances de réadaptation du second paraissent faibles. Pour les deux autres jeunes nés en bassin, l'un est décédé deux jours après sa naissance et l'autre est décédé à l'âge de trois ans d'une infection pulmonaire. Même si les conditions de l'élevage n'ont pas été optimisées (deux des lamantins mis dans les bassins de Peixe Boi avaient été récupérés pour des raisons humanitaires car ils étaient détenus dans des bassins privés de petite dimension où ils souffraient visiblement), les résultats de cet élevage sont décevants. Encore plus si l'on considère le coût annuel de maintenance d'un lamantin qui s'élève au Brésil de 2 500 à 3 500 \$US rien que pour la nourriture. La production de jeunes en captivité ne fait d'ailleurs plus partie des objectifs des grands bassins du centre Peixe Boi. Les lamantins adultes servent maintenant de support vivant et attractif pour les explications pédagogiques délivrées au nombreux public (plus de 80 000 visiteurs par an) qui vient visiter le centre.

Il est important de noter que la zone contenant les bassins des jeunes lamantins recueillis échoués n'est pas ouverte au public et que, pour ces animaux, le contact avec l'homme est réduit aux soins apportés par le personnel spécialisé du centre.

Guyana - Le lamantin (*Trichechus manatus*) a été utilisé au Guyana dans les années 50 à 80 pour lutter contre la prolifération d'espèces aquatiques envahissantes comme la jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*), la salvinia (*Salvinia auriculata*) ou la laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) dans des canaux ou des retenues d'eau nouvellement créées. Une synthèse des résultats obtenus portant sur 9 opérations

et une centaine de lamantins a été effectuée par Haigh (1991) afin d'apprécier l'efficacité de la technique. Elle ne mentionne ni les conditions de lâcher, ni l'origine des animaux. Elle ne fait pas apparaître de difficultés d'adaptation des animaux après le lâcher. Certains lamantins étaient encore en vie plus de 20 ans après les lâchers. Les causes de mortalité signalées concernent : (i) le braconnage, (ii) les collisions avec les barges dans certains canaux, (iii) l'insuffisance de nourriture dans d'autres portions de canaux où les animaux étaient confinés et où leur efficacité dans la réduction de la végétation aboutissait à leur malnutrition. Aucune reproduction n'est signalée. Cette étude confirme la grande plasticité du lamantin dans le domaine alimentaire et indique une survie apparemment bonne lors de la transplantation dans un nouveau milieu ; mais elle apporte peu d'enseignements en vue de la réintroduction en Guadeloupe.

6.2.2 Lamantins sauvages ou lamantins issus d'élevage : le choix d'une stratégie

Un projet de réintroduction du lamantin devra orienter son choix en matière d'animaux fondateurs soit vers des lamantins sauvages repris en nature, soit vers des lamantins issus d'élevage en captivité. Si l'on choisit la seconde solution, il faudra d'abord créer un groupe de reproducteurs, les faire se reproduire, élever les jeunes en captivité avant de les lâcher vers l'âge de 5 ans.

La première solution présente d'incontestables avantages :

- meilleure adaptation écologique des animaux : expérience de la recherche et du choix de la nourriture, de la recherche des sources d'alimentation en eau douce, habitude de rencontre avec des éléments étrangers et notamment des embarcations à moteur, etc. ;
- réalisation presque immédiate des premiers lâchers ; en fait, dès que l'on a réalisé les opérations préalables et obtenu les animaux. Dans le cas d'un élevage, le premier lâcher aurait lieu au mieux 5 ans après l'obtention des animaux ;
- plus grande facilité de programmation des opérations : même si les techniques de maintenance en captivité sont maintenant plutôt bien maîtrisées, la reproduction régulière des femelles n'est pas assurée et le délai de production des animaux nécessaire ne peut être défini qu'avec une forte imprécision. Pour produire au moins six femelles à partir d'un stock de 5 femelles reproductrices et un (ou deux) mâle(s), il faudrait au minimum 6 ans ; 11 ans au minimum pour amener les dernières des 6 jeunes femelles à l'âge de 5 ans. Tout délai dans l'entrée en gestation par rapport à la moyenne, tout déséquilibre des sexes fortuit en faveur des mâles, tout accident sur les jeunes produits ou sur les femelles reproductrices, viendraient allonger ce délai ;
- moindre risque sur le résultat des lâchers : dans le cas d'un élevage, malgré toutes les précautions qui seraient prises pour maintenir les animaux le moins possible au contact de l'homme et les habituer à prendre une nourriture naturelle (feuilles des herbiers marins récoltées chaque jour) en condition semi-naturelle (nourriture disposée au fond des bassins dans des tubes pour recréer un herbier), les animaux seraient forcément moins expérimentés et leur adaptation en nature plus délicate ;
- moindre risque de lassitude des acteurs locaux devant le délai nécessaire pour voir des résultats tangibles. Même si l'opération se déroule normalement, elle risque d'être vécue par certains comme un échec en raison de ce délai, à plus forte raison si ce délai est plus que doublé suite au mode de repeuplement ;
- coût incomparablement moins élevé : si les coûts liés à l'obtention des animaux, à la préparation du lâcher et au suivi peuvent être considérés comme sensiblement les mêmes dans les deux cas, la solution « élevage » amènerait comme coûts supplémentaires : (i) un investissement au moins double pour la création des infrastructures, (ii) un coût de fonctionnement des installations bien plus élevé (occasionnel dans le premier cas, régulier dans le second et avec des installations plus importantes), (iii) des coûts d'alimentation pour les jeunes et les animaux adultes, (iv) des coûts pour les produits vétérinaires et les analyses, (v) des frais de personnel correspondant à 7 emplois réguliers (un vétérinaire, deux techniciens pour l'entretien du matériel et la qualité de l'eau, quatre techniciens pour les soins aux animaux), ceci pendant une douzaine d'années.

De plus, l'option « élevage » obligerait à trouver une solution acceptable pour les reproducteurs après la fin de la production de jeunes : (i) une mise en nature serait aléatoire après plus de 10 ans passés en captivité et nécessiterait une période d'acclimatation longue et coûteuse, (ii) un maintien en captivité jusqu'à leur mort permettraient aux lamantins de rendre plus attractif un centre d'information sur le lamantin mais le coût en serait très élevé.

Pour ces différentes raisons, l'option « reprise en nature » apparaît incomparablement plus appropriée. L'option « élevage » ne serait à retenir que si elle s'avérait la seule solution pour se procurer des animaux à partir des établissements (zoos ou aquariums) qui cèderaient volontiers des lamantins n'ayant plus d'avenir chez eux et dont l'entretien est une charge, ou bien si l'on souhaitait privilégier, en dépit des coûts supplémentaires et des inconvénients signalés, une solution politique qui favorise localement la création d'emplois. La suite de cette étude est basée sur l'option « reprise en nature ».

6.3 Origine des animaux

6.3.1 Les aspects génétiques

Le groupe de spécialistes de la réintroduction de la commission de sauvegarde des espèces de l'UICN (1998) recommande que « les individus réintroduits appartiennent de préférence à la même sous-espèce ou race que ceux qui ont été éliminés, sauf si leur nombre est trop faible ».

Dans les Petites Antilles, toutes les unités de population vivant aux temps historiques ont été apparemment exterminées par la même cause (surexploitation par la chasse pour la consommation de viande), à peu près à la même époque dans le courant ou à la fin du 19^{ème} siècle. Il est donc difficile de dire avec certitude à quel taxon se rapportait la population de Guadeloupe. Cependant l'étude de Garcia *et al.* (1997) déjà citée (*cf* § 2.1) a permis d'identifier un certain nombre d'haplotypes et de distinguer trois grandes souches. A partir de ces données, une hypothèse sur la colonisation de l'aire géographique occupée par l'espèce a été émise (Bonde, Vianna, com. pers.) et semble recueillir l'assentiment du monde scientifique :

- L'aire d'origine du lamantin se situerait en Amérique du Sud, sur la côte Atlantique au niveau de la Colombie.
- La colonisation vers le Nord s'est faite par l'Amérique centrale jusqu'au niveau du Yucatan au Mexique. Vers le Sud, cette colonisation aurait suivi la côte du plateau des Guyanes puis la côte brésilienne jusqu'au Nord de Rio de Janeiro, se diversifiant au passage en donnant l'espèce amazonienne *Trichechus inunguis*. De plus, à partir des côtes vénézuéliennes, au niveau de Trinidad, une voie de colonisation antillaise s'est amorcée pour une autre remontée vers le Nord. Cette voie a permis au lamantin de remonter depuis Trinidad et Tobago jusqu'aux Grandes Antilles en passant par les Petites Antilles, pour aboutir finalement en Floride.
- Les glaciations auraient entraîné des disparitions et des recolonisations de la Floride à partir des Grandes Antilles, ce qui expliquerait la faible variabilité génétique de la population floridienne, la population actuelle étant vraisemblablement postérieure à la dernière glaciation.

Selon cette hypothèse, la population guadeloupéenne défunte aurait donc eu ses plus proches parents dans les Grandes Antilles au Nord (Porto Rico, Hispaniola, Cuba, Jamaïque) et à Trinidad au Sud.

6.3.2 Les milieux

Outre l'aspect génétique, il est évident que l'aspect milieu revêt une importance certaine. Même si le lamantin se montre assez éclectique dans le choix de sa nourriture et que l'on n'ait jamais identifié d'individus durablement spécialisés, il est bien évident que moins le changement de milieu (et particulièrement de nourriture) sera brutal et plus sera aisée l'acclimatation des lamantins introduits. En Guadeloupe, les lamantins devront se nourrir essentiellement sur des herbiers marins. Ils auront

aussi à leur disposition quelques bordures de mangrove. Il semble que l'essentiel soit d'éviter des lamantins provenant de complexes fluviaux et/ou lacustres.

6.3.3 La capacité des populations existantes à fournir des animaux

La possibilité pour une population de lamantins donnée de fournir des animaux en vue d'une réintroduction en Guadeloupe dépend à la fois de sa taille et de sa dynamique. Si la dynamique est bonne, la taille qui correspond à la population minimum viable est faible (*cf* § 6.1.2) : une dizaine de femelles adultes (soit au total 25 à 30 animaux) serait suffisante pour assurer la pérennité d'une population. La plupart des populations pourraient donc théoriquement être considérées comme potentiellement donneuses. Mais à l'exception de la Floride, pour les autres populations, leur taille est connue avec une faible précision qui ne permet pas de connaître la tendance d'évolution et les paramètres de leur dynamique sont complètement inconnus. Dans ces conditions, les responsables de la conservation auront forcément un réflexe de précaution et hésiteront à fournir des animaux car ils ne connaissent pas le risque qu'ils prendraient à en distraire quelques-uns.

Porto Rico peut être considéré comme un bon cas d'école par rapport à ce problème : la population fait l'objet de comptages aériens depuis 1978. Depuis 1989, les comptages aériens sont effectués au moins deux fois par an grâce à un survol aérien qui couvre l'ensemble du littoral. Bien que le protocole ait été standardisé, il est impossible de considérer que les conditions d'observation sont identiques d'un comptage à l'autre. Le nombre de lamantins observés au cours d'un même comptage a approché deux fois, sans la franchir, la barre des 100 individus. Les effectifs pourraient se situer entre 150 et 200 individus (Saliva, *com. pers.*), la sous-estimation ayant pu récemment être grossièrement évaluée à partir des animaux suivis par radio-tracking et dont la position était connue au moment des comptages. Sur la base des comptages réalisés depuis 1989, aucune tendance d'évolution ne se dégage. Dans ces conditions, les scientifiques porto-ricains rencontrés seraient très dubitatifs s'ils avaient un avis à formuler en cas de demande officielle ; ceci indépendamment des autres problèmes, notamment juridiques, qui resteraient à résoudre (l'île relève de la loi fédérale américaine et bénéficie du « Endangered Species Act »).

En dehors des aspects scientifiques, il est indispensable de considérer les aspects sociologiques. Les programmes de conservation s'appuient généralement sur des actions de sensibilisation qui visent à expliquer la fragilité des populations, à promouvoir toutes les actions susceptibles de limiter les causes de mortalité. Distraire des animaux, même pour une bonne cause, pourrait remettre en cause l'argumentation utilisée et en tout cas la fragiliserait. De plus, les campagnes d'information sont souvent accompagnées d'appel à la générosité publique en vue d'obtenir des fonds pour la conservation de l'espèce. Dans ces conditions, prélever quelques individus constituerait un aveu que la population est moins en danger qu'on ne le dit généralement et risquerait de faire chuter la générosité des donateurs.

A l'incertitude concernant la taille des populations et leur évolution démographique s'ajoutent donc des considérations stratégiques pour la conservation de l'espèce. Ces dernières ne seront pas forcément les plus faciles à surmonter, surtout quand elles ne sont pas franchement affichées et viennent s'abriter derrière un principe de précaution, tout à fait légitime d'ailleurs, mais surtout plus facilement avouable.

Parmi les meilleurs donateurs potentiels, si Porto Rico (qui possède sans doute après Cuba la plus importante population des Caraïbes) ne paraît guère susceptible de répondre favorablement à une éventuelle requête, il en irait probablement de même pour la République Dominicaine et la Jamaïque dont les populations paraissent à la fois numériquement inférieures à celle de Porto Rico et moins bien protégées sur le terrain. Au Sud, Trinidad avec une population de l'ordre probablement inférieure à une centaine de lamantins ne serait sans doute pas non plus candidate à la fourniture de lamantins.

6.3.4 La meilleure éventualité : Cuba

Parmi les pays présentant les meilleures conditions sur le plan génétique, Cuba apparaît comme le meilleur « candidat potentiel » pour la fourniture des animaux nécessaires à une réintroduction du lamantin en Guadeloupe :

- Au niveau écologique, les lamantins cubains occupent des milieux marins côtiers assez proches de ceux de la Guadeloupe. Ils prennent leur nourriture essentiellement dans des herbiers de *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* (Estrada et Ferrer, 1987, in Lefebvre *et al.*, 1989) comme ils auraient à le faire en Guadeloupe. Les lamantins ne fréquentent guère les systèmes lagunaires ou fluviaux et sont, de ce fait, habitués à satisfaire leurs besoins en eau douce en recherchant les embouchures de rivières. On peut rappeler que, dans ses récits, Christophe Colomb avait utilisé le terme d'essaim pour décrire l'abondance du lamantin à Cuba, (Morison, 1942 in Lefebvre *et al.*, 1989), ce qui laisse supposer que les milieux étaient particulièrement favorables au lamantin.
- La taille de la population n'est pas connue avec précision malgré la réalisation ponctuelle de comptages aériens. Un rapport de 1975 faisait état d'un déclin. Mais les enquêtes menées par Estrada et Ferrer (1987) auprès de plus de 300 pêcheurs les ont amenés à des conclusions beaucoup plus optimistes : ils penchaient pour une abondance du lamantin et une tendance à l'augmentation. Le rapport du PNUE (1995) reprend les mêmes éléments et parle d'une situation stabilisée. Sous réserve des conclusions d'une estimation actualisée de la taille de la population cubaine de lamantins, il semble que celle-ci soit en état de supporter le prélèvement qui serait nécessaire pour la Guadeloupe.
- A Cuba, contrairement aux autres pays d'Amérique du Nord, la stratégie de conservation n'est pas basée sur le maintien dans l'opinion publique d'une vision alarmiste de la situation ; (position qui interdit tout prélèvement, même minime, sans risque de remise en cause de la stratégie choisie ... et qui permet par ailleurs la récupération de dons privés pour sa mise en œuvre).
- Les relations diplomatique entre Cuba et la France sont bonnes et comportent même un volet de coopérations sur les aires protégées dans le cadre d'un projet soutenu par le GEF avec un apport du Fonds Français pour l'Environnement Mondial. Une mission cubaine du CNAP (Centre National des Aires Protégées) s'est rendue en Guadeloupe en juin 2001 et la fourniture par Cuba de lamantins pour la Guadeloupe a été évoquée à cette occasion. Elle ne semble pas poser de problèmes de principe mais resterait bien sûr soumise, avant la prise de décision, au respect d'un certain nombre de conditions : (i) conclusions positives de l'étude de faisabilité, (ii) vérification du statut de la population cubaine et de sa capacité à fournir les individus nécessaires à la réintroduction du lamantin, (iii) coopération pour un suivi en commun de l'évolution des deux populations.

C'est donc vers Cuba que devrait se tourner en priorité la demande de la France si la décision de tenter la réintroduction du lamantin en Guadeloupe était prise.

6.4 Les techniques pour le transport et la maintenance des lamantins

6.4.1 Le transport

Une réintroduction en Guadeloupe entraînerait pour les lamantins déplacés un assez long trajet qui comporterait des segments terrestres, un segment aérien, un segment maritime. Pour le transport, on ne laisse généralement pas (ou alors faiblement) les animaux en milieu aquatique. En effet, comme il assure ses besoins en oxygène par une respiration pulmonaire, le lamantin peut vivre hors de l'eau pendant un temps assez long. Mais son poids repose alors entièrement sur son abdomen, ce qui lui rend le respiration nettement plus difficile et lui occasionne une fatigue. Pour limiter leurs difficultés respiratoires, on dépose les animaux sur un matelas mousse. Le lamantin et son matelas-support sont eux-mêmes déposés sur un support approprié au mode de transport, souvent dans une piscine qui

permet alors de maintenir de l'eau jusqu'au niveau du matelas et d'assurer une humidité constante à la partie abdominale.

Dans tous les cas, le maintien d'une certaine humidité de la peau doit être assurée par des pulvérisations d'eau effectuées régulièrement. Pour éviter un refroidissement, il est nécessaire de recouvrir les lamantins d'une couverture et de les pulvériser avec de l'huile de ricin (Marcondes, com. pers.). Pour éviter des problèmes oculaires, on leur applique sur les yeux des compresses imbibées de sérum physiologique.

Le lamantin supporte bien les tranquillisants (mais pas du tout les anesthésiants car il contrôle sa respiration). Il est néanmoins recommandé de ne les utiliser que si l'animal manifeste des signes de stress. La détection de ces signes et l'apport des soins appropriés nécessitent bien sûr que le lamantin transporté soit accompagné d'un vétérinaire expérimenté sachant interpréter les réactions et comportements de l'animal.

La principale difficulté concerne les manipulations à tous les stades (capture, embarquement, transbordement, déchargement) d'un animal de forte taille (longueur \cong 3.5 m et poids \cong 600 kg) doté de plus d'une force impressionnante dans sa partie caudale. Bien évidemment, quel que soit le mode de transport utilisé, il est hautement recommandé de l'organiser de façon à réduire le plus possible la durée du transport.

Le transport terrestre

Il sera nécessaire pour transporter les lamantins de leur site de reprise vers l'aéroport de départ, puis de l'aéroport du Raizet vers le site de réintroduction. Il pourrait également s'avérer nécessaire pour amener un animal échoué vers le centre de soins.

Le support du lamantin posé sur son (ou ses) matelas est généralement une piscine plastique. Cette piscine peut être posée sur la plate-forme d'un camion. S'il s'agit d'un jeune animal (poids inférieur à 60 kg) la manutention peut se faire manuellement. Mais pour un animal qui atteint ou approche la taille adulte, il devient nécessaire de prévoir un camion équipé d'une grue ou d'un dispositif de treuillage. Le transport peut également être effectué dans une piscine plastique contenant environ 30 cm d'eau.

Les précautions à prendre concernent : (i) les accélérations ou décélérations qui doivent être les plus faibles possibles, (ii) les écarts de température. Ceci amène à prévoir un dispositif de bâchage et à effectuer le transport à une heure comportant peu de trafic (moins d'arrêts). Lorsque la distance à parcourir est importante, il est recommandé d'effectuer le transport de nuit pour éviter une élévation de température inopinée due à un changement rapide des conditions d'ensoleillement.

Dans le cas particulier de la réintroduction en Guadeloupe, la distance entre l'aéroport et le site d'accueil provisoire ne dépassera sans doute pas les trente kilomètres. Si les lamantins arrivent dans l'avion posés sur des matelas en mousse, eux-mêmes posés sur des palettes de taille adaptée, il semble préférable d'éviter une manipulation supplémentaire et de transporter les palettes sur le site d'accueil.

Le transport en avion

Ce moyen de transport apparaît incomparablement préférable au bateau pour amener des animaux en Guadeloupe car la durée de transfert est beaucoup plus courte. Bien que peu fréquent, il a déjà été utilisé. Pour un transfert en bateau, la durée du voyage ne permettrait pas de maintenir les animaux hors du milieu aquatique. Les inconvénients du transport (stress, confinement) ne seraient pas réduits pour autant. De plus, la remise en piscine puis la sortie nécessiteraient deux manipulations supplémentaires.

Outre les précautions générales décrites précédemment, le transport en avion nécessite que les variations de pression soient limitées (cabine pressurisée) ainsi que les variations de températures. La température habituelle des cabines des avions de ligne est insuffisante pour un lamantin, ce qui oblige à le couvrir en conséquence. Les variations d'intensité du bruit, de pression, l'accélération du départ ou la décélération de l'arrivée peuvent déclencher un état de stress ; ce qui rend encore plus indispensable le suivi médical par une personne expérimentée au cours de la phase aérienne du voyage. Pour les lamantins adultes, une difficulté importante concerne l'embarquement et le débarquement d'animaux de taille imposante qu'il est nécessaire de maintenir en position horizontale.

Le transport en bateau

Le principal problème du transport en bateau concerne le transbordement du lamantin quand il s'agit d'un animal de taille adulte. Il est recommandé d'équiper le bateau d'un treuil, surtout si l'on envisage également le recueil d'animaux blessés ou d'éventuelles captures au filet à partir du bateau. Dans ce cas, Fagone et Sweat (1998) conseillent comme caractéristiques du bateau : L # 6,5 à 7 m, l # 2 m, P # 120 CV. Le volume d'air dans la coque doit être suffisant pour assurer une bonne flottabilité avec une charge de plus de 2 tonnes (lamantin, matériel et équipage de 7 hommes).

6.4.2 La maintenance

La quarantaine

Elle sera réalisée dans le bassin préconisé au chapitre suivant (§ 6.4.3) avec un double objectif :

- permettre aux animaux de récupérer du stress de la reprise et du transport, vérifier que leur état de santé est bon afin de pouvoir les relâcher dans les meilleures conditions. A cet effet, un examen clinique sera effectué régulièrement pour contrôler l'état de santé des animaux. Des analyses seront effectuées pour déterminer les paramètres sanguins. Les fèces et les sécrétions nasales feront l'objet d'examens bactériens et/ou parasitologiques ;
- s'assurer que les animaux n'apportent pas avec eux des parasites ou des bactéries susceptibles de contaminer le milieu ambiant et ses occupants naturels et, si nécessaire, se débarrasser des agents indésirables. L'eau du bassin fera l'objet d'analyses bactériologiques régulières plus spécialement orientées vers la recherche des coliformes.

Les lamantins sont considérés comme des animaux robustes et une durée de quarantaine de 30 jours paraît suffisante (Bossart, com. pers. ; Marcondes, com. pers.) si aucun problème particulier n'est détecté au cours des différentes analyses.

Le parc de pré-lâcher

Avant la remise en liberté, les lamantins seront placés dans un parc de pré-lâcher qui aura plusieurs fonctions :

- permettre aux animaux d'être lâchés dans les meilleures conditions de calme et de tranquillité après le stress de la reprise en bassin et de l'équipement radio-téléométrique nécessaire à leur suivi ;
- leur permettre de mémoriser un site favorable sur lequel ils pourront revenir dans les premiers jours de leur exploration du milieu ;
- se familiariser avec les conditions de vie des milieux guadeloupéens.

Le parc de pré-lâcher sera donc construit en partie sur un herbier à l'embouchure d'une rivière pour permettre aux lamantins d'avoir accès à de l'eau douce. Le parc sera constitué par des piquets de bois enfoncés dans le sol et reliés par un solide filet. Un séjour en parc d'une durée de 7 à 8 jours paraît suffisante pour les objectifs prévus (Marcondes, com. pers.).

Le choix du site et la taille du parc seront définis après une cartographie fine des herbiers et des obstacles présents aux embouchures des rivières du Grand Cul-de-sac marin : Rivière Moustique, Rivière Salée de Sainte Rose, Grande Rivière à Goyaves.

La meilleure période pour le lâcher se situe juste après la mi-octobre : (i) la saison cyclonique est considérée comme terminée et les risques de cyclone sont très faibles ; (ii) la saison de pluies est à son maximum et le débit des petites rivières est plus important, ce qui facilite l'accès à l'eau douce ; (iii) la pollution des eaux douces est à son minimum, notamment dans la Grande Rivière à Goyaves, car les distilleries ne fonctionnent plus à cette époque.

6.4.3 La remise en condition des lamantins malades ou blessés

Le taux de survie des lamantins étant le facteur le plus influant sur la dynamique de la population, il est essentiel de pouvoir maximiser ce paramètre en assurant, le cas échéant, l'apport de soins aux animaux blessés ou malades. Dans le cas d'une réintroduction, une unité de soins présente d'autant plus d'intérêt que la population se situera à l'origine au seuil de la viabilité : la survie de chaque lamantin présente alors une importance capitale pour le succès de l'opération. En dehors de l'aspect démographique, des considérations « humanitaires » suffiraient à justifier une unité de soins : les lamantins ont un tel aspect débonnaire et inoffensif que l'on imagine mal l'éventualité de laisser sans soins un animal blessé ou malade. Une absence des soins pour un lamantin en difficulté serait catastrophique pour l'image de l'opération dans l'opinion publique.

Vus son mode de vie et sa taille, les soins ne peuvent être apportés à un lamantin en cas de nécessité que si l'on dispose au préalable du matériel, des infrastructures et des compétences nécessaires à une telle opération. Il est donc indispensable de prévoir la création d'un centre de soins et sa construction doit intervenir avant le début des lâchers.

Dans les différents états ou régions où les populations de lamantins font l'objet d'une surveillance continue parce que leur état est préoccupant, une unité de soins et de remise en condition a été construite afin de pouvoir apporter aux animaux blessés ou malades les soins que nécessite leur état. C'est notamment le cas en Floride où existent une dizaine d'unités (souvent situées près d'un aquarium ou d'un zoo en raison des compétences techniques nécessaires). Au Brésil, les installations sont concentrées au centre Peixe Boi mais un dispositif de surveillance, basé sur la sensibilisation des populations riveraines, permet d'intervenir sur toute son aire de distribution.

La pièce centrale d'une unité de soins est le bassin de maintenance. Aux Etats-Unis, le « Welfare Animal Act » en définit les caractéristiques (Tableau 12).

Tableau 11 : Caractéristiques d'un bassin pour lamantins (d'après le « Welfare Animal Act »)

Facteur	Formule	Exemple
Dimension minimale horizontale	$2 \times TMA$	$2 \times 3,5 \text{ m} = 7 \text{ m}$
Profondeur	$0,5 \times TMA$	$0,5 \times 3,5 \text{ m} = 1,75 \text{ m}$
Surface du bassin	$\pi \times (TMA)^2$	$3,14 \times 3,5^2 \cong 38,5 \text{ m}^2$
Volume	$\pi \times (TMA/2)^2 \times \text{Profondeur}$	$3,14 \times 3,5^2 \times 1,75 \cong 67,3 \text{ m}^3$

TMA = Taille Moyenne des Adultes $\cong 3,5 \text{ m}$

Bien que dans le passé, des lamantins aient survécu durablement dans des bassins de taille inférieure à celle indiquée ci-dessus (White et Francis-Floyd, 1990), il paraît hautement souhaitable de respecter ces normes. Evidemment, la taille d'une unité et son mode de fonctionnement doivent être adaptés et revus à la hausse si l'objectif dépasse le simple apport de soins occasionnels à des lamantins momentanément en difficulté ; notamment, si l'on veut donner à cette unité un objectif de production.

L'exemple du centre « Peixe-Boi » au Brésil

Le centre de soins, situé dans l'île d'Itamaraca, a une double vocation : soins occasionnels (notamment à de jeunes lamantins échoués peu après leur naissance) et production de jeunes (relâchés au stade sub-adulte) à partir de 4 femelles et 2 mâles adultes maintenus en captivité après leur réhabilitation. Elle comporte :

- pour les lamantins adultes, un bassin composé lui-même de trois bassins de 385 m^3 ($\phi = 10 \text{ m}$, $P = 4,9 \text{ m}$) communiquant entre eux par deux sas de 30 m^3 ($L = 5 \text{ m}$, $l = 3 \text{ m}$, $P = 2 \text{ m}$) ce qui permet à la fois un nettoyage quotidien et l'isolement d'un animal si nécessaire. Les animaux sont transférés tous les jours du bassin qu'ils viennent d'occuper vers un bassin propre. Ces grands bassins sont accessibles au public et aménagés de façon à ce que les lamantins puissent être observés aussi bien par dessus que latéralement (à travers quatre hublots) ;
- pour les jeunes de 1 à 4 ans, un bassin collectif de 30 m^3 ($L = 5 \text{ m}$, $l = 4 \text{ m}$, $P = 1,5 \text{ m}$) adjacent à un autre bassin plus profond de 64 m^3 ($L = 5 \text{ m}$, $l = 4 \text{ m}$, $P = 3,2 \text{ m}$). Une écluse sépare ces deux bassins et permet, comme pour l'unité « adultes », un nettoyage quotidien après transfert des jeunes lamantins dans la partie inoccupée le jour précédent. Ce double bassin est couvert et les abords ne sont pas accessibles au public pour éviter une accoutumance aux humains car il est actuellement occupé par 3 jeunes nés en nature. Les contacts avec l'homme sont limités au personnel de surveillance et de soins ;
- pour les tout jeunes lamantins, trois petits bassins individuels de $7,2 \text{ m}^3$ ($L = 4 \text{ m}$, $l = 2 \text{ m}$, $P = 0,9 \text{ m}$) destinés à accueillir des bébés lamantins recueillis échoués sur les plages et élevés en captivité jusqu'à l'âge de 3 ans minimum avant d'être relâchés en nature. Le nettoyage de ces bassins (lorsqu'ils sont occupés) est effectué quotidiennement par transfert manuel des jeunes lamantins vers un autre bassin propre. Ces bassins ne sont pas non plus accessibles au public.

L'eau des bassins est obtenue par mélange d'eau salée pompée en mer et d'eau douce du réseau de distribution (la proportion eau de mer / eau douce est voisine de 5/1). L'eau est traitée en additionnant $4,5 \text{ l}$ d'eau de Javel par jour à un moment où les animaux ne sont pas dans le bassin. Le pH est maintenu au voisinage de 7,8. Pour permettre aux lamantins de satisfaire leurs besoins en eau douce, celle-ci est apportée par un tuyau qui coule à faible débit sur le bord du bassin plusieurs fois par jour, les animaux sortant la tête de l'eau pour s'abreuver.

L'alimentation des adultes et des jeunes après sevrage est assurée principalement par un apport d'herbes marines (*Halodule sp.*) et d'algues (*Sargassum sp.* et *Gracilaria sp.*) cueillies quotidiennement et présentées aux lamantins d'une manière rappelant le plus possible les conditions naturelles : des tuyaux plastiques ($\phi = 10 \text{ cm}$, $L \cong 2 \text{ m}$), fendus longitudinalement, sont « remplis » par insertion des herbes et algues dans la fente et déposés sur le fond du bassin. Les lamantins doivent arracher leur nourriture du fond comme ils le feraient à partir d'un herbier naturel. Un complément en carottes (*Daucus carota*) et salade (*Lactuca sativa*) est apporté quotidiennement.

L'installation recommandée

Si on fixe comme objectif une capacité d'accueil de 2 à 3 adultes et 2 jeunes lamantins, le centre de soins pourrait alors comporter :

- un bassin circulaire de 126 m^3 ($\Phi = 8 \text{ m}$, $P = 2,5 \text{ m}$),
- un sas adjacent au bassin précédent (pour faciliter les manipulations) de 30 m^3 ($L = 4 \text{ m}$, $l = 3 \text{ m}$, $P = 2,5 \text{ m}$)
- 2 petits bassins individuels de $7,2 \text{ m}^3$ ($L = 4 \text{ m}$, $l = 2 \text{ m}$, $P = 0,9 \text{ m}$) pour les jeunes,
- les installations pour l'alimentation en eau de ces bassins et le contrôle de leur qualité,
- un bâtiment pour stocker le matériel et les produits de soins ainsi que procéder à des analyses simples.

6.5 L'information

Pour les différentes personnes impliquées dans des actions de conservation du lamantin, rencontrées dans le cadre de ce travail, l'information préalable des acteurs qui interféreront avec les lamantins est l'une des clés de la réussite de l'opération de réintroduction. Plus ils seront sensibilisés en

amont, plus ils s'approprient le projet et plus seront réduits les risques de mortalité liés aux activités humaines. Ces recommandations sont d'ailleurs en accord complet avec celles de l'UICN concernant les opérations de réintroduction d'une façon générale.

6.5.1 Les cibles

Les pêcheurs, les plaisanciers utilisant des bateaux à moteur, les opérateurs touristiques sont incontestablement les acteurs locaux les plus importants à toucher car leurs activités présentent des risques potentiels pour différentes raisons :

- le risque de mortalité intentionnelle en vue de la consommation de la viande. Il paraît très faible car : (i) l'exemple des tortues montre qu'une interdiction de capture prise il y a 10 ans seulement est respectée par la grande majorité des pêcheurs, même sans une surveillance renforcée, (ii) vues la taille et la distribution (probable) du lamantin dans les deux Culs-de-sac marins, il apparaît difficile que les tricheurs potentiels aient des chances de réaliser leur forfait sans être vus à un stade ou à un autre de la réalisation. Le sachant et connaissant les risques encourus, ils hésiteront sans doute à se lancer dans cette aventure ;
- le risque de mortalité occasionnelle dans les filets paraît faible pour les adultes, car la force de sa queue permet à un lamantin même empêtré dans un filet de monter respirer à la surface et de ne pas se noyer. Pour les jeunes animaux, ce risque existe ;
- le risque de mortalité par accident au cours d'une collision avec un bateau de pêcheurs ou de plaisanciers est certainement le plus important. Ce risque est diminué considérablement lorsqu'on diminue la vitesse des embarcations : d'une part, les lamantins dont le comportement habituel est de s'éloigner de la trajectoire ont davantage de temps pour le faire, d'autre part, comme pour les accidents automobiles, en cas de choc, la gravité des blessures augmente considérablement avec la vitesse ;
- l'approche régulière des animaux pour satisfaire une curiosité personnelle ou pour les montrer à des touristes peut perturber les animaux dans leurs activités journalières.

Par ailleurs, les informations recueillies par ces trois catégories d'acteurs au cours de leur travail quotidien pourraient s'avérer précieuses pour le suivi des lamantins, en particulier lorsque les animaux se libèrent de leur équipement de radio-transmission, par exemple après que celui-ci se soit coincé dans un obstacle.

Comme dans de nombreuses actions de communication, pour atteindre les parents qui constituent dans l'immédiat la cible principale, la sensibilisation peut être plus efficace si elle passe également par les enfants. Une information menée en milieu scolaire peut constituer un excellent véhicule pour l'information car, avec sa silhouette étrange et son air bon enfant, le lamantin suscite spontanément la sympathie et l'intérêt des jeunes.

Evidemment dans un pays largement tourné vers la mer, il est nécessaire d'avoir aussi une information « grand public ».

Comme la dispersion des lamantins hors de la Guadeloupe constitue l'un des risques importants susceptibles de compromettre le succès de l'opération, il est nécessaire d'avoir une information auprès des pays voisins afin que le lamantin puisse être suivi et protégé hors des eaux territoriales françaises. Il est donc nécessaire d'avoir une consultation avec tous les pays voisins de la Caraïbe pour les informer de l'opération et leur demander leur collaboration. Cette collaboration devra porter sur :

- l'attribution d'un statut de protection pour le lamantin si celui n'en possède pas encore. La plupart des pays voisins ont accédé à l'indépendance après la disparition du lamantin des Petites Antilles et il est tout à fait possible que le lamantin ne soit pas mentionné dans leur législation ;
- l'organisation de campagnes d'information auprès des groupes concernés (pêcheurs, navigateurs de plaisance, opérateurs touristiques, etc.) ;

- l'organisation du suivi des animaux : échange d'informations, autorisation d'intervenir dans les eaux territoriales pour définir l'état de santé des lamantins, ou changer un émetteur par exemple ;
- l'autorisation éventuelle de reprendre un animal si une telle solution s'avérait pertinente au premier stade de la réintroduction.

6.5.2 Les réalisations

En préalable, organisation d'un séminaire sur le lamantin

Pour préparer ces différents types d'information, pour y associer les partenaires concernés dès l'origine du projet, il est proposé d'organiser un séminaire sur le lamantin. Ce séminaire aurait un double objectif :

- informer les partenaires guadeloupéens du projet, estimer leur degré d'adhésion au projet, établir une discussion autour des avantages et des contraintes liés à une réintroduction, définir les modalités d'une future collaboration ;
- informer les pays voisins des Petites Antilles du projet, établir une discussion autour des déplacements éventuels du lamantin vers d'autres îles, réfléchir à une collaboration pour une information appropriée et pour le suivi des animaux, définir les modalités d'une future collaboration ;
- consolider le référentiel technique du projet en profitant de la présence d'experts étrangers pour affiner les modalités des différentes opérations liées à la réintroduction.

Ce séminaire pourrait être organisé de la façon suivante :

- une séance plénière, concernant une information sur la biologie et l'écologie de lamantin, les problèmes liés à sa conservation, les modalités d'une réintroduction en Guadeloupe. Cette séance serait animée par des experts spécialisés dans la biologie de la conservation du lamantin (écologie, génétique, suivi des populations, translocation et soin aux animaux, dynamique des populations, relations avec les acteurs locaux) ;
- deux ateliers de travail, le premier consacré aux avantages et aux inconvénients d'une réintroduction et réunissant les acteurs locaux guadeloupéens, le second consacré aux possibilités de collaboration pour l'information et le suivi des animaux dans les Petites Antilles et réunissant des représentants des îles voisines ;
- une séance plénière pour la restitution des travaux des ateliers et une discussion générale sur le projet et sa mise en œuvre.

Remarque : Les contacts déjà établis au cours de la présente étude, notamment avec les représentants des pêcheurs, ont permis de ressentir un intérêt certain par rapport à une tentative de réintroduction du lamantin et aucune hostilité de principe. Il est donc peu probable qu'une hostilité se manifeste au cours du séminaire, mais si jamais ce devait être le cas, il est bien préférable qu'elle soit identifiée et qu'on en connaisse les raisons avant que soit prise la décision de tenter la réintroduction. Au contraire, le degré d'adhésion des groupes partenaires locaux concernés pourra être apprécié au cours de ce séminaire et constituer l'un des éléments de la décision finale quant à la réintroduction.

La présence en Guadeloupe d'experts spécialistes de la conservation du lamantin, pourrait être mise à profit pour améliorer le référentiel technique du projet. Pour ceci, les experts pourraient être invités 2 jours avant le début du séminaire. Après une visite sur le terrain pour reconnaître les milieux, ils pourraient enrichir le projet de leur expérience par une critique constructive.

Afin de maximiser les enseignements à tirer d'une éventuelle réintroduction du lamantin, il serait intéressant d'associer au séminaire des scientifiques non spécialistes du lamantin mais potentiellement intéressés par les thématiques des recherches que cette opération rendrait possibles.

L'organisation du séminaire pourrait également être l'occasion d'informer les grandes associations de protection de la nature nationales (SNPN, SFEPM, etc.) ou internationales (Save the Manatee, WWF, etc.) sur l'opération et de voir dans quelle mesure elles pourraient y apporter leur concours.

L'information en Guadeloupe

Elle aura avant tout pour objectif d'informer les populations cibles définies précédemment (pêcheurs, plaisanciers utilisateurs d'embarcations à moteurs, opérateurs touristiques) et de les sensibiliser sur :

- la biologie et l'écologie du lamantin,
- les risques que peuvent présenter les activités humaines pour l'animal,
- l'intérêt touristique de ce nouvel habitant et les activités économiques qu'il pourrait générer sans lui porter préjudice en respectant sa biologie.

Elle devra être conçue pour inciter ces populations cibles à s'organiser pour définir des règles de conduite qui seront plus faciles à respecter si elles sont l'expression d'un certain consensus. Les médias locaux (télévision, radio, journaux) seront bien sûr mobilisés mais ils ne permettent pas d'instaurer un dialogue direct. Ils permettront surtout de faire au préalable une première information générale. La campagne d'information devra faire une part importante aux réunions d'information visant les populations cibles, car ces réunions facilitent l'établissement d'un dialogue constructif qui permet de progresser vers une organisation.

Il serait intéressant de mener également une campagne d'information auprès des scolaires dans toutes les communes qui bordent les deux Culs-de-sac marins avec le double objectif d'éduquer le plus tôt possible les futurs utilisateurs du milieu et de susciter des discussions entre parents et enfants sur la gestion des ressources naturelles et la conservation de la nature.

Pour disposer d'un support d'information, il pourrait être fait appel aux artistes locaux pour illustrer par des dessins ou des objets ce que l'on sait du lamantin en Guadeloupe et dans les Petites Antilles à partir des récits des anciens chroniqueurs. Une autre facette de cette première phase d'information pourrait consister à populariser l'image du lamantin chez les jeunes par un concours de dessin en milieu scolaire à partir des nombreux contes liés au lamantin. Dans la plupart des pays qui hébergent le lamantin, ces contes font partie de la culture populaire et ils alimentent l'imaginaire des jeunes enfants au même titre que Nounours chez nous.

Après cette phase préparatoire, au cours de la phase d'implantation, il sera important de tenir régulièrement informées les populations cibles des résultats obtenus. C'est par un dialogue permanent qu'il sera possible de voir les riverains des Culs-de-sac marins s'approprier la réintroduction du lamantin. Il sera alors beaucoup plus facile de trouver des solutions chaque fois que le suivi effectué fera apparaître des problèmes entre activités humaines et lamantins.

Pour établir et alimenter ce dialogue, il apparaît souhaitable que l'information soit assurée par une petite équipe d'animateurs maîtrisant bien à la fois les méthodes de conservation et les techniques de communication.

Un point important à discuter avec les partenaires locaux concerne la création d'un centre d'information sur le lamantin. Un tel centre d'information, tout en jouant son rôle éducatif et pédagogique, pourrait également développer des activités commerciales, en particulier par la vente d'objet artisanaux fabriqués localement, ce qui pourrait lui permettre de financer ses activités, partiellement au début, plus complètement par la suite.

L'information dans les Petites Antilles

En dehors des îles françaises, l'information ne peut être que le fait des pays concernés et elle passera d'abord par une concertation avec les Etats pour demander leur concours dans ce domaine et, au besoin, les aider à préparer les supports d'information. L'information aura pour but dans un premier temps de faire connaître l'opération de réintroduction tentée en Guadeloupe et de permettre aux personnes qui auraient l'occasion de croiser des lamantins de les identifier et de faire circuler l'information. Elle portera donc en priorité sur l'identification du lamantin, sa biologie, son comportement. Elle fera surtout appel aux grands médias pour toucher l'ensemble de la population. En complément, si des lamantins étaient observés dans les eaux territoriales, une information plus orientée sur les risques induits par les activités humaines serait alors apportée aux pêcheurs et autres

acteurs susceptibles de les rencontrer afin de leur faire connaître les moyens de limiter les risques d'accidents ou de perturbations.

6.6 Le suivi de la population et des milieux

6.6.1 Les objectifs

A court terme

- 1. connaître le devenir de chaque individu, identifier les problèmes qu'il pourrait rencontrer et éventuellement intervenir en cas de nécessité,
- 2. déterminer l'utilisation du milieu par les lamantins et les principales zones d'interactions avec les activités humaines,

A long terme

- 3. estimer la taille de la population ou, au moins, déterminer de façon fiable la tendance d'évolution,
- 4. estimer les paramètres démographiques de la population,
- 5. mesurer les principaux paramètres environnementaux pouvant intervenir sur le devenir de la population : (i) composition, superficie et productivité des herbiers marins, (ii) qualité des eaux douces entrant dans le Grand Cul-de-sac marin, (iii) abondance des principaux concurrents alimentaires.

6.6.2 Les techniques

La télémétrie

Elle sera utilisée pour les objectifs 1, 2, 4. La télémétrie est une technique bien maîtrisée d'une façon générale. Pour le lamantin, la particularité est liée au mode de fixation de l'émetteur : celui-ci est inclus dans un tube (généralement en PVC) de 30 à 40 cm fermé de façon étanche et peut ainsi former une bouée flottant verticalement. Cette bouée est reliée par un câble flexible d'une longueur de 1,2 à 2 m à une ceinture fixée au pédoncule de la queue du lamantin (figure 9).

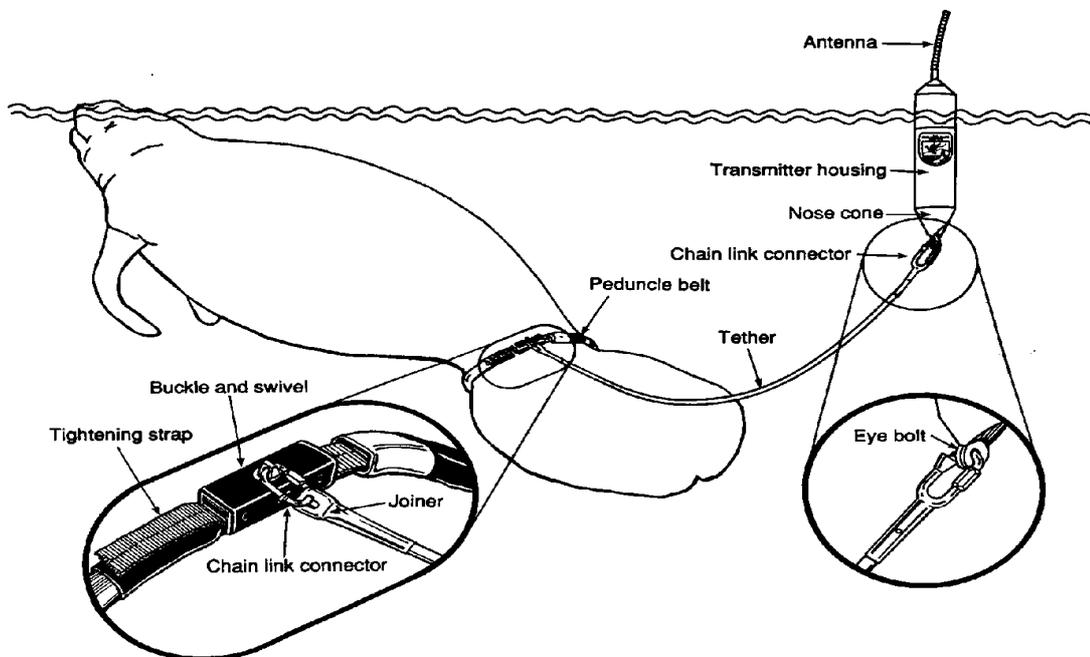


Figure 9 : Equipement du lamantin pour un suivi télémétrique (D'après Reid, 1995)

Cette configuration permet à l'antenne d'émettre lorsque la bouée est en surface, c'est-à-dire à chaque respiration du lamantin et même parfois en continu quand celui-ci patrouille dans des eaux

peu profondes, ce qui est relativement fréquent. La bouée est tirée sans effort par le lamantin (dont la vitesse de déplacement est la plupart du temps inférieure à 4 km/h), ce qui permet d'y inclure une batterie de forte capacité et d'envoyer des signaux suffisamment puissants pour être captés par satellite et retransmis ensuite au sol.

L'inconvénient du système concerne le risque pour la bouée, le câble ou la ceinture de s'accrocher à quelque obstacle, événement à forte probabilité compte tenu des milieux fréquentés par le lamantin. Pour éviter qu'il en résulte un danger pour les lamantins équipés, le dispositif d'attache comporte trois zones de rupture : une à chaque extrémité du câble et une à l'attache de la ceinture. La force de rupture est proportionnée à la taille de l'animal. De cette façon, au cours des suivis réalisés jusqu'à présent aucun animal n'a été accidenté. Par contre, le détachement de la bouée, plus rarement de la ceinture, est assez fréquent.

Le système de fixation offre l'énorme avantage de pouvoir détacher facilement la bouée et d'en accrocher une autre. Le caractère placide du lamantin permet à un nageur évoluant avec palmes-masque-tuba de s'approcher tranquillement et de changer la bouée sans causer de stress à l'animal. Il est ainsi possible de remplacer régulièrement les équipements lorsque les batteries faiblissent et de faire un suivi en continu sur de longues périodes. Ainsi, sur les 392 remplacements d'émetteurs effectués au cours de leurs études, Deutsch *et al.* (1998) n'ont eu recours que 13 fois à une recapture de l'animal, tous les autres changements s'étant effectués « en douceur ». Pour les 91 lamantins suivis par radio-tracking au cours de l'ensemble des études, il y a eu en moyenne trois remplacements de bouée par animal avec un record de 43 changements pour un lamantin suivi durant plus de 5 ans (Deutsch *et al.*, 1998 ; Ried *et al.*, 1995).

En fait, la bouée héberge très rarement un seul émetteur mais plutôt un ensemble d'équipements qui comprend généralement :

- une balise Argos qui émet des signaux de fréquence donnée vers des satellites à orbites polaires qui les retransmettent à leur tour à des stations de réception terrestres. La différence de fréquence entre les signaux reçus par les satellites tournant en sens inverse (effet Doppler-Fizeau) est utilisée pour déterminer la position de la bouée ;
- un émetteur VHF dont les signaux reçus par une antenne tenue par un opérateur permettent d'obtenir par triangulation la position de l'émetteur avec une bonne précision. La réception des signaux à l'aide de l'antenne peut être effectuée depuis la terre, à partir d'un bateau ou d'un avion ;
- un émetteur d'ultrasons utilisé pour repérer la bouée et la récupérer si elle vient à se détacher et à sombrer (cas particulièrement fréquent en Floride où les bouées sont prises pour des proies par les alligators).

Utilisé depuis peu en complément des techniques habituelles de radio-tracking, le GPS est en passe de se généraliser. Introduit dans la bouée, il enregistre les positions de l'animal à différentes reprises. Les positions enregistrées par le GPS sont ensuite transmises aux satellites Argos en même temps que le signal Argos et retransmises aux stations de réception. La position du GPS est déterminée avec une excellente précision depuis que les américains ont cessé le brouillage intentionnel, ce qui permet d'obtenir de façon automatisée des localisations précises.

Une balise Argos peut fournir en moyenne 3 à 6 localisations par jour avec une précision variable suivant la position des satellites au moment de la réception des signaux. La classe de précision (4 classes : <150 m, <350 m, <1000 m, >1000 m) est indiquée en même temps que les coordonnées de la localisation.

Le couplage GPS-Argos permet de transmettre à 2 à 3 positions GPS pré-enregistrées en même temps que le signal Argos. On peut ainsi obtenir en moyenne 10 à 20 localisations précises par jour.

Si la bouée est équipée d'autres instruments permettant de mesurer et d'enregistrer certains paramètres comme la température de l'eau, la profondeur atteinte par la bouée sous l'eau, l'activité de l'animal, la charge de la batterie, etc..., ces informations peuvent également être retransmises au sol en même temps que le signal Argos.

Par ailleurs, les bouées font généralement l'objet d'un marquage coloré, ce qui permet de les identifier par simple observation visuelle. Si l'on arrive par un dialogue et une information suffisante à intéresser les acteurs locaux au suivi, il devient ainsi possible, en plus des télé-observations, d'obtenir bon nombre d'observations directes et celles-ci s'avèrent particulièrement utiles en cas de panne des émetteurs (pour retrouver l'animal) ou bien de rupture du dispositif d'attache (pour récupérer le matériel).

Les comptages aériens

Ils seront utilisés pour déterminer à long terme la tendance d'évolution de la population (objectif 3) et si possible réaliser une estimation des effectifs. Ils feront appel à un avion à ailes hautes de 4 places (pilote, navigateur, 2 observateurs). Il est bien évident qu'au cours des premières années faisant suite au lâcher des lamantins, il ne serait pas nécessaire pour l'objectif recherché d'avoir recours à cette technique. Le suivi par radio-tracking des lamantins serait amplement suffisant (et plus précis) pour y parvenir. Mais, si l'opération est un succès, il sera indispensable à terme de changer de technique. De plus, la mise en œuvre concomitante de deux techniques, l'une précise mais utilisable seulement à court et moyen terme, l'autre moins précise mais indispensable pour le long terme, permettra la mise au point et la validation de la seconde.

L'expérience acquise au cours des nombreux comptages déjà réalisés permet d'écarter complètement l'idée qu'il est possible de réaliser des recensements exhaustifs par la recherche successive des différents groupes de lamantins dans les sites habituellement fréquentés puis la sommation des animaux observés sur les différents sites, erreur la plus fréquemment commise. Un protocole précis est indispensable pour disposer d'un véritable estimateur et déterminer à long terme la tendance d'évolution.

Pour l'estimation des effectifs, il semble que la technique du line-transect puisse être utilisée avec profit. Même avec des petits avions, il est possible de respecter des itinéraires précis grâce au GPS. Les nouveaux télémètres à laser permettent une mesure précise des distances d'observation à partir d'un avion. De plus, l'usage du GPS permet de quitter la ligne de vol pour aller contrôler la composition d'un groupe puis de venir la reprendre. Les eaux des Culs-de-sac marins ont souvent une bonne transparence et il doit être possible de réaliser les observations dans des conditions satisfaisantes à condition de faire preuve d'un peu de souplesse dans l'organisation des comptages.

L'analyse des images satellitaires pour le suivi des herbiers

Cette technique, déjà utilisée par Chauvaud pour la première estimation de la distribution des herbiers (*cf* § 5.1.1), pourra être reprise avec profit pour suivre l'évolution de l'habitat du lamantin ; d'autant que les aspects méthodologiques sont déjà réglés et que la qualité des images devrait être améliorée avec le nouveau satellite Spot 5.

Autres techniques

La qualité des eaux fait déjà l'objet d'un suivi systématique sous la responsabilité de la DIREN et les analyses pratiquées paraissent suffisantes pour l'objectif poursuivi par rapport au lamantin.

Pour le suivi de l'abondance des concurrents alimentaires potentiels du lamantin, il pourrait être fait appel à des indices d'abondance par relevé sur des quadrats ou sur des transects, selon un protocole à déterminer en relation avec l'unité de biologie marine de l'Université des Antilles et de la Guyane.

6.6.3 L'organisation du suivi

Le suivi des animaux fera appel à des techniques bien spécialisées utilisées de façon routinière pour certaines, occasionnelles pour d'autres. L'occupation du milieu observé à grande échelle, les déplacements importants seront abordés en continu avec l'aide des moyens satellitaires (GPS associé à une balise Argos) et il sera donc nécessaire pour ceci de faire appel aux services du CLS pour la réception et la retransmission des informations. Par contre, l'étude de l'utilisation du milieu ou des interactions avec les activités humaines demandent des pointages plus fréquents. La VHF est alors plus appropriée et le recueil des informations se fera de façon manuelle. De plus, garder la possibilité de faire des observations « directes » par VHF, en plus des localisations automatisées, présente un double avantage : assurer la continuité des observations en cas de défaillance de l'un des maillons de la technologie avancée, permettre d'associer au suivi les marins pêcheurs et contribuer aussi au maintien de leur intérêt.

Pour la contention des animaux, pour leur équipement télémétrique, pour la maintenance du matériel, il sera nécessaire de disposer de compétences techniques bien spécifiques qui devront être acquises à l'extérieur (Brésil ou Etats-Unis). De plus, la mise en oeuvre de ces techniques demandera des adaptations aux conditions de terrain, notamment pour tenir compte des déplacements des animaux difficilement prévisibles. Pour réaliser le suivi, il semble indispensable de disposer d'une petite équipe bien formée techniquement et en mesure de faire preuve d'une bonne disponibilité. La meilleure façon de réunir ces conditions est un recrutement pour constituer cette équipe technique, assurer sa formation et l'intégrer au projet dont elle deviendra la principale cheville ouvrière.

Pour apporter à cette équipe une aide, occasionnelle ou régulière suivant l'évolution des besoins, il pourra être fait appel à des locaux, pêcheurs notamment, avec rémunération suivant la prestation effectuée. De nombreux pêcheurs maîtrisent bien l'utilisation du GPS et semblent en mesure de réaliser facilement des localisations par radio-tracking à partir de leur bateau après une formation appropriée apportée par les membres de l'équipe technique. Ce serait également une façon valorisante de les intégrer à l'opération.

Le suivi du milieu fera appel de façon régulière mais ponctuelle dans le temps à des techniques d'analyse d'images satellitaires. L'inventaire réalisé par Chauvaud (1997) utilisait des images satellitaires de 1994. Un nouveau point sera à effectuer au début de l'opération puis tous les 5 ans (par exemple). Ce travail pourra être confié soit à l'Université des Antilles et de la Guyane soit à un bureau d'études.

En ce qui concerne le suivi de la qualité de l'eau, s'il s'avérait que le nombre d'analyses n'était pas suffisant ou qu'il soit utile de mesurer d'autres paramètres, le complément pourrait être obtenu par convention avec la DIREN ou avec un laboratoire d'analyses.

Le suivi de l'abondance des concurrents alimentaires du lamantin nécessitera la mise en oeuvre régulièrement répétée (tous les ans) d'un protocole de recueil des données. Il pourrait être assuré par l'équipe technique avec éventuellement l'appoint de pêcheurs, là encore après formation.

6.6.4 Les études d'accompagnement

Bien qu'elles ne soient pas indispensables au succès de l'opération, il serait intéressant de mener certaines études en profitant de conditions expérimentales uniques liées à l'opération de réintroduction du lamantin (connaissance génétique de tous les individus constituant la population de départ, important dispositif de suivi) pour faire progresser à moindre coût les connaissances sur certains thèmes : déterminisme de l'utilisation du milieu, rôle des mécanismes éco-éthologiques dans la transmission de gènes, dispersion et mode de colonisation, etc.

L'intérêt des opérations de réintroduction pour tester certaines hypothèses a été souligné par Sarrazin et Barbault (1996). Ce pourrait être l'un des rôles importants du comité scientifique

préconisé au § 7.2 de compléter cette courte liste, de préciser les objectifs et les modalités des études d'accompagnement à entreprendre.

7 L'organisation de la réintroduction

7.1 Les opérations et leur programmation

Il n'existe pas d'exemple d'opération équivalente à celle envisagée pour la Guadeloupe. En l'absence de référence, il conviendra donc d'avancer prudemment. Si l'on veut limiter le plus possible les risques pour les lamantins introduits (et par là, maximiser les chances de réussite de la réintroduction), il sera nécessaire d'avoir des informations en continu sur la localisation des lamantins, sur leur condition physique, les activités humaines qui se déroulent dans leur voisinage, afin de pouvoir intervenir dès que nécessaire.

Pour avoir une pression de surveillance suffisante et disposer d'une capacité d'intervention pouvant concerner chaque lamantin, il semble hautement préférable d'étaler les lâchers.

D'autres arguments plaident aussi en faveur d'un lâcher étalé :

- il y aura un moindre risque de mortalité massive sur les lamantins lâchés en cas de catastrophe naturelle (cyclone ou tempête tropicale) survenant juste après le lâcher ;
- l'expérience acquise au cours du premier lâcher sera mise à profit pour les suivants ;
- en cas de bonne réussite des premiers lâchers, il sera possible de supprimer le (ou les) dernier(s) lâchers et de réduire ainsi le coût de l'opération.

Un lâcher en cinq étapes, avec des lâchers de trois lamantins à chaque fois, paraît une solution raisonnable pour étaler les risques et utiliser au mieux les ressources humaines nécessaires pour cette opération. La programmation proposée ci-dessous correspond à cet étalement des lâchers.

Année N0

- 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 N1

- 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 N2

- 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, mâle

Année N3

- 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 N4

- 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 N5

- 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.

7.2 Les besoins en ressources humaines

Pour réaliser les différentes opérations du programme ci-dessus, il faudra disposer de ressources humaines en quantité suffisante, dotées des compétences spécifiques aux tâches confiées. Certains établissements publics comme l'ONCFS, le Parc National de Guadeloupe, l'ONF, disposent d'agents déjà bien formés à la conservation et à la gestion des ressources naturelles d'une façon générale. Ils ont vocation à participer aux travaux de réintroduction. Mais aucun de ces organismes ne paraît en situation de sur-effectif. Il faudrait donc se doter de ressources humaines supplémentaires pour assurer la mise en œuvre des différentes opérations liées à la réintroduction. Dans ces conditions, il apparaît souhaitable de constituer une équipe autonome pour la durée de la réintroduction ; avec un éventuel rattachement à l'une des structures existantes.

Certaines tâches seront routinières (information, suivi des animaux), d'autres seront occasionnelles (organisation des lâchers, reprise des lamantins en cas de blessure ou pour changer les émetteurs par exemple). Il faudra donc disposer de ressources permanentes pour les travaux routiniers et de ressources temporaires pour les opérations occasionnelles. Dans tous les cas, le travail à effectuer nécessite une formation appropriée, plus ou moins longue suivant la nature des tâches.

La distribution des tâches entre personnel permanent et personnel temporaire présentée ci-dessus ainsi que le mode global d'organisation répond au souci de concilier plusieurs préoccupations (elle pourrait bien sûr être révisée le cas échéant au moment où l'étude de faisabilité se transformera en projet) :

- disposer d'une équipe permanente qui aura l'autonomie et les moyens suffisants pour adapter rapidement le programme d'activités en cas d'événements imprévus (par exemple, si les animaux se déplacent durablement en dehors des Culs-de-sac) ou bien pour réagir immédiatement en cas d'accident ;

- intégrer au mieux les antennes locales des établissements publics potentiellement intéressés par le lamantin ;
- associer le plus possible les acteurs locaux (en particulier les pêcheurs) aux travaux et les faire bénéficier de premières retombées économiques en rémunérant le travail effectué.

7.2.1 L'équipe permanente

Cette équipe sera notamment en charge des missions suivantes :

- assurer la préparation technique de la réintroduction ;
- assurer la préparation administrative de la réintroduction, sous le contrôle de la DIREN ;
- préparer un programme d'information et de sensibilisation préalable à la réintroduction et en assurer la mise en œuvre ;
- assurer la formation des différents partenaires qui seront associés aux travaux ;
- réaliser les différentes phases de la réintroduction ;
- organiser le programme de suivi des animaux lâchés et en assurer la mise en œuvre ;
- analyser les données recueillies, établir régulièrement des bilans et adapter le programme d'activités en conséquence ;
- organiser le programme de suivi du milieu et en assurer la mise en œuvre ;
- organiser le programme d'information et de communication, en assurer la mise en œuvre ;
- assurer la maintenance du matériel et du centre de soins ;
- participer en tant que de besoin aux travaux des études d'accompagnement ;
- assurer la gestion financière de l'opération.

Elle comprendra :

- un(e) chef de projet responsable des aspects administratifs, financiers et relations publiques (Profil : biologiste généraliste Bac+6 avec une bonne expérience «conservation et gestion des ressources naturelles»);
- un(e) responsable des actions techniques et des soins aux animaux (Profil : vétérinaire avec une thèse en écologie) ;
- deux techniciens(nes) pour la préparation et la réalisation des opérations de terrain (Profil TSPN) en années 0 et 1 ; ce chiffre sera porté à 3 à partir de l'année 2 ;
- trois techniciens(nes) (Profil TSPN) pour l'information et l'animation du centre d'information : « la maison du lamantin » ;
- un(e) secrétaire.

7.2.2 Les aides temporaires

Les aides temporaires pourront avoir un objet différent suivant les cas : (i) faire face à des besoins de main d'œuvre importants mais occasionnels (manipulations des animaux, construction des parcs, cueillette de plantes marines) ; (ii) associer des partenaires locaux pour qu'ils en bénéficient financièrement (pêcheurs principalement) et, parce qu'en y étant partie prenante, ils s'approprient plus facilement l'opération. Dans le deuxième cas, il pourra s'agir de tâches routinières comme le pointage des animaux par radio-pistage qui, suivant les cas, serait réalisé soit par l'équipe de terrain, soit par des adjoints temporaires.

Les problèmes de sécurité peuvent aussi amener à organiser des sorties en mer mixtes lorsqu'un membre de l'équipe permanente se retrouve seul en service. L'aide temporaire amènerait donc en sus une plus grande souplesse dans l'organisation du travail des permanents.

7.2.3 La formation

Les compétences françaises en matière de lamantins sont extrêmement limitées. La formation des personnels qui auront en charge l'opération de réintroduction sera donc l'un des points clés de la réussite. Pour les membres de l'équipe permanente, certains points de la formation ne pourront être acquis qu'auprès d'organismes étrangers.

◦ Pour les soins aux lamantins, leur maintenance, le suivi après lâcher :

- Sirenia Project à Gainesville (Floride)
- US Fish and Wildlife Service (Floride)
- US Fish and Wildlife Service (Porto-Rico)
- Centre Peixe Boï au Brésil
- Lowry Park Zoo (Floride)
- Homosassa Springs Wildlife State Park (Floride)

◦ Pour l'information :

- Centre Peixe Boï au Brésil
- Save the Manatee Club à Orlando (Floride)
- Manatee Resource Management (Floride)
- Lowry Park Zoo (Floride)

Chaque fois qu'un travail nouveau sera confié aux personnes apportant une aide temporaire, une formation correspondant à ce travail leur sera dispensée. Cette formation sera assurée par les membres de l'équipe permanente.

7.2.4 Le comité scientifique

Si la réintroduction du lamantin est tentée, elle fournira une opportunité pour mener des études qui n'auraient pas pu être entreprises sur d'autres sites. De plus, les nombreuses données déjà recueillies à d'autres fins et la présence d'une main d'œuvre qualifiée qui pourra participer à ces études à temps partiel devraient permettre d'en limiter le coût. Pour définir le contenu des études, pour en assurer le suivi, la validation et/ou la valorisation, il paraît tout à fait opportun de s'assurer le concours d'un comité scientifique dont la composition reste à définir mais où les spécialisations suivantes au moins devraient être représentées : biologie de la conservation, génétique, dynamique des populations, éthologie.

8 Les aspects financiers

8.1 Le coût de l'opération

8.1.1 La préparation (séminaire, exposition)

Tel que décrit au § 6.5.2, le coût du séminaire sur le lamantin peut être évalué de la façon suivante :

- location d'une salle durant 4 jours : 4 x 750 Euros	3 000 Euros
- accueil d'une centaine de participants guadeloupéens durant 2 jours (repas de midi, boissons, cocktail) : 100 x 100 Euros	10 000 Euros
- traduction simultanée Français-Anglais (2 jours) :	6 000 Euros
- accueil de 8 représentants des îles voisines (Antigua, Dominique, Montserrat, Saint Kitts, Sainte Lucie, Saint Vincent, Barbade, Grenade) durant 3 jours : 8 x 3 x 150 Euros	3 600 Euros
- accueil de 7 scientifiques (américains et brésiliens) et de 3 cubains durant 5 jours : 10 x 5 x 150 Euros	7 500 Euros
- transport des scientifiques et des cubains :	10 000 Euros
- préparation et organisation d'une exposition sur le lamantin :	20 000 Euros
Total :	60 100 Euros

8.1.2 Les investissements

Les lamantins

Le prix d'achat des lamantins est évidemment très difficile à établir puisqu'il n'existe pas de commerce du lamantin. Il n'y a donc pas de valeur marchande pour cet animal. Le prix sera fixé par une négociation entre gouvernements. (Si l'option « élevage » devait être retenue, la négociation aurait alors lieu avec les établissements spécialisés concernés : zoos ou centres de soins). Il est délicat d'anticiper les résultats d'une telle négociation et le prix d'achat utilisé ici (10 000 Euros/lamantin) est hautement spéculatif.

Outre le prix d'achat des animaux, le coût global pour amener en Guadeloupe doit inclure :

- le travail de prospection aérienne préalable aux reprises afin de s'assurer que la population de lamantins a une taille suffisante pour permettre des prélèvements sans risque de lui porter préjudice ;
- la reprise sur place des animaux,
- l'hébergement provisoire des lamantins (en attendant le transport) ;
- le transport par voie aérienne ;

Prospection aérienne : 10 jours à 4 heures de vol/jour (3 heures d'observation) avec 3 observateurs :

Location avion : 250 x4 x 10	10 000 Euros
Observateurs : 3 x 500 x 10	15 000 Euros
Voyage des 3 observateurs : 3 x 2000	6 000 Euros
Total :	31 000 Euros

Capture sur place des animaux : une équipe de 10 personnes équipée d'un bateau de 8-9 mètres, pour la capture en moyenne d'un lamantin par jour de capture.

Bateau :	500 Euros
Main d'œuvre :	1 000 Euros
Soit par lamantin :	1 500 Euros
Pour 15 lamantins :	15 000 Euros

Hébergement : 3 jours en moyenne par lamantin

Location d'une piscine : 200 x 3	600 Euros
Nourriture et soins : 100 x 3	300 Euros
Soit par lamantin :	900 Euros
Pour 15 lamantins :	13 500 Euros

Transport : 3 lamantins par voyage

Coût d'un voyage (petit Jet spécialement affrété) :	32 500 Euros
Pour 15 lamantins :	162 500 Euros

En résumé, pour disposer en Guadeloupe de 15 lamantins en provenance de Cuba, il faudrait prévoir:

Achat des lamantins :	150 000 Euros
Travaux d'estimation préalable :	31 000 Euros
Capture des lamantins :	15 000 Euros
Hébergement sur place :	13 500 Euros
Transport :	162 500 Euros
Total :	372 000 Euros

Comme pour le prix d'achat des lamantins, les autres coûts annoncés restent hautement spéculatifs : tant que l'ensemble de la démarche n'est pas fixé, il est difficile de faire mieux qu'une approche « à la louche ».

Remarque :

Comme démarche alternative à celle qui est présentée ici, on pourrait prévoir avec le pays "donateur" (possiblement Cuba) un programme conjoint d'étude et de conservation du lamantin avec :

- une bonne appréciation de l'état de santé de la population donneuse ;
- la capture, le marquage et le suivi *in situ* d'un certain nombre de lamantins. On obtiendrait ainsi des informations sur l'écologie des lamantins "candidats" à l'émigration en Guadeloupe. On pourrait également choisir les animaux à réintroduire pour disposer de jeunes adultes pour fonder la colonie guadeloupéenne (il suffirait de marquer des subadultes et de les transporter au moment où ils atteindraient l'âge adulte). La "capture" initiale pourrait être faite en douceur sans contention de l'animal et la capture finale serait facile à réaliser puisque les lamantins marqués seraient localisables à tout instant ;
- des suivis à long terme des populations "mère" et "fille".

Dans une telle démarche, certains coûts seraient plus élevés (marquage et suivi) mais d'autres seraient réduits (capture et prix d'achat). Il n'y aurait pas forcément de gain financier global, mais il y aurait un gain important dans la souplesse d'organisation des différentes opérations et, bien sûr, dans le domaine scientifique.

Les installations

Pour réaliser un chiffrage des coûts correspondant à l'opération de réintroduction, il est nécessaire de définir une esquisse de ce que pourrait être les futures installations. Les choix qui ont été faits ici ont pour seul but de permettre de faire une estimation chiffrée basée sur des éléments concrets.

L'option choisie prévoit de rassembler tous les personnels qui travailleront à l'opération de réintroduction sur un même site et donc de construire les bâtiments nécessaires à leur activité sur ce site (l'emplacement du site n'est pas défini, mais devrait naturellement se situer en bordure du grand Cul-de-sac marin). L'ensemble comprendrait les différentes infrastructures ci-dessous dont les coûts estimés figurent dans le tableau 13 :

- Un bassin octogonal de 60 m³ environ pour l'accueil des lamantins et les soins en cas d'accident ou de maladie (diamètre 9 m, profondeur 2 m), communiquant sur l'un de ses côtés avec un sas de 16 m³ (4x2x2 m). Ce bassin sera pourvu d'un dispositif permettant de le vider et de le nettoyer chaque jour pour évacuer les restes de repas et éviter ainsi les développements bactériens. Le matériel devra être résistant à l'eau de mer car l'eau du bassin sera pompée et évacuée en mer.
- Un centre d'information comprenant : (i) une grande salle pour une exposition et un coin projection, 100 m² ; (ii) un magasin, 20 m² ; (iii) trois bureaux de 15 m² ; (iv) une bibliothèque, 20 m² ; (v) des toilettes, 15 m² ; (vi) un parking de 2000 m² environ.
- Un bâtiment pour l'équipe technique comprenant : (i) 2 bureaux de 20 m² et 4 bureaux de 15 m² ; (ii) une salle de réunion de 30 m² ; (iii) un laboratoire de 15 m² ; (iv) un magasin de 20 m² ; (v) une douche et un WC, 10 m² ; (vi) un garage, 40 à 50 m².

Tableau 13 : Estimation des coûts des infrastructures (TTC)

Travaux batiments	
Bassin (y compris matériel de pompage) :	80 000 Euros
Centre d'information :	240 000 Euros
Bâtiment de l'équipe technique :	180 000 Euros
Garage :	30 000 Euros
Travaux aménagement	
Réseaux et branchements :	48 000 Euros
Parking :	43 000 Euros
Compteur et branchements :	16 000 Euros
Fosse septique :	5 000 Euros
Honoraires et assurances	
Architecte - Bureau contrôle - Hygiène sécurité :	76 000 Euros
Assurances DO	19 000 Euros
Taxes (TLE - TRE - TDCAUE) :	63 000 Euros
Total Général :	800 000 Euros

Remarques :

- 1 Il est bien évident qu'une telle approche ne peut fournir qu'un ordre de grandeur. Si la présente étude de faisabilité débouche sur un projet, toutes les options décrites ici devront faire l'objet d'un réexamen en concertation avec les partenaires concernés. En effet, plusieurs des options exposées ici pour en faire le chiffrage ne s'imposent en aucune façon de manière évidente :
 - Le centre d'information permanent paraît tout à fait souhaitable, mais il est possible de faire de l'information auprès de différents publics sans passer par la construction du Centre.
 - Le regroupement sur un même site de tous les personnels (et de tous les bâtiments de fonction) liés à la mise en œuvre du projet paraît également souhaitable. Cependant, si l'information doit perdurer au delà de la période de réintroduction, l'équipe technique n'aura pas besoin d'être maintenue indéfiniment (en tous cas, pas dans sa configuration de départ). L'option « construction de bureaux » sur le même site que le centre d'information aurait pu être remplacée par une option « location de bureaux » dans un autre site (si possible voisin). Il est cependant tout à fait possible que l'un des partenaires du projet (Réserve ou Parc, Municipalité d'accueil, par exemple) soit intéressé pour utiliser ultérieurement ces bureaux pour un usage différent de l'usage initial, ce qui justifie alors mieux l'investissement initial.
- 2 Le prix d'acquisition du terrain n'a pas été inclus dans cette estimation. Il dépendra beaucoup du choix du site. Il est également possible que le terrain soit fourni gratuitement par une commune ou une communauté de communes particulièrement intéressée par cette opération.

La formation

Vu l'absence de compétences françaises en matière de lamantin, la formation initiale des personnels en charge de l'opération devra forcément se faire à l'étranger :

- centres de soins de Floride ou Peixe-Boï au Brésil pour les soins aux animaux,
- Sirenia Project ou Peixe-Boï pour les études sur le lamantin et le suivi des animaux,
- US Fish and Wildlife Service de Porto Rico pour l'organisation des captures et les comptages aériens,
- Save the Manatee Club en Floride et Peixe Boï pour les campagnes d'information visant différents publics.

En accordant une priorité à la formation du responsable des actions techniques et des soins aux animaux, il est proposé les stages suivants :

- chef de projet : 2 semaines en Floride et 2 semaines au centre Peixe-Boï,
- responsable des actions techniques et des soins aux animaux : 4 semaines en Floride dont 2 auprès du Sirenia Project, une semaine à Porto Rico, 3 semaines au centre Peixe-Boï,
- responsable de l'information : 2 semaines en Floride, 2 semaines au centre Peixe-Boï.

Les bénéficiaires des stages à l'étranger auront pour mission au cours de ces stages, en plus de leur propre formation, de collecter l'information et les éléments nécessaires pour assurer ultérieurement sur place la formation de leurs collaborateurs permanents ou temporaires.

La formation des collaborateurs permanents ou temporaires ne donnera pas lieu à des dépenses supplémentaires quand il s'agit de personnels travaillant au sein d'un organisme public puisque les salaires sont pris en charge par ailleurs. Par contre lorsqu'il s'agira de former des collaborateurs occasionnels qui sont des travailleurs indépendants, il paraît normal de prendre en charge leur manque à gagner et les frais divers (déplacement, nourriture) liés à cette formation.

Le coût d'un semaine de stage à l'étranger (frais supplémentaires) a été estimé à 1000 Euros.

Le coût d'une journée de formation pour collaborateurs occasionnels travailleurs indépendants a été estimé à 200 Euros. D'où le coût de la formation :

- formation à l'étranger : 16 x 1000 Euros	16 000 Euros
- transports aériens :	10 000 Euros
- formation des collaborateurs occasionnels 10 x 5 x 200 Euros	10 000 Euros
Total :	36 000 Euros

L'information

Les investissements comprendront : (i) l'aménagement du centre d'information, (ii) la création d'une exposition permanente sur le lamantin (biologie, menaces, réintroduction, etc.), (iii) la création d'un film vidéo de 10 minutes environ, (iv) la création d'une exposition itinérante, (v) la création de matériel pédagogique.

- aménagement du centre d'information :	150 000 Euros
- création d'une exposition permanente :	20 000 Euros
- création d'une exposition itinérante :	15 000 Euros
- création de matériel pédagogique :	15 000 Euros
Total :	200 000 Euros

L'équipement

Le bateau :

Il sera l'un des outils de travail de l'équipe technique. Comme pour les infrastructures, il est nécessaire de choisir une option avant de chiffrer les coûts :

- si l'on choisit un bateau à usage mixte, permettant d'assurer la surveillance et les observations, mais aussi capable d'aller récupérer en mer un lamantin adulte malade ou accidenté il faut lui donner une assise et un tonnage suffisants pour charger un poids utile de 800 à 1000 Kg. On s'oriente alors vers un bateau de 10 mètres de longueur au moins. L'équipe chargée de la réintroduction du lamantin disposerait alors d'une totale autonomie, mais les coûts d'achat et d'entretien seront élevés.
- si l'on choisit un bateau orienté vers l'observation et la surveillance, on peut se contenter d'un bateau de 6 à 7 mètres de long. Les coûts d'achat et d'entretien seront alors incomparablement moins élevés. Mais, en cas de difficulté d'un lamantin, il faudra alors avoir recours à un bateau d'une taille adaptée et équipé d'un dispositif de treuillage.

Sachant : (i) que l'équipe de la Réserve du Grand Cul-de-sac marin est maintenant équipée d'un bateau qui pourrait convenir pour récupérer et transporter un lamantin, (ii) que des bateaux appartenant à des compagnies privées sont également en mesure d'effectuer un tel travail, (iii) que les besoins d'intervention de ce type devraient être peu nombreuses, c'est la deuxième option qui a été retenue ici .

- les tâches du bateau de la réserve sont diversifiées et ne concerneront jamais uniquement le lamantin,
- l'efficacité des interventions pour secourir des lamantins est liée de façon étroite à la rapidité d'intervention.

Si cette option, choisie ici pour effectuer le chiffrage, devait être retenue définitivement pour le projet, il serait alors absolument indispensable :

- de bien préciser par convention les modalités d'une mise à disposition rapide du bateau de la Réserve pour des opérations de sauvetage du lamantin,
- de prévoir également les modalités d'intervention de compagnies privées (au moyen de conventions) de façon à pouvoir faire face immédiatement à une indisponibilité éventuelle du bateau de la Réserve,
- de budgéter des sommes correspondant à un nombre raisonnable de sorties de ce type.

En résumé, l'investissement pour le bateau est estimé à **30 000 Euros**.

Le matériel automobile

Les personnes chargées du suivi des lamantins utiliseront fréquemment le bateau pour leur travail ; mais les personnes chargées de l'information, ainsi que le chef de projet auront à effectuer de nombreux déplacements terrestres. Pour satisfaire les besoins de l'ensemble du personnel, il semble nécessaire de disposer d'un parc de 4 véhicules dont un véhicule 4x4 pouvant tirer une remorque et le bateau.

- Véhicule 4x4 :	30 000 Euros
- Véhicule de tourisme : 3 x 15 000 Euros	45 000 Euros
- Remorque pour bateau :	3 000 Euros
Total :	78 000 Euros

Le matériel de marquage

Chaque lamantin sera équipé d'une bouée comportant une balise Argos, un GPS avec interface de couplage GPS-Argos, un émetteur VHF, un émetteur ultrasonique. Le coût du système complet est de 5000 Euros par unité.

La durée de vie des piles confère au dispositif une autonomie moyenne d'environ 150 jours. Lorsque les piles arrivent vers leur fin, on essaie de remplacer la bouée par une nouvelle portant le même matériel mais équipée de piles neuves. Les bouées peuvent être rééquipées. Néanmoins, il est prudent de prévoir au minimum deux bouées complètes par animal. Il est prudent également de disposer de pièces de rechange au moment du rééquipement.

Le coût du matériel de marquage et transmission peut être estimé comme suit :

- 35 bouées complètes :	175 000 Euros
- 35 dispositifs de fixation :	14 000 Euros
- pièces de rechange et piles :	10 000 Euros
- antennes de réception VHF :	1 000 Euros
Total :	200 000 Euros

Le matériel de bureau

L'équipement standard comprenant un bureau avec retour, une armoire, un fauteuil, une chaise, un caisson mobile, une lampe de bureau est estimé à 1200 Euros ; un ordinateur avec imprimante et logiciels usuels (pack Office) à 2000 Euros. D'où l'investissement nécessaire :

- meubles de bureaux : 9 x 1200 Euros	10 800 Euros
- ordinateurs et imprimantes :	18 000 Euros
- équipement de la bibliothèque :	7 000 Euros
- équipement de la salle de réunion :	5 000 Euros
- équipement du laboratoire :	5 000 Euros
Total :	45 800 Euros

8.1.3 Le fonctionnement

Le personnel

En fonction des besoins en personnel définis aux § 7.2.1 et § 7.2.2 les coûts en personnel ont été estimés sur la base des grilles 2002 utilisées par l'ONCFS pour évaluer le montant de ses prestations, avec une hausse annuelle de 2%.

Pour l'équipe permanente, les coûts figurent dans le tableau 14. Le coût total annuel indiqué inclut les charges de fonctionnement usuelles.

Tableau 14 : Estimation des charges relatives au personnel de l'équipe permanente.

Année	Catégorie	Nombre	Charges salariales	Coût annuel	Total annuel
N0	Cadre sup.	1	64 600	64 600	64 600
N1	Cadre Sup.	2	65 900	131 800	385 000
	Technicien	5	43 800	219 000	
	Secrétaire	1	34 200	34 200	
N2	Cadre Sup.	2	67 200	134 400	437 500
	Technicien	6	44 700	268 200	
	Secrétaire	1	34 900	34 900	
N3	Cadre Sup.	2	68 500	137 000	446 200
	Technicien	6	45 600	273 600	
	Secrétaire	1	35 600	35 600	
N4	Cadre Sup.	2	69 900	139 800	455 700
	Technicien	6	46 600	279 600	
	Secrétaire	1	36 300	36 300	
N5	Cadre Sup.	2	71 300	142 600	458 600
	Technicien	6	46 500	279 000	
	Secrétaire	1	37 000	37 000	
Total				2247 600	2 247 600

Pour le personnel temporaire, les besoins ont été estimés à 20 jours par mois en moyenne durant les 5 ans du projet. Sur ces 20 jours, il a été considéré que 10 seraient fournis par des pêcheurs utilisant leur bateau personnel pour une sortie d'environ 4 heures. Le coût moyen journalier, toujours sur la base des grilles ONCFS 2002, a été estimé à 194 Euros/jour. Le coût de l'utilisation du bateau a été estimé forfaitairement à 100 Euros pour une sortie d'une durée inférieure ou égale à 4 heures sur le Grand Cul-de-sac. L'augmentation annuelle a été prise égale à 2 %. Sur ces bases, les coûts en personnel temporaire peuvent être estimés comme suit :

- N0 : 58 600 Euros
- N1 : 59 800 Euros
- N2 : 61 000 Euros
- N3: 62 300 Euros
- N4: 63 600 Euros
- N5: 64 900 Euros

Total : 370 200 Euros

Le suivi des lamantins

Le suivi comportera une localisation régulière de tous les animaux par télédétection et des comptages aériens dès que la population atteindra une dizaine d'animaux, en principe à l'année N3 (au début les comptages auront surtout un intérêt méthodologique : standardisation et étalonnage).

Le coût des localisations obtenues à partir du sol est déjà intégré dans le fonctionnement. Seul est à rajouter le coût des localisations obtenues par satellite (système Argos). Ce coût varie avec la fréquence des émissions. Dans les conditions prévues il s'élèvera à 4 200 Euros/bouée/an, d'où les coûts annuels :

- N1 : 12 600 Euros
- N2 : 25 200 Euros
- N3: 37 800 Euros
- N4: 50 400 Euros
- N5: 63 000 Euros

Total : 189 000 Euros

Les comptages aériens dureront environ 4 heures et seront renouvelés trois fois par an. Pour un coût horaire de 250 Euros, le coût annuel s'élèvera à **3 000 Euros** à partir de l'année N3.

Les installations

- Entretien du bassin :	2 000 Euros
- Nettoyage des locaux :	6 000 Euros
- Entretien des locaux :	2 000 Euros
- Taxe d'habitation :	3 000 Euros
- Eau, électricité, assurances :	3 000 Euros
Total annuel :	16 000 Euros

Le matériel

- Entretien du bateau :	2 000 Euros
- Location emplacement du bateau :	1 700 Euros
- Entretien des véhicules :	3 000 Euros
- Carburant :	5 000 Euros
- Assurances :	4 000 Euros
Total annuel :	15 700 Euros

8.2 Les sources de financement potentielles

8.2.1 L'Etat

La décision de tenter ou non la réintroduction du lamantin en Guadeloupe est du ressort du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Si cette décision est positive, il devrait évidemment en résulter un engagement financier. Jusqu'où ira-t-il ? Il ne portera certainement pas sur la totalité des sommes nécessaires et l'Etat demandera vraisemblablement aux collectivités locales de marquer leur adhésion au projet par un engagement financier.

8.2.2 Les collectivités locales

La réintroduction du lamantin correspond à des préoccupations locales : c'est la précédente municipalité du Lamantin qui a demandé à la DIREN de se pencher sur le problème. Au moment où le tourisme connaît un déclin inquiétant, le lamantin pourrait constituer un argument supplémentaire pour le développement touristique. Il est donc probable que la plupart des municipalités des communes riveraines des deux Culs-de-sac se montreront intéressées par le projet. Mais l'état de leurs finances ne leur permettra sûrement pas d'être des partenaires financiers très significatifs. Par contre leur intérêt pourrait se traduire par la mise à disposition d'un terrain pour la construction des infrastructures. Il pourrait se marquer également par une participation à l'organisation de l'opération et notamment par la prise en charge du Centre d'information dès que celui-ci aura amorcé son autonomie financière par la fourniture de services. Le projet concernant toute une partie de la Guadeloupe, l'initiative pourrait venir d'une communauté de communes et non pas d'une seule commune.

Le Conseil Régional et le Conseil Général ont eux aussi tous deux vocation à devenir partenaires du projet sous des formes qui restent à déterminer.

8.2.3 Le sponsoring

Dans tous les pays qui mènent des actions de conservation en faveur du lamantin, y compris dans un pays riche comme les Etats-Unis, le sponsoring, sous différentes formes, contribue pour une part

importante à ces actions, souvent même la plus importante. Au Brésil, la compagnie pétrolière Petrobras, est le principal appui financier pour les actions de Peixe-Boi.

Le lamantin avec sa « bonne bouille » étrange et paisible se prête bien à véhiculer une image positive, en tout cas rassurante. Il n'y a aucune raison qu'il n'en aille pas de même en France, à part le fait que pour l'instant le lamantin est très mal connu du grand public. Mais une multinationale qui commerce avec les états américains trouvera d'emblée un intérêt Outre-Atlantique. Le sponsoring est certainement une voie à travailler en vue d'établir le plan de financement de l'opération, si elle se réalise.

8.2.4 La création de services

En Floride et au Brésil, les centres d'information demandent généralement une contribution aux visiteurs mais le prix du billet reste très modeste. Par contre, ils proposent dans une boutique attenante ou intégrée au Centre de nombreux souvenirs ou objets d'art sur le thème du lamantin et ce commerce est nettement plus rémunérateur que les droits d'entrée.

Une telle option pourrait être choisie pour le Centre d'information sur le lamantin. Après la période de mise en route, le Centre pourrait ainsi couvrir une partie de ses dépenses et peut-être même la totalité après avoir atteint son régime de croisière.

Conclusion générale

Au terme de cette étude, il apparaît que l'environnement, autrefois très favorable au lamantin si l'on en croit les descriptions du Père du Tertre, est encore relativement accueillant pour cette espèce :

- les 5 000 ha d'herbiers denses et les 3 000 ha d'herbiers clairsemés présents dans les deux Culs-de-sac marins produisent une quantité de nourriture largement suffisante pour alimenter une population viable de lamantins ;
- la disponibilité en eau douce n'aurait diminué que dans une proportion de 15 à 20% en période d'étiage, nettement moins en temps normal, et ne semble pas constituer un facteur limitant ;
- la qualité de l'eau douce est source de questions. La pollution touche surtout la Grande Rivière à Goyaves et elle est essentiellement organique. Si elle était ramenée au taux prévu dans l'étude préalable au SDAGE, elle ne devrait pas poser de problème grave pour le lamantin d'autant que celui-ci prend directement l'oxygène dont il a besoin par respiration aérienne ;
- les principales menaces anthropiques directes concernent les activités nautiques et la pêche. Elles restent d'ampleur limitée en Guadeloupe quand on les compare à d'autres zones de l'aire de distribution du lamantin ;
- les menaces indirectes à long terme, concernent l'hyper sédimentation dans le Grand Cul-de-sac par les apports terrigènes des eaux de ruissellement et la pollution par les métaux lourds. Il est difficile de prévoir à long terme les effets de ces facteurs qui n'ont pas été étudiés ailleurs bien qu'ils y représentent des menaces tout à fait comparables à celles de la Guadeloupe.

Si le lamantin était actuellement présent en Guadeloupe, il est probable qu'il aurait un développement normal, certainement meilleur que celui qu'il connaît pour des raisons diverses dans la plupart des pays de son aire de distribution : braconnage dans les pays pauvres, blessure et mortalité par les bateaux de plaisance dans les pays riches ayant des activités nautiques de loisir très développées, accidents dus à la pêche au filet là où celle-ci est intensive. La pollution qui le menacera en Guadeloupe est sans doute de même nature et de même ordre de grandeur que celle qu'il subit un peu partout.

Mais le lamantin n'est pas là et sa réimplantation reste un challenge. Il faudra d'abord se procurer des animaux et l'offre n'est pas abondante compte tenu du mauvais état de conservation du lamantin dans toute son aire de distribution. Cuba semble cependant réunir toutes les conditions nécessaires

pour fournir des lamantins d'origine génétique satisfaisante et vivant dans des conditions écologiques assez proches de celles de la Guadeloupe.

Les chances de succès paraissent tout à fait raisonnables pour peu que la population réintroduite ait une démographie normale. On ne sait pas à quel niveau se situeront les paramètres démographiques de cette nouvelle population ; mais il n'apparaît pas de facteur susceptible d'avoir des effets plus négatifs en Guadeloupe que dans les autres zones de l'aire de distribution. Une autre incertitude concerne la dispersion : si elle se produisait rapidement, elle n'aurait pas forcément de conséquences néfastes pour la survie individuelle des animaux mais évidemment elle fragiliserait la population. A moyen ou long terme cette dispersion permettrait au contraire une recolonisation des sites occupés autrefois par le lamantin dans les Petites Antilles.

Pour lâcher les animaux dans les meilleures conditions possibles, pour les suivre dans leurs mouvements et apprécier les risques d'interactions avec les activités humaines, pour informer les utilisateurs du milieu et définir avec eux des règles de conduite qui assureront aux lamantins une meilleure sécurité et maximiseront ainsi les chances de succès de l'opération, un travail important est à réaliser. Ce travail a un coût et la réintroduction s'annonce donc onéreuse.

Mais l'enjeu est élevé. En plus de l'intérêt pour le lamantin lui-même, un succès de l'opération attirerait sûrement l'attention des acteurs sur la fragilité des milieux et des ressources naturelles, sur l'intérêt d'agir en temps utile plutôt que de laisser faire et d'être obligé de corriger ensuite à grands frais les erreurs du passé. L'intérêt pédagogique de la réintroduction du lamantin est peut-être aussi important que son intérêt écologique.

Annexe : Estimation globale du coût de la réintroduction du lamantin

Investissements

Lamantins :	372 000 Euros
Équipement pour le suivi des lamantins :	200 000 Euros
Infrastructures (centre de soins, centre d'information, bureaux) :	800 000 Euros
Information : Matériel – Équipement 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 N0

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 N1

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 N2

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 N3

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 N4

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 N5

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

BIBLIOGRAPHIE

- ACKERMAN B.B., DEUTCH C., FROHLICH K., LANGTIMM C., LEFEBVRE L., POWELL B. & VALADE J. (1999). - Summary of manatee population status and proposed recovery criteria. USGS Biological Resources Division Florida Caribbean Science Center. Sirenia project, Gainesville, Floride, 17 pp.
- ACKERMAN B.B. (1995). - Aerial surveys of manatees : a summary and progress report. Pp 13-33. *In* : O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds). Population biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- ACKERMAN B.B., WRIGHT S.D., BONDE R.K., ODELL D.K. & BANOWETZ D.J. (1995). - Trends and patterns in mortality of manatees in Florida, 1974-1992. Pp 223-258. *In* : O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds). Population biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- ALBARET M. (1984). – Suivi d'une population de chamois récemment introduite dans le Cantal. Bull. Mens. Off. Nat. de la Chasse 84:25-29.
- AMES A.L. & VAN VLEET E.S. (1996). - Organochlorine Residues in the Florida Manatee, *Trichechus manatus latirostris*. Marine Pollution Bulletin 32(4):374-377.
- ARROYO J.A. & VELA B.M. (1996). – Principal features that influence the habitat use of the manatee (*Trichechus manatus*) in the west coast from Chetubal Bay. *In* : Reunion internacional para estudio de los mamíferos acuáticos. Quintana Roo – Mexico, 23 pp.
- ASPER E.D. (1979). - Nursing case of strandlings, Florida manatees, *Trichechus manatus*. Pp 262-263. *In* : Biology of marine mammals : insights through strandings, for U. S Marine mammal commission Washington, D.C. 20006, Report n° MMC-77/13.
- BALIVET J. (Chanoine) (1913). - Nos paroisses de 1635 à nos jours ; chapitre III (2): Bouillante et Capesterre p 378 et chapitre VI (1) : Le Lamentin, 88-89. Echo des Antilles : Bulletin officiel de l'évêché.
- 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. Volume 2 - Tome 1. Ouvrage réimprimé par le département de la Guadeloupe - Basse Terre, Archives départementales, 1972, 622 pp.
- BAUGH T.M., VALADE J.A & ZOODSMA B.J. (1989). - Manatee use of *Spartina alterniflora* in Cumberland Sound. Marine Mammal Science 5 (1):88-90.
- BAZILE F., NAMORY M. & PARFAIT A. (1981). - Pollutions agro-industrielles de la Grande Rivière à Goyave. *In* : Etude de la mangrove et de sa zone côtière en Guadeloupe. Rapport INRA, 101 pp.
- BECK C.A. (1998). - Winter use of warm water sites by photographically identified manatees. Ecology, 79(3) :981-997.
- BECK C.A. & REID J.P. (1995). - An automated photo-identification catalog for studies of the life history of the Florida manatee. Pp 120-134. *In* : O'Shea T J., Ackerman B.B. and

Percival H.F. (eds). Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.

BECK C.A. & BARROS N.B. (1991). - The impact of debris on the Florida manatee. Marine Pollution Bulletin 22(10) :508-510.

BECK C. & FORRESTER D.J. (1988). - Helminths of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*, with a discussion and summary of the parasites of Sirenians. Journal of Parasitology 74(4):628-637.

BECK C.A., BONDE R.K. & RATHBUN G.B. (1982). - Analyses of propeller wounds on manatees in Florida. Journal of Wildlife Management 46(2):531-535.

BELITSKY D.W. & BELITSKY C.L. (1980). - Distribution and abundance of manatees *Trichechus manatus* in the Dominican Republic. Biological Conservation 17(4):313-319.

BENGSTON J.L. (1983). - Estimating food consumption of free-ranging manatees. Florida. Journal of Wildlife Management 47(4):1186-1192.

BENITO-ESPINAL E. (1997). – Faune, flore, monde marin. Faune 2. La grande encyclopédie de la Caraïbe, Ed. Caraïbes. Tome 4, 210 pp.

BEST R.C. (1981). - Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. Mammal Review 11(1):3-29.

BONDE R.K. (1993). - Manatees in Florida : a personal perspective. Whalewatcher Spring/Summer:16-19.

BONDE R.K. & BECK C.A. (1990). - How the Florida manatees fare today. Whalewatcher Spring:8-9.

BOROBIA M. & LODI L. (1992). - Recent observations and records of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in northeastern Brazil. Biological Conservation 59(1):37-43.

BOSSART G.D., BADEN D.G., EWING R.Y., ROBERTS B. & WRIGHT S.D. (1998). - Brevetoxicosis in manatees (*Trichechus manatus latirostris*) from the 1996 Epizootic : Gross, Histologic, and Immunohistochemical Features. Toxicologic Pathology 26(2):276-282.

BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., BOURGEOIS-LEBEL S. & LOUIS M. (1991). - Les biocénoses marines de la baie de Fort de France : mangrove et herbiers de Phanérogames marines. Rapport PNUE, 97 pp.

BOUCHON-NAVARO Y., BOUCHON C., LOUIS M. (1992). L'ichtyofaune des herbiers de Phanérogames marines de la baie de Fort-de-France (Martinique, Antilles françaises). Cybium 16(4):307-330.

BOYER-PEYRELEAU E.E. Colonel (1825). – Les Antilles françaises particulièrement la Guadeloupe depuis leur découverte jusqu'au 1^{er} novembre 1825. Deuxième édition. Librairie Ladvocat de S.A.R. Monseigneur le Duc de Chartres, Palais Royal. Tome 1, 81 pp.

- BROOK VAN METER V. (1989). - The west indian manatee in Florida. Florida Power & Light Company, 41 pp.
- BUCKINGHAM C.A., LEFEBVRE L.W., SCHAEFER J.M. & KOCHMAN H.I. (1999) - Manatee response to boating activity in a thermal refuge. *Wildlife Society Bulletin* 27(2):514-522.
- CANOVAS S., RICHARD E. & DUTRIEUX E. (2000). - Etude des zones sensibles à l'eutrophisation sur le littoral de la Guadeloupe. Rapport final réalisé par CREOCEAN (Montpellier) pour la DIREN Guadeloupe, 121 pp.
- CARDOSO E. & PICANCO M. (1998) – Descrição da alimentação natural fornecida aos peixes-boi (*Trichechus manatus manatus*, Linnaeus, 1758) em cativeiro do centro peixe-boi, Itamarica/Pe. Pp 41. *In*: Resumos; 8° reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da América do Sul, 25-29 outubro 1998. Olinda – Pe – Brasil, 232 pp.
- CHAUVAUD S., BOUCHON C. & MANIERE R. (2001). - Cartographie des biocénoses marines de Guadeloupe à partir de données SPOT (récifs coralliens, Phanérogames marines, mangroves). *Oceanologica Acta* 24 (Supplément):3-16.
- 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*. Thèse de doctorat de l'université de Bretagne Occidentale, 242 pp.
- COLMENERO L.C. & ZARATE B.E. (1990). - Distribution, status and conservation of the west indian manatee in Quintana Roo, México. *Biological Conservation* 52(1):27-35.
- COURBOULES J., MANIERE R. & BOUCHON C. (1988). Systèmes d'informations géocodées et télédétection à haute résolution. Exemple d'application aux côtes jordaniennes. *Oceanologica acta* 11(4):337-351.
- DEKKER D. (1980). - Pre and post natal behaviour in the manatee (*Trichechus manatus*) in captivity. *Aquatic Mammals* 8(1):21-26.
- DEUTSCH C.J. (2000). - Winter use of thermal refugia by radio-tagged manatees along the atlantic coast. Abstract. *In*: U.S. Fish and Wildlife Service. Florida Manatees and Warm Water. Proceedings of the Warm-Water Workshop, Jupiter, Florida, August 24-25 1999, 30 pp.
- DEUTSCH C.J., REID J.P., BONDE R.K., EASTON D.E., KOCHMAN H.I. & O'SHEA T.J. (2000). - Seasonal movements, migratory behavior, and site fidelity of West Indian manatees along the Atlantic Coast of the United States as determined by radio-telemetry. Final Report. Research Work Order 163. Florida Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, U.S. Geological Survey and University of Florida, 254 pp.
- DEUTSCH C.J., BONDE R.K. & REID J.P. (1998). - Radio-tracking manatees from land and space: Tag design, implementation, and lessons learned from long-term study. *Marine Technology Society Journal* 32(1):18-29.
- DIREN (2000). - Schéma de services collectifs des espaces naturels et ruraux; contribution régionale de la Guadeloupe, 61 pp.

- DIREN (2000). - Note sur la dépollution de la distillerie de la Société Industrielle de Sucrierie, Guadeloupe, 2 pp.
- DIREN (1999). – Synthèse de la qualité des eaux et des milieux aquatiques de la Guadeloupe, 10 pp.
- DOMNING D.P. (1980). - Feeding position preference in manatees (*Trichechus*). *Journal of Mammalogy* 61(3):544-547.
- DU TERTRE RP J.B. (1667-1671). - Histoire générale des Antilles habitées par les français. Fort-de-France. Ed. Caraïbes. 1973. (Réédition d'après l'édition de Jolly Th. de 1667-1671), Tome II.
- EBERHARDT L.L. & O'SHEA T.J. (1995). - Integration of manatee life-history data and population modeling. Pp 269-279. *In* : O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds). *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- GARCIA-RODRIGUEZ A.I., MORAGA-AMADOR D., FARMERIE W., McGUIRES P. & 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. *Molecular Ecology* 9:2155-2234.
- GARCIA-RODRIGUEZ A.I., BOWEN B.W., DOMNING D., MIGNUCCI-GIANNONI A.A., MARMONTEL M., MONTOY-AOSPINA R.A., MORALESVELA B., RUDIN M., BONDE R.K. & McGUIRE P. (1998). - Phylogeography of the west indian manatee (*Trichechus manatus*) : How many populations and how many taxa ? *Molecular Ecology* 7:1137-1149.
- GARROTT R.A., ACKERMAN B.B., CARY J.R., HEISEY D.M., REYNOLDS J.E. III & WILCOX J.R. (1995). - Assessment of trends in size of manatee populations at several Florida agregation sites. Pp 34-55. *In*: O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds.). *Population biology of the Florida manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- GARROTT R.A., AKERMAN B.B., CARY J.R., HEISEY D.M., REYNOLDS J.E., ROSE P.M. & WILCOX J.R. (1994). - Trends in counts of Florida manatees at winter aggregation sites. *Journal of Wildlife Management* 58(4):642-654.
- GAUDRIOT Ing. (2001). - Contrat de rivière de la Grande Rivière à Goyave. Dossier sommaire de candidature, réalisé pour le compte de la DIREN Guadeloupe, 111 pp.
- GILBROOK M.J. (1990). - Potential contributions of regional planning council geographic information systems to manatee management. *In*: Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for west indian manatees in Florida and Georgia. *Florida Marine Research Publications* 49:39-44
- HAIGH M.D. (1991). - The use of manatees for the control of aquatic weeds in Guyana. *Irrigation and Drainage Systems* 5(4):339-349.
- HARTMAN D.S. (1979). - Ecology and Behaviour of the Manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. *American Society of Mammalogists. Special Publication n°5*, 151 pp.

- HERNANDEZ P., REYNOLDS J.E. III, MARSH H. & MARMONTEL M. (1995). - Age and seasonality in spermatogenesis of Florida manatees. Pp 84-97. *In* : O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds). Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- HOUHOULIS P. (1990). - Excerpts from Applications of the Geographic Information System to manatees (*Trichechus manatus*) in West Tampa Bay, Florida. *In*: Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for west indian manatees in Florida and Georgia. Florida Marine Research Publications 49:54-57.
- HUSAR S.L. (1978). - *Trichechus manatus*. Mammalian species 93:1-5.
- HUSAR S.L. (1977). - The West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). Wildlife Research report.
- IFEN (1993). - Tableau de bord de l'environnement Guadeloupe. IFEN, Orléans, 88 pp.
- IRVINE A.B. & SCOTT M.D. (1984). - Development and use of marking techniques to study manatees in Florida. Biological Sciences 47(1):12-26.
- IRVINE A.B. (1983). - Manatee metabolism and its influence on distribution in Florida. Biological Conservation 25(4):315-334.
- KAUTZ R.S. (1990). - Use of a geographic information system in wildlife habitat protection planning in Florida. *In*: Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for west indian manatees in Florida and Georgia. Florida Marine Research Publications 49:45-50.
- KERMARREC A. (1981). - Pollutions en mangroves : types, sources et niveaux des polluants. Pp 139-154. *In* : Etude de la Mangrove et de sa zone côtière en Guadeloupe – Rapport INRA.
- KERMARREC A. (1980). - Les sources de pollutions métalliques en Guadeloupe. Pp 100-149. *In* : Niveau actuel de la contamination des chaînes biologiques en Guadeloupe : Pesticides et métaux lourds, 1979-1980. Rapport INRA.
- KNIGHT R.L & GUTZWILLER K.J. (eds) (1995). Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research. Island Press, Washington, D.C.
- LABAT RP J.B. (1993). - Voyage aux îles : chronique aventureuse des Caraïbes 1693-1705. Edition établie et présentée par LE BRIS M. Ed. Phébus. Paris, 463 pp.
- LANGTIMM C.A., O'SHEA T.J., PRADEL R. & BECK C.A. (1998). - Estimates of annual survival probabilities for adult Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). Ecology 79(3):981-997.
- LEBRETON J.D. (2000). - Extinction et viabilité des populations : concepts et exemples. Revue Ecologique (Terre vie), Suppl. 7:113-115.

- LEFEBVRE L.W., REID J.P., KENWORTHY W.J. & POWELL J.A. (2000). - Characterizing manatee habitat use and seagrass grazing in Florida and Puerto Rico : implications for conservation and management. *Pacific Conservation Biology* 5(4):289-298.
- LEFEBVRE L.W., ACKERMAN B.B., PORTIER K.M. & POLLOCK K.H. (1995). - Aerial survey as a technique for estimating manatee population size and trend - problems and prospects. Pp. 63-74. *In* : O'Shea T.J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology Report 1, 289 pp.
- LEFEBVRE L.W. & KOCHMAN H.I. (1991). - An evaluation of aerial survey replicate count methodology to determine trends in manatee abundance. *Wildlife Society Bulletin* 19:298-309.
- LEFEBVRE L.W. & POWELL J.A. (1990). - Manatee grazing impacts on seagrasses in Hobe Sound and Jupiter Sound in southeast Florida during the winter of 1988-1989. National Technical Information Service, #PB90-271883, Springfield, VA, 36 pp.
- LEFEBVRE L.W., O'SHEA T.J., RATHBUN G.B. & BEST R.C. (1989). - Distribution, status and biogeography of the west indian manatee. *Biogeography of the West Indies*, Woods C.A. (eds), Pp 567-610, Sand Hill Crane Press.
- LEWIS R.R. III, CARLTON J.M. & LOMBARDO R. (1984). - Algal consumption by the Manatee (*Trichechus manatus l.*) in Tampa Bay, Florida. *Florida Scientist* 4 (3):189-191.
- LIMA R. P. de, CALDAS S. T. & CANDISANI L. (2001). – Peixe-boi : a historia da conservação de um mamifero brasileiro. DBA Artes Graficas, 129 pp.
- LOMOLINO M.V. & EWEL K.C. (1984). - Digestive efficiencies of the west indian manatee (*Trichechus manatus*). *Florida Scientist* 47(3):176-179.
- LOPEZ-GONZALEZ M.L. & REYNOSO J.P. (1996). – Behaviour and Ecology of manatees (*Trichechus manatus*) in Cenote Tanchah, Quintana Roo. *In* : Reunion Internacional para estudio de los mamiferos aquaticos - Quintana Roo – Mexico, 25 pp.
- MANIERE R., COURBOULES G., BOUCHON C., JAUBERT J., & MAHASNEH D. (1986). - An application of high-resolution remote sensing and geographic information systems to the Jordanian coast (Gulf of Aqaba, Red Sea). *In*: Proc. 20th Int. Symp. on Remote Sensing, 4-10 décembre 1986, Nairobi, Kenya, Environmental Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 9 pp.
- MANIERE R., COURBOULES G., BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., LOUIS M. (1992). - Imagerie spatiale et gestion des littoraux tropicaux : exemple d'application aux îles Saint-Barthélemy, Saint-Martin et Anguilla. *Photo Interprétation* 92(1):5-8.
- MANIERE R., BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., LOUIS M., MENUT T., CHIAVERINI D. (1993). - Photographies aériennes numérisées et cartographie des herbiers de Phanérogames marines de la baie de Fort-de-France. *Photo Interprétation* 93(2):131-140.

- MARCHANDEAU S., LETTY J., AUBINEAU J. & CLOBERT J. (2000) – Les processus de la réintroduction : l'apport de l'expérimentation. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, Suppl. 7:119-122.
- MARMONTEL M., HUMPHREY S.R. & O'SHEA T.J. (1997). - Population viability analysis of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*), 1976-1991. *Conservation Biology* 11(2):467-481.
- MARMONTEL M., O'SHEA T.J., KOCHMAN H.I. & HUMPHREY S.R. (1996). - Age determination in manatees using growth-layer-group counts in bone. *Marine Mammal Science* 12(1):54-88.
- MARMONTEL M. (1995). - Age and reproduction in female Florida manatees. Pp 98-119. *In* : O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds.). *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- MARSH H., BECK C.A. & VARGO T. (1999). - Comparison of the capabilities of dugongs and West Indian manatees to masticate seagrasses. *Marine Mammal Science* 15(1):250-255.
- MARSH H. (1995). - Fixed width aerial transects for determining dugong population sizes and distribution patterns. Pp. 56-62 *In* : O'Shea T. J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). *Population biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- MEGE S. & ANSELME M. (1997). - Plan de gestion. Réserve Naturelle du grand Cul-de-Sac Marin. 1998-2002. 2 volumes, 222 pp et 52 pp.
- MIGNUCCI-GIANNONI A.A., MONTOYA-OSPINA R.A., JIMÉNEZ-MARRERO N.M., RODRÍGUEZ-LÓPEZ M.A., WILLIAMS E.H. & BONDE R.K. (2000). - Manatee mortality in Puerto Rico. *Environmental Management* 25(2):189-198.
- MIGNUCCI-GIANNONI A.A., BECK C.A., MONTOYA-OSPINA R.A. & WILLIAMS E.H. (1999). - Parasites and commensals of the West Indian manatee from Puerto Rico. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 66(1):67-69.
- MIGNUCCI-GIANNONI A.A. (1998). - Marine mammals captivity in the Northeastern Caribbean, with notes on the rehabilitation of stranded whales, dolphins, and manatees. *Caribbean Journal of Science* 34(3-4):191-203.
- MIGNUCCI-GIANNONI A.A. & BECK C.A. (1998). - The diet of the manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. *Marine Mammal Science* 14(2):394-397.
- MIGNUCCI-GIANNONI A.A., TOYOS-GONZÁLES G.M., PEREZ-PADILLA J., MONTOYA-OSPINA R. & WILLIAMS E.H. (1997). - First osteological collection of marine mammals for Puerto Rico and the Virgin Island. *Caribbean Journal of Science* 33(3-4):288-292.
- MILLER K.E., ACKERMAN B.B., LEFEBVRE L.W. & CLIFTON K.B. (1998). - An evaluation of strip-transect aerial survey methods for monitoring manatee populations in Florida. *Wildlife Society Bulletin* 26(3):561-570.

- MILLER K.E., ACKERMAN B.B., LEFEBVRE L.W. & CLIFTON K.B. (1996). - Use of aerial survey and aerophotogrammetry methods in monitoring manatee populations. Florida Cooperative Fish and Wildlife Research Unit RWO No. 116 Final Report. University of Florida, Gainesville, 45 pp.
- MONTGOMERY G.G., GALE N.B. & MURDOCH W.P. (1982). - Have manatee entered the Eastern Pacific Ocean ? *Mammalia* 46(2):257-258.
- MONTGOMERY G.G., BEST R.C. & YAMAKOSHI M. (1981). - A radio-tracking study of the amazonian manatee *Trichechus munguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica* 13(2):85-86.
- MOREAU J.P. (1994). – Un flibustier français dans la mer des Antilles. D'après le manuscrit inédit n° 590 (L 595) de la bibliothèque inguimbertaine de Carpentras. Ed. Payot, 316 pp.
- MORRIS J. & NODINE B. (1995). - Boating activity, boat speed regulation and manatee protection in Brevard County, Florida, (abstract). *Bulletin of Marine Science* 57(1):283.
- NAMORY M. (1987). - Mesure de la pollution dans la Grande Rivière à Goyave. Pp 99-101. *In*: Compte-rendu de fin d'études, Action Cordet "Grand-Cul-de-Sac-Marin" (Guadeloupe, Antilles Françaises), INRA, Coordination Université des Antilles et de la Guyane, 329 pp.
- ODELL K. D., BOSSART G.D., LOWE M.T. & HOPKINS T.D. (1995). - Reproduction of the west indian manatee in captivity. Pp. 192-193(abstract). *In*: O'Shea T. J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). Population biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- O'KEEFE T. (1995). - Manatees our vanishing mermaids. Larsen's Outdoor Publications. Lakeland, Fl. 3381, 127 pp.
- OSBORN R.G. (1990). - Desktop mapping for manatee conservation. *In*: Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for west indian manatees in Florida and Georgia, Florida Marine Research Publications 49:28-38.
- O'SHEA T.J. (1995). - Waterborne recreation and the florida manatee. Pp. 297-311. *In*: Knight R.L and Gutzwiller K.J. (eds). Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research. Island Press, Washington, D.C.
- O'SHEA T.J. & ACKERMAN B.B. (1995). - Population biology of the Florida manatee: an overview. Pp. 280-288. *In*: O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds). Population biology of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.

- O'SHEA T.J. & HARTLEY W.C. (1995). - Reproduction and early-age survival of manatees at Blue Spring, Upper St. Johns River, Florida. Pp. 157-170. *In*: O'Shea T. J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- O'SHEA T.J. & LANGTIMM C.A. (1995). - Estimation of survival of adult Florida manatees in the Crystal River, at Blue Spring, and on the Atlantic Coast. Pp. 194-222. *In*: O'Shea T. J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- O'SHEA T.J., RATHBUN G.B., BONDE R.K., BUERGELT C.D. & ODELL D.K. (1991). - An epizootic of Florida manatees associated with a dinoflagellate bloom. *Marine Mammal Science* 7(2):165-179.
- O'SHEA T.J. & SALISBURY C.A. (1991). - Belize - a last stronghold for manatees in the Caribbean. *Oryx* 25(3):156-164.
- O'SHEA T.J. & KOCHMAN H.I. (1990). - Florida manatees : distribution, geographically referenced data sets, and ecological and behavioral aspects of habitat use. *In*: Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for west indian manatees in Florida and Georgia. Florida Marine Research Publications 49:11-22.
- O'SHEA T.J. & REEP R.L. (1990). - Encephalization quotients and life-history traits in the Sirenia. *Journal of Mammalogy* 71(4):534-543.
- O'SHEA T.J., BECK C.A., BONDE R.K., KOCHMAN H.I. & ODELL D.K. (1985). - An analysis of manatee mortality patterns in Florida, 1976-81. *Journal of Wildlife Management* 49(1):1-11.
- O'SHEA T.J., MOORE J.F. & KOCHMAN H.I. (1984). - Contaminant concentrations in manatees in Florida. *Journal of Wildlife Management* 48(3):741-748.
- PACKARD J.M., FROLICH R.K., REYNOLDS J.E. III & WILCOX J.R. (1989). - Manatee response to interruption of a thermal effluent. *Journal of Wildlife Management* 53(3):692-700.
- PACKARD J.M., SINIFY D.B. & CORNELL J.A. (1986). - Use of replicate counts to improve indices of trends in manatee abundance. *Wildl. Soc. Bulletin* 14:265-275.
- PACKARD J.M. & WETTERQVIST O.F. (1986). - Evaluation of manatee habitat systems on the Northwestern Florida Coast. *Coastal Zone Management Journal* 14(4):279-310.
- PACKARD J.M. (1984). - Impact of manatees *Trichechus manatus* on seagrass communities in eastern Florida. *Acta Zoologica Fennica* 172:21-22.
- PACKARD J.M. & PUCKETT C. (1983). - Proposed research/management plan for Cristal River manatees. Volume 1. Technical report n°7. Florida Cooperative Fish and Wildlife research unit, University of Florida, Gainesville, FL, 31 pp.

- PALUDO D. & LANGGUTH A. (1998) – Ecologia e conservação do peixe-boi marinho *Trichechus manatus manatus* no nordeste do Brasil. Pp 151. *In*: Resumos - 8º reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da América do Sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - PE - Brasil, 232 pp.
- PALUDO M. & PALUDO D. (1998). - Eco-oficina peixe-boi & CIA. Pp 153. *In*: Resumos - 8º reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da América do Sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - PE - Brasil, 232 pp.
- PNG (PARC NATIONAL DE GUADELOUPE) (1997). - Schéma directeur d'aménagement du Parc National de la Guadeloupe. 2 volumes, 118 pp et 115 pp.
- PATRIQUIN D.G. (1973). - Estimation of growth rate, production and age of the marine angiosperm *Thalassia testudinum* König. Caribbean Journal of Science 13:111-124.
- PICANCO M., LIMA R.P., SOAVINSKY R. & OLIVEIRA E.M.A. (1998) – Handling captives young and adult manatees (*Trichechus manatus*) at the rehabilitation and research base in Pernambuco State, Northeast of Brazil. Pp 161. *In*: Resumos - 8º reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da América do Sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - PE - Brasil, 232 pp.
- PICANCO M. & ZANIOLO G. (1998). – Desenvolvimento de dois indivíduos gêmeos de peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*) do sexo feminino nascidos em cativeiro no centro peixe-boi / Ibama no seu primeiro ano de vida. Pp 160. *In*: Resumos ; 8º reunião de trabalho de especialistas em mamíferos aquáticos da América do Sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - PE - Brasil, 232 pp.
- PNUE (1995). - Plan de gestion pour le Lamantin Antillais, *Trichechus manatus*. Rapport technique du PEC N° 35. PNUE. Programme pour l'environnement des Caraïbes, Kingston, Jamaïque, 1995, 110 pp.
- POWELL J.A. (1978). - Evidence of carnivory in manatees (*Trichechus manatus*). Journal of mammology 59(2):442.
- PROVANCHA J.A. & HALL C.R. (1991). - Observations of associations between seagrass beds and manatees in East Central Florida. Florida Scientist 54(2):87-98.
- PROVANCHA J.A. & PROVANCHA M.J. (1988). - Long-term trends in abundance and distribution of manatees (*Trichechus manatus*) in the Northern Banana River, Brevard County, Florida. Marine Mammal Science 4(4):323-338.
- RATHBUN G.B., REID J.P., BONDE R.K. & POWELL J.A. (1995). - Reproduction in free-ranging Florida manatees. Pp. 135-156 *In*: O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds.), Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology Report 1, 289 pp.
- RATHBUN G.B., REID J.P. & CAROWAN G. (1990). - Distribution and movement patterns of manatees (*Trichechus manatus*) in northwestern peninsular Florida. Florida Marine Research Publications 48:1-33.
- RATHBUN G.B., WOODS C.A. & OTTENWALDER J.A. (1985). - The manatee in Haiti. Oryx 19(4):234-236.

- RATHBUN G.B., POWELL J.A. & CRUZ G. (1983). - Status of the West Indian Manatee in Honduras. *Biological Conservation* 26(4):301-308.
- REEP R.L. & O'SHEA T.J. (1990). - Regional brain morphometry and lissencephaly in the Sirenia. *Brain, Behavior and Evolution* 35:185-194.
- REID J.P., BONDE R.K. & O'SHEA T.J. (1995). - Reproduction and mortality of radio-tagged and recognizable manatees on the Atlantic Coast of Florida. Pp. 171-191 *In*: O'Shea T.J., Ackerman B.B. and Percival H.F. (eds). *Population Biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- REID J.P., RATHBUN G.B. & WILCOX J.R. (1991). - Distribution patterns of individually identifiable west indian manatees (*Trichechus manatus*) in Florida. *Marine Mammal Science* 7(2):180-190.
- REYNOLDS J.E. III (1995). - Florida manatee population biology : research progress, infrastructure, and applications for conservation and management. Pp. 6-12. *In*: O'Shea T. J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). *Population biology of the Florida Manatee (Trichechus manatus latirostris)*. National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- REYNOLDS J.E. III, SZELISTOWSKI W.A. & LEON M.A. (1995). - Status and conservation of manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Costa Rica. *Biological conservation* 71(2):193-196.
- REYNOLDS J.E. III & WILCOX J.R. (1994). - Observations of Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*) around selected power plants in winter. *Marine Mammal Science* 10(2):163-177.
- REYNOLDS J.E. III & ODELL D.K. (1991). - Manatees and Dugongs. Facts on File, Inc, 192 pp.
- REYNOLDS J.E. III & WILCOX J.R. (1985). - Abundance of West Indian manatees (*Trichechus manatus*) around selected Florida power plants following winter cold fronts, 1982-1983. *Bulletin of Marine Science* 36(3):413-422.
- REYNOLDS J.E. III & FERGUSON J.C. (1984). - Implications of the presence of manatees (*Trichechus manatus*) near the dry Tortugas Islands. *Florida Scientist* 47(3):187-188.
- REYNOLDS J.E. III (1981a). - Behaviour patterns in the west indian manatee, with emphasis on feeding and diving. *Florida Scientist* 44(4):233-242.
- REYNOLDS J.E. III (1981b). - Aspects of the social behaviour and herd structure of a semi-isolated colony of west indian manatees, *Trichechus manatus*. *Mammalia* 45(4):431-451.
- RIPPLE J. (1999). - Manatees and dugongs of the world. Voyageur Press, INC, 131 pp.

- ROCHA A.M., RODRIGUES F.P., PICANCO M.C.L., LIMA R.P. & GARCIA J.F. (1998) – Genetic variability assessment in manatees (*Trichechus manatus manatus*) from the Brazilian coast using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) markers. Pp 179. *In*: Resumos - 8° reuniao de trabalho de especialistas em mamiferos aquaticos da america do sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - Pe - Brasil, 232 pp.
- SALIVA J.E., CARR T., REID J. & MIGNUCCI A.A. (1998) – Abundancia, distribucion y comportamiento del manati antillano (*Trichechus manatus*) en el litoral de Puerto Rico. Pp 186. *In* : Resumos - 8° reuniao de trabalho de especialistas em mamiferos aquaticos da america do sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - Pe - Brasil, 232 pp.
- SARRAZIN F. & BARBAULT R. (1996) – Reintroduction : challenges and lessons for basic ecology. *Tree* 11:474-478.
- SARRAZIN F. & LEGENDRE S. (2000) - Demographic approach to releasing adults versus young in reintroductions. *Conservation Biology*. 14(2): 488-500.
- SCHWARTZ F.J. (1995). - Florida manatees, *Trichechus manatus* (Sirenia : Trichechidae) in North Carolina 1919-1994. *Brimleyana* 22:53-60.
- SCOTT D.M. & POWELL J.A. (1982). - Commensal feeding of little Blue Herons with manatees. *Wilson Bulletin* 94(2):215-216.
- SHACKLEY M. (1992). - Manatees and tourism in Southern Florida: opportunity or threat ? *Journal of Environmental Management* 34(4):257-265.
- SHANE S.H. (1984). - Manatee use of power plant effluents in Brevard County, Florida. *Biological Sciences* 47(3):180-187.
- SIEE (1999). - Synthèse de la qualité des eaux et des milieux aquatiques de la Guadeloupe, réalisé pour le compte de la DIREN Guadeloupe, 4 vol.
- SIRENIA PROJECT (1998). - Review copy : comments submitted by the four working groups of the captive manatee reintroduction/release workshop held on 26-27 may 1998. Gainesville, FL, 26 pp.
- SIRENIA PROJECT (1993). - Atlantic coast manatee telemetry 1986-1993 Progress Report, Vols. I and II. National Biological Survey, Gainesville, FL, 232 pp. (Vol. I).
- SOUSA LIMA R.S. (1999). – Comunicação acustica em peixes-boi (*Sirenia Trichechidae*). Repertorio, discriminação vocal e aplicações no manejo e conservação das espécies no Brasil. Mémoire de maîtrise, pp 75.
- SOUSA-LIMA R.S. & FONSECA G.A.B. (1998) – Dados preliminares sobre o repertorio sonoro de *Trichechus manatus manatus* (Mammalia : Sirenia). Pp 213. *In*: Resumos ; 8° reuniao de trabalho de especialistas em mamiferos aquaticos da america do sul. 25-29 outubro 1998 ; Olinda - Pe - Brasil, 232 pp.
- TIEDEMANN J.A. (1983). - Observations of the West Indian Manatee, *Trichechus manatus*, in Turkey Creek, Brevard County, Florida. *Biological Sciences* 46(1):1-8.

- 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. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 20 pp.
- US. FISH AND WILDLIFE SERVICE (1995). - Florida manatee recovery plan (*Trichechus manatus latirostris*). Seconde revision. US Fish and Wildlife Service, Atlanta, Georgia, 160 pp.
- VAN METER V.B. (1989). - The West Indian manatee in Florida. Florida Power & Light Company. Miami, Floride, 41 pp.
- WARD L.I. & WEIGLE B. (1993). - To Save a Species: GIS for Manatee Research and Management. GIS World, August : 34-37.
- WARD N. & MOSCROP A. (1999). - Les mammifères marins de la région des Caraïbes : bilan de leur état de conservation. PNUE, 29 pp.
- WEIGLE B.L. & HADDAD K.D. (1990). - Applications of the Florida Department of natural resources marine resources geographic information system to manatee biology and management. *In*: Report of the workshop on geographic information systems as an aid to managing habitat for west indian manatees in Florida and Georgia, Florida Marine Research Publications 49:23-27.
- WHITE J.R. & FLOYD R.F. (1990). - Manatee biology and medicine. CRC Handbook of Marine mammal medicine : Health, Disease, and Rehabilitation. Dierauf L. A. (ed.). CRC Press, Boston:601-623.
- WHITEHEAD P.J.P. (1978). - Registros antigos da presença do peixes-boi do Caribe (*Trichechus manatus*) no Brasil. Acta amazonica 8(3):497-506.
- WRAY PH. (1978). - The West Indian manatee (*Trichechus manatee*) in Florida : A summary and analysis of biological, ecological, and administrative problem affecting preservation and restoration of the population. Report n° MMC 78/02, U.S. Marine Mammal Commission, Washington, D.C.
- WRIGHT S.D., ACKERMAN B.B., BONDE R.K., BECK C.A. & BANOWETZ D.J. (1995). - Analysis of watercraft-related mortality of manatees in Florida, 1979-1991. Pp 259-268. *In*: O'Shea T. J., Ackerman B. B. and Percival H. F. (eds). Population Biology of the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*). National Biological Service, Information and Technology, Report 1, 289 pp.
- ZOODSMA B.J. (1991). - Distribution and behavioral ecology of manatees in southeastern Georgia. M.S. Thesis, University of Florida, Gainesville, FL, 202 pp. Abstract.



Figure 1: Distribution du lamantin dans les petites Antilles à l'époque colombienne

A l'époque colombienne, le lamantin était présent, de façon certaine, dans toutes les îles cerclées en rouge, de façon probable à Sainte Lucie (cerclée en pointillés rouges). Peut-être était-il présent sur d'autres îles ? On ne dispose pas d'éléments permettant, soit de témoigner de sa présence, soit d'indiquer son absence.

La disparition du lamantin dans les Petites Antilles a créé un vide entre les Grandes Antilles (Porto-Rico et Saint Domingue) au Nord et Trinidad au Sud (présence continue indiquée par un cercle bleu).



Figure 3 : Le réseau hydrographique débouchant dans le Grand Cul-de-sac marin