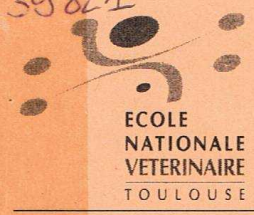


398/1

6608-2002



BIBLIOTHÈQUE MARINE
 ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE
 DÉPARTEMENT DE LA FAUNE
 ANIMALE
 COLLECTION DES ESPÈCES
 ÉRETMOCHELYS IMBRICATA
 ANNEE 2002 THESE : 2002 - TOU 3 - 416

REFLEXION SUR LA CONSERVATION DE LA TORTUE IMBRIQUEE (*Eretmochelys imbricata*) : APPLICATION AUX SEYCHELLES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2002
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Anne-Claire RULIÉ
Née, le 12 janvier 1979 à MONTPELLIER (Hérault)

Directeur de thèse : M. le Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE

JURY

PRESIDENT :
M. Jean-Paul SEQUELA Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. Jacques DUCOS de LAHITTE Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
M. Yves LIGNEREUX Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :
Mme Françoise CLARO Docteur au Museum National d'Histoire Naturelle

REFLEXION SUR LA CONSERVATION DE
TORTUE IMBRIQUEE (ERETMOCHELY
IMBRICATA) APPLICATION AUX SEYCHELLES
6608-2002-166



MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	:	M.	P. DESNOYERS
Directeurs honoraires.....	:	M.	R. FLORIO
		M.	J. FERNEY
		M.	G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires.....	:	M.	A. BRIZARD
		M.	L. FALIU
		M.	C. LABIE
		M.	C. PAVAUX
		M.	F. LESCURE
		M.	A. RICO
		M.	A. CAZIEUX
		Mme	V. BURGAT
		M.	D. GRIESS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **CHANTAL Jean**, *Pathologie infectieuse*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **GUELFY Jean-François**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **EECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie -Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 1^{ère} CLASSE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCRAUT-BARALON Corine**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **BRET-BENNIS Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MESSUD-PETIT Frédérique**, *Pathologie infectieuse*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **RAYMOND-LETRON Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mlle **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **VALARCHER Jean-François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES 2^e CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
Mme **CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme **COLLARD-MEYNAUD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du Bétail*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Productions animales*
M. **MARENDA Marc**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- M. **DESMAIZIERES Louis-Marie**, *Clinique équine*
M. **REYNOLDS Brice**, *Pathologie chirurgicale*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **MEYNADIER-TROEGELER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*

A Monsieur le Professeur Jean-Paul SEGUELA,
Professeur des Universités
Praticien hospitalier
Parasitologie - Mycologie

qui nous a fait l'honneur d'accepter la Présidence de notre jury de thèse.

Recevez, Monsieur, notre hommage respectueux.

A Monsieur le Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE,
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Parasitologie et maladies parasitaires

pour l'honneur et le plaisir qu'il nous a fait en acceptant de diriger notre travail,
pour l'attention et la disponibilité dont il a fait preuve à notre égard.

Recevez, Monsieur, l'expression de notre sincère gratitude.

A Monsieur le Professeur Yves LIGNEREUX,
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Anatomie

qui a aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Recevez, Monsieur, nos sincères remerciements.

**Au Docteur Françoise Claro,
du Laboratoire de Conservation des Espèces Animales Menacées
du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris,**

grâce à qui j'ai pu découvrir le monde si mystérieux des tortues marines, en même temps que je découvrais les fabuleuses îles des Seychelles ;
et qui a toujours fait preuve d'une grande gentillesse, d'une grande générosité et d'une grande disponibilité à mon égard.

Reçois, chère Françoise, toute ma gratitude et ma profonde amitié.

**A Jeanne A. Mortimer,
expert Tortues Marines aux Seychelles
détachée de l'université de Gainesville (Floride)**

qui m'a intégrée dans ses projets de recherche ;
qui m'a responsabilisée et m'a fait confiance ;
et qui m'a aidée dans l'élaboration de ce travail.

Reçois, chère Jeanne, mes respects et mes remerciements.

**A John Nevill et Anthony Louange du « Minister Lanvironman » de Victoria,
à John Collie du « Marine Park Authority »,**

qui ont grandement participé à ma venue et qui ont tout mis en oeuvre pour que mon séjour soit le plus agréable possible.

Recevez, Messieurs, mes sincères remerciements.

A tous les Seychellois de Curieuse : Elvis et Nathalie, Kévin, Joassin, Jeovana et Gervais, Mary-Diana, Simon, René, Cynthia, "Maman" et toute sa famille d'Anse Kaïman, et tous les autres « Rangers »...

Un grand hommage à leur générosité et à la chaleur de leur accueil. Vive les Tropiques !

Ne vous inquiétez pas, je reviendrai...

A ma mère, mon "extra Thérèèèse",

Merci pour ton enthousiasme sans fin et ton éternel soutien sur le chemin TORTURé et TORTUeux qui est le mien !

"M'man, et si j'faisais santeuz d'opéra ?"

A mon père, mon "Guy de touristique" préféré,

Devrais-je te remercier de m'avoir fait rencontrer les tortues luth de Yalimapo ?

« Eventually » ... sans oublier ton bon thon, ton rata déroutant

et tes nombreuses traductions "about the conVerSation of turtles..."

A mes soeurs, Cécile et Hélène,

"Et si vous n'existiez pas, dites moi comment j'existerais..."

Hommage à notre "cordon sororal" si fort et si vital !

A ma famille quercynoise et normande,

Dédicace spéciale à Mamie Reine et à Grand-Père,

que ce travail soit pour vous le témoignage de ma profonde affection.

Une pensée pour ceux qui nous ont quittés trop tôt...

A mes amis,

qui, de près ou de loin, n'ont PAS participé à l'élaboration de cette thèse, SAUF :

Sabine ! Un grand merci pour ta maison, ton chat, ton jardin, tes framboises, ton piano, ta baignoire, ton ordinateur, ton téléphone, tes conseils, ton chéquier, ta carte bleue, la tirelire de Carmen... Et la liste est encore longue !

**Réflexion sur la
Conservation
de la Tortue Imbriquée
(*Eretmochelys imbricata*) :
application aux Seychelles.**

TABLE des MATIERES

INTRODUCTION.....	17
-------------------	----

1^{ère} partie : Présentation des tortues marines ; particularités morphologiques, biologiques et écologiques de la tortue imbriquée.
--

I. EVOLUTION et SYSTEMATIQUE.....	21
I.1. Evolution.....	21
I.2. Systématique.....	23
I.3. Caractères généraux des tortues marines et classification.....	25
II. MORPHOLOGIE et DIAGNOSE de la TORTUE IMBRIQUEE.....	34
II.1. Morphologie.....	34
II.2. Identification des espèces.....	38
II.3. Taxonomie.....	40
III. BIOLOGIE et ECOLOGIE de la TORTUE IMBRIQUEE.....	43
III.1. Cycle de vie.....	43
III.2. Aires de vie - Répartition.....	56
III.3. Alimentation - Croissance.....	59

2^e partie : Conservation et protection de la tortue imbriquée.
--

I. QUELQUES ASPECTS de la BIOLOGIE des POPULATIONS et leurs IMPLICATIONS pour la CONSERVATION.....	66
I.1. Une espèce à maturité tardive et à longévité élevée.....	66
I. 2. Une espèce très prolifique.....	72
I.3. Une espèce très fidèle.....	75
I.4. Des responsabilités partagées.....	75
I.5. Une espèce « fragmentée ».....	76
II. La TORTUE IMBRIQUEE : une ESPECE MENACEE ?.....	78
II.1. Causes de mortalité « naturelles ».....	78

II.2. Mortalité associée aux activités humaines.....	85
II.3. La vraie menace pour la tortue imbriquée : le commerce de l'écaille.....	94
III. LEGISLATIONS et MESURES de PROTECTION de la TORTUE IMBRIQUEE.....	99
III.1. Instauration de législations internationales et de réglementations locales.....	99
III.1.1. La Liste Rouge.....	99
III.1.2. La Convention de Washington.....	100
III.1.3. Les autres réglementations.....	107
III.1.4. Considérations à prendre en compte pour une éventuelle reprise du commerce.....	109
III.2. Etat de santé des populations de tortue imbriquée. Justification de leur inscription sur la Liste Rouge des espèces menacées d'extinction.....	110
III.3. Protection et Conservation sur le terrain : moyens disponibles.....	115
3^e partie : la protection de la tortue imbriquée aux Seychelles.	
I. PRESENTATION HISTORIQUE et GEOGRAPHIQUE des SEYCHELLES et de ses POPULATIONS de TORTUES.....	137
I.1. Géographie.....	137
I.2. L'histoire des Seychelles, l'histoire d'une exploitation.....	142
I.3. Impact sur les populations de tortues : « état de santé » au 20 ^e siècle.....	143
II. La CONSERVATION des TORTUES MARINES SEYCHELLOISES.....	147
II.1. Evolution de la législation sur la protection des tortues : un « football politique »	
II.2. Les bénéfices apportés par la conservation.....	153
II.3. Les projets à venir de la conservation.....	159
III. L'EXPERIENCE « CURIEUSE ».....	162
III.1. Présentation du Parc Marin de Curieuse.....	162
III.2. Méthode.....	164
III.3. Résultats.....	173
CONCLUSION.....	179
ANNEXES.....	181
BIBLIOGRAPHIE.....	189

TABLE des ILLUSTRATIONS

Graphiques

1. Tailles des couvées et longueurs de carapace moyennes de sept populations de tortues imbriquées : régression linéaire (d'après Witzell, 1985).....	48
2. Sex-ratio dépendant de la température d'incubation chez la tortue caouanne (d'après Mrosovsky, 1980).....	50
3. Intervalle entre chaque émergence au cours d'une saison de ponte pour la population de tortues imbriquées de l'île Cousin (d'après Mortimer & Bresson, 1999).....	73
4. Intervalle entre chaque saison de ponte pour les tortues imbriquées de l'île Cousin (d'après Mortimer & Bresson, 1999).....	73
5. Importations d'écailles par le Japon de 1960 à 1982 (d'après Weber & al, 1983).....	103
6. Exportations d'écailles par l'Indonésie de 1970 à 1982 (d'après Weber & al, 1983).....	104
7. Déclin du nombre de captures annuelles de tortues vertes à Aldabra (d'après Frazier, 1974).....	144
8. Corrélation entre le nombre de tortues imbriquées massacrées et le prix au kg de l'écaille exportée de 1884 à 1984 aux Seychelles (d'après Mortimer, 1984).....	146
9. Estimations des populations reproductrices de tortues imbriquées de chaque groupe d'îles des Seychelles (d'après Mortimer, 1984).....	154
10. Corrélation entre précipitations et émergences des tortues imbriquées sur l'île Cousin (d'après Mortimer & Bresson, 1999).....	156
11. Heures d'émergences des tortues imbriquées des Seychelles (d'après Diamond, 1976).	156

Figures

1. <i>People of the desert</i> , Time-life Books, 1993 (dans Billes, 1998).....	18
2. Vues dorsale et ventrale d' <i>Archelon ischyros</i> (dans Claro, 1985).....	22
3. Dénomination des écailles de la dossière et du plastron (d'après Pritchard & Mortimer, 1999).....	24
4. « Silhouette » des différentes espèces de tortues marines (dans Claro, 1985).....	27
5. Tortue imbriquée aux belles écailles (photo de Schrichte dans Maigret & Richardot, 1995).....	34
6. Tête de tortue imbriquée (dans Pritchard, 1979).....	35
7. Tête de tortue imbriquée vue de dessus (dans Frazier, 1976).....	36
8. Nouveau-né de tortue imbriquée (dans Pritchard & Mortimer, 1999).....	37
9. Clés de diagnose des espèces de tortues marines (Fretey; Billes, 1998).....	38

10. « Examen rapproché » des caractéristiques morphologiques de la tortue imbriquée (d'après Pritchard & Mortimer, 1999).....	39
11. Représentation schématique des déplacements des tortues sur la terre ferme (d'après Lutz & Musick, 1997).....	41
12. Représentation du cycle de vie général des tortues marines (dans Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000).....	43
13. Deux tortues accouplées, bientôt dérangées par une troisième (d'après Booth & Peters, 1972).....	44
14. Comparaison des cavités corporelles de la tortue imbriquée et de la tortue verte (dans Pritchard & Mortimer, 1999).....	46
15. Mouvements des nageoires postérieures lors de creusement du nid (dans Bédiou, 1993).....	47
16. Emergence (dessin personnel).....	52
17. Diagramme résumant les repères d'orientation hypothétiques des nouveau-nés (d'après Lutz & Musick, 1997).....	53
18. Photographie de nouveau-né flottant sur de la sargasse (dans Frick, 1976).....	54
19. Différentes phases du cycle de vie d'une tortue marine (d'après Frazier, 1982b).....	56
20. La tortue imbriquée dans son milieu de vie de prédilection : le récif corallien (http : //www.turtles.org/bjorndal.htm).....	57
21. Les belles aventures d'Angile la tortue (Mimpiya Akan Onun, 1942).....	63
22. Représentation schématique du devenir d'une population de tortues marines après exploitation abusive des femelles en reproduction (d'après Mortimer, 1995a).....	70
23. Représentation schématique du devenir d'une population de tortues marines après collectes intensives des oeufs (d'après Mortimer, 1995a).....	71
24. Prédation d'une petite tortue par un chien en Guyane (d'après Fretey & Frenay, 1980).....	79
25. Fibropapillomes sur une tortue imbriquée (d'après D'Amato & Moraes-Neto, 2000).....	83
26. Cuisson d'œufs de tortue luth en Guyane (photo de Fretey dans Maigret & Richardot, 1995).....	87
27. « La Tortue Imbriquée : une espèce menacée » (poster de Daniel Gilbert dans Weber & al, 1983).....	99
28. Lot d'écailles et de tortues imbriquées naturalisées consignées à l'aéroport d'Unjung Pandang en Indonésie (dans Limpus & Miller, 1990).....	106
29. Les différents types de TED (d'après Hirth & Ogren, 1990).....	119
30. Exemple d'aménagement d'une éclosérie de plage (d'après Pritchard & al, 1983).....	122
31. Empreintes de tortue imbriquée et de tortue verte (modifiée d'après Mortimer, 1984).....	165
32. Représentation schématique des empreintes laissées par une tortue qui a pondu (A) et qui n'a pas pondu (B) (d'après Diamond, 1976).....	167

33. Technique de mesure de la carapace à l'aide d'un simple mètre en ruban et repères utilisés (d'après Pritchard & al, 1983).....	168
34. Principe de fonctionnement de la bague de marquage (d'après Pritchard & al, 1983 et source inconnue).....	168
35. Deux façons de positionner les bagues (source inconnue).....	169

Tableaux

1. Caractéristiques morphologiques des 3 sous-espèces de tortue imbriquée (Pritchard, 1979).....	42
2. Séquences comportementales comparées entre tortue verte et tortue imbriquée en ponte (Carr, 1966).....	49
3. Comparaison de quelques paramètres de reproduction entre les différentes tortues marines (d'après Lutz & Musick, 1997).....	72
4. Episodes connus d'empoisonnement humain par de la viande de tortue (dans Mortimer, 1984).....	87
5. Aptitudes des tortues marines à l'aquaculture (ferme en cycle fermé) : évaluation de leurs caractéristiques biologiques et économiques (d'après Erhenfeld, 1982).....	131

Cartes

1. Distribution de la tortue imbriquée dans le monde (file:///A/EuroTurtle_identification.htm).....	59
2. Les Seychelles. Extrait de la « Carte d'Afrique Méridionale » dans l'Atlas de Guillaume Delisle, Paris 1722.....	135
3. L'Océan Indien (dans Meylan & Donnelly, 1999).....	137
4. La République des Seychelles (dans Mortimer, 1984).....	138
5. Détail des îles Granitiques (dans Mortimer, 1984).....	138
6. Distribution des populations de tortues imbriquées dans le grand ouest de l'Océan Indien (dans Mortimer, 1984).....	140
7. Distribution des populations de tortues vertes dans le grand ouest de l'Océan Indien (dans Mortimer, 1984).....	141
8. Déplacements des 5 tortues imbriquées équipées d'un émetteur satellite dans les bancs des Seychelles (d'après Mortimer, 2000a).....	157
9. L'île Curieuse dans l'archipel granitique (dans Stoddart & al, 1982).....	162
10. L'île Curieuse et ses sept plages de ponte (dans Stoddart & al, 1982).....	162

Photographies (personnelles)

1. Erosion naturelle sur la plage d'Anse St José sur l'île Curieuse (Seychelles).
2. Tortue imbriquée émergente coincée par un parapet de route.
3. Tortue imbriquée nouveau-né coincée dans une empreinte de pied !
4. Tortue imbriquée coincée par une barrière de corail à marée basse.
5. Tortue imbriquée essayant de creuser un nid entre bidons d'essence et bouteilles en plastique... sur une plage sauvage des Seychelles (Grand'Anse, île Curieuse).
6. Mesure de la longueur « Mid-To-Tip » de la carapace d'une tortue imbriquée en train de pondre sur Grand'Anse (île Curieuse, Seychelles).
7. Idem.
8. Application d'une bague en titane en « position 1 » (dans la chair de « l'aisselle ») sur la nageoire droite d'une tortue imbriquée.
9. Idem.
10. Bernacle sur la carapace d'une tortue imbriquée.
11. Signe d'une éclosion et prémices d'une émergence prochaine de tortues nouveau-nés.
12. Emergence de petites tortues vertes sur la plage de Grand'Anse (île Curieuse, Seychelles).
13. « Butin » récolté dans un nid après éclosion des œufs et émergence des nouveau-nés.
14. Idem.
15. Crabe *Ocypode cordimana* à l'intérieur d'un nid.

Annexes

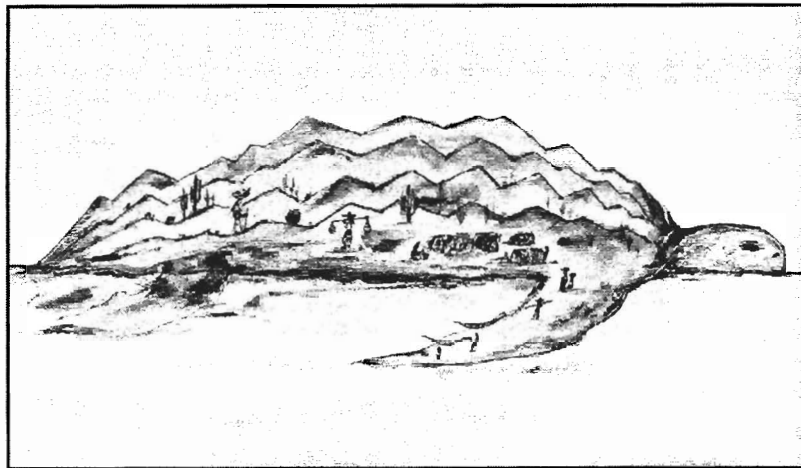
1. Critères correspondant à chaque catégorie du classement des espèces par l'U.I.C.N. (en anglais) (d'après « The 1996 U.I.C.N. Red List of Threatened Animals »).....181
2. Origines des importations d'écaille par le Japon de 1975 à 1982 : provenance des Etats Membres de la CITES (d'après Weber & al, 1983).....182
3. Sources et routes du commerce illégal d'écailles de tortue (d'après Frazier, 2000b).....183
4. Exemple de fiche à remplir lors de surveillance de plages de ponte.....184
5. Exemple de fiche à remplir lors du « dépouillement » d'un nid.....185
6. Corrélation entre les Efforts de Patrouille et le Taux d'Interception avec les Tortues (dans la période du 16 Octobre 2001 au 7 janvier 2002).....186
7. Distribution des Emergences des Tortues sur les Plages de Curieuse (dans la période du 16 Octobre 2001 au 7 janvier 2002).....187
8. Classification des émergences par type et par tortue.....188
(Annexes 4 à 8 : d'après Mortimer, communication personnelle)

INTRODUCTION

Tortue imbriquée ? *Eretmochelys imbricata* ? A la seule vue du titre, le lecteur reste sans doute perplexe. Il connaît peut-être la géante tortue luth, ou encore la fameuse tortue verte ; la tortue imbriquée fait partie de cette petite famille de tortues qui ont élu domicile et qui migrent à travers mers et océans de la planète. L'approche biologique de ces tortues marines, préalable indispensable au choix d'une stratégie de conservation, est malheureusement bien complexe étant donné le milieu de vie peu accessible et le mode de vie très mobile de ces reptiles. Les particularités écologiques de la tortue imbriquée ne facilitent pas non plus la tâche : tortue plutôt solitaire, elle affectionne particulièrement les plages encaissées d'îles isolées perdues au milieu de l'océan pour venir y déposer ses oeufs. Elle demeure donc, encore aujourd'hui, la tortue la moins étudiée et la plus mystérieuse.

Pourtant, sa situation est critique : victime d'une exploitation qui n'a cessé depuis l'antiquité, la tortue imbriquée serait en grand danger d'extinction à l'heure actuelle. Au même titre que d'autres produits "animaux" tels que l'ivoire ou la corne de rhinocéros, son écaille, le premier plastique de l'humanité, a été pourchassée jusqu'au 20^e siècle pour la fabrication de multiples objets utiles ou décoratifs. Mais depuis une trentaine d'années, un grand pas a été fait en matière de protection et de conservation. Où en sommes-nous aujourd'hui ?

Ce modeste travail se veut une synthèse de nos connaissances actuelles sur la tortue imbriquée. La première partie situe l'espèce dans son contexte "historique", biologique et écologique. Puis, après un rapide tour d'horizon sur les principes de conservation et les moyens disponibles, la deuxième partie conclue sur "l'état de santé" des populations de tortues imbriquées et sur leurs besoins en matière de protection. L'étude d'un cas est envisagé en troisième partie : une expérience réalisée sur la population de tortues imbriquées de l'île Curieuse aux Seychelles nous permet d'approcher de près "le terrain".



La création de la terre vue par les indiens Seri du golfe de Californie...
... Une tortue géante est sortie des profondeurs de l'océan.

(People of the desert, Time_life Books, 1993... dans Billes, 1998)

1^{ère} partie

**Présentation des tortues
marines ;
particularités
morphologiques, biologiques
et écologiques de l'espèce
Eretmochelys imbricata.**

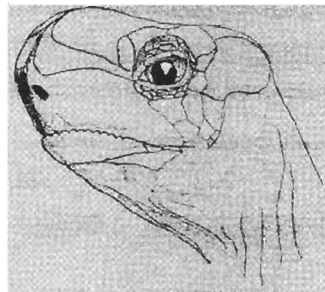
PLAN DETAILLE

I. EVOLUTION et SYSTEMATIQUE.....	21
I.1. Evolution.....	21
I.2. Systématique.....	23
I.3. Caractères généraux des tortues marines et classification.....	25
I.3.1. Classification.....	25
I.3.2. Adaptations écologiques.....	28
I.3.3. Adaptations anatomiques.....	29
I.3.4. Adaptations physiologiques.....	30
I.3.4.1. Osmorégulation.....	30
I.3.4.2. Excrétion.....	31
I.3.4.3. Thermorégulation.....	31
I.3.4.4. Plongée.....	32
II. MORPHOLOGIE et DIAGNOSE de la TORTUE IMBRIQUEE.	34
II.1. Morphologie.....	34
II.1.1. Description de l'adulte.....	34
II.1.2. Description du nouveau-né.....	37
II.2. Identification des espèces.....	38
II.3. Taxonomie.....	40
III. BIOLOGIE et ECOLOGIE de la TORTUE IMBRIQUEE.....	43
III.1. Cycle de vie.....	44
III.1.1. Accouplement et fécondation.....	44
III.1.2. La ponte.....	45
III.1.3. Une histoire d'œufs.....	50
III.1.4. Les premières années en haute mer.....	53
III.1.5. L'âge adulte.....	55
III.2. Aires de vie - Répartition.....	56
III.3. Alimentation - Croissance.....	59
III.3.1. Régime alimentaire.....	59
III.3.2. Croissance.....	61

I. EVOLUTION et SYSTEMATIQUE.

I. 1. Evolution.

« Elle part, elle s'évertue, elle se hâte avec lenteur... » écrivait Jean de La Fontaine... tant et si bien que ses pas assurés l'ont menée loin : non seulement elle a vaincu le lièvre, mais elle a réussi à traverser les âges, de la Préhistoire jusqu'à nos jours. Voilà plus de 100 millions d'années que les tortues ne partagent plus la planète avec les dinosaures ; et pourtant quand on les côtoie, toutes ces créatures qui peuplaient la Préhistoire ne nous paraissent plus très loin...



...Voici décrite dans ses grandes lignes l'histoire de ces reptiles qui, sous une fausse apparence de fragilité, ont réussi à vaincre le temps grâce à la protection de leur carapace.

Les reptiles apparaissent dès l'ère primaire ou paléozoïque, mais quelques préparatifs sont nécessaires (Billes, 1998) :

- L'Ordovicien (500 à 435 millions d'années) est marqué par l'apparition des premiers vertébrés marins.
- Au Dévonien (410 à 360 millions d'années) les premiers tétrapodes envahissent les continents.
- Au Carbonifère (360 à 295 millions d'années), l'apparition de l'œuf cléidoïque (ou amniotique) - système clos, autonome, protégé physiquement par la coquille qui empêche aussi la dessiccation - révolutionne le développement embryonnaire : les formes terrestres deviennent complètement indépendantes du milieu aquatique. Les amphibiens évoluent en premiers reptiles au Carbonifère moyen.

L'ère secondaire ou mésozoïque correspond à « l'âge d'or » des reptiles qui deviennent les animaux dominants sur terre.

- Au Trias (295 à 200 millions d'années), les reptiles se diversifient et les premières tortues apparaissent en deux ordres. Les Proganochelydés sont des tortues primitives disparues de nos jours, et les Amphichélydés qui évolueront pour donner les deux sous-ordres reconnus de nos jours : les pleurodires (dont le cou se replie en un S horizontal) et les cryptodires (dont le cou se replie en un S vertical).
- Le Jurassique (200 à 136 millions d'années) correspond à une période de diversification des tortues qui colonisent tous les milieux. C'est ainsi que par un retour secondaire au milieu marin, les premières tortues de mer font leur apparition.
- Au Crétacé (136 à 65 millions d'années), l'adaptation progressive au milieu marin - mise en évidence par l'étude de tortues marines fossiles - aboutit à une grande variété de tortues marines à degré de spécialisation variable et réparties mondialement. Avec ses trois mètres de long, ses membres évolués en nageoires, sa carapace osseuse réduite et son crâne allongé, la tortue fossile *Archelon ischyros* serait la plus grande tortue marine de tous les temps et la mieux adaptée à son milieu (Pritchard, 1979).

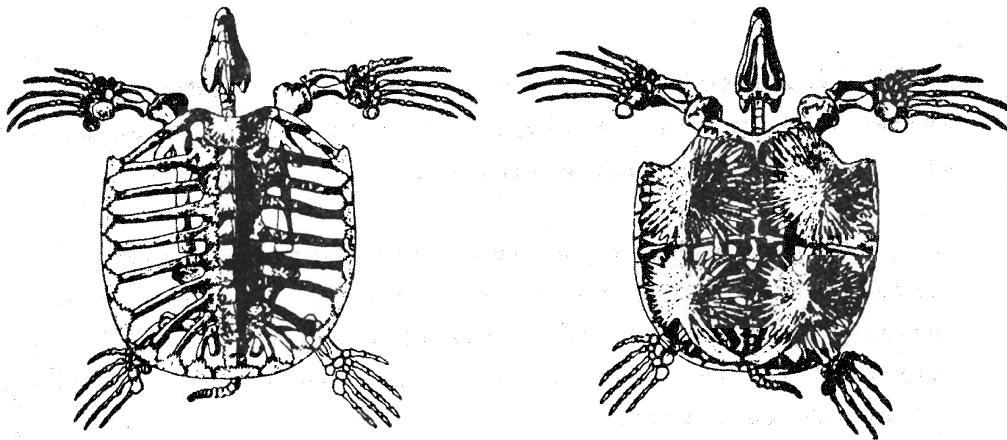


Fig. 2 : Vues dorsale et ventrale du squelette d'*Archelon ischyros* (dans Claro, 1985).

L'âge d'or des reptiles se termine à la fin du Crétacé par une extinction brutale et massive, et, à l'ère tertiaire, c'est au tour des mammifères et des oiseaux de s'étendre. Sur les 19 ordres de reptiles existant au Crétacé, n'en subsisteront que quatre. Mais ces quatre ordres-là ont résisté jusqu'à l'ère quaternaire, c'est-à-dire aujourd'hui : les Chéloniens (les tortues), les Crocodiliens, les Squamates (regroupant lézards et serpents) et les Rhynchocéphales (représentés par une seule espèce : le sphénodon¹) (Claro, 1985).

¹ Le sphénodon est un reptile de Nouvelle-Zélande ressemblant à un gros lézard dont la crête dorsale porte une rangée d'épines (dictionnaire Hachette, 1991).

I. 2. Systématique.

- Règne : *Animalia* (Billes, 1998).

Organisme pluricellulaire ingérant de la nourriture comme source d'énergie et se développant à partir de la fusion d'un ovule et d'un spermatozoïde.

- Phylum : *Chordata*.

Animaux à corde nerveuse dorsale, mais aussi à notocorde cartilagineuse, poches et arcs branchiaux présents au moins à l'état embryonnaire.

- Sous-phylum : *Craniata*.

Animaux présentant un cœur à plusieurs cavités, des canaux semi-circulaires au niveau de l'oreille interne, un crâne cartilagineux ou osseux protégeant le cerveau.

- Classe : *Reptilia*.

Vertébrés poïkilothermes, à peau sèche et écailleuse.

Squelette :

- des membres généralement marcheurs articulés aux ceintures scapulaires et pelviennes,
- le crâne relié à la colonne vertébrale par un seul condyle occipital,
- les vertèbres thoraciques portant des côtes soudées ventralement au sternum (excepté chez les ophiidiens qui n'ont pas de sternum).

Respiration / Circulation :

- une respiration pulmonaire avec des poumons bien développés uni ou pluri-cavitaires, présentant une vascularisation assez abondante, une élasticité intrinsèque et une musculature propre,
- un cœur à trois cavités, deux oreillettes et un ventricule (sauf chez les crocodiles qui ont les quatre cavités).

Reproduction :

- présence d'un cloaque à trois compartiments plus ou moins bien individualisés (correspondant à l'appareil digestif, urinaire et génital)
- organe d'intromission chez le mâle, d'où fécondation interne (excepté pour le sphenodon)
- oviparité généralement.

Fonctions sensorielles :

- la vision et l'olfaction sont les sens les plus développés ,
- l'audition est souvent limitée à la perception de vibrations.

Répartition :

- large répartition car grande adaptation à tous les milieux..

- Sous-classe : *Anapsida*.

Le crâne ne porte pas de fosses temporales : les muscles temporaux s'insèrent au niveau de fosses « sous-temporales ».

Les mâchoires ne portent pas de dents mais sont équipées d'un étui corné tranchant sur leurs faces occlusives.

- Ordre : *Chelonii* (ou « tortue »).

De profondes modifications du squelette aboutissent à une structure tout à fait originale : **la carapace**. Elle est constituée de deux moitiés - supérieures et inférieures - reliées de chaque côté par un pont osseux. La partie supérieure, appelée « dossière », est formée d'une cinquantaine de plaques osseuses articulées les unes aux autres par des sutures et soudées au squelette axial. La partie inférieure ou « plastron » se subdivise aussi en cinq ou six parties. La boîte osseuse de la carapace est recouverte de plaques cornées, les « écailles », dont la terminologie varie selon les nomenclatures.

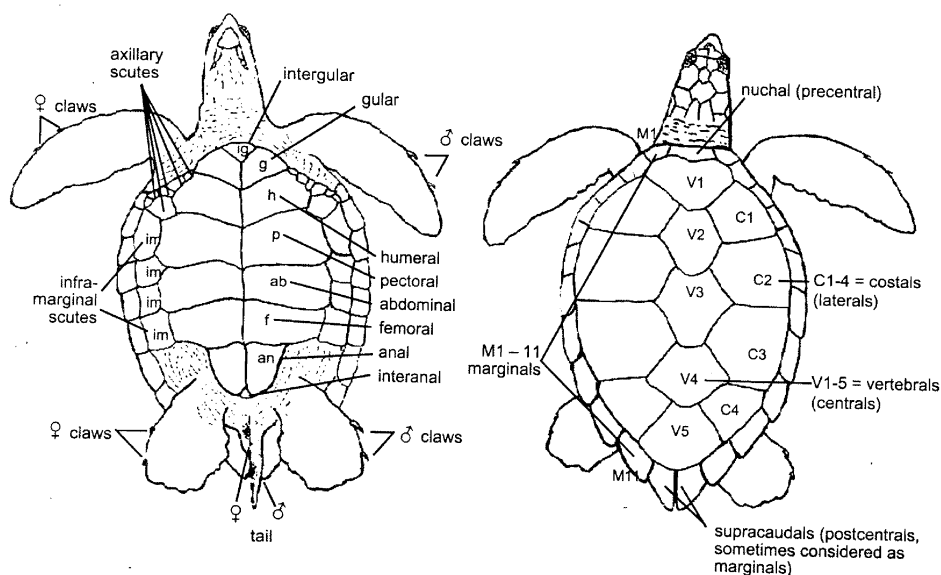


Fig 3 : Dénomination des écailles du plastron et de la dossière (selon la nomenclature de Pritchard & Mortimer, 1999).

Les ceintures thoraciques et pelviennes ainsi que la masse viscérale se retrouvent incluses dans la carapace, donc dans la « cage thoracique » : c'est un cas particulier rencontré nulle part ailleurs chez les vertébrés (Bonin & al, 1996).

La répartition est mondiale (sauf en milieu très froid : on note l'absence de tortue en Antarctique ou au nord du cercle polaire) comprenant des formes terrestres, palustres et marines. Les chéloniens sont parmi les reptiles les plus polyvalents et diversifiés. Leur carapace, identique depuis plus de 200 millions d'années, a garanti leur survie, mais elle a aussi limitée par sa rigidité les possibilités d'évolution (Hendrickson, 1980).

- Sous-ordre : *Casichelydia* (par opposition au sous-ordre des *Proganochelydia* dont les espèces sont actuellement toutes éteintes).

- Infra-ordre : *Cryptodira*.

Le cou se replie en une courbure sigmoïdale dans le plan vertical. Par opposition, les pleurodires, limités à deux familles et une douzaine de genres cantonnés à l'hémisphère austral, replient leur cou horizontalement.

- Super-famille : *Chelonioidea*, enfin les tortues marines !

I. 3. Caractères généraux des tortues marines et leur classification.

I. 3. 1. Classification.

La classification des tortues marines est encore le sujet de nombreux débats. Généralement, on reconnaît que la super-famille des *Chelonioidea* rassemble deux familles (Pritchard, 1979):

- les *Cheloniidae*, apparus au Crétacé (il y a environ 75 millions d'années), et regroupant six espèces,
- les *Dermochelyidae*, apparus à l'Eocène (il y a environ 50 millions d'années), avec une seule espèce : la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) caractérisée par l'absence d'écaille chez l'adulte, la dossière étant recouverte d'un épiderme épais à l'aspect de cuir.

Le débat concerne essentiellement cette dernière famille : certains placeraient la tortue luth dans une autre super-famille ou même dans un autre sous-ordre « les *Athecae* » de manière à séparer cette tortue « sans carapace » de toutes les autres tortues (Pritchard, 1979 ; Lutz & Musick, 1997).

La famille des *Cheloniidae* est séparée en quatre genres regroupant six espèces de tortues marines « à carapace ». Ces espèces occupent les océans des Tropiques mais aussi parfois des eaux plus tempérées.

Des études phylogénétiques montreraient que chez les chéloniens, le gain de modernité et de spécialisation est marqué par une augmentation du nombre d'écailles accompagnée d'une réduction du nombre d'éléments osseux de la « boîte osseuse ». En se basant sur ces critères, voici un exemple de classement phylogénétique (Pritchard, 1979).

Le genre *Chelonia*, comprenant l'espèce *Chelonia mydas* (la tortue verte), serait la forme primitive¹.

Puis, suite à une division des écailles préfrontales (nous y reviendrons dans le chapitre sur la diagnose de la tortue imbriquée) viendrait le genre *Eretmochelys*, comprenant la seule espèce *Eretmochelys imbricata* (la tortue imbriquée).

Le genre *Caretta* est caractérisé par de plus amples divisions des écailles préfrontales ainsi que l'insertion d'une écaille extra-costale à l'extrémité antérieure de chaque série d'écailles costales. Ce genre est lui aussi mono spécifique avec *Caretta caretta* (la tortue Caouanne).

Le genre *Lepidochelys* présente des caractéristiques supplémentaires : une division des os neuraux, une fréquente division des écailles costales de manière à ce qu'il y en ait au moins six de chaque côté, ainsi que la présence de quatre paires d'écailles inframarginales. Ce genre regroupe deux espèces : *Lepidochelys olivacea* (la tortue olivâtre) et *Lepidochelys kempii* (la tortue de Kemp).

La figure 4 ci-contre présente les différents types de tortues marines. Nous reviendrons sur les éléments de diagnose dans le chapitre II.2. sur l'identification des espèces.

¹ La place de la « tortue à dossière plate » dans la classification est ambiguë : certaines l'incluraient dans le genre *Chelonia* : *Chelonia depressa*, d'autres estiment qu'elle fait partie d'un autre genre : *Natator depressus* (Lutz & Musick, 1997).

Certaines sous-espèces de *Chelonia mydas* sont considérées par certains biologistes comme des espèces à part entière : telle que *Chelonia agassizii*, la tortue noire du Pacifique Est.

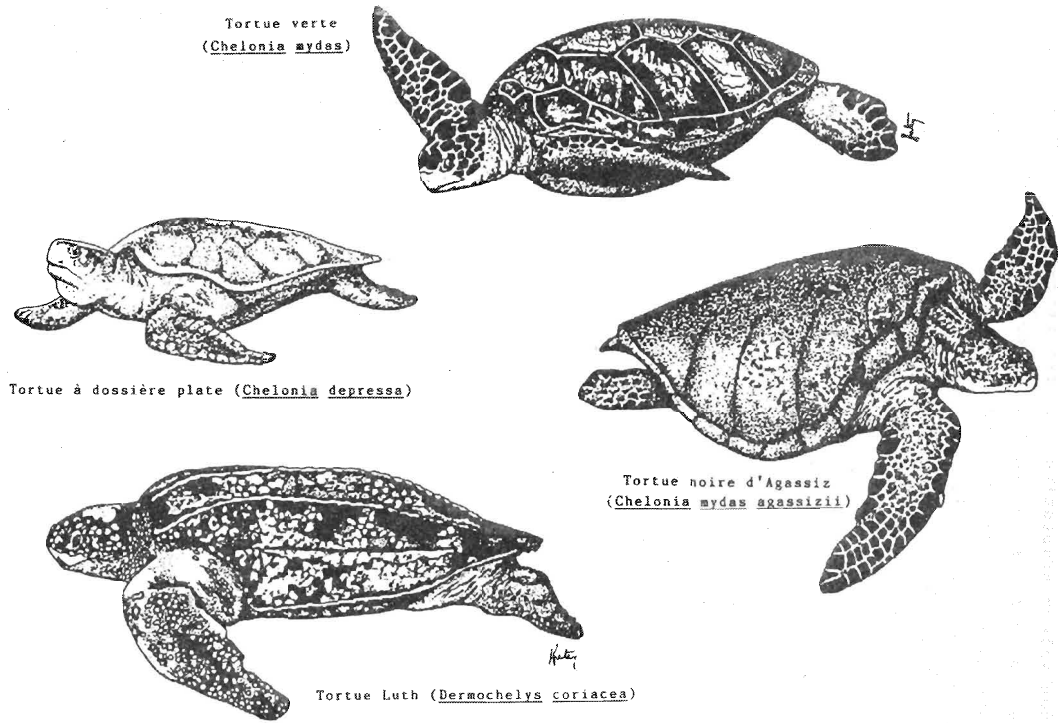
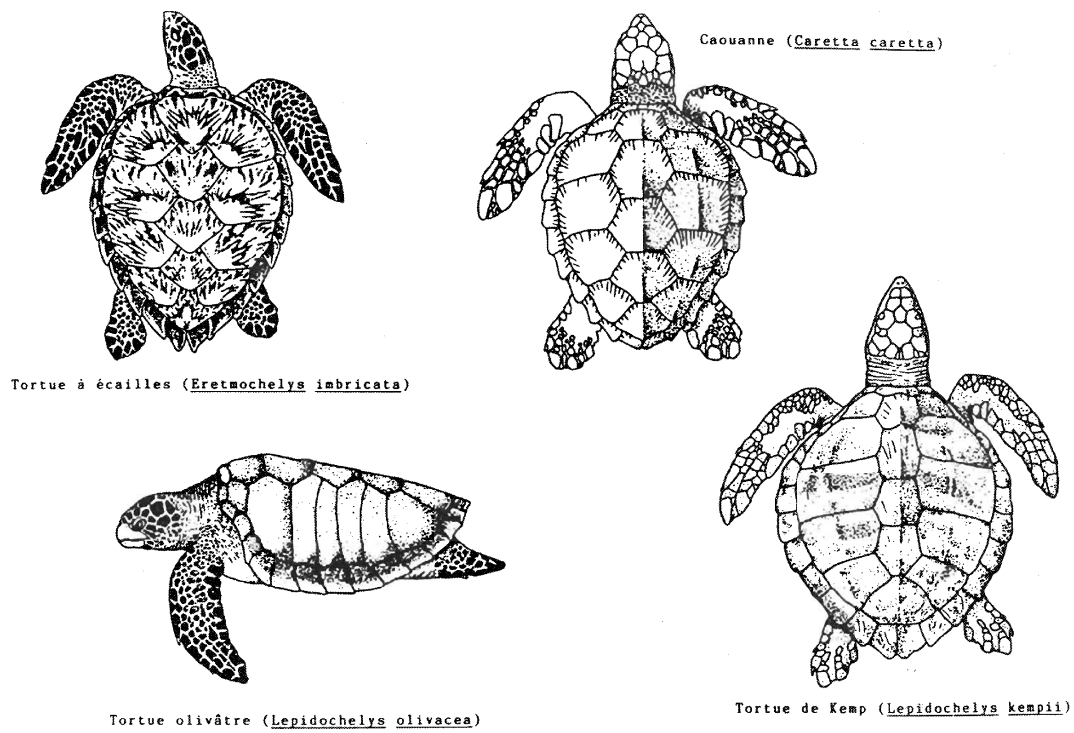


Fig. 4 : "Silhouettes" des différentes espèces de tortues marines (dans Claro, 1985).



I. 3. 2. Adaptations écologiques.

Les tortues marines ont reconquis le milieu aquatique dès le Jurassique, ce qui leur a valu de considérables adaptations anatomiques et physiologiques (exposées dans les chapitres suivants). Elles ont cependant toutes conservé la même stratégie de reproduction, une reproduction originale puisqu'inféodée au milieu terrestre. A la saison de ponte, la tortue marine « s'échoue » à terre, émerge sur un site propice à la nidification où elle dépose, dans une profonde cavité creusée dans le sable une grande quantité d'œufs aussitôt abandonnés.

Les espèces ont par contre adopté chacune une stratégie écologique différente : il est troublant de constater que chaque espèce de tortues marines est spécialisée pour un environnement marin particulier. Hendrickson (1980) propose un modèle probable de leur histoire évolutive basé sur un partage des ressources alimentaires et sur la colonisation de toutes les niches écologiques du milieu :

Le groupe à « stratégie migratoire » rassemble trois espèces dont le régime alimentaire « strict » les contraint à des habitats diffus et fractionnés, et leur impose de longues migrations entre les sites de nidification et les zones riches en ressources alimentaires.

- La tortue verte (*Chelonia mydas*) est un herbivore tropical très dépendant des pâturages sous-marins qui ne se développent que dans des eaux peu profondes et dont la distribution est très fractionnée.
- La tortue à dossière plate (*Natator depressus*), plutôt carnivore, est présente au Nord de l'Australie.
- La tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) est un omnivore tropical se nourrissant essentiellement d'éponges et inféodé aux récifs coralliens.

Le second groupe rassemble les tortues à « stratégie néritique » ; beaucoup moins contraintes par leur régime, elles se maintiennent dans les eaux riches des plateaux continentaux.

- La tortue Caouanne (*Caretta caretta*) se nourrit de mollusques et de crabes en zones subtropicales.
- La tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) est une espèce tropicale qui se nourrit surtout de petits crustacés.
- La tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*) est moins spécialisée : on la trouve aussi bien dans des eaux tropicales que sub-tropicales, s'alimentant de crustacés de taille intermédiaire.

Enfin, la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) est l'espèce la plus frugale. Elle aurait développé, selon Hendrickson, une stratégie dite « pélagique » : rencontrée depuis les zones tropicales jusqu'aux zones tempérées, elle réside en permanence en haute mer - un milieu pauvre en ressources alimentaires - se nourrissant essentiellement de méduses et de plancton.

Par cette adaptation aux diverses niches écologiques, les tortues marines utilisent toutes les ressources disponibles dans leur environnement aquatique tout en évitant un maximum de compétition interspécifique.

Mais que se passe-t-il à terre lors de la ponte ? Y-a-t-il une compétition pour les sites propices à la nidification ? On est bien forcé de constater que certaines plages de ponte sont colonisées par plusieurs espèces, mais la compétition y est minimisée par des comportements différents des tortues. La tortue luth et la tortue imbriquée par exemple, ont peu de chance de se gêner sur une plage puisque la première préfère les plages longues, exposées, vaseuses et sans rocher, tandis que la deuxième préfère les petites baies sableuses, encaissées, parsemées de rochers (Nuitja & Ushida, 1983). Nous verrons dans la troisième partie comment les tortues vertes et les tortues imbriquées des Seychelles se partagent les sites de ponte. Même quand elles pondent sur la même plage, elles n'ont pas les mêmes exigences pour le choix du site propice à la ponte : la tortue imbriquée dépose ses couvées beaucoup plus haut sur la plage, jusque dans la végétation, là où la tortue verte ne va jamais. Elles ont aussi tendance à pondre plus tard dans la saison et à creuser des nids peu profonds, ce qui leur laisse moins de chance de détruire le nid d'une tortue verte venant de pondre au même endroit (Frazier, 1984). Les interactions sont minimales ; la nature fait bien les choses...

Oui, il ne reste plus que sept espèces de tortue marines dans les océans de nos jours, mais cela ne signifie pas que le groupe est en échec. Bien au contraire ! Le nombre réduit d'espèces adaptées à différents milieux est une preuve à la fois de l'uniformité et de la prépondérance de ces espèces dans les différents écosystèmes des littoraux et des côtes. Malheureusement, leur importance dans l'économie de la nature et des hommes a fortement diminué ces derniers siècles suite à l'extermination de nombreuses colonies.

I. 3. 3. Adaptations anatomiques.

- Les quatre membres sont transformés en palettes natatoires : les extrémités digitées fusionnent et les griffes sont réduites au nombre de une ou deux (Pritchard, 1979).

Les nageoires antérieures, pareilles à des longues pagaies, assurent une propulsion très puissante dans l'eau par des mouvements ascendants et descendants. Alors que dans les eaux

peu profondes, la tortue se mobilise par un léger mouvement alternatif de ses nageoires, le « vrai » déplacement efficace pour les longues migrations en haute mer est assuré par un mouvement simultané des nageoires tel un battement d'ailes. Quant aux nageoires postérieures, pareilles à un gouvernail, elles stabilisent et orientent.

La tortue marine est donc une très bonne nageuse mais une bien piètre marcheuse.

- A cette adaptation des membres à la nage, s'ajoute celle du corps qui adopte une forme hydrodynamique. La carapace, cette « boîte osseuse » pesante, est réduite partiellement chez la plupart des espèces, et surtout remarquablement chez la tortue luth (*Dermochelys coriacea*).

Les extrémités (tête et membres) ne sont plus rétractiles : de cette manière, la partie antérieure de la carapace ne surplombent pas le « corps » de la tortue et ne constitue pas un frein à la nage. La seule espèce dont les extrémités sont légèrement rétractiles est la tortue imbriquée ; elle est aussi certainement la plus sédentaire. Malheureusement, la tortue ne peut plus se protéger les extrémités comme elle le fait sur terre en les retirant au sein de sa carapace. A l'approche du prédateur, elle a encore la possibilité de replier ses membres sous le plastron. Pour la tête, le boîte crânienne s'épaissit et la recouvre en totalité de manière à la protéger entièrement.

- Le pont osseux reliant les deux moitiés de carapace s'efface : un tissu fibreux le remplace pour assurer la jonction dossière-plastron. La flexibilité de ce tissu ainsi que celle de la ligne médiane du plastron autorisent de plus amples mouvements respiratoires (Claro, 1985 ; Billes, 1998).

I. 3. 4. Adaptations physiologiques.

I. 3. 4. 1. Osmorégulation :

Les tortues marines, du fait de leur mode de vie, ingèrent énormément d'ions : elles absorbent de grandes quantités de potassium dans leur nourriture et de sodium en buvant l'eau de mer. Or elles ne peuvent pas physiologiquement former une urine plus concentrée que le sang : l'excrétion urinaire de ces ions devient vite insuffisante.

Des glandes spécialisées, les glandes de Harder ou « glande à sel », que l'on retrouve aussi chez les oiseaux marins, sont situées dans l'orbite oculaire et permettent de compléter l'insuffisance de l'excrétion urinaire. Les sécrétions produites peuvent être deux fois plus concentrées en sodium que l'eau de mer.

Elles permettent également, par la formation d'un liquide visqueux, de protéger l'œil de la tortue des grains de sable lors de la ponte (Billes, 1998). Attention à ne pas s'attendrir, la tortue ne pleure pas !

I. 3. 4. 2. Excrétion :

Les déchets azotés sont éliminés à 50-50 sous forme d'urée et d'ammoniaque. L'excrétion d'acide urique est mineure.

Lors des jeûnes prolongés subis fréquemment par la tortue en hibernation (nous y reviendrons au chapitre sur la thermorégulation) ou tout simplement par manque de nourriture, la fonction d'excrétion s'adapte afin de réduire la demande énergétique : on assiste à une rétention urinaire, une baisse de l'excrétion azotée totale et l'ammoniaque devient le substrat le plus important (la synthèse d'urée demandant plus d'énergie) (Mignaval, 1990).

I. 3. 4. 3. Thermorégulation :

- Température corporelle :

Les tortues marines ne se cantonnent pas seulement aux eaux chaudes des Tropiques. Il n'est pas rare de retrouver des tortues luths (*Dermochelys coriacea*) dans les eaux septentrionales : une tortue de cette espèce a même été trouvée au Groenland, dans de l'eau à 7°C avec une température interne de 20°C (Bonin & al, 1996). Certaines particularités physiques des tortues marines, particulièrement développées chez la tortue luth qui est l'espèce la moins sensible au froid, leur permettent de se thermoréguler d'une manière qui se rapproche de celle des endothermes :

- Tout d'abord, leur corps massif et de grande taille favorise la rétention de la chaleur, aidée par la protection de la carapace, et par la présence éventuelle d'une épaisse couche de graisse.
- La couleur foncée de la dossière rencontrée non seulement chez la tortue luth mais aussi chez les nouveau-nés, facilite l'absorption des radiations solaires. La stimulation du métabolisme du nouveau-né par la chaleur accélère la croissance.
- Des cas d'endothermie « régionale » ont été décrits chez la tortue verte (*Chelonia mydas*) lors de production de chaleur dégagée par une forte activité musculaire. On note par exemple un réchauffement de la région des muscles pectoraux pendant la nage (Claro, 1985).

- Enfin, une vascularisation spécifique des membres de la tortue luth avec une double circulation à contre-courant pourrait favoriser la rétention de chaleur (comme c'est le cas chez des oiseaux et des mammifères marins) (Billes, 1998).

- « Bain de soleil » :

Ce comportement très particulier de « lézarder » au soleil sur les plages en plein jour a été observé chez la tortue verte (*Chelonia mydas*) en divers endroits de l'Océan Pacifique (Hawaï, Australie, Galapagos...). Après avoir remarqué que ce comportement concerne une majorité de femelles, Bustard (1979) suggère que l'émergence est un moyen pour elles d'éviter la frénésie copulative des mâles. Depuis, on sait que mâles et juvéniles participent eux aussi à ces « bains de soleil » qui auraient une action thermorégulatrice. Les femelles en seraient peut-être plus friandes car la chaleur accélère la digestion et la constitution des réserves (notamment de vitamine D), étape essentielle avant la période de reproduction (Snell & Frits, 1983). Pourtant des tortues vertes émergées sur les plages ont été observées à Hawaii de nuit. Il est probable que ces émergences aient une autre signification qui reste inconnue des biologistes, comme par exemple pour échapper à l'attaque des requins (Mrosovsky, 1980)

- Hibernation :

L'observation à plusieurs reprises de tortues marines (*Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea* et *Chelonia mydas*) inertes dans les fonds sous-marins boueux de divers chenaux a conduit les biologistes à penser que les tortues adoptent un comportement d'hibernation dans la boue dont la température est supérieure à celle de l'eau la surplombant (Mrosovsky, 1980). Les amérindiens Seri du Mexique profitaient d'ailleurs de la vulnérabilité des tortues vertes hibernantes pour les chasser dans le chenal Infiernillo, près du Kino Bay dans le golfe de Californie (Felger & al, 1976).

Les mécanismes d'adaptation au manque d'oxygène sont décrits au paragraphe suivant.

1. 3. 4. 4. Plongée :

Une des preuves que les tortues marines ont reconquis les océans est qu'elles ont conservé une respiration pulmonaire qui les oblige à remonter en surface pour puiser l'oxygène atmosphérique. Elles se sont tout de même bien adaptées à ce nouvel environnement aquatique puisque des mécanismes physiologiques de résistance à l'hypoxie leur permettent de maintenir une apnée de plusieurs heures.

- Phase de respiration active :

Lors de sa remontée en surface, la tortue optimise son oxygénation en effectuant un seul cycle respiratoire : en effet, une seule expiration et une seule inspiration lui suffisent pour remplacer la totalité de son air pulmonaire. Ce puissant mode respiratoire serait la résultante d'une adaptation à la migration : il leur évite de perdre du temps dans leur long parcours. Une tortue verte (*Chelonia mydas*) dépense moins de 2% de son temps à respirer en surface. Si les tortues effectuaient plusieurs cycles respiratoires, comme le font les tortues d'eau douce, elles seraient obligées de s'arrêter car, les mêmes muscles travaillant, elles sont incapables de nager et respirer en même temps. C'est ce que l'on peut aisément constater chez une femelle reproductrice en émergence : elle interrompt ses activités pour respirer (Mignaval, 1990).

- Phase d'apnée :

Alors que les mammifères marins, dont le sang stocke l'oxygène, expirent avant de plonger, les tortues inspirent avant de plonger : c'est le poumon qui est la réserve en oxygène.

L'absorption dans le sang de l'oxygène pulmonaire est continue même à basse pression, mais elle est toutefois ralentie par ce qu'on pourrait appeler le « réflexe de plongée ». Dès que la tortue plonge sous l'eau, ses tissus économisent l'oxygène et certains organes (notamment le cerveau) fonctionnent alors en anaérobiose.

Parallèlement, la circulation s'ajuste à la respiration pour résister à l'hypoxie. En condition d'oxygénation normale, le mécanisme de régulation stricte de la pression sanguine est inutile du fait que le milieu aqueux s'oppose à la gravitation et du fait que la carapace annule les effets des oppressions externes. En apnée, le nerf vague agit essentiellement sur la circulation en augmentant la résistance pulmonaire par une vasoconstriction des artères pulmonaires et en diminuant la fréquence cardiaque. En phase de ventilation, les effets s'inversent.

Par d'autres mécanismes encore, les tortues s'adaptent à des modifications du pH sanguin et à l'augmentation de la concentration sanguine en gaz carbonique, ce qui les autorise à des plongées prolongées (Mignaval, 1990).

- Phase de récupération :

Lors d'une plongée de durée « normale », il reste toujours de l'oxygène dans les poumons de la tortue même lorsqu'elle remonte en surface. En cas de plongée prolongée (par exemple lors d'hibernation), il arrive que la teneur en oxygène atteigne le zéro. En phase de récupération, la ventilation est alors accrue par l'accélération de la fréquence respiratoire et l'augmentation du volume courant (Mignaval, 1990).

II. MORPHOLOGIE et DIAGNOSE de la TORTUE IMBRIQUEE.

II. 1. Morphologie.

II. 1. 1. Description de l'adulte.

(Pritchard, 1979 ; Bonin, 1996 ; Pritchard & Mortimer, 1999)

- Sa carapace.

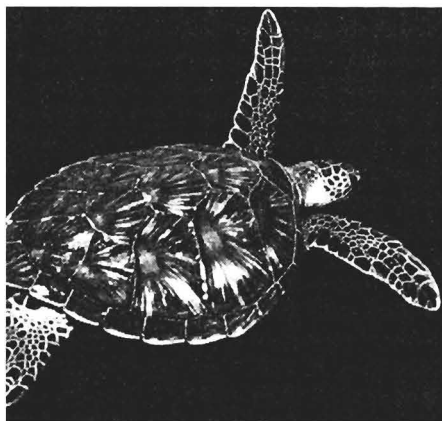


Fig. 5 : Tortue imbriquée aux belles écailles
(photo de Schrichte dans Maigret & Richardot, 1995).

Plusieurs images sont utilisées par les auteurs pour qualifier la forme de la carapace : un cœur, un harpon, un bouclier... Les traits morphologiques ressortant de ces comparaisons font apparaître une carapace relativement étroite et allongée en une pointe marquée (à la différence d'autres tortues marines à la carapace bien ronde, ce que le lecteur pourra constater dans le paragraphe sur la diagnose).

La particularité morphologique de cette espèce, et qui lui a valu sa dénomination tant latine que vernaculaire française, est que les plaques de la dossière sont **imbriquées** comme les tuiles d'un toit. Ce trait n'est souvent pas visible chez les nouveau-nés ainsi que chez les vieux individus. Pour ces derniers, le bord postérieur libre des écailles centrales et costales s'est usé avec le temps et donc les écailles se juxtaposent en une carapace lisse.

Il faut remarquer que les écailles sont plus épaisses que chez les autres espèces. Serait-ce une adaptation au milieu de vie ? En effet, ces écailles fortement cornées protégeraient la tortue contre les nombreux impacts et abrasions qu'entraîne la vie dans les récifs coralliens.

A l'inverse, ces écailles épaisses recouvrent une structure osseuse relativement légère puisqu'elle est la moins ossifiée de toutes les tortues marines ; des fontanelles costo-marginales y subsistent généralement durant toute la vie de l'individu.

Le nombre et la disposition des écailles de la dossière sont des éléments de diagnose (cf paragraphe correspondant). La tortue imbriquée est ainsi caractérisée par ses quatre paires d'écailles costales aux bords postérieurs en « lambeaux », dont la première ne touche pas l'écaille nucale. Les écailles marginales latérales sont étroites et à bord lisse, puis s'élargissent vers l'arrière avec une bordure en dents de scie. Cette dentelure a aussi tendance à s'estomper avec l'âge.

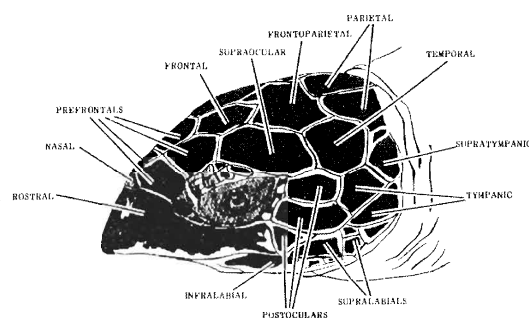
La coloration des écailles est très « riche » mais s'affadit avec le temps. Des marbrures brunes à noires sur un fond rouge ambré orné de mouchetures jaunes composent un motif qui rend toute sa beauté sur les écailles séparées et polies. Sur la tortue en vie, la dossière apparaît d'un gris sale et est souvent incrustée d'organismes épizootiques, tels que les bernacles¹ (cf photo 10). Mais la tortue imbriquée, aussi appelée « tortue à écaille » est souvent considérée comme la plus belle des tortues marines à cause de la couleur de ces écailles.

Le plastron est assez large et doublement caréné. De couleur blanc jaunâtre, parfois assombries à l'orange ou tâchées de brun, les écailles sont distinctement imbriquées seulement chez les jeunes. On note la structure à quatre paires d'écailles inframarginales.

Chez le mâle, le plastron est plus concave, ce qui lui permet d'endosser la femelle lors de l'accouplement. De même, on le distingue par la queue longue et épaisse qui s'étend à son extrémité postérieure et aux crochets puissants présents sur ses nageoires lui permettant de s'accrocher fermement à la carapace de sa compagne (Ernst & Barbour, 1989).

- Sa tête.

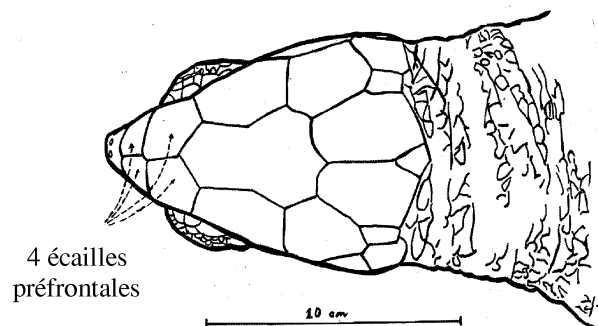
Fig. 6 : Tête de tortue imbriquée avec ses principales écailles (dessinée par K. Harrod dans Pritchard, 1979).



¹ "Bernacle" est le nom vulgaire de l'anatife : crustacé qui se fixe aux objets flottant en mer (Petit Robert, 1988). La large colonisation de la carapace par les bernacles est une caractéristique de la tortue imbriquée qui attesterait sans doute de la sédentarité probable de l'espèce. A contrario, les tortues vertes qui sont des grandes migratrices ont rarement leur carapace incrustée (Carr, 1966).

La tête est très fine et étroite, à bords parallèles se rejoignant en un « bec » très effilé. C'est ce qui a valu à la tortue imbriquée son nom vernaculaire anglais « Hawks-Bill » qui signifie « bec de faucon ». Pritchard (1979) estime pourtant que la tortue est ainsi mal nommée car son bec est pointu mais pas crochu : le « hawk » signifierait plutôt « tel un oiseau » sans désigner forcément un rapace.

Mais la présence de ce bec très particulier ne suffit pas toujours à différencier l'espèce. Pour ce faire, la méthode est de compter le nombre d'écailles préfrontales : la tortue imbriquée est caractérisée par une division de son écaille préfrontale, ce qui lui en fait deux paires (nous y reviendrons dans le paragraphe sur la diagnose). Par contre, une seule écaille frontale en écusson marque le dessus de la tête.



**Fig. 7 : Tête de tortue imbriquée vue de dessus.
(dans Frazier, 1976)**

- Ses membres.

Les nageoires sont puissantes et fines, d'une longueur modérée comparée aux autres espèces. Elles portent chacune deux griffes.

Les écailles de la tête et du dessus des membres antérieurs sont distinctes, de couleur très sombre, brun à noir, soulignée par une bordure claire.

La peau des parties ventrales a une teinte jaune très pâle qui s'assombrit aux extrémités, et qui a tendance à se pigmenter avec l'âge dans certaines sous-espèces (nous y reviendrons dans le paragraphe sur la taxonomie).

- Ses mensurations.

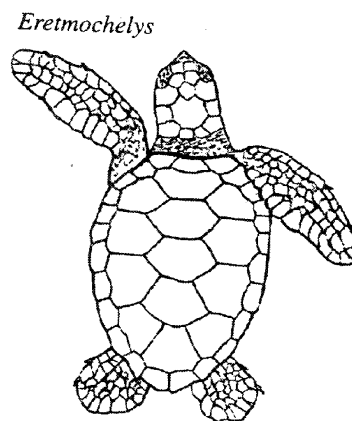
Les tortues imbriquées sont des tortues marines petites à moyennes.

Des mesures de longueur de carapaces sur des femelles matures de l'Océan Atlantique (au Costa Rica et au Guyana) ont révélé un échantillon de taille comprise entre 78.7 et 91.4 centimètres. Les poids de dix individus de Guyana variait de 44.4 à 74.8 kilogrammes.

Hirth (dans Pritchard, 1979) a mesuré des tortues de l'Océan Indien, plus précisément au large du golfe d'Aden sur la Péninsule Arabique. La longueur des carapaces n'atteignaient pas les tailles de celle de l'Atlantique, avec un éventail de 63.5 à 72.4 centimètres et de 35.4 à 50 kilogrammes. Il semble que les tortues du Pacifique ne soient pas plus grosses.

La tortue dont la carapace est la plus longue a été enregistrée par Pritchard en Guyane Française, avec 94 centimètres. Quant au record de pesée, il a été atteint par un individu capturé au large de Grand Cayman avec 127 kilogrammes, sachant que le record en captivité est de 139 kilogrammes. Mais de nos jours, un spécimen de plus de 45 kilogrammes peut déjà être classé parmi les « gros ».

II. 1. 2. Description du nouveau-né.



**Fig. 8 : Nouveau-né de tortue imbriquée
(dans Pritchard & Mortimer, 1999)**

Le nouveau-né n'a aucune des deux caractéristiques si particulières des adultes : ses écailles ne sont pas imbriquées et son « museau » n'a pas la forme d'un bec étroit et allongé.

On le reconnaît à la couleur de sa carapace : une dossière plutôt brune rouille ou « cannelle » avec les écailles marginales plus claires, contre un plastron noir comme du jais. Trois carènes dorsales et deux ventrales s'estomperont par la suite au fil des ans.

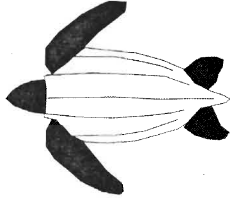
La taille des nouveau-nés varie généralement de 38 à 46 millimètres, pour un poids moyen de 15 grammes.

II. 2. Identification des espèces.

Le premier document ci-dessous (remanié d'après Fretey, Billes, 1998) récapitule les éléments de diagnose permettant d'identifier les différentes espèces de tortues marines d'un rapide coup d'œil, même de débutant ! Le deuxième document insiste sur les traits morphologiques de l'espèce qui nous concerne : *Eretmochelys imbricata*.

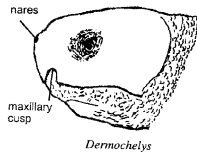
CLE DE DETERMINATION (fig 9)

Carapace souple sans écaille recouverte d'un cuir lisse, de couleur bleue à noire mouchetée de blanc.
5 carènes longitudinales proéminentes divisent la dossière.

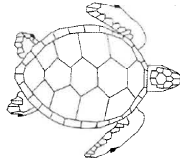


Tortue luth (*Dermochelys coriacea*)

- Carapace > 180 cm.
- 500 kg ou plus
- Carapace en fuseau se terminant postérieurement par un éperon au-dessus de la queue.
- Mandibules armées de profondes encoches.



Carapace recouverte de larges écailles cornées.
Carapace < 120 cm.

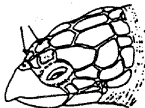


La plaque nucale ne touche pas les premières écailles costales.
4 paires de plaques latérales.

La plaque nucale est en contact avec les premières écailles costales.
Au moins 5 (parfois 6 ou +) paires de plaques latérales.

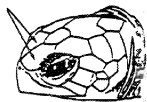
Tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*)

- 85 kg pour 95 cm
- Couleur brun rouge à brun noir ornée de stries et de mouchetures jaunes.
- Plaques de la dossière imbriquées.
- Bec pointu - tête effilée.
- 2 paires d'écailles préfrontales.



Genre *Chelonia*

- 230 kg pour 125 cm.
- Couleur terne uniforme brunâtre, olivâtre.
- Plaques de la carapace juxtaposées.
- Bec arrondi à bords dentelés - tête large et arrondie.
- 1 paire d'écailles préfrontales.



Tortue verte (*Chelonia mydas*)

- La 1ère vertébrale touche la 1ère marginale.
- 4 écailles postoculaires.

Tortue à dossière plate (*Natator depressus*)

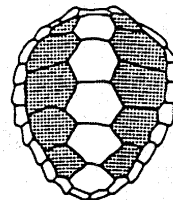
- La 1ère vertébrale est séparée de la 1ère marginale.
- 3 écailles postoculaires.

Le pont osseux reliant dossière et plastron est recouvert de 3 écailles inframarginales.

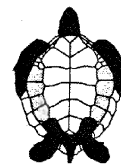


Tortue caouanne (*Caretta caretta*)

- Jusqu'à 200 kg pour 120 cm.
- Couleur orangé rouge à brun chocolat.

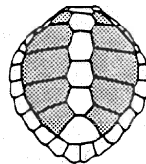


Le pont osseux est recouvert de 4 écailles inframarginales : Genre *Lepidochelys*



Tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*)

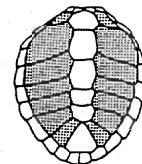
- Jusqu'à 45 kg pour 70 cm.
- Couleur grise à olivâtre.



6 (ou +) paires de plaques latérales souvent asymétriques.

Tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*)

- Jusqu'à 45 kg pour 70 cm.
- Couleur gris vert sombre



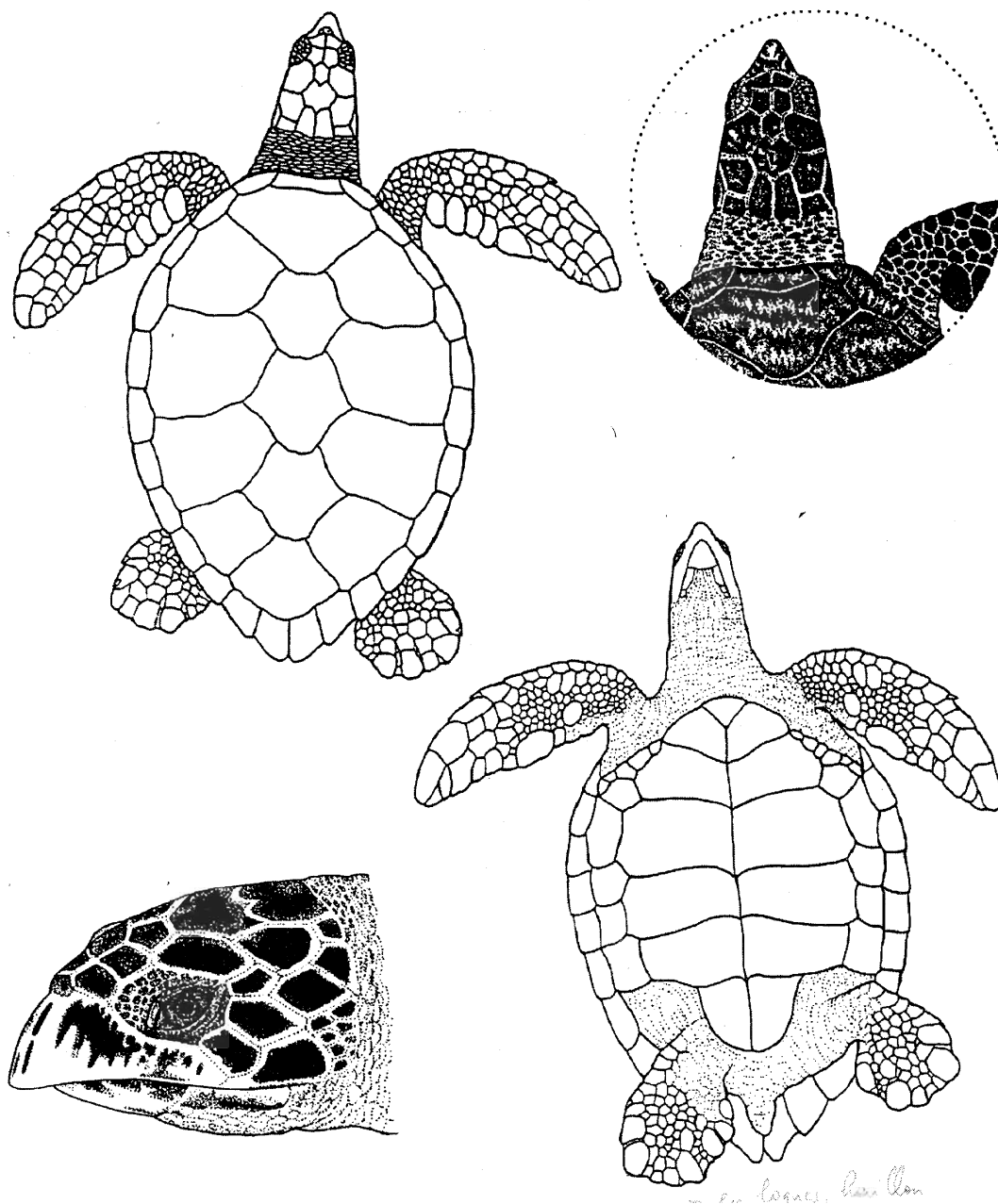


Fig. 10 : "Examen rapproché" des caractéristiques morphologiques de la tortue imbriquée (d'après Pritchard & Mortimer, 1999).

Carapace : ovale, au contour postérieur en "dents de scie", recouverte d'écailles épaisses et imbriquées (sauf chez les nouveau-nés et chez quelques adultes) ; quatre paires d'écailles costales au bord postérieur "en loques" ; longueur de carapace égale à 90 cm environ .

Plastron : quatre paires d'écailles inframarginales.

Tête : étroite (12 cm de large) ; bec étroit semblable à celui d'un oiseau ; deux paires d'écailles préfrontales.

Membres : nageoires antérieures de longueur moyenne ; deux crochets sur chaque nageoire.

Couleur : dossière marron uniforme (plus ou sombre) chez le nouveau-né, de plus en plus striée avec l'âge ; plastron jaune clair à blanc, parfois taché de noir (surtout chez les tortues du Pacifique).

Poids : moyen aux environs de 60 kg , il peut atteindre les 85 kg.

II. 3. Taxonomie.

Voici une liste des différents noms vernaculaires donnés à *Eretmochelys imbricata* dans différents pays :

- « Hawksbill turtle » en anglais,
- « Tortue imbriquée » ou « tortue caret » ou encore « tortue à écaille » en français,
- « Tortuga de carey » en Espagne et dans toute l'Amérique latine,
- « Karet Schildpad » en hollandais et par extension « Karet » au Surinam,
- « Ea or e'a » à Hawaï ;
- « Torti karé » en créole seychellois.

L'appellation « caret » est un de ces rares noms vernaculaires qui a transcendé curieusement beaucoup de barrières de culture et de langage. On retrouve le même phénomène pour la tortue Caouanne (« cahuana »), dont le nom latin est curieusement *Caretta caretta*. Quel méli-mélo !

La tortue caret a été décrite par Linné en 1766 sous le nom de *Testudo imbricata* (Lutz & Musick, 1997), puis rebaptisée *Eretmochelys¹ imbricata* par Fitzinger en 1843 (Ernst & Barbour, 1989).

Les désaccords sur le lien de cette espèce avec les quatre autres genres de la famille *Cheloniidae* semblent se résoudre. La tortue Caouanne, la tortue de Kemp et la tortue Olivâtre se rassemblent naturellement dans une sous-famille appelée « *caretini* ». La tortue verte et la chélonée à dos plat, au demeurant très proches, constituent la sous-famille « *chelonini* ». Le débat concerne la position de la tortue Caret entre ces deux sous-familles.

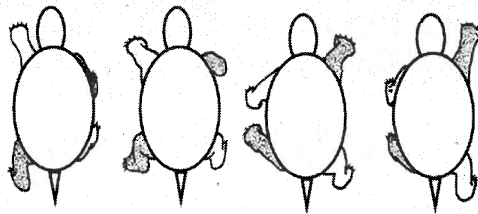
Certains auteurs affirment que ses caractères sont morphologiquement et fonctionnellement liés à ceux de la tortue Verte, l'intégrant de ce fait dans les *Chelonini*. Pour ne citer que les ressemblances les plus remarquables, le paragraphe sur la diagnose des espèces nous montre à quel point ces tortues se « suivent » morphologiquement : elles sont toutes deux caractérisées par leur quatre paires d'écailles costales ; l'écaille nucale étant séparée de la première rangée de costales. Les « *caretini* » ont quant à elles, cinq paires d'écailles costales, dont la première est en contact avec l'écaille nucale.

¹ *Eretmochelys* vient du latin : *eretmo*, l'aviron ou la rame et *chelys*, la tortue.

Mais, Archie Carr (dans Pritchard, 1979) suggère que la tortue verte soit placée dans un groupe particulier. Il se justifie en dénombrant un foisonnement de caractères morphologiques spécifiques à cette espèce. A cela s'ajoutent la singularité des nouveau-nés très discernables de ceux des autres espèces, ainsi que le mode de progression sur la terre ferme particulier à cette espèce. La *Chelonia* et la *Luth* sont en fait les seules tortues à se déplacer par des « bonds » en avant engendrés par des mouvements symétriques des nageoires antérieures. Les autres espèces ont une démarche « normale » de tétrapode avec des mouvements alternés des nageoires opposées. Cette démarche serait liée au poids, puisque les tortues les plus lourdes se déplacent de la même façon. Mais les sous-espèces de tortue Verte du Pacifique Est sont plus petites que les tortues Caouanne et se déplacent toujours par « sauts » .

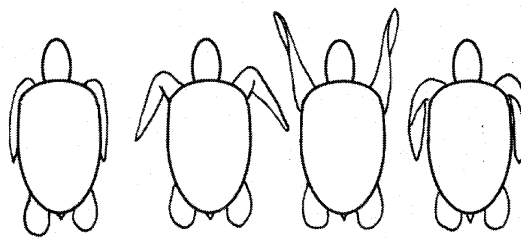
Déplacement symétrique

Tortue de terre, Caretta, Lepidochelys et Eretmochelys



Déplacement asymétrique

Chelonia et Dermochelys



**Fig. 11 : Représentation schématique des déplacements des tortues sur la terre ferme.
(d'après Lutz & Musick, 1997)**

La théorie d'Archie Carr semble plus raisonnable : la tortue imbriquée ferait donc partie des « *caretini* ».

Dans la pratique, on reconnaît communément deux sous-espèces de tortue Caret entre les populations de l’Océan Atlantique et celles de l’Océan Pacifique (Bonin & al, 1996).

- *Eretmochelys imbricata imbricata*, dont l’exemple-type se retrouve dans les Bermudes, est la Caret de l’Atlantique : du Massachusetts au Brésil et de l’Ecosse en Afrique de l’Ouest.
- *Eretmochelys imbricata squamata* représentée par le type de Singapour ou *Eretmochelys imbricata bissa* représentée par le type de la Mer Rouge est la Caret Indo-pacifique. On la trouve dans toutes les régions tropicales des Océans Indien et Pacifique : le long des côtes de l’Afrique de l’Est, de Madagascar à la Mer Rouge, au large de l’Australie, du Japon, d’Hawaï, et le long des côtes Ouest de l’Amérique, de la Californie au Pérou.

Pritchard (1979) suggère qu’il pourrait même exister au moins trois sous-espèces : celle de l’Atlantique, celle de l’Océan Indien et du Pacifique Ouest et enfin celle du Pacifique Est. Mais il manque déjà des arguments pour justifier une séparation en deux sous-espèces... Voici toutefois quelques traits morphologiques décrits par Pritchard permettant de différencier les trois sous-espèces.

Tabl. 1 : Caractéristiques morphologiques des 3 sous-espèces de tortues imbriquées (Pritchard, 1979).

Sous-espèces	Océan Indien et		
	Océan Atlantique	Océan Pacifique Ouest	Océan Pacifique Est
Taille	Grande	Variable mais plus généralement petite	Petite
Carapace	Etroite à bords quasi-parallèles Dentelure marquée à l’arrière	Large et plus cordiforme Carène plus prononcée	Assez large Plastron souvent couvert de tâches noires
Écailles dorsales de la carapace	Motif marron sur orange relativement simple	Motif très compliqué : plusieurs marbrures irradiant les écailles costales et centrales	Motif assez orné mais très pigmenté de noir
Écailles de la tête et des membres	Coloration marron foncé avec des bordures jaunes larges	Couleur encore plus foncée	Coloration très noire avec des bordures jaune pâle à blanches très étroites (tortue des Galapagos) ou sans bordure (tortue du Honduras)

Tout se complique quand on sait que les différentes espèces de tortues marines peuvent se reproduire entre elles. Beaucoup de croisements semblent se produire dans la nature, et la tortue imbriquée est souvent concernée. A l’heure actuelle, nous connaissons des hybrides issus de l’accouplement d’un mâle imbriqué avec une femelle verte, ainsi qu’un mâle imbriqué avec une femelle caouanne (Frazier, 2000a ; Wood & al, 1983). On ne sait pas encore si les « bâtards » ainsi obtenus sont fertiles. Si tel est le cas, il faudra repenser la définition biologique de l’espèce chez les tortues marines !

III. BIOLOGIE et ECOLOGIE de la TORTUE IMBRIQUEE.

III. 1. Cycle de vie.

Le cycle de vie d'une tortue marine est complexe, variant selon l'espèce, le lieu, la saison et même l'individu. Etant donnée la difficulté d'étude en milieu marin, certaines étapes du cycle soulèvent encore de nombreux questionnements, compte tenu du manque de données disponibles. Bien que les tortues passent seulement 0.1% de leur vie en milieu terrestre (i.e. la phase embryonnaire puis de nouveau-né et les phases de nidification pour les femelles adultes), ce sont bien sûr ces phases-là qui ont été le plus étudiées. Facilitées par leur moindre coût, ces études en milieu terrestre présentent en outre l'intérêt d'être menées au moment où les tortues sont les plus vulnérables.

Mais la conservation de ces espèces menacées ne peut se concevoir sans envisager aussi la protection de leur milieu de vie. Des campagnes de baguage et l'utilisation de méthodes plus modernes (suivi télémétrique, transpondeur...) ont permis d'en apprendre beaucoup sur la vie marine des tortues : leur habitat, leur migration, leur reproduction.

Le lecteur trouvera dans ce chapitre une description globale, dans l'état actuel de nos connaissances, du cycle de vie d'une tortue marine, annoté des quelques éléments caractéristiques des tortues Caret.

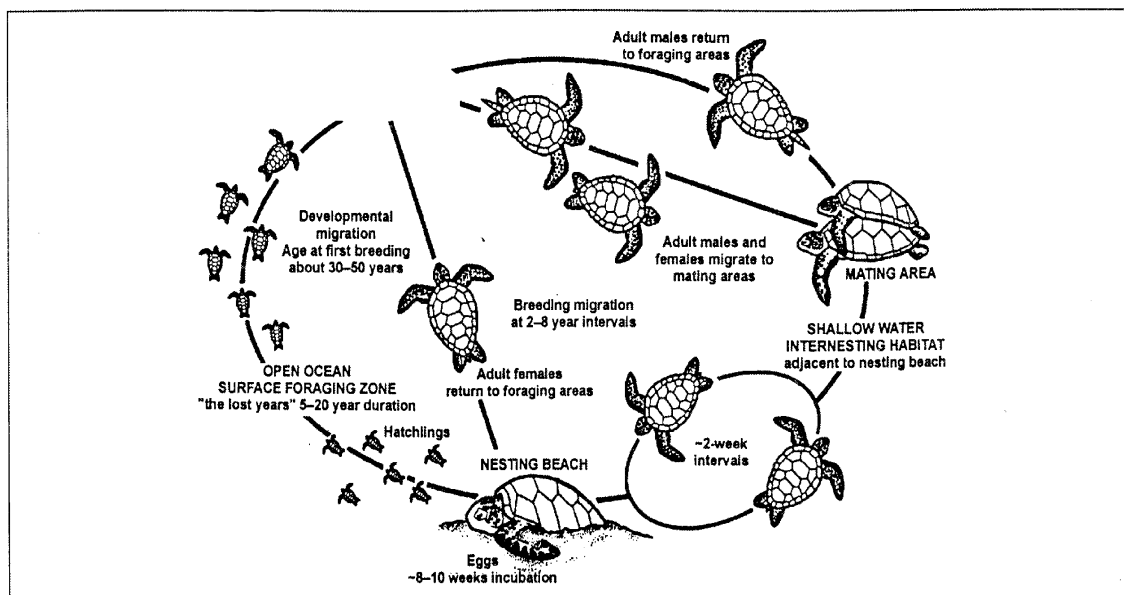
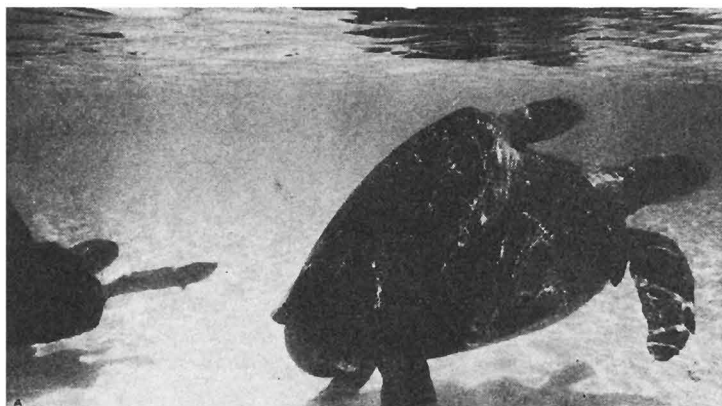


Fig. 12 : Représentation du cycle de vie général des tortues marines (dans Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000).

III. 1. 1. Accouplement et fécondation.

La parade nuptiale et l'accouplement ont lieu dans l'eau¹ : le plus souvent près des plages de ponte dans des eaux peu profondes pour les tortues imbriquées, mais parfois pendant les migrations (Bonin & al, 1996).

Les couples ne sont pas fidèles. Les mâles sont très entreprenants et même très agressifs, capables de poursuivre la femelle pendant des heures et même jusqu'au bord de la plage. Mais la femelle n'accepte celui-ci que certains jours ; les autres jours, elle montre son refus soit en le mordant violemment, soit en restant inerte au fond de l'eau en serrant ses pattes postérieures, soit en se maintenant en position verticale, ou même en émergeant sur la plage. Lorsque la femelle est consentante, le mâle lui mordille le cou, se place au dessus d'elle en s'accrochant aux marginales de la dossière par ses griffes développées, replie ses pattes postérieures vers la queue de sa compagne et recourbe son appendice caudal pour rapprocher les cloaques. La fécondation est interne et la copulation peut durer plusieurs heures (Bonin & al, 1996).



**Fig. 13 : deux tortues vertes accouplées, bientôt dérangées par une troisième...
(dans Booth & Peters, 1972).**

Il n'est pas rare que d'autres mâles viennent les déranger et on suspecte même un comportement polyandre : ne vous étonnez donc pas si, lors d'une plongée, vous observez trois tortues agrégées...



Faites toutefois très attention : les mâles ont tendance à se tromper de cible et à « sauter » sur tout objet encombrant qu'ils rencontrent dans l'eau (bout de bois, plongeurs...).

¹ Cependant, quelques colonies de tortues Vertes du Pacifique s'accouplent parfois sur la plage, lors de leur bain de soleil (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000).

L'accouplement a lieu un à deux mois avant la première oviposition de la saison (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000). Un seul accouplement peut suffire pour couvrir l'ensemble de la saison de ponte, la fécondation se faisant alors en différé. Des études génétiques ont par ailleurs montré que dans une même couvée, les nouveau-nés peuvent être de paternités différentes.

III. 1. 2. La ponte.

Toutes les tortues marines émergent pour aller déposer leurs œufs dans des plages sableuses et chaudes de latitudes tropicales et subtropicales.

□ *Approche de la plage.*

On ignore par quels mécanismes la tortue entreprend d'approcher la plage et sélectionne son site d'émergence (Carr, 1966).

La ponte a lieu le plus souvent de nuit, mais certaines exceptions échappent à la règle et notamment les tortues imbriquées qui pondent pendant la journée aux Seychelles (nous y reviendrons donc plus tard)¹. Même si aucune corrélation avec la lune ou avec la marée n'a été démontrée (Pritchard, 1979), d'autres disent que les émergences se passent plus fréquemment à marée haute, ceci soulageant la tortue de quelques efforts en la « déposant » le plus haut possible sur la plage et lui évitant quelques obstacles de marée basse, notamment les coraux.

□ *Ascension de la plage.*

Une fois à terre, la femelle est très circonspecte : elle presse son museau contre le sable pendant quelques secondes, puis lève la tête et scrute l'obscurité pour évaluer la topographie et la sécurité de la plage choisie. Puis la machine s'élance : quel énorme effort physique pour la tortue que de se « traîner » jusqu'en haut de la plage de manière à dépasser la limite des plus fortes marées. Cette ascension est entrecoupée de nombreuses pauses de récupération pendant laquelle la tortue « hume » l'air et le sable. La tortue reste très méfiante pendant tout son séjour sur la plage, et si elle rencontre un obstacle « insurmontable » (branches de bois, rochers, mur de sable ou encore chien, homme, lumière), elle retourne derechef à l'eau (Carr, 1966).

¹ D'autres colonies de tortues australiennes (*Chelonia depressa* et *Eretmochelys imbricata*) pondraient quant à elles à toute heure du jour ou de la nuit (Ehrenfeld, 1979)

La tortue imbriquée fait partie des tortues de petit calibre qui semblent, par leur démarche typique de tétrapode, se déplacer aisément. Avec la mobilité de son cou long et partiellement rétractile, elle a en effet beaucoup moins l'air d'un automate que sa cousine verte (Pritchard, 1979).

□ *Sélection du site de ponte.*

Une fois atteinte la zone de sable sec au-dessus de la limite de plus forte marée, la tortue inspecte les lieux par quelques « coups de balai » avec ses nageoires antérieures. Parfois sans raison apparente, elle peut explorer plusieurs centaines de mètres avant de choisir son site de ponte.

Cette prospection du site de ponte traîne particulièrement en longueur chez la tortue Caret. Cette espèce pond généralement sur de petites anses isolées, peu praticables car très rocheuses et bordées de végétation (Pritchard, 1979). Elle choisit son site sous cette végétation dense, ce qui l'oblige souvent à faire plusieurs tentatives de creusement. S'appliquant pendant d'interminables heures à casser les nombreuses racines, à dégager les cailloux ou à creuser dans une terre durcie par la sécheresse, elle peut ne pas atteindre son but et changer d'emplacement à plusieurs reprises pour enfin trouver le lieu idéal ou repartir à l'eau sans avoir pondu.

□ *Nettoyage du site.*

Par un mouvement de balayage des nageoires antérieures, elle creuse d'abord une cuvette sous son corps appelée « cavité corporelle ». A l'inverse de la tortue verte qui s'enfonce de 40 à 60 centimètres, la tortue imbriquée ne creuse qu'une légère cavité en ne donnant que quelques « coups de balai » afin de dégager les débris (Carr, 1966). Cette caractéristique est un critère important pour savoir quelle espèce a pondu.

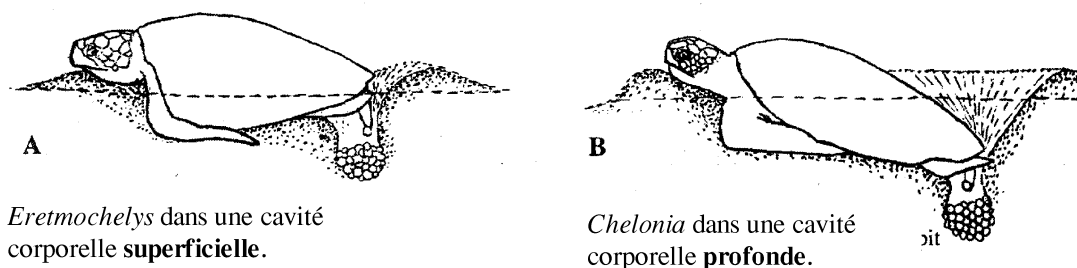
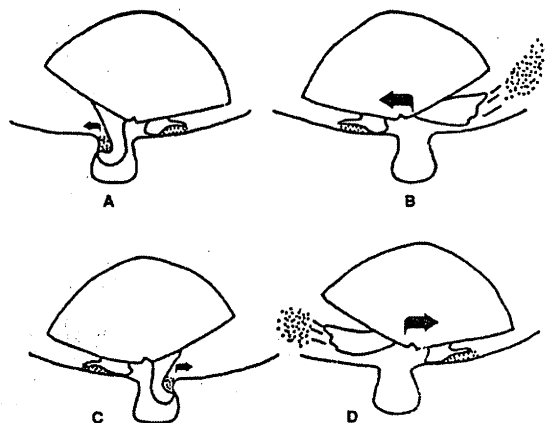


Fig. 14 : Comparaison des cavités corporelles de la tortue imbriquée (A) et de la tortue verte (B) (dans Pritchard & Mortimer, 1999).

□ *Creusement du nid.*

Puis vient ensuite le vrai travail de creusement de la chambre où les œufs seront déposés. En appui sur ses membres antérieurs enlisés dans le sable et par des coups alternés et précis des nageoires postérieures, elle creuse un trou évasé en forme de gourde, au moins 10 centimètres sous la surface du sable et parfois jusqu'à 90 centimètres de profondeur.



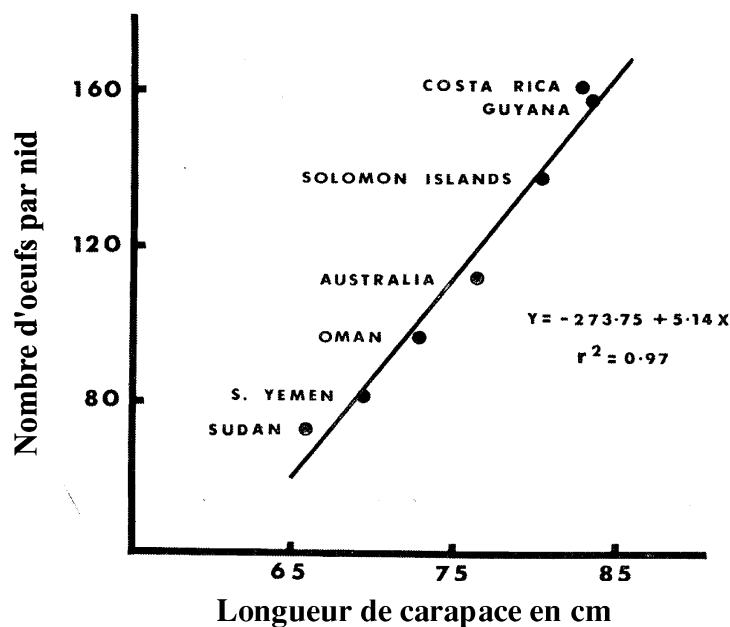
**Fig. 15 : Mouvements des nageoires postérieures lors du creusement du nid
(dans Bédiou, 1993)**

□ *La ponte, enfin !*

Alors que les nageoires postérieures sont étalées de part et d'autre du nid, la tortue place sa queue dans la cavité et l'extrusion des œufs par le cloaque peut enfin commencer. Les œufs sont éjectés par flopée de trois ou quatre accompagnés d'un écoulement de mucus¹ (Bonin & al, 1996). A chaque effort, les nageoires postérieures se recourbent ; la tête et le cou se contractent. Puis la tortue souffle et se relâche quand les œufs tombent (Carr, 1966).

La tortue imbriquée est une des tortues les plus prolifiques : la taille des couvées est généralement bien au dessus de 100 œufs, et les nids de plus de 200 œufs ne sont pas rares (Frazier, 2000). Sur 57 nids examinés par Archie Carr (1966) à Tortuguero (Costa Rica), la moyenne était de 161,1 œufs. Les tortues Caret de l'Atlantique semble plus prolifiques que les autres, notamment celles de l'Océan Indien qui sont réputées pour pondre un grand pourcentage d'œufs trop petits et anormaux (sans jaune) : les tortues du Golfe Arabe ne pondent en moyenne que 87.3 œufs (Frazier, 2000a) et celles de l'île Milman en Australie pondent 5 œufs anormaux par nid. Hirth (1980) et Witzell (1985) démontrent une relation linéaire entre longueur de la carapace et taille de la couvée : les tortues de l'Océan Atlantique plus grandes sont donc logiquement plus prolifiques.

¹ Cette sécrétion mucilagineuse absorberait l'eau et resterait humide 48 heures durant (Ernst & Barbour, 1989).



Graph. 1 : Taille des "couvées" et longueurs de carapace moyennes de sept populations de tortues imbriquées : régression linéaire (d'après Witzell, 1985).

Le record pour cette espèce et pour toutes les tortues marines a pourtant été enregistré dans l'Océan Indien, sur l'île Cousin aux Seychelles avec 252 œufs. Avec une moyenne de 175 œufs par nid, il semblerait que les tortues imbriquées des Seychelles soient les plus prolifiques du monde, d'autant plus que leurs œufs sont les plus gros de l'espèce (Mortimer, comm. perso.). Mais d'après Pritchard (1979), la fertilité des œufs est inversement proportionnelle à la taille du nid, donc une grosse couvée n'a pas forcément plus de conséquence sur l'écologie et la démographie.

Les œufs sphériques blancs ou rosés dans certaines régions, à membrane parcheminée, de diamètre variant de 35 à 44 millimètres pour un poids de 20 à 30 grammes, sont indiscernables de ceux des tortues olivâtres et de Kemp (Bonin & al, 1996). Ils sont tout à fait semblables à une balle de ping-pong, ou parfois à une balle de ping-pong écrasée lorsque le choc induit à l'oviposition crée des dépressions sur la coquille incomplètement calcifiée (Bédiou, 1993).

□ « Fermeture du nid » et camouflage du site.

Une fois l'oviposition achevée, la tortue rebouche le nid par un mouvement alternatif des nageoires postérieures. La tortue imbriquée très méticuleuse récolte « à la louche » le

sable disposé de part et d'autre de la cavité et le dépose sur les œufs. Une fois que la cavité est recouverte d'un monticule de sable¹, elle s'applique à pétrir et à tasser.

Puis secouant brutalement ses nageoires avant, la tortue projette de forts jets de sable. Elle se déplace de cette manière progressivement en effaçant toute trace de son passage.

□ *Retour à l'eau.*

Après une à deux heures d'effort sur terre, le retour à l'eau est le bienvenu. La tortue imbriquée ne se fait pas prier et retourne furtivement à l'eau. Mais la fatigue et la déshydratation imposent parfois de longues et fréquentes pauses. Le trajet de retour est souvent plus corsé : le mer est si loin à marée basse et les barrières de corail dénudés si hautes... Certaines en périssent.

Voici récapitulées sous forme d'un tableau les principales différences dans les séquences comportementales de la tortue imbriquée (*Eretmochelys*) et de la tortue verte (*Chelonia*) en ponte.

Tabl. 2 : Séquences comportementales comparées entre tortue verte et tortue imbriquée en ponte (Carr, 1966).

Séquences comportementales	Eretmochelys	Chelonia
Démarche	Asymétrique, typique de tétrapode	Symétrique, par rebonds
Oviposition	Nageoires postérieures étalées de part et d'autre de la cavité L'extrémité des nageoires se contracte à chaque effort	Nageoires postérieures étalées au dessus de la cavité Aucun mouvement des nageoires visible à l'effort
Remplissage du nid	Sable déposé délicatement dans la cavité alternativement par les nageoires postérieures en forme de louche	Sable jeté au fond de la cavité par des coups des nageoires postérieures
« Reniflement du sable »	Tout au long du séjour à terre	Seulement en phase initiale d'émergence
Appréciation visuelle de l'environnement	La tortue allonge le cou et scrute régulièrement	Mobilité du cou réduite
Cavité corporelle	Peu profonde à inexistante	Très profonde, parfois dépassant la hauteur de la tortue
Timing	Longue période attribuée à la prospection du site de ponte et de remplissage du nid	Longue période attribuée au creusement de la cavité corporelle et du nid

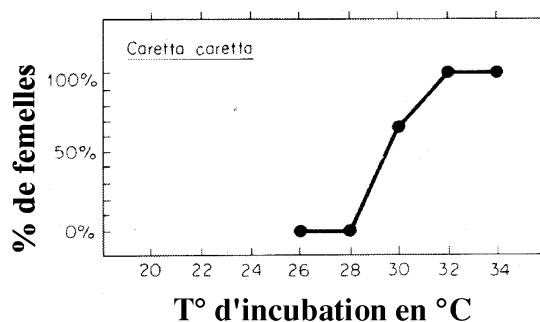
¹ Grâce à sa sensibilité tactile, la queue jouerait un rôle important dans cette phase (Carr, 1966).

III. 1. 3. Une histoire d'œufs...

□ *Incubation.*

Les œufs incubent sans soin parental, simplement grâce à la chaleur du sable. La durée d'incubation est d'environ 8 semaines (58.6 jours selon Carr) et varie de 6 à 13 semaines en fonction notamment de la température (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000). D'après Mrosovsky (1980), 1°C en moins à l'intérieur du nid rallonge la durée d'incubation de 8.5 jours. Les conditions environnementales du nid doivent se situer dans des limites tolérables pour les embryons au niveau des échanges gazeux, des moisissures et de la température. Une température supérieure à 33°C ou inférieure à 23°C est habituellement létale (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000 ; Dalrymple & al, 1985).

Comme pour d'autres reptiles, le déterminisme sexuel n'est pas seulement génétique : la température d'incubation agit sur la différenciation sexuelle pendant une période embryonnaire précise qui se situerait dans le deuxième tiers du développement embryonnaire (Claro, 1985). Pendant cette période thermosensible, si la température est basse les glandes génitales sont de type testiculaire ; à une température plus élevée, elles deviennent de type ovarien. La température pivot est définie comme étant celle en dessus et au dessous de laquelle le sex-ratio s'inverse franchement (Mrosovsky, 1980). Ce changement se ferait aux alentours de 28,75°C chez la tortue verte (Bonin & al, 1996), mais la température pivot varie en fonction de l'espèce et même des populations. Heureusement que la température donnant un sex-ratio équilibré entre mâles et femelles n'est pas la même pour des populations de tortues pondant à des latitudes différentes.



Graph. 2 : Sex-ratio dépendant de la température d'incubation chez la tortue caouanne (d'après Mrosovsky, 1980).

Toutefois, le sex-ratio d'un nid dépend de nombreux facteurs : variations climatiques, emplacement du nid (à l'ombre ou au soleil), profondeur du nid (i.e. plus le nid est profond, plus la température est stable), quantité de chaleur dégagée au cours de l'incubation par le métabolisme des embryons (la température d'incubation peut être augmentée de 6°C par le dégagement de chaleur !), etc... Au niveau de la couvée elle-même, la température est différente autour de chaque œuf : les œufs du centre, bien au chaud, donneront plutôt des femelles ; en périphérie, ce sera plutôt des mâles. Tout ceci nous laisse très perplexe, d'autant plus que le mécanisme d'action n'est pas encore bien connu. L'action de la température se superposerait au déterminisme génétique du sexe, en agissant dans le même sens ou parfois en sens inverse : certains individus se retrouvent avec un phénotype sexuel inversé par rapport à leur génotype ! Pour embrouiller un peu plus les esprits, d'autres auteurs ont même constaté que la différenciation histologique des gonades ne s'achevait qu'après l'éclosion (Claro, 1985)...

Le mécanisme biologique du déterminisme sexuel par la température est encore bien mystérieux et sa valeur adaptative l'est encore plus : quel(s) avantage(s) pour les tortues marines d'avoir un sex-ratio dépendant de la température ? Pourquoi ne pas imaginer que d'autres facteurs agissent sur le déterminisme sexuel (humidité, inclinaison, proximité de la mer d'où degré de salinité...) ? Et que penser du réchauffement progressif de la planète et de l'éventuel déséquilibre du sex-ratio qu'il engendrerait ? Davenport (1989) nous rassure : depuis plus de 100 millions d'années, les tortues marines nous ont montré qu'elles sont capables de s'adapter à des variations climatiques brutales et elles ont aisément survécu à la chaleur de l'ère tertiaire. Le réchauffement de la planète ne devrait pas déplaire à ces fans des Tropiques...

Mais revenons plutôt à nos moutons...

□ *Eclosion.*

Le museau du « bientôt né » doté d'un cal corné conique - l'« oviruptor », qui tombera après la naissance - déchire la membrane de l'œuf (Fretey, 1983). Puis, sans expérience préliminaire, le nouveau-né creuse le sable vers le haut du nid. C'est alors l'escalade le long de la chambre de cette masse frétilante de nouveau-nés : les premiers éclos montrent le chemin en forant le sable au dessus de leur tête, tandis que les plus tardifs, en suivant leurs frères, tamisent et tassent le sable parsemé de coquilles vides au fond de la chambre. Cette ascension en coopération le long de la colonne de sable, qui leur permet de maintenir une zone aérée au dessus, peut durer jusqu'à sept jours.

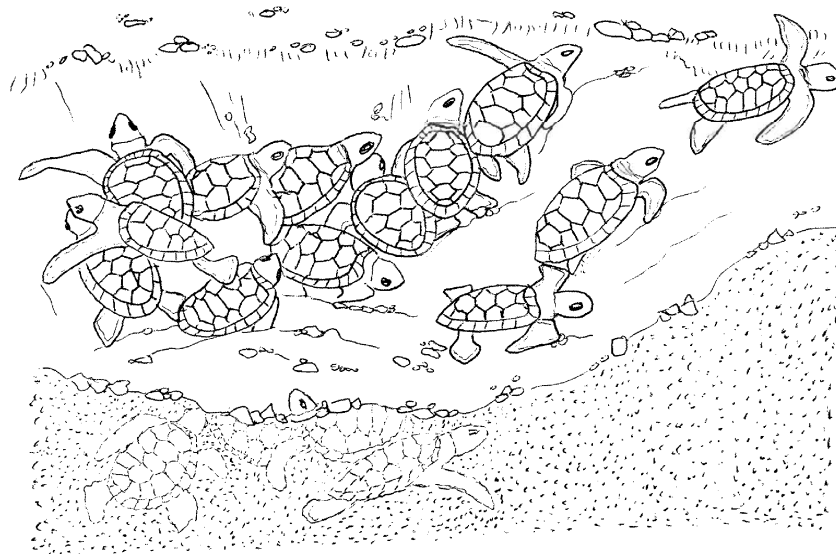


Fig. 16 : Emergence (dessin personnel).

Si la température de la couche supérieure du sable est excessivement élevée, les nouveau-nés sont inhibés et attendent que l'air se rafraîchisse (pendant la nuit ou pendant une journée pluvieuse, nuageuse ou plus froide) pour émerger¹ (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000 ; Mrosovsky, 1980).

□ *Emergence et descente à la mer.*

Une fois la surface atteinte, les nouveau-nés rejoignent immédiatement la mer, guidés au début par des repères visuels. Les stimuli leur permettant de reconnaître la direction de la mer ne sont pas tous élucidés. On pense qu'ils se dirigent vers le point de l'horizon le plus lumineux, et usuellement vers celui dont la longueur d'onde est la plus courte. Il semblerait aussi qu'ils fuient les objets et les horizons à « silhouettes » élevées (Frazier, 2000a). Mrosovsky (1970) démontre que les petites tortues imbriquées sont sensibles à toutes sortes de repères visuels. Mais ceci n'exclue pas le fait que d'autres stimuli non visuels pourraient intervenir, tels que le bruit des vagues ou l'inclinaison de la plage...

Cette descente à la mer se transforme souvent en descente aux enfers. La moindre embûche perturbe l'orientation du nouveau-né : une butte près du nid lui obstruant l'horizon, l'attraction par une zone de marécage dans laquelle il s'enlise, ou par la lumière de ce magnifique hôtel 5 étoiles qui ravit les touristes par sa plage privée sur laquelle viennent pondre des tortues... Sans oublier que les prédateurs aux aguets attendent patiemment cette proie facile : crabes, oiseaux marins, bernard-l'ermite, chiens pour les plus fréquents.

¹ Il semblerait aussi que le sable ne diffuse pas assez d'O₂ pour combler les demandes des nouveau-nés soudainement en grande activité. L'état quiescent serait aussi une conséquence de l'anoxie, et pas seulement d'une thermotaxie négative (Lutz & Musick, 1997).

III. 1. 4. Les premières années en haute mer.

□ *La nage frénétique.*

Les nouveau-nés se jettent dans le ressac, puis nagent avec frénésie vers le large en plongeant dans les vagues. Un nouveau problème d'orientation se pose. Il semble que pour s'éloigner du littoral, ils gardent la même direction que lorsqu'ils sont rentrés dans l'eau, même si l'angle par rapport aux vagues change¹. Une fois la zone des vagues dépassée, ils utiliseraient leur « compas » magnétique, de manière à garder le cap même au delà du seuil de visibilité de la terre et à s'orienter en surface comme en profondeur et de jour comme de nuit (Frazier, 2000a).

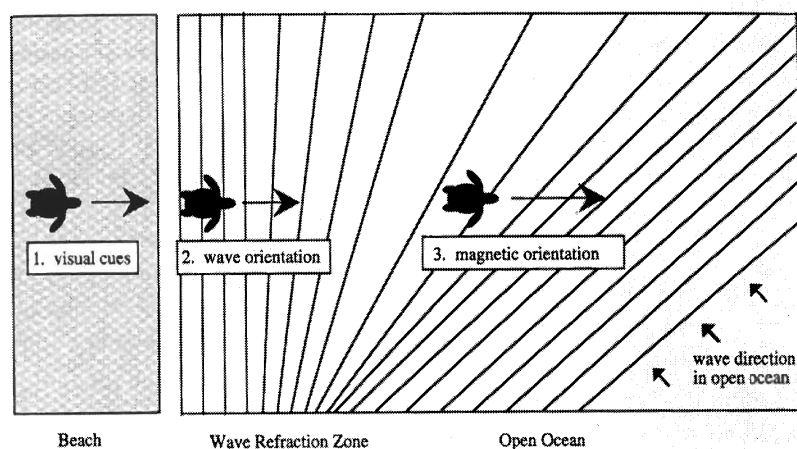


Fig. 17 : Diagramme résumant les repères d'orientation hypothétiques des nouveau-nés (d'après Lutz & Musick)

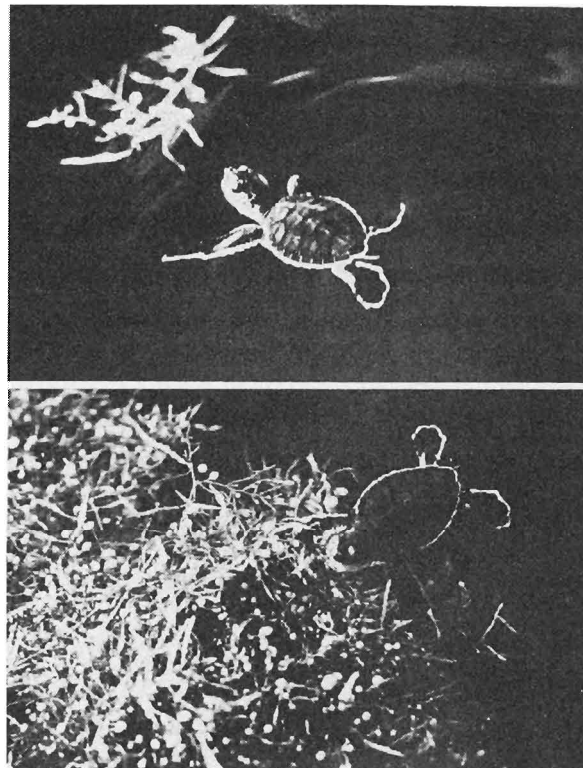
□ *Les années perdues, « the lost years ».*

Les petites tortues, d'un poids moyen de 25 grammes pour une longueur de 5 centimètres, survivent les premiers jours en consommant leurs dernières réserves vitellines, puis elles atteignent les courants océaniques. Dans la plupart des espèces, elles entament une migration pélagique passive de plusieurs années en se laissant dériver par ces courants. Elles s'accrochent à de la matière flottante (algues pour la plupart) qui s'accumule aux confluences des courants, et dont elles se nourrissent (Witham, 1980). Cette migration ne serait d'ailleurs pas si passive qu'elle n'en a l'air : la petite tortue utiliserait son compas magnétique et autres

¹ Frick (1976) démontre que des nouveau-nés relâchés directement dans la mer ont un comportement aberrant et sont complètement désorientés (nage en cercle, plongeon à trois mètres de profondeur...). Cette expérience met en exergue l'importance de la descente de la plage dans l'initiation du nouveau-né.

repères pour reconnaître les latitudes extrêmes et s'orienter de manière à rester dans les courants « chauds » favorables au développement et à la croissance (Lutz & Musick, 1997).

Ces « années perdues », ainsi nommées car très difficiles à étudier, n'ont été repérées que chez la tortue verte et la tortue caouanne. Chez la tortue imbriquée, les données sur cette phase du cycle ne sont que balbutiements, mais il semblerait que les petites tortues, de la même façon, mènent une vie pélagique et omnivore se dispersant dans différents bassins océaniques au gré des courants. Des observations éparses confirment pour l'instant les hypothèses. Certaines jeunes tortues imbriquées flottent passivement dans le Golfe du Mexique sur des fleurs de « bluegreen algae » *Trichodesmium*. Carr (dans Lutz & Musick, 1997) rapporte plusieurs cas de jeunes tortues de 5 à 6 cm flottant sur des radeaux de fortune faits de Sargasse¹. Sur quatre tortues juvéniles retrouvées échouées sur une plage de Floride, de larges quantités de *Sargassum spp.* ont été extraites du contenu digestif. En moindre quantité, ont aussi été trouvés d'autres algues, du bois, des fragments de coquilles, des œufs de poissons pélagiques, des crabes, des tunicates (Lutz & Musick, 1997). Ces observations confirment le caractère omnivore des tortues imbriquées juvéniles.



**Fig. 18 : Jeune tortue flottant sur de la sargasse
(dans Frick, 1976)**

¹ Algue brune fixée ou libre à thalle coriace (dictionnaire Hachette, 1991).

□ *Le retour des juvéniles.*

La dérive passive peut durer de deux à dix ans ou même plus. Une fois atteinte une longueur de carapace de 20-25 centimètres dans les Caraïbes ou bien de 30-35 centimètres en région Indo-Pacifique, les jeunes tortues imbriquées commencent à se montrer en rejoignant les récifs coralliens, dans ce qu'on appelle les « aires de nursery » (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000 ; Lutz & Musick, 1997). Elles élisent domicile dans ces aires benthiques où elles se nourrissent, se réfugient et prennent repos.

Cette transition d'un milieu de vie pélagique à un milieu benthique provoque un changement brutal dans les habitudes, et notamment le régime alimentaire. La tortue, qui jusque-là était herbivore, adopte son régime d'adulte : carnivore pour la tortue Caret.

On pense que, comme pour les autres tortues marines, les tortues imbriquées juvéniles font étape dans plusieurs « nursery » ou « aires de développement » jusqu'à leur maturité sexuelle (Frazier, 2000a).

III. 1. 5. L'âge adulte.

Une fois la maturité sexuelle atteinte, les tortues migrent vers leur aire de nidification. Par un phénomène d'imprégnation encore mal connu, elles peuvent parfois migrer sur des milliers de kilomètres pour venir pondre là où elles sont nées. Pendant toute la durée de la saison de ponte, elles résident à proximité des plages, de manière à pondre une moyenne de deux à six nids, chaque ponte étant espacée d'une quinzaine de jours.

A la fin de la saison de ponte, par une migration-retour, elles reviennent dans leur aire de « nourrissage » ("foraging area"). Elles continueront ces migrations toute leur vie : une vingtaine d'années au moins si la fatalité ne les rattrape pas avant. Mais elles ne se reproduisent pas chaque année : la période entre deux saisons de reproduction, appelée « intervalle de remigration » varie en fonction des espèces et des populations de un à neuf ans, ou même plus, pour les femelles. Les mâles se reproduisent plus fréquemment. Il faut noter que les tortues imbriquées ont longtemps été considérées comme des tortues sédentaires, or certaines preuves confirment leur faculté à migrer (nous y reviendrons en détail au chapitre I. 4. de la deuxième partie).

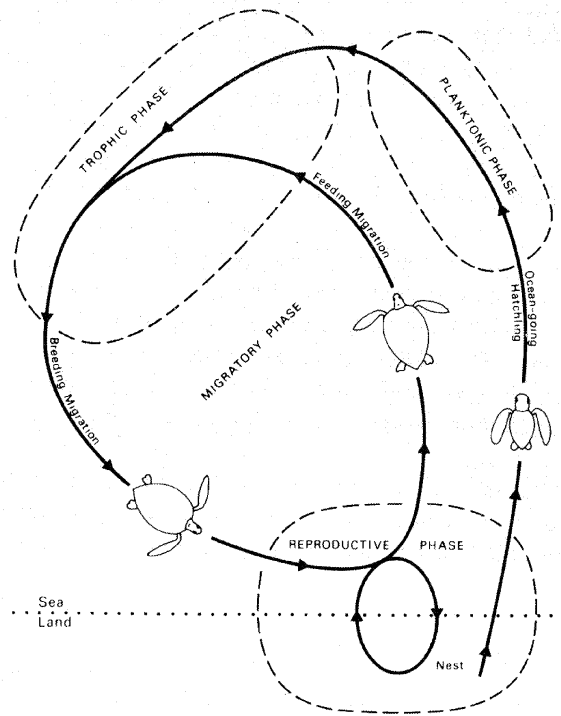


Fig. 19 : Différentes phases du cycle de vie d'une tortue marine (d'après Frazier, 1982b)

La vie de la tortue imbriquée dépend d'une grande variété d'environnements : plages, eaux d'océans pélagiques, eaux de récifs benthiques. Il est nécessaire de les prendre tous en compte pour assurer une protection efficace de l'espèce.

III. 2. Aires de vie - Répartition.

La tortue imbriquée est la plus tropicale des tortues marines : seules deux pontes ont été observées en Floride ; un individu a été retrouvé « égaré » dans les eaux de l'Océan Atlantique européen et quelques-uns en mer Méditerranée (Pritchard, 1979 ; Laurent & al, 1991).

Son habitat préféré est le récif corallien, mais on la trouve aussi au large de côtes dans des eaux peu profondes à fond rocheux, ou encore dans des criques bordées de mangroves. Il est probable que tout substrat sous-marin compact supportant divers organismes incrustés et pouvant faire office d'abris, pourrait se substituer au corail. Elle affectionne particulièrement les eaux peu profondes. Aucune étude précise n'a été réalisée sur la profondeur maximale. Selon Archie Carr (1966), on la trouve au large du Costa Rica dans des eaux de 30 mètres ; et selon Causey, elle serait plus abondante encore dans des eaux moins profondes (de moins de 5 mètres). Aux Seychelles, elle s'alimente plutôt dans des eaux de plus de 25 mètres, là où les coraux sont les plus prolifiques (Frazier, 1984). Il y aurait de toute façon une adaptation de la taille à la profondeur.

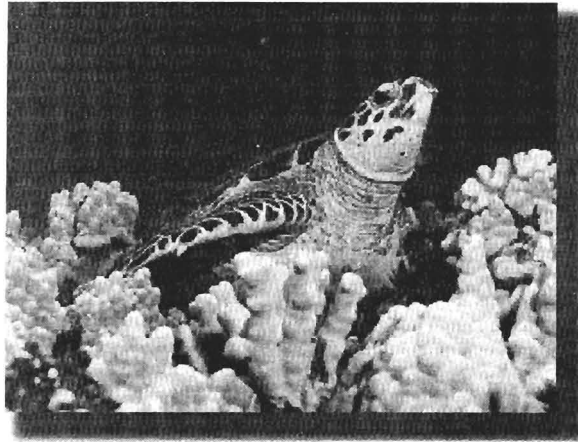


Fig. 20 : La tortue imbriquée dans son milieu de vie de prédilection : le récif corallien.
(<http://www.turtles.org/bjorndal.htm>)

Ses plages de ponte se situent sur des îles océaniques éloignées aux petites anses sableuses et rocheuses, ou parfois sur les littoraux des continents, toujours à des latitudes tropicales ou subtropicales. On peut dire que c'est une pondeuse opportuniste qui émerge à tout moment pendant une longue saison de ponte, sur une plage commode d'accès depuis son aire de nourrissage.

On la retrouve régulièrement dans les eaux et sur les plages de 82 « unités géopolitiques » et parfois dans 26 autres (Baillie et Groombridge, 1996). Les pontes ont lieu dans au moins 60 pays, même si dans la plupart les densités sont très faibles. Aucune colonie majeure n'a été recensée sur la côte est de l'Océan Atlantique, ni le long de la côte Pacifique d'Amérique du Nord, Centrale et du Sud, ou encore au centre de l'Océan Pacifique.

Mais partons plutôt pour un rapide tour du monde circum-tropical, afin d'apercevoir les quelques lieux privilégiés où la tortue Caret est présente.

Commençons par l'endroit où ces tortues sont le plus abondantes : les Caraïbes. Au large du continent, les eaux des Grandes et Petites Antilles en renferment une grande quantité, mais la densité reste faible, les pontes sporadiques et aucune colonie n'y est connue. On en trouve aussi aux Bermudes, aux Bahamas, à Cuba, occasionnellement dans le Canal de Floride et rarement dans le golfe du Mexique. Elles sont encore nombreuses au large de certaines îles éloignées de l'ouest des Caraïbes malgré une forte exploitation. Sur les côtes Caraïbes des pays d'Amérique centrale, on note quelques pontes au Costa Rica et au Nicaragua et la présence d'une colonie définitive au Panama (à Chiriqui). En suivant ainsi les côtes, les tortues sont apparemment exterminées en Colombie et au Venezuela. Au Guyana,

pendant les mois d'été (de juillet à début août), 1 à 2 tortues imbriquées viennent pondre chaque nuit, alors qu'en Guyane française, on ne dénombre pas plus de 5 tortues par saison venant se perdre entre les copines Luth dans cet habitat marginal fait d'eaux boueuses sans rocher ni corail.

Plus à l'est, de l'autre côté de l'Océan Atlantique, ces tortues sont connues sur les côtes d'Afrique de l'Ouest (précisément au Sénégal, Sierra Leone, Liberia, Ghana, Cameroun, Gabon et aux îles du Cap Vert) mais aucune étude n'a été entreprise.

Elles ont déjà été vues en mer Méditerranée mais elles n'y pondent pas (Laurent & al, 1991).

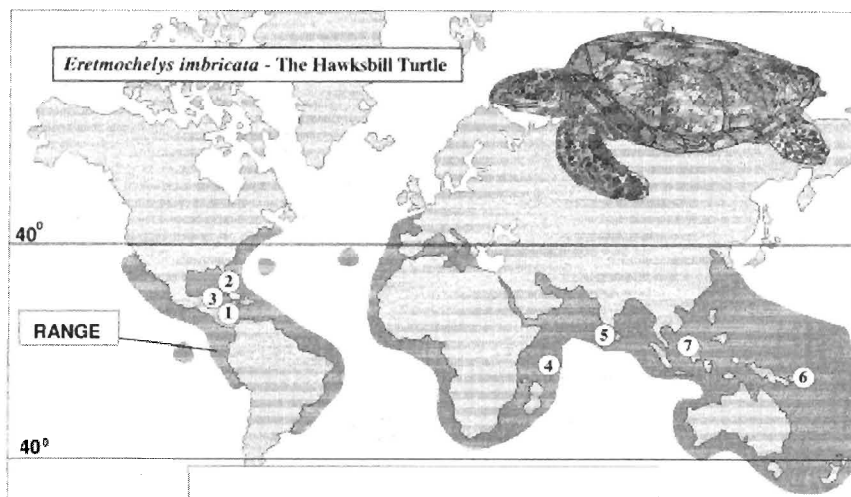
Survolons à présent l'Afrique pour plonger tout droit dans l'Océan Indien. Pour ceux qui ne supportent pas l'avion, empruntez le Canal de Suez et vous vous apercevrez que les tortues sont nombreuses au large de la péninsule arabique : mer Rouge, Golfe d'Aden et Golfe Persique ; alors qu'il n'y en a pas au Pakistan. Il semblerait que les populations des îles Socotra aient largement désespli. Mais le principal, c'est qu'il en reste aux Seychelles, une population plus abondante au large des îles granitiques que des îles coralliennes (nous y reviendrons largement dans la troisième partie). Très abondantes dans le canal du Mozambique, elles pondent sur les îles au large ou sur le continent. Aucune ponte n'a été observée à Madagascar à l'inverse des îles de l'archipel des Mascareignes à l'est.

Continuons notre périple vers l'est de l'Océan Indien pour rejoindre ensuite l'ouest de l'Océan Pacifique. La littérature est bien maigre au sujet des tortues imbriquées de ces régions ; pourtant il semble que les pontes y soient abondantes, notamment en Australie, Malaisie et Indonésie. La plage de ponte la plus importante selon Robert Bustard serait sur Long Island dans le détroit de Torres, au large du nord de l'Australie (dans Pritchard, 1979). Elles y pondent jour et nuit. En juillet 1972, 76 tortues ont émergé en 24 heures et plus de 210 ont pondu en 9 nuits. Le record est difficile à battre en effet.

Elles pondent sur diverses îles tropicales du Pacifique, sans qu'aucune colonie n'ait été identifiée. Elles y sont en fait largement distribuées mais peu nombreuses, sauf dans le district des îles Palau, Samoa et Fidji.

Quelques brasses nous permettent d'achever ce tour du monde par le Pacifique Est, dont la dernière étape est peu glorieuse : les tortues imbriquées sont rares aux îles Galápagos, une seule ponte a été observée à Hawaii. Sur les côtes Pacifique d'Amérique, on note

quelques pontes diffuses sur la pointe de la Californie, au Mexique, au Salvador et au Nicaragua.



Colonies :

1. Péninsule du Yucatan, Mexique et Panama.
2. Cuba et Caraïbes.
3. Belize.
4. Seychelles, BIOT, Comores.
5. Sri Lanka, Maldives.
6. Détroit de Torres, archipel des Louisiades, îles Soloman.
7. îles Sabah, Malaisie.

Carte 1 : Distribution générale de la tortue imbriquée dans le monde
(file:///A/EuroTurtle_identification.htm).

III. 3. Alimentation - Croissance.

III. 3. 1. Régime alimentaire.

Les régimes alimentaires sont adaptés au mode de vie : deux grandes périodes alimentaires sont discernables. Nous avons vu précédemment que les petites tortues étaient herbivores et parfois omnivores, se nourrissant de plancton ou seulement des algues leur servant de bouée pendant leurs années de dérive.

Puis vient la période de transition d'une vie pélagique à une vie benthique lorsque les juvéniles colonisent et prennent résidence dans les récifs. La tortue imbriquée adulte devient alors carnivore.

Les études concernant le rôle écologique de la tortue imbriquée dans les récifs coralliens sont insuffisantes, mais on peut affirmer qu'un rôle certain est joué par la haute spécialisation du régime alimentaire de cette tortue. Sa tête étroite, ses mâchoires se refermant en un angle très aigu et son cou allongé sont adaptés pour extraire de la nourriture des crevasses rocheuses. Quant à sa carapace très kératinisée, elle la protège des secousses contre les rochers et les têtes de corail (Carr, 1966).

Meylan (1988), après avoir étudié le contenu digestif de 61 tortues Caret provenant de 7 pays des Caraïbes, conclut que l'éponge est l'aliment prédominant chez l'adulte avec 95.3% de la matière sèche. Il émet une restriction pour les juvéniles - nous avons vu pourquoi - et sur les femelles gravides. Pour celles-ci, l'éponge n'est plus prédominante car le tube digestif contient une quantité importante de matériel calcaire qui semble être ingéré intentionnellement. Mises à part ces deux exceptions, il ne remarque pas de différences entre mâle et femelle, ni entre les différentes régions des Caraïbes.

Il remarque aussi que leur régime alimentaire se réduit à un petit nombre d'espèces. 98.9% de la matière sèche des éponges est représenté par seulement trois ordres des treize ordres de Desmosponges existants (*Astrophorida*, *Spirophorida*, *Hadromerida*). Or beaucoup de ces éponges (*Chondrilla mucula*, *Tethya actimia*, *Sphenciospongia vesparium*) sont réputées pour leur toxicité, même pour les poissons. Des extraits de *Suberites domuncula*, testés en laboratoire, provoquent des hémorragies mortelles chez les animaux de laboratoire et même sur certaines tortues. La relation avec les cas sporadiques d'intoxications humaines suite à l'ingestion de viande de tortue Caret a rapidement été faite...

Certaines éponges (*Geodia*, *Ancorina*, *Ecionemia*, *Placospongia*...) se défendent aussi très bien grâce à des spicules de silice coriaces, qui peuvent représenter plus de 67.1 % de leur matière sèche. On retrouve ces spicules sous une forme amorphe similaire au verre dans l'épithélium intestinal des tortues. Or aucune adaptation morphologique facilitant l'accrochage ou la digestion de ces débris n'a été identifiée chez la tortue imbriquée, tels qu'organe de compaction, modification des structures masticatoires, augmentation de la production de mucus que l'on trouve chez d'autres spongivores.

Cette étude a mis en évidence le particularisme et la haute spécialisation du régime de la tortue imbriquée. Elle est en fait le seul reptile spécialisé dans la consommation des éponges et fait partie des rares vertébrés spongivores (on en compte moins d'une douzaine, dont un petit nombre de poissons téléostéens évolués) capables de tolérer un régime si nocif.

Quelle en serait la signification écologique ? Les éponges sont des composants importants de la faune sous-marine et leur biomasse peut dépasser celle des coraux dans certains récifs. Or ce sont des compétiteurs agressifs pour l'espace, et les facteurs biotiques qui régulent les populations d'éponges sont bas : la prédation est très limitée par les défenses mécaniques (spicules) et chimiques (composés toxiques et nocifs). On comprend alors toute l'importance du régime des tortues imbriquées. Elles jouent un grand rôle sur la régénération et la diversité des récifs : directement par leur régime et indirectement en collaborant avec d'autres prédateurs moins puissants pour leur faciliter l'accès, grâce à leur puissantes

mâchoires, à divers organismes enfouis. Inversement, la tortue imbriquée est aussi très dépendante des récifs.

Pourtant la tortue semble plus omnivore en région Indo-Pacifique (Mortimer, Donnelly & Plotkin, 2000 ; Lutz & Musick, 1997). Elle peut se nourrir d'une plus large variété d'organismes présents dans les récifs :

- Ses mâchoires en forme de bec lui permettent de « brouter » des invertébrés attachés aux rochers, mais aussi d'éviter les corps mous de leur structure protectrice. Les éponges restent le mets dominant, auquel s'ajoutent cœlentérés (corail, méduse...), ectoproctes, échinodermes, mollusques gastropodes et bivalves, bernacles, crustacés, ascidies, poissons, hydroides, bryozoans, anémones de mer, céphalopodes, oursins, crabes...
- Son régime omnivore lui autorise la consommation de quelques substances végétales : algues, herbes marines, angiospermes marines (feuilles de *Thalassia* sp., *Halodula* sp.).
- Parfois la tortue se nourrit de débris végétaux terrestres tels que fruits, fleurs, écorces et bois de végétaux de mangroves.

Des études récentes menées aux Seychelles confirment toutefois la prépondérance des éponges et du corail mou dans le régime des tortues imbriquées « indiennes » (Mortimer dans Lutz & Musick, 1997).

III. 3. 2. Croissance.

Les taux de croissance sont estimés par capture, baguage et recapture.

Pour les immatures, les résultats sont très variables mais la croissance est globalement de plusieurs centimètres par an. Voici quelques facteurs de variation découverts :

- La croissance n'est pas monotone : elle est lente pour les petites classes d'âge (20-40 cm), puis atteint un maximum pour la classe moyenne (+/- 40 cm) et retombe par la suite (40-80 cm).
- Dans une même classe d'âge, les femelles croissent plus vite que les mâles.
- Les individus de petit format croissent généralement plus vite.
- On note des différences entre les régions : dans l'Océan Indien, des suivis réalisés au sud de la Grande Barrière de Corail (Australie) et dans l'Archipel de Chagos aboutissent à une croissance inférieure à trois centimètres par an. Aux Caraïbes, elle est supérieure à deux centimètres pour les classes d'âge les plus lentes et souvent supérieure à quatre centimètres par an pour la classe 30-40 cm.

On peut différencier deux types de facteurs de variation :

- Internes : nous venons de voir l'influence de l'âge, de la taille, du sexe, sans oublier celle du génotype.

- Externes : ils correspondent à l'environnement, tout ce qui concerne la température, la latitude, la quantité et la qualité de l'alimentation, la présence ou non de compétiteurs, de prédateurs, etc... Ces facteurs expliquent les différences de croissance selon les régions, et sont mis en évidence par le taux de croissance impressionnant de certaines tortues captives non soumises à ces contraintes.

Les mécanismes d'action précis de ces facteurs environnementaux et physiologiques sont encore inconnus.

Pour les adultes, les résultats sont très variables pour une même tortue en fonction de la précision de la mesure, c'est-à-dire de l'entraînement et de l'intérêt que les techniciens portent à la tâche (la méthode est détaillé au paragraphe III.2. de la troisième partie). Les résultats statistiques sont peu fiables car l'erreur standard des études est souvent supérieure à l'écart-type. Tout ce qui est sûr, c'est que la croissance des tortues matures est asymptotique, toujours très lente à la limite du détectable.



2^e partie

Conservation et Protection de la tortue imbriquée.



L'homme ouvre le ventre du Crocodile et recueille la Tortue

PLAN DETAILLE

I. QUELQUES ASPECTS de la BIOLOGIE des POPULATIONS et leurs IMPLICATIONS pour la CONSERVATION de la TORTUE IMBRIQUEE.....	66
I.1. Une espèce à maturité tardive et à longévité élevée.....	66
I.1.1. Age à maturité.....	66
I.1.2. Structure des âges.....	67
I.1.3. Renouvellement de la population.....	68
I.1.4. Survie / Mortalité.....	68
I.1.5. Conséquences pour la conservation.....	69
I. 2. Une espèce très prolifique.....	72
I.2.1. Paramètres de fécondité.....	72
I.2.2. Conséquence pour la conservation.....	74
I.3. Une espèce très fidèle.....	75
I.3.1. Territorialité.....	75
I.3.2. Conséquence pour la conservation.....	75
I.4. Des responsabilités partagées.....	75
I.4.1. Migrations.....	75
I.4.2. Conséquence pour la conservation.....	76
I.5. Une espèce « fragmentée ».....	76
I.5.1. Des résultats génétiques.....	76
I.5.2. Conséquence pour la conservation.....	77
II. La TORTUE IMBRIQUEE : une ESPECE MENACEE ?.....	78
II.1. Causes de mortalité « naturelles ».....	78
II.1.1. Prédateurs et prédation.....	78
II.1.2. Pathologies.....	80
II.1.2.1. Problèmes nutritionnels.....	80
II.1.2.2. Maladies bactériennes.....	81
II.1.2.3. Mycoses.....	82
II.1.2.4. Maladies virales.....	82
II.1.2.5. Fibropapillomatose.....	82
II.1.2.6. Parasitisme.....	84
II.1.2.7. Problèmes de santé liés à l'environnement.....	85
II.2. Mortalité associée aux activités humaines.....	85
II.2.1. Prédation directe par l'homme.....	85
II.2.2. Mortalité accidentelle.....	88
II.2.2.1. Mortalité des oeufs et des nouveau-nés.....	88
II.2.2.2. Mortalité des adultes.....	90

II.3. La vraie menace pour la tortue imbriquée : le commerce de l'écaille.....	94
II.3.1. Qu'est-ce que « l'Ecaille de tortue » ?.....	94
II.3.2. L'histoire du commerce.....	95
II.3.2.1. Le commerce dans l'antiquité.....	95
II.3.2.2. L'écaille en Occident.....	96
II.3.2.3. L'écaille en Orient.....	98
III. LEGISLATIONS et MESURES de PROTECTION de la TORTUE IMBRIQUEE.....	99
III.1. Instauration de législations internationales et de réglementations locales.....	99
III.1.1. La Liste Rouge.....	99
III.1.2. La Convention de Washington.....	100
III.1.2.1. Sa mise en place.....	100
III.1.2.2. Des résultats mitigés.....	102
III.1.2.3. Vers de meilleurs horizons ?.....	105
III.1.2.4. un horizon entaché de bien trop de nuages.....	105
III.1.3. Les autres réglementations.....	107
III.1.4. Considérations à prendre en compte pour une éventuelle reprise du commerce.....	109
III.2. Etat de santé des populations de tortue imbriquée. Justification de leur inscription sur la Liste Rouge des espèces menacées d'extinction.....	110
III.2.1. Préliminaires à l'évaluation du statut des populations.....	110
III.2.1.1. Estimation des populations.....	110
III.2.1.2. Estimation de la durée d'une génération.....	111
III.2.2. La tortue imbriquée mérite-t-elle encore tous ses « titres » ?.....	112
III.3. Protection et Conservation sur le terrain : moyens disponibles.....	115
III.3.1. Protection des aires de vie et de ponte.....	116
III.3.1.1. Protection des plages de ponte.....	116
III.3.1.2. Protection des aires d'alimentation et des habitats aquatiques.	
III.3.2. Protection des femelles en reproduction.....	117
III.3.3. Réduction du nombre de captures accidentelles.....	118
III.3.4. Gestion durable de la chasse à la tortue.....	120
III.3.5. Transplantation des œufs.....	121
III.3.5.1. Transplantation « locale ».....	122
III.3.5.2. Ecloserie artificielle.....	122
III.3.6. Etablissement de nouvelles plages de ponte par « imprégnation artificielle ».....	124
III.3.7. « Headstarting ».....	125
III.3.8. Ferme et Ranch d'élevage.....	127
III.3.8.1. Les arguments en faveur.....	128
III.3.8.2. Les arguments en défaveur.....	130
III.3.8.3. Qu'en pense la CITES ?.....	133
III.3.9. Conservation de tortues dans les zoos et les aquariums.....	134

La biologie de la tortue imbriquée ayant été abordée, nous sommes parés pour entrer dans le vif du sujet : la protection de cette espèce de tortue marine hautement menacée. Or il ressort de la première partie que la biologie de la tortue à écailles est encore bien mystérieuse mais déjà très complexe... ce qui nous fait présager d'une stratégie de conservation non moins difficile à envisager.

Le premier chapitre de cette partie met en exergue les particularités biologiques de l'espèce qui rendent toute leur spécificité aux principes de conservation. Les chapitres suivants font le point sur le statut des populations de tortues imbriquées : l'exploitation qu'elles ont subie, les menaces qui pèsent sur elles encore aujourd'hui, et les mesures de protection mises en place ou qui pourraient être envisagées. Bon voyage...

I. QUELQUES ASPECTS de la BIOLOGIE des POPULATIONS et LEURS IMPLICATIONS pour la CONSERVATION de la TORTUE IMBRIQUEE.

I. 1. Une espèce à maturité tardive et à longévité élevée.

Comme beaucoup d'autres animaux marins, les tortues marines font partie de ces espèces qualifiées de « long-maturing, long-lived » pour lesquels l'espérance de vie est très élevée en contrepartie d'une maturation très longue (Frazier, 2000a). Pourquoi les qualifier ainsi et quelle importance pour la conservation ? C'est ce que nous allons essayer d'expliquer ici.

I. 1. 1. Age à maturité.

On a bien peine à croire que la tortue nouveau-née de 5 centimètres que l'on voit se jeter frénétiquement à l'eau deviendra cette femelle de 90 centimètres qui retourne tranquillement à la mer après avoir pondu. Combien d'années s'écoulent avant que la tortue soit capable de se reproduire ? Comment évaluer l'âge de la maturité ?

Actuellement, aucune méthode pratique ne permet d'évaluer avec précision l'âge des tortues marines. Seule le marquage et les captures à répétition sur du long terme est une méthode fiable mais d'une réalisation pratique quasi-impossible. Des essais réalisés à Cuba sur des examens de gonades (considérant qu'un animal aux gonades matures, c'est-à-dire aux follicules ovariens élargis pour les femelles, est capable de se reproduire) ont démontré que tous les animaux de plus de 81 centimètres de longueur de carapace ont atteint leur maturité.

Facile ! Il suffit alors de connaître le taux de croissance pour déduire l'âge de la maturité... Malheureusement des études détaillées de structures gonadiques ont renversé le résultat précédent en mettant en évidence que certains individus aux gonades morphologiquement matures peuvent ne pas se reproduire pendant plusieurs années encore¹. Par expérience, on constate aussi que le critère de longueur de carapace n'est pas généralisable : même si la plupart des femelles reproductrices font plus de 75 centimètres, des femelles de 60 centimètres ou même moins ont été observées en ponte en divers endroits de la planète.

Revenons plutôt à la méthode de marquage et recapture. Des suivis à long terme de tortues imbriquées marquées dans la Grande Barrière de Corail en Australie montrent que les adultes sont vieux de plusieurs dizaines d'années (Limpus, 1992). D'autres résultats dans les Caraïbes (Boulon, 1994) ont été obtenus à partir d'extrapolation : en connaissant le taux de croissance, Boulon calcule le nombre d'années qu'il faut à un immature retrouvé en environnement benthique (d'une vingtaine de centimètres) pour atteindre sa taille adulte. Les résultats de 16.5 à 19.3 années peuvent être arrondis à une vingtaine d'années. Bien entendu, pour connaître précisément l'âge de la maturité, il faudrait ajouter à ce chiffre le nombre d'années écoulées entre le moment où le nouveau-né se jette à l'eau et le moment où la tortue immature revient au large des côtes : or cette période correspond à ces « années perdues » du cycle dont on ne connaît rien. Mortimer estime à près de 30 ans l'âge de la maturité pour les tortues d'Aldabra (aux Seychelles), et Limpus de 30 à 40 pour les australiennes (Meylan et Donnelly, 1999).

Chaloupka et Limpus (dans Frazier, 2000a) se mettent finalement d'accord par modélisation pour estimer l'âge de la maturité de **20 à 40 ans**... Même si le champ de manœuvre est encore large, il donne une idée sur la tardiveté de la maturité. (Nous parlions justement de biologie complexe et encore mystérieuse, en voici un bon exemple !)

I. 1. 2. Structure des âges.

La structure des âges a été étudiée dans deux populations de tortues imbriquées aux histoires complètement différentes.

- La population de tortues imbriquées de la Grande Barrière de Corail étudiées par Limpus (1992) peut être considérée comme une population « naturelle » car elle n'a jamais subi d'exploitation. On y trouve une majorité d'immatures avec en moyenne une seule tortue mature sur 109 capturées.

¹ Ceci n'est pas spécifique des tortues imbriquées, ni des tortues marines.

- La population du Parc National du Jaragua en République Dominicaine a, quant à elle, subi une intense exploitation illégale des adultes : on y trouve de même une forte concentration d'immatures, et à certains endroits l'absence totale d'adulte (Léon et Diez, 1999 dans Frazier, 2000a).

Ces deux populations aux situations différentes ont conservé une même structure des âges qui pourrait être généralisable : la **domination des immatures**. Mais attention aux conclusions trop hâtives. Connaissant les particularités écologiques des tortues marines, cette conclusion est à repenser en connaissance de cause. N'oublions pas par exemple la forte ségrégation des habitats et des aires d'alimentation entre immatures et adultes, qui a pu biaiser les expériences. D'autre part, les adultes de la Grande Barrière de Corail sont protégés mais peuvent aussi bien migrer dans des aires d'intense exploitation, ce qui fausserait toute l'explication. La concentration d'immatures ne serait que le fruit de l'exploitation intense des adultes, et non pas la structure des âges typique d'une population de tortue naturelle.

I. 1. 3. Renouvellement de la population.

Quelle difficulté pour obtenir de tels renseignements, connaissant le cycle de vie complexe des tortues, impliquant à chaque phase des conditions écologiques différentes ! Une étude à Jumby Bay, Antigua, (Richardson et al., 1999 dans Frazier, 2000a) estime cependant le taux annuel de nouvelles recrues de femelles reproductrices de 13.3 à 25.6 %, et le taux annuel de renouvellement de la population de femelles matures à 9%. Il ressort de cette étude ressort que moins d'un œuf sur 1000 parviendra à donner un adulte...

I. 1. 4. Survie/mortalité.

Peu de données sont disponibles sur la survie des tortues à écailles, et ces données sont limitées aux stades œufs et nouveau-nés au nid. En conditions naturelles, le succès d'éclosion (c'est à dire le pourcentage d'œufs qui survivent jusqu'à l'éclosion) est en moyenne supérieur à 80 % ; le succès d'émergence (c'est à dire le pourcentage d'œufs survivant jusqu'à l'émergence hors du nid) est à peine inférieur¹.

Une fois que les nouveau-nés ont émergé, le taux de mortalité est très élevé lors de la descente de la plage et des premières « brasses » dans l'eau. Des nouveau-nés relâchés depuis l'écloserie de Pulau Gulisaan en Malaisie, on estime que plus de 30% sont victimes de

¹ Il est intéressant de noter ici qu'en écloseries artificielles, ces indices sont généralement beaucoup plus bas.

prédateurs dans les 10 mètres autour de l'île (Pilcher et Ali, 1999 dans Frazier, 2000a). Une fois la zone des récifs riche en prédateurs dépassée, la mortalité est beaucoup moins élevée.

Au stade adulte, la seule étude nous permettant d'apprécier le taux de survie/mortalité est celle qui a été menée 11 années durant à Jumby Bay (Antigua), et qui a finalement abouti à une saturation du marquage : 100% des tortues ont été identifiées. Les pertes annuelles de femelles reproductrices à Jumby Bay ont été estimées à 6%, d'où un taux de survie relativement élevé de 0.94. Il a été estimé que pour qu'une population reste stable, il faut que les femelles, non seulement atteignent leur maturité sexuelle, mais il faut qu'elles se reproduisent pendant neuf ans au moins. Celles qui meurent trop tôt doivent être compensées par d'autres femelles se reproduisant pendant plus de neuf ans...et qui devraient donc atteindre la cinquantaine, voir plus.

Voici un récapitulatif des principales particularités biologiques mises en évidence dans les paragraphes précédents :

- Les tortues imbriquées sont des animaux hautement spécialisés, au cycle de vie complexe, comprenant plusieurs habitats. Elles dépendent donc d'une variété d'environnements.
- Les caractéristiques biologiques générales de l'espèce sont difficiles à établir, car très différentes d'une classe de taille et d'âge à l'autre, et en fonction du sexe et de la localisation géographique.
- Elles atteignent leur maturité sexuelle très tardivement, à l'âge d'au moins 20 ans, et probablement même 40 ou plus.
- Le taux de survie de l'adulte est de plus de 95%, prometteur d'une longue vie.
- Mais à peine un œuf sur 1000 atteindra l'âge adulte. Ce faible taux est compensé par un niveau élevé des paramètres de fécondité (voir paragraphe suivant).
- L'estimation du renouvellement des populations est complexe du fait de l'existence de plusieurs phases dans le cycle, mais semble relativement bas.

Ces caractéristiques sont la preuve que les tortues imbriquées sont des espèces « long maturing - long lived », à maturité sexuelle tardive et grande longévité. Quelles incidences pour la conservation ?

I. 1. 5. Conséquences pour la conservation.

- a- La maturité sexuelle tardive signifie qu'il existe dans une population donnée un grand nombre de générations d'immatrices (les immatures de 2 ans, de 3 ans,...., de 14 ans, de 15 ans, etc..). Une population présentant ce type de pyramide des âges

montre une bonne résistance à une forte mortalité, c'est-à-dire une bonne résistance à l'intense exploitation qui a été perpétrée pendant plusieurs années. Même si, à chaque saison, tous les reproducteurs sont éliminés, des immatures atteignant leur maturité leur succéderont l'année d'après, sans baisse apparente de la population venant pondre sur les plages.

- b- En contrepartie, cette forte résistance n'est que transitoire. Une fois les nouvelles générations épuisées, la population est alors complètement décimée. Et le phénomène s'inverse : il faudra attendre des dizaines et des dizaines d'années pour que la population se recompose à partir de quelques individus ressortissants.

La gestion de ces populations « à maturité sexuelle tardive et taux de survie des adultes élevé » est difficile car le délai pour détecter les impacts sur la population - qu'ils soient positifs ou négatifs - est long de plusieurs dizaines d'années. On ne repère pas assez tôt les symptômes d'une exploitation abusive, comme on ne repère pas instantanément les bénéfices de la protection, car les capacités de récupération de ces populations surexploitées sont très limitées. Mortimer (1995a) propose deux représentations schématiques simples permettant au grand public de prendre conscience de ces problèmes.

Le premier schéma représente une population surexploitée par une capture abusive des femelles en ponte, et nous montre comment la population est décimée de « haut en bas » en une vingtaine d'années d'exploitation.

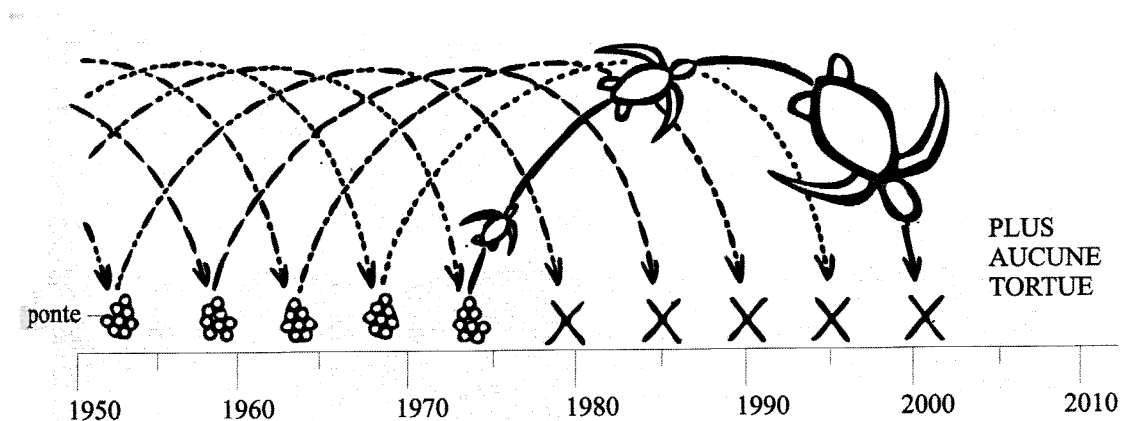


Fig. 22 : Représentation schématique du devenir d'une population de tortues marines après exploitation abusive des femelles en reproduction (d'après Mortimer, 1995).

Les tortues en reproduction sont massacrées à partir des années 1980, donc elles ne pondent plus. Pendant une vingtaine d'années, les tortues immatures (issues des œufs déposés avant 1980) renouvelleront la population d'adultes. On ne remarque pas de baisse apparente dans l'effectif des tortues... jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de renouvellement (génération des œufs qui auraient dû être pondus après 1980) : on assiste alors à un déclin brutal et dramatique dans l'effectif de la population.

Le deuxième schéma présente la situation inverse mais qui aboutit au même résultat : la collecte excessive des œufs aboutit à une décimation de la population, cette fois de « bas en haut » en 70 ans environ.

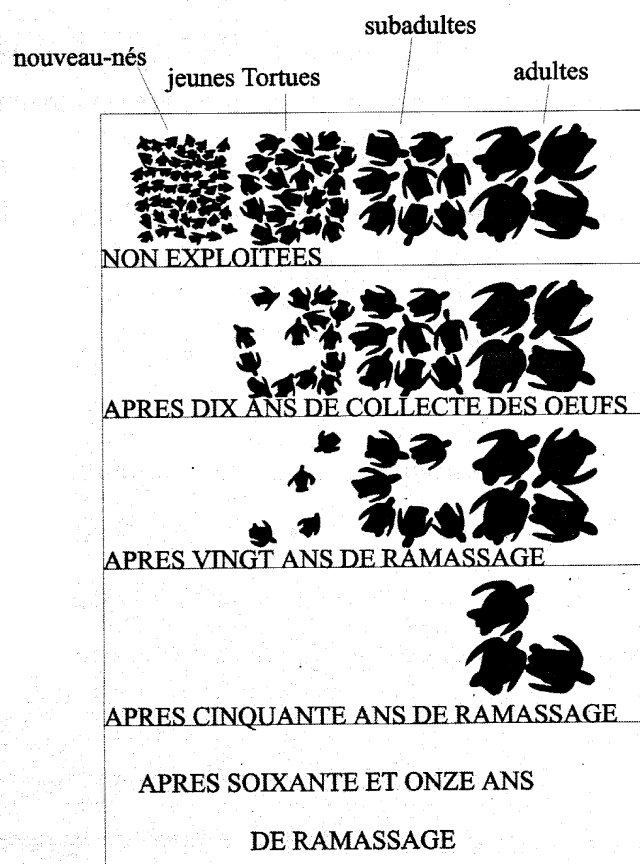


Fig. 23 :
Représentation schématique du devenir d'une population de tortues marines après collectes intensives des œufs (d'après Mortimer, 1995).

Au fur et à mesure que les décennies passent, les populations de nouveau-nés, puis de jeunes tortues, puis de tortues subadultes et enfin d'adultes sont décimées par le manque de renouvellement. L'effet des collectes d'œufs sur la population de femelles en reproduction n'est observable que 50 ans plus tard !

Les efforts de protection doivent donc être soutenus longtemps et patiemment pour obtenir un résultat visible et effectif.

- c- Le taux de survie élevé des adultes signifie qu'un seul individu se reproduira pendant de nombreuses saisons, c'est ce qu'on appelle l'*itéroparité*. Et c'est cette répétition de la reproduction qui permet de maintenir une population stable. Non seulement la forte proportion d'immatures est importante, mais il ne faut pas oublier l'importance de maintenir une large proportion d'adultes.
- d- A cela s'ajoute le poids de l'expérience sur les paramètres de reproduction. Une étude menée par Mortimer et Bresson (1999) sur l'île Cousin aux Seychelles démontre que les femelles expérimentées ont de meilleurs résultats de fécondité que les jeunes reproductrices, d'où l'importance de protéger cette partie de la population. Certains gouvernements, croyant bien faire, ont mis en place des quotas de taille au dessus de laquelle la tortue peut être exploitée, ceci de manière à conserver la jeunesse et le renouvellement de la population. C'est pourquoi il

faut insister sur l'importance primordiale de conserver aussi les « vieilles » générations.

Les tortues marines sont des espèces très vulnérables aux perturbations et notamment très sensibles aux activités humaines (que ce soit par la prédation directe, les captures accidentelles, la pollution ou les perturbations environnementales). La longévité accrue est un facteur de risque supplémentaire pour la tortue, qui a plus de chance d'être tuée avant d'atteindre sa maturité.

I. 2. Une espèce très prolifique.

I. 2. 1. Paramètres de fécondité.

Certains paramètres de reproduction sont décrits ici pour donner une idée au lecteur du niveau élevé du potentiel reproducteur des tortues marines. Malheureusement, les résultats des mesures de ces paramètres varient énormément en fonction des études car la collecte des données très aléatoires s'accompagne souvent de multiples erreurs. En voici tout de même un aperçu.

- *Taille de la couvée :*

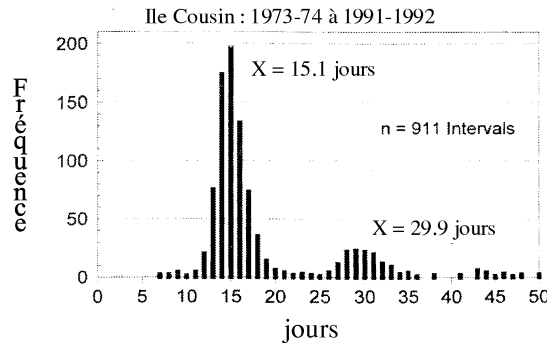
Ce paramètre a déjà été traité au paragraphe sur la ponte dans la première partie. Avec une moyenne de 130 œufs par couvée, la tortue imbriquée apparaît comme la plus prolifique des tortues marines.

Espèces	Nombre d'œufs par "couvée"	Poids des œufs (g)	Diamètre des œufs (mm)	Volume des œufs (cc)	Poids des nouveau-nés (g)
<i>Dermochelys coriacea</i>	81.5 (3.6) 12	75.9 (4.2) 4	53.4 (0.5) 9	79.7 (2.4) 9	44.4 (4.16) 5
<i>Chelonia mydas</i>	112.8 (3.7) 24	46.1 (1.6) 10	44.9 (0.7) 17	45.8 (1.2) 17	24.6 (0.91) 11
<i>Natator depressus</i>	52.8 (0.9) 6	51.4 (0.4) 3	51.5 (0.3) 6	70.8 (1.1) 6	39.3 (2.42) 3
<i>Lepidochelys kemp</i>	110.0 (—) 1	30.0 (—) 1	38.9 (—) 1	30.8 (—) 1	17.3 (—) 1
<i>Lepidochelys olivacea</i>	109.9 (1.8) 11	35.7 (—) 1	39.3 (0.4) 6	31.8 (1.1) 6	17 (—) 1
<i>Eretmochelys imbricata</i>	130.0 (1.8) 11	26.6 (0.9) 5	37.8 (0.5) 1	28.7 (1.3) 11	14.8 (0.61) 5
<i>Caretta caretta</i>	112.4 (2.2) 19	32.7 (2.8) 7	40.9 (0.4) 14	36.2 (1.1) 14	19.9 (0.68) 7

Tabl. 3 : Comparaison de quelques paramètres de reproduction entre les différentes espèces de tortues marines (d'après Lutz & Musick, 1997)

- *Intervalle entre pontes :*

Les tortues marines reviennent pondre plusieurs fois au cours d'une saison de ponte. L'intervalle généralement admis pour la tortue imbriquée est d'environ une quinzaine de jours entre chaque ponte dans une saison.

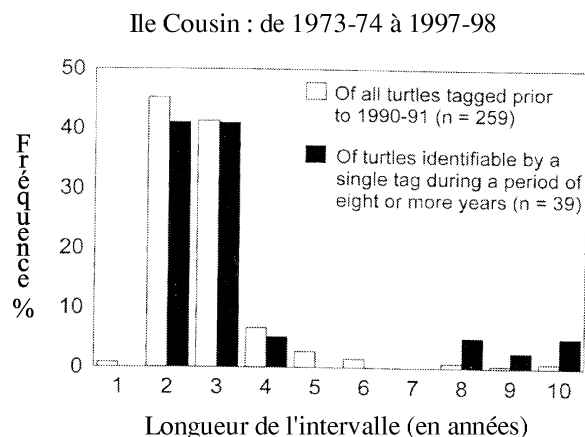


Graph. 3 : Intervalles enregistrés entre chaque émergence au cours d'une saison de ponte (d'après Mortimer & Bresson, 1999).

- *Nombre de pontes par saison :*

Le nombre de nids déposés par une tortue imbriquée au cours d'une saison de ponte varie de 1 à 8, mais se situe en moyenne entre 2 et 5 (Mortimer et Bresson, 1999). Si l'on se réfère à l'étude la plus méticuleuse réalisée sur cette espèce de tortue - c'est-à-dire sur la population de Jumby Bay, Antigua, pour laquelle après 11 ans de campagne de baguage, la saturation est atteinte - la moyenne est de 4.5 pontes par saison (Richardson et al., 1999 dans Frazier, 2000a).

- *Intervalle entre saisons de ponte (ou « remigration interval ») :*



Graph. 4 : Intervalles enregistrés entre chaque saison de ponte (d'après Mortimer & Bresson, 1999).

Les tortues marines ne pondent pas annuellement. D'après des études basées sur des recaptures d'individus bagués, les tortues imbriquées reviennent pondre tous les 2 à 4 ans. Mortimer et Bresson (1999) rapportent un cas extrême de retour à la ponte après 10 années d'absence !

Soulignons de nouveau tous les problèmes relatifs aux collectes de données. Les résultats, faussés par les pertes de bagues (Limpus, 1992) ou par un monitoring des plages de ponte insuffisant, sont souvent sous-estimés : il est plus facile de repérer les intervalles les plus courts. Pour la population de Jumby Bay (Antigua), la moyenne de l'intervalle entre saisons de ponte est de 2.69 ans. Ce paramètre reste très variable.

- *Temps de contribution à la reproduction :*

Pour la population de Jumby Bay (Antigua) on estime qu'une femelle se reproduit en moyenne pendant 8.1 années, sachant qu'elle ne se reproduit pas chaque année.

Maintenant que l'on connaît tous les paramètres de ponte, il est possible d'estimer la contribution à la reproduction d'une tortue imbriquée. En considérant qu'elle pond 5 nids par saison, des nids de 130 œufs en moyenne, et qu'elle pond tous les 2,69 ans pendant 8.1 ans, une femelle pondrait au total une moyenne de 3108 œufs (Richardson et al. dans Frazier, 2000a).

Un facteur n'est cependant pas pris en compte dans le calcul précédent : l'effet d'expérience démontré pour les tortues de l'île Cousin aux Seychelles (Mortimer et Bresson, 1999). Le nombre de nids déposés par saison augmente avec l'âge, au moins entre la première et la deuxième saison de ponte. On suppose aussi que le succès de la nidation doit bénéficier de cette expérience (meilleur emplacement des nids, etc...).

I. 2. 2. Conséquence pour la conservation.

La tortue imbriquée se situe parmi les espèces les plus prolifiques. Attention ! Cette haute prolificité ne peut justifier une intense exploitation. Nous avons vu au paragraphe précédent que cela ne signifiait en aucun cas que les tortues aient une résistance éternelle à l'exploitation. Gardons à l'esprit qu'un seul œuf sur 1000 atteindra l'âge adulte : la forte capacité de reproduction est une adaptation pour compenser les nombreuses pertes. C'est un indice de plus pour considérer les tortues imbriquées parmi les espèces à maturité retard et longévité importante. De nombreux modèles de population, utilisés avec succès pour déduire les méthodes de gestion adaptées à des espèces prolifiques, ne s'appliquent pas pour ces espèces.

I. 3. Une espèce très fidèle.

I. 3. 1. Territorialité.

Cela fait déjà plusieurs décennies que les tortues imbriquées sont considérées comme des espèces philopatriques (Frazier, 1984). Des expériences récentes de délocalisation ont confirmé cette intuition : des individus capturés dans la Grande Barrière de Corail (Australie), et déplacés, sont retrouvés quelques temps après sur le même récif où ils ont été capturés (Limpus, 1992). Nietschmann (dans Pritchard, 1979) au Nicaragua constate aussi la fidélité des tortues en observant qu'un immature, relâché à plusieurs reprises à 12.9 kilomètres de son site de capture, revient toujours sur la même tête de corail du même récif.

Quant aux femelles en saison de ponte, elles semblent fidèles à leur site de ponte d'une année sur l'autre, et prennent temporairement résidence dans des eaux peu profondes, à moins de trois kilomètres au large des plages. Une fois leur saison terminée, elles retournent dans leur « récif de résidence » habituel.

Les études génétiques ne font que confirmer cette fidélité (voir paragraphe correspondant).

I. 3. 2. Conséquences pour la conservation.

Cette haute fidélité au site mérite une protection à long terme des zones fortement colonisées par des populations de tortues. Mais le problème est que la tortue prend résidence dans de multiples aires pendant son cycle de vie complexe. Ne serait-ce que pour le stade « immature », plusieurs habitats de développement ou « nursery » se succèdent. Puis lors de la phase de reproduction, il faut protéger routes migratoires, plages de pontes et aires de résidence entre les pontes. Tout un programme !

I. 4. Des responsabilités partagées.

I. 4. 1. Migrations.

La tortue imbriquée a longtemps été considérée comme l'espèce la moins migratrice, la seule tortue marine aux extrémités légèrement rétractiles favorisant la sédentarité (Pritchard, 1979). Bustard la décrit en 1979 comme une espèce « sessile » ou encore

« provinciale » qui pond sur les plages adjacentes aux récifs qu'elle habite. En fait, peu d'efforts avaient été menés jusqu'alors pour étudier la migration de cette espèce : étant donné le peu de tortues imbriquées baguées, il était peu probable de constater des migrations entre pays grâce à des « retours de bagues » (« tag return »).

Des études récentes, menées à divers endroits, montrent que certains individus au moins sont capables de longues migrations (Meylan, 1982a ; Parmenter, 1983). Certaines tortues imbriquées des Caraïbes migrent fréquemment sur des milliers de kilomètres, alors que d'autres semblent ne pas s'éloigner de leurs eaux cubaines. On note quelques cas sporadiques de traversée de l'océan Atlantique depuis la côte brésilienne où des campagnes de baguage sont largement menées depuis 1980 : une tortue est retrouvée en 1990 à Dakar à 2735 kilomètres du lieu de marquage ; une autre baguée en 1994 au Brésil est retrouvée en 1999 à 4669 kilomètres de là, au Gabon (Bellini & al., 2000). Nietschmann (dans Carr et Stancyk, 1975) donne un indice sur la vitesse de migration : une femelle baguée le 22 juin 1972 au Nicaragua est retrouvée en ponte le 14 novembre de la même année à 496 kilomètres de là, près de la Jamaïque.

Manifestement, les données recueillies sont encore largement insuffisantes pour tirer une quelconque conclusion sur le comportement migratoire de la tortue imbriquée. Mais ces quelques anecdotes prouvent que les migrations de l'espèce ne sont pas exclues, et qu'elles sont à prendre en compte dans la stratégie de conservation.

I. 4. 2. Conséquence pour la conservation.

Les tortues à écailles migrent à travers les frontières en traversant les eaux territoriales de différents pays. Nombreux sont les états qui ont des droits, mais aussi des devoirs envers ces populations. Les populations de tortues imbriquées sont pour ces états des ressources partagées : entreprendre leur conservation exige une coopération internationale pour une efficacité optimale.

I. 5. Une espèce « fragmentée ».

I. 5. 1. Des résultats génétiques.

Plusieurs études génétiques analysant des échantillons d'ADN mitochondrial de différentes populations de tortues imbriquées de la planète (Caraïbes, Australie, Japon, etc..) aboutissent aux mêmes résultats. Chaque population au niveau des sites de reproduction

(« nesting population ») est génétiquement distincte et indépendante - c'est-à-dire un haplotype au moins lui est propre - et ceci quelle que soit la distance géographique entre populations. La circulation des gènes est minimale entre les souches ; taille et composition d'une population sont probablement peu influencées par l'immigration de tortues extérieures.

Par contre, au niveau des aires d'alimentation (« feeding ground »), les études génétiques témoignent d'un rassemblement d'individus de plusieurs souches. Ce mélange de population n'est pas un fait nouveau, puisque déjà connu depuis fort longtemps pour les autres espèces de tortues marines, et même pour d'autres espèces d'animaux marins. Mais la composition de ces mélanges de population (donc de ces mélanges d'haplotypes) est imprévisible, car elle varie en fonction des lieux, des années et même des saisons.

Voici une anecdote de Carr (dans Carr & Stancyk, 1975) datant des années 1970, illustrant parfaitement une des applications pratiques qui ressort de ces isollements de populations reproductrices. Dans le détroit de Torres, au nord de l'Australie, une quarantaine d'îles accueillent chaque année des colonies fidèles de tortues à écailles. Pour profiter du marché de l'« écaille de tortue » florissant vers le Japon, les autochtones ont mis en place localement une centaine de petites fermes d'élevage. La collecte des œufs pour chaque ferme, respectant grosso modo la ségrégation des populations sur chaque île, les jeunes tortues écloses artificiellement avaient tendance à être homogènes dans les lots, au niveau des motifs et de la pigmentation de la carapace, comparés aux lots des îles voisines. Ce fait était si frappant que les acheteurs japonais se déplaçaient jusque dans les fermes pour choisir les lignées à sélectionner. Ces différences de couleur n'étaient autres que la traduction phénotypique des caractéristiques génétiques des populations. Ces micro évolutions confirmeraient les hypothèses supputant que les femelles en nidation sont fidèles à leur plage natale.

I. 5. 2. Conséquence pour la conservation.

En ce qui concerne la stratégie de conservation, cet isolement reproductif nous oblige à considérer chaque population de tortue imbriquée comme une entité unique à laquelle convient un système de gestion particulier. Une population décimée aura fort peu de chance d'être recolonisée par d'autres tortues venant d'autres colonies, ou peut-être seulement après une longue période.

Mais cette gestion, déjà difficile à entreprendre puisque spécifique à chaque population, se complique par le fait que les populations ne sont discernables qu'au niveau des sites de reproduction. Le reste du temps, les individus de ces populations disséminent pour s'en aller vivre dans différents récifs, cohabitant avec des individus de populations distinctes.

Adapter une stratégie de conservation à une population est déjà bien complexe. Comment faire pour adapter cette stratégie à une population non discernable géographiquement, mais seulement génétiquement ? La meilleure méthode dans ce cas consiste à appliquer à toutes les populations les principes de gestion dont le lot le plus vulnérable a besoin.

Mais alors, en quoi les tortues imbriquées sont-elles vulnérables ?

II. La TORTUE IMBRIQUEE : une ESPECE MENACEE ?

On ne croit pas si bien dire... La tortue imbriquée est bel et bien une espèce hautement menacée, qui souffre encore aujourd'hui du long « génocide » qu'elle a enduré. La si bien nommée « tortue à écailles » a probablement subi l'exploitation « animale » la plus longue et la plus soutenue de toute l'histoire de l'humanité. L'écaille de tortue, ce premier « plastique » de l'humanité, n'a pas cessé d'être exploitée depuis l'antiquité jusqu'à devenir aujourd'hui un produit de luxe à forte valeur commerciale.

Mais ce « massacre pour l'écaille » n'est pas la seule épée de Damoclès qui pèse sur l'espèce. Les paragraphes suivants sont une description des menaces directes et indirectes qui assombrissent le destin de ces tortues marines.

II. 1. Causes de mortalité « naturelle ».

« Naturelle » signifie ici « non lié à l'homme ». Mais l'usage des guillemets vise à souligner l'inexactitude des termes... car dans cette nature gouvernée par *Homo sapiens sapiens*, qu'est-ce qui n'est pas lié - au moins indirectement - à l'activité humaine ? Que ce soit par la perturbation des chaînes alimentaires qui provoque la multiplication des prédateurs des tortues, ou par la pollution, qui favorise certains dysfonctionnements organiques et le développement de maladies, on ne discerne plus très bien les causes de mortalité naturelles de celles liées aux activités humaines.

II. 1. 1. Prédateurs et prédation.

La prédation est supposée importante mais les observations restent rares. Son incidence est élevée sur les stades œufs et nouveau-nés, ou tout ou moins on la remarque plus facilement sur ces stades « terrestres » aisément observables. Les prédateurs sont aussi multiples que variés : des insectes (fourmis, larves...) aux mammifères (rat, raton laveur,

mangouste, chien domestique et autres animaux fouisseurs), en passant par les crabes (*Ocypode spp.* et *Caenobita spp.*), les lézards (*Varanus sp.*) et les oiseaux marins (corbeau *Corvus albus*, ibis *Threskiornis aethiopica* et râle *Dryolimnas cuvieri aldabranus*) (Frith, 1975).

Sur les plages où la prédation est démesurée, les prédateurs mis en cause sont généralement des espèces introduites par l'homme (chiens, chats, cochons...) ou des espèces dont les populations sont artificiellement élevées suite à des conditions créées par l'homme : ceci concerne les espèces commensales de l'homme (rats, ratons laveurs, vautours...) ou les espèces pour lesquelles l'homme a éliminé les prédateurs naturels (Mortimer, 1999).



Fig. 24 : Prédation d'une petite tortue par un chien en Guyane (d'après Fretey & Frenay, 1980).

A l'arrivée dans l'eau, la prédation est intense dans les trente mètres au large de la plage, et c'est avec frénésie que le nouveau-né fuit cette zone riche en poissons (barracuda *Sphyraera barracuda*, bonites *Seriola rivoliana*, aiguilles *Tylosaurus sp.*, ou encore carangues *Caranx ignobilis*) pour atteindre le calme de la haute mer.

Au stade adulte, la survie de la tortue est bien entendu garantie par la protection de sa carapace. Mais on retrouve communément sur les plages des tortues blessées à leurs extrémités ou même marquées de coups de dents sur la carapace. Les deux redoutables prédateurs sont le requin tigre (*Galeocerdo cuvieri*) et le requin « bull » (*Carcharhinus leucas*). Mais le prédateur le plus coriace pour ces tortues adultes n'est autre que l'homme.

II. 1. 2. Pathologies.

Une grande variété de problèmes de santé affecte les tortues marines. Certaines pathologies, comme le parasitisme, touchent aussi bien les populations sauvages que les tortues d'élevage. D'autres affections, comme les déficits nutritionnels, sont le résultat d'une captivité prolongée. L'objectif de ce paragraphe n'étant pas de détailler les maladies « artificielles » qui n'apparaissent qu'en captivité, elles seront juste mentionnées. Les problèmes affectant les populations sauvages seront quant à eux plus développés. Le classement des affections est étiologique (Lutz & Musick, 1997).

II. 1. 2. 1. Problèmes nutritionnels :

- *Malnutrition.* Les tortues captives souffrent très souvent de malnutrition. L'origine de ces problèmes nutritionnels peut être soit une ration alimentaire déséquilibrée, soit un état de santé (maladie chronique, parasitisme, stress, blessure...) dégradé par les conditions d'élevage (surpeuplement, hygiène de l'eau...) qui les empêcherait de s'alimenter correctement. Le principal symptôme est la perte de poids associée à une atrophie musculaire. A l'inverse, les tortues marines sauvages, qui arrivent à satisfaire leurs besoins nutritionnels correctement, ne montrent généralement aucun signe de déficience nutritionnelle. Cependant, cet état cachectique peut s'observer chez quelques individus sauvages malades qui ne s'alimentent plus : l'affection majeure provoquant cet état de dénutrition est l'obstruction intestinale occasionnée par les sacs plastiques accidentellement avalés par les tortues.
- *Maladie métabolique osseuse.* Cette maladie métabolique ne concerne que les tortues captives dont le régime alimentaire contient un déficit en Ca et un excès de P. Le Ca de la matrice osseuse est alors mobilisé d'où déminéralisation de l'os et fracture. Plus que lors d'un déficit en Ca dans la ration, la maladie peut apparaître lors d'un défaut d'exposition aux UV ou lors d'un défaut d'apport en vitamine D₃, tous deux nécessaires à l'absorption intestinale du Ca.
- *Carence en fer.* Les tortues captives carencées en fer ont une anémie : elles sont apathiques, elles flottent à la surface et s'hyperventilent car le transport d'oxygène fait défaut.

II. 1. 2. 2. Maladies bactériennes :

L'incidence des maladies bactériennes dans les populations sauvages est faible : la résistance du tégument associée à la compétence du système immunitaire minimise les chances pour la bactérie de coloniser les tissus. Les lésions dermiques et l'aspiration d'eau de mer sont les deux principales voies d'entrée de la bactérie qui provoque respectivement abcès et pneumonie, avant de se disséminer éventuellement dans le sang et de créer des foyers d'infections secondaires.

Bien au contraire, les infections bactériennes sont très répandues en élevage : de larges populations de bactéries s'accumulent dans les circuits d'eau, et les tortues confinées se blessent très facilement, ce qui augmente les chances de pénétrations bactériennes¹.

- *Infections cutanées.* Très répandues chez les tortues en captivité, les infections cutanées ont été largement décrites dans la littérature : dermatite focale érosive, maladie cutanée ulcéralive à l'origine de septicémie, dermatite papillaire, etc...
- *Syndrome « stomatite ulcéralive / Rhinite obstructive / Pneumonie ».* Ce syndrome est à l'origine d'une forte mortalité des tortues nouveau-nés et juvéniles en élevage. Débutant par un simple bouchon caséux dans une narine, le syndrome s'étend ensuite au pharynx, à la bouche, et parfois jusque dans les poumons. Plusieurs agents pathogènes ont été isolés des tortues atteintes (*Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas hydrophila*, et *Flavobacterium* sp.).
- *Chlamydie.* L'infection par *Chlamydomphila psittaci* est rare chez les reptiles, mais se retrouve chez certaines tortues d'élevage.
- *Infections mycobactériennes.* De rares cas de tuberculoses ont été observés sur des tortues sauvages. Deux agents étiologiques ont été isolés : *Mycobacterium avium* qui se transmettrait par voie aérienne, et *Mycobacterium marinum* présent dans l'eau de mer.
- *Encéphalites bactériennes.* *Corynebacterium* sp. serait l'agent pathogène à l'origine d'encéphalites multifocales affectant des tortues sauvages juvéniles. Flottant passivement ou carrément échouée sur la plage, la tortue atteinte ne présente pas de signe clinique à

¹ Les bactéries les plus communément retrouvées dans les lésions sont : *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio alginolyticus*, *Escherichia coli*, *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Proteus* sp., *Pseudomonas* sp., *Salmonella* sp., *Mycobacterium* sp., *Edwardsiella* sp., *Arizona* sp., et *Flavobacterium* sp.

première vue. A la manipulation, on note des spasmes des nageoires et une hyperflexion du cou. L'analyse sanguine révèle une élévation des taux de cellules blanches et de créatinine kinase. A l'autopsie, de multiples zones hémorragiques et nécrotiques sont visibles dans le cerveau et les méninges, ainsi que des nodules caséux. Le pronostic est sombre.

II. 1. 2. 3. Mycoses :

Le mode de vie solitaire des tortues sauvages les rend moins vulnérables aux infections mycosiques. A l'inverse, le surpeuplement des élevages favorise la dissémination des champignons. On distingue :

- les mycoses superficielles ou dermiques : elles sont provoquées par une multitude d'agents, avec en tête *Aspergillus*. Leur incidence est réduite si renouvellement et amélioration de la qualité de l'eau sont assurés.
- les mycoses profondes ou systémiques : essentiellement pulmonaires, les mycoses se développent plus rarement dans le foie ou dans la cavité cœlomique. Les tortues infectées flottent ou nagent avec un côté plus bas que l'autre à cause du déséquilibre pulmonaire que la mycose induit. Parmi les agents mycosiques, on retrouve : *Paecilomyces* sp., *Sporotrichum* sp., *Scolecobasidium* sp. et *Cladosporium* sp.

II. 1. 2. 4. Infections virales :

Seules deux infections virales à herpès virus sont connues et toucheraient particulièrement les jeunes tortues en captivité :

- *Maladie respiratoire à herpès virus*. La tortue atteinte présente une conjonctivite, une trachéite, et une broncho-pneumonie.
- « *Maladie des tâches grises* ». Favorisée par le stress, cette maladie se révèle sous plusieurs formes : soit la tortue malade meurt brutalement sans symptôme, soit elle présente des symptômes cutanés (de la simple papule - pustule à des plaques nécrotiques étendues à bords surélevés). Le pronostic est sombre ; mais si la tortue s'en sort, elle est alors immunisée à vie.

II. 1. 2. 5. Fibropapillomes :

La fibropapillomatose cutanée est une maladie épizootique majeure touchant une variété d'espèces de tortues marines (tortue verte, tortue olivâtre, tortue imbriquée, tortue à

dossier plate). D'abord décrite en 1938 sur des tortues vertes de Floride, elle est maintenant largement cosmopolite et affecte aussi bien les tortues sauvages que captives.

- *Epidémiologie.* Le taux d'incidence dans les populations est très variable (de 0 à 92% des tortues). Il semblerait que la fréquence de la maladie augmente dans les populations résidant près des côtes largement "humanisées", dans des eaux peu renouvelées. Les individus de 40 à 90 centimètres de longueur de carapace et pesant de 10 à 30 kilogrammes sont les plus atteints.
- *Pathologie.* Trois types de lésions sont observables : fibromes, papillomes et fibropapillomes. Leur nombre et leur taille (de 0.1 à 30 centimètres) sont variables ainsi que leurs caractéristiques : lisses ou ulcérés, sessiles ou pédonculés, cutanés ou systémiques. Les tumeurs prolifèrent avant tout sur la conjonctive, le cou, le menton, les nageoires, la base de la queue, les zones inguinales et axillaires ; mais parfois elles s'attaquent aux organes internes (poumons, foie, intestins et reins). Ces tumeurs bénignes sont une menace pour la tortue à partir du moment où leur taille et leur localisation interfèrent avec la locomotion, la vision, la respiration, ou avec la physiologie des organes internes atteints (obstruction intestinale, pneumonie, etc...).

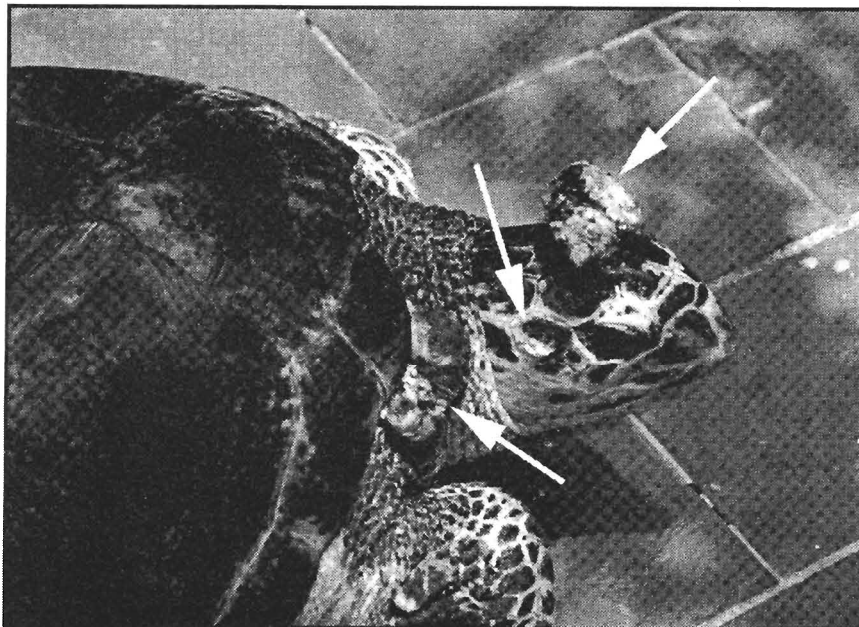


Fig. 25 : Fibropapillomes sur une tortue imbriquée
(d'après D'Amato & Moares-Neto, 2000)

- *Etiologie.* Des études sérologiques et histologiques suggèrent une infection des cellules par un papillomavirus ou par un herpès virus. Une multitude de facteurs environnementaux semble impliquée dans la pathogénie de la fibropapillomatose : certains de ces facteurs pourraient être l'agent étiologique primaire (infections bactériennes, radiation, sangsues, polluants chimiques, etc...).
- *Traitement ?* Aucun traitement n'est vraiment efficace. Le traitement est symptomatique et chirurgical.

II. 1. 2. 6. Parasitisme :

Une grande variété de parasites infestent les tortues marines et ces infestations débilitent énormément la tortue à terme.

Ectoparasites :

- Les sangsues (*Ozobranchus branchiatus* et *O. margoi*) s'accrochent en grand nombre principalement sur les zones axillaires et inguinales, autour des yeux, de la bouche et du cloaque. Non seulement le prélèvement sanguin affaiblit la tortue qui s'anémie, mais les sangsues sont des agents de transmission de différentes maladies. La méthode la plus efficace pour débarrasser la tortue de ces parasites est de la baigner 90 minutes dans de l'eau fraîche.
- Les bernacles colonisent largement les tortues imbriquées. Leurs actions pathogènes se résument à : amplifier le stress de la tortue, augmenter sa surface de drague, et endommager peau et carapace favorisant alors les contaminations bactériennes et fongiques.

Endoparasites :

Les effets délétères sur la tortue sont causés avant tout par les formes immatures des parasites.

- Les protozoaires : des infestations par des amibes mais surtout par des coccidies sont décrites. *Cryospora cheloniae* est à l'origine de sévères entérites ulcéraives, aussi bien chez les tortues sauvages que captives.
- Les helminthes : de nombreuses infestations par des trématodes et des nématodes sont décrites dans la littérature, mais aucune infestation par des cestodes.

- Les tortues sont très contaminées par les douves qui ont un effet pathogène mineur. Par contre, les spirorhides¹ sont très pathogènes et très ubiquistes : on les retrouve chez des tortues captives ou sauvages de différentes espèces un peu partout dans le monde. Les parasites adultes résident dans le cœur et les vaisseaux sanguins occasionnant vascularite et épaissement des parois. Leurs œufs disséminent dans tout le corps, et on retrouve des granulomes dans le cerveau, les poumons, le foie, les reins et les intestins.
- De nombreux nématodes résident dans les intestins des tortues marines ; malgré l'entérite hémorragique qu'ils peuvent occasionner, leur importance clinique est réduite. La plupart sont des ascarides : *Sulascaris sulcata* est un parasite cosmopolite infestant plusieurs espèces de tortues.

II. 1. 2. 7. Problèmes de santé liés à l'environnement.

On distingue les problèmes « naturels » des problèmes « anthropogéniques » : ces derniers sont détaillés dans le paragraphe suivant qui traite des causes de mortalité liées aux activités humaines (étrangement, ingestion de débris, pollution chimique).

- *Lésions traumatiques.* Largement occasionnées par les prédateurs (oiseaux, poissons ou requins), les blessures vont de la simple abrasion à la perte d'une nageoire.
- *Hypothermie.* Au delà d'une certaine température, l'organisme de la tortue ne fonctionne plus. A 10°C, la tortue surgit brusquement à la surface et flotte passivement ; en dessous de 5 à 6°C, elle meurt. Les populations résidant au large des côtes sont les plus exposées à ce genre de menace car la température de l'eau varie brutalement dans les eaux peu profondes.

II. 2. Mortalité associée aux activités humaines.

II. 2. 1. Prédation directe par l'homme.



¹ *Haplotrema, Learedius, Carettacola et Neospororchis.*

Depuis que l'homme peuple la terre, il a utilisé -non sans excès- cette admirable ressource si facile à capturer qu'est la tortue marine. Les tortues marines sont à l'origine de nombreux produits à forte valeur économique qui sont détaillés ci-dessous. Mais la rédaction de ce chapitre pose un problème de conjugaison : peut-on parler de l'exploitation des tortues marines par l'homme au passé ? Ce serait plus que souhaitable. Si l'on ne tient compte que des textes de législation sur la protection des tortues, l'exploitation humaine de cette ressource si fragile semble bel et bien terminée. Mais si l'on jette un coup d'œil sur ce qui se passe sur le terrain, aïe ! Que de mauvaises surprises... Soyons réalistes et conservons le temps présent pour décrire cette exploitation.

• *Viande*

La matière première la plus évidente qu'offrent les tortues est bien sûr la viande. Quel régal pour les pêcheurs condamnés au régime de poissons à perpétuité de pouvoir s'offrir de temps à autre un bon steak de viande rouge ! Dans l'histoire de l'humanité la chair de toutes les espèces a déjà fait office de source protéinée, mais leur valeur n'est certainement pas égale.

En tête de file, la tortue verte est reconnue mondialement pour la finesse de sa chair, ce qui lui a valu une sévère et interminable exploitation. Les fins gourmets reconnaissent toutefois des saveurs de chair différentes en fonction des populations donc en fonction du régime alimentaire. Le cartilage de la tortue verte immature (« calipee » ou « calipash »), principal ingrédient de la « soupe de tortue », a longtemps fait l'objet d'un commerce intense au même titre que l'écaille de la tortue imbriquée.

Au niveau gustatif, la tortue imbriquée ne se place qu'en deuxième position après la tortue verte. Sa chair est pourtant préférée à celle de la tortue verte chez certains autochtones des Caraïbes (Cato et al., 1978). Mais nombreuses sont les personnes refusant de consommer cette viande « impure », qui a été à l'origine de quelques cas fatals d'empoisonnements humains. Son degré de comestibilité variable s'expliquerait par la présence dans la chair de toxines d'éponges parfaitement tolérées par la tortue mais pas par son consommateur. 28% des empoisonnés en meurent¹.

¹ Les symptômes les plus communément décrits sont (Mortimer, 1984) : diarrhée et vomissements sévères ; sensation de chaud dans l'abdomen et de froid aux extrémités ; bouche, gorge et langue enflammées et recouvertes d'un enduit blanchâtre ; difficulté à avaler et à respirer ; forte fièvre et frissons ; pelade ; polyurie avec urine foncée ; vertige, vision brouillée, maux de tête, fatigue et coma...

Date	Lieu	Nb de cas	Morts	Espèce de tortue
1697	Windward Is., Caribbean	2	0	Hawksbill
1840	Colombo, Sri Lanka	28	18	Spp?
1888	Sri Lanka	12	12	Hawksbill
1912	Queensland, Australia	1	0	Hawksbill
1917	Philippines	33	14	Spp?
1921	Sri Lanka	24	7	Hawksbill
1933	Netherland Indies	2	1	Spp?
1935	New Guinea	100	9	Hawksbill
1935	West Java	4	1	Spp?
1939	Taiwan	57	7	Spp?
1949	Gilbert Islands	"a group"	5	Hawksbill
1954	Philippines	14	14	Hawksbill
1954	New Guinea	6	2	Hawksbill
1956	Solomon Islands	2 +	2 +	Hawksbill
1961	Kerala, India	130	18	Hawksbill
1965	Papua New Guinea	5	5	Spp?
1966-68	Japan	4	0	Hawksbill
1974	Papua New Guinea	21	3	Hawksbill
		450 +	118 +	

Tabl. 4 :
Episodes connus
d'empoisonnements
par de la viande de
tortue
(d'après Mortimer,
1984).

Quant à la chair moins savoureuse des « *Ridleys* » (tortue de Kemp et tortue olivâtre), elle ne se consomme qu'après transformation (saucisse de Francfort au Mexique (!), et même aliment pour animaux domestiques).

Quand des alternatives sont possibles, la chair des tortues caouannes et à dossière plate est considérée comme inadaptée à la consommation humaine, alors qu'aucun cas d'empoisonnement n'a été rapporté. La tortue luth est consommée de temps en temps, mais sa viande très huileuse et odorante reste peu prisée.

• *Oeufs*

L'œuf de tortue marine est une denrée très facile à se procurer. Non seulement il est apprécié mondialement pour son apport nutritif protéiné, mais il est aussi recherché pour certaines propriétés dont il serait doté : effet aphrodisiaque et autres valeurs médicinales. La collecte des œufs est maintenant interdite dans beaucoup de pays mais les lois sont loin d'être respectées, notamment en Asie du Sud Est, où l'exploitation des tortues se résume souvent à cette « simple » collecte. Il n'est pas rare de trouver des œufs de tortue imbriquée sur les marchés locaux d'Indonésie (Bonin & al., 1996), à des prix considérablement plus haut que ceux des œufs de poule.



Fig. 26 :
Cuisson d'oeufs
de tortue luth en
Guyane
(photo de Fretey
dans Maigret &
Richardot, 1995).

- *Huile*

Les ressources des tortues sont vraiment illimitées... Voici que dans certaines régions elles sont aussi utilisées pour fabriquer de l'huile. Cette huile n'a heureusement jamais emprunté les routes du commerce international : les autochtones l'utilisent plutôt localement comme matière première pour la fabrication de cosmétiques ou encore pour la cuisine.

- *Cuir*

Chaussures, ceintures, porte-monnaie... Une vogue récente pour le cuir de tortue a considérablement accru la pression de l'exploitation. Dans son rapport sur « l'utilisation et le commerce des produits de tortues marines » datant de 1978, Cato explique que le commerce du cuir de tortue olivâtre, acheté à bon prix par le Japon et par certains pays européens, est le gagne pain de plusieurs centaines de mexicains ; pour faire face à la forte demande, ces derniers ont créé la plus grande pêcherie de tortue du monde dans les eaux Pacifiques. Et pourtant, quel gaspillage ! On ne recueille sur une tortue que deux pièces de cuir de taille modérée : une pièce correspond à la peau des nageoires antérieures et du cou, et l'autre, encore plus petite, correspond aux nageoires postérieures et à la queue.

- *Écaille*

Œufs, chair, foie, huile, cartilage, cuir... Mais que reste-t-il à exploiter ? La carapace bien sûr ! La tortue imbriquée devient la ligne de mire. Alors qu'elle n'a subi qu'une légère exploitation non ciblée pour tous les produits suscités, la cause principale de son déclin est le massacre incessant dont elle a fait l'objet pour ses écailles. Un paragraphe entier est consacré à l'« écaille de tortue » et à son commerce au II. 3.

L'utilisation des tortues à des fins alimentaires est somme toute incontournable et « normale », lorsqu'elle est menée sans excès par les populations autochtones. Mais elle n'est malheureusement pas la seule cause de décès des tortues marines.

II. 2. 2. Mortalité « accidentelle ».

II. 2. 2. 1. Mortalité des œufs et nouveau-nés.

- *Erosion et accrétion des plages*

Ces phénomènes naturels ou provoqués par l'homme sont responsables d'une forte mortalité (Hirth & Ogren, 1990). Lors d'érosion ou d'extraction « forcée » de sable, des nids

sont emportés, des murs de sable se forment et gênent l'accès des plages aux tortues venant y pondre (cf photo 1). Quant au phénomène d'accrétion, naturel par dépôt sédimentaire ou « forcé » lors de l'entretien des plages et d'apport de sable, il entraîne des modifications de la nidification (sélection du site, creusement, température d'incubation, échange gazeux, moisissures, succès d'éclosion et d'émergence...), car le sable transféré reste plus dur pendant plusieurs années.

- *Plages « blindées »*

L'aménagement du littoral va de pair avec la construction d'infrastructures visant à protéger les installations touristiques coûteuses : murs de front de mer, revêtements, jetées... Outre le fait qu'elles perturbent les phénomènes d'érosion et d'accrétion naturels, ces structures barrent l'accès des plages aux tortues qui retournent derechef à la mer ou finissent par pondre en deçà des infrastructures en abandonnant leurs nids vulnérables à la force des vagues (cf photo 2). Ces infrastructures sont aussi à l'origine de l'accumulation de déchets et autres pollutions en aval, tant d'obstacles supplémentaires à vaincre lors de l'ascension et de la descente de la plage par les adultes et les nouveau-nés.

Dans l'optique de la conservation des tortues marines, l'essor de l'aménagement côtier est un problème actuel majeur dans beaucoup de pays tropicaux, en pleine expansion économique liée au tourisme. Non seulement il détruit les plages de ponte, mais il crée d'autres nuisances plus sournoises mais tout aussi néfastes pour les tortues. Les voici :

- *Lumières artificielles*

L'effet des lumières artificielles (lumières d'hôtel, de voirie, et autres...) a été plus étudié chez la tortue verte, chez qui on constate une désorientation des nouveau-nés à l'émergence. L'horizon de la mer n'étant plus le plus lumineux, les nouveau-nés s'orientent vers cette lumière artificielle en empruntant la voie inverse de celle qui mène au large. Cette désorientation est souvent fatale : ils s'exposent davantage aux prédateurs, ou meurent par dessiccation coincés dans quelques débris, ou encore écrasés sur une route... Ce phénomène dramatique a aussi été observé pour les petites tortues imbriquées : Philibiosan (1975) relate l'histoire de nouveau-nés de cette espèce attirés par la lumière d'un stadium, en plein match de base-ball !

Les feus de camp sont aussi très meurtriers (Mortimer, 1988) : par leur lumière, ils attirent les nouveau-nés qui se brûlent sur les braises.

- *Présence humaine*

De même que les lumières artificielles, la présence humaine accrue sur le littoral fait fuir les femelles. Les touristes avec leurs activités nocturnes bruyantes sont les premiers concernés, mais ce facteur ne doit pas être négligé lors des patrouilles de scientifiques en quête de quelques tortues à baguer. Il faut toujours rester discret et éviter éclairages et nuisances sonores intempestifs, sinon on risque de rentrer bredouille.

Les équipements des plages (chaises longues, bungalow, parasol, douche, bateau, vélo...) sont autant d'obstacles à l'ascension pour les adultes et à la descente pour les nouveau-nés (photo 3 et 5).

- « *Dérapage* » sur la plage...

Sur certaines plages il est encore autorisé, tout au moins pas encore interdit, de rouler en voiture. Cela favorise malheureusement l'érosion, compacte le sable au dessus des nids, et les traces de pneu constituent un véritable piège pour les nouveau-nés (cf photo 3). L'action des râtaux manuels ou mécaniques (donc de lourdes machines) utilisés pour nettoyer les plages n'est pas anodine sur les nids.

- *Végétation non adaptée*

La réimplantation d'une végétation non adaptée, comme le pin australien en Floride, n'est pas sans risque. Certaines plantations envahissantes forment des zones impénétrables aux tortues, et l'épanouissement racinaire peut coincer les nouveau-nés en émergence.

La tortue imbriquée, cette pondreuse discrète et « clandestine », attirée par les plages isolées et escarpées, serait logiquement peu affectée par ces perturbations humaines. Mais les photos prouvent que ces menaces existent même sur les plages les plus sauvages des Seychelles.

II. 2. 2. 2. Mortalités des tortues juvéniles et adultes.

- *Pêche à la crevette*

La pêche à la crevette est la cause majeure de mortalité des tortues marines adultes et subadultes (Hirth & Ogren, 1990). Les tortues nageant ou « broutant » au fond de la mer sont emportées dans le grand filet en forme d'entonnoir que remorque le chalutier pour canaliser les crevettes. Un grand nombre de tortues est capturé de cette manière, mais elles ne meurent pas systématiquement : leur survie dépend en fait du temps de remorquage. En deçà de 60



Photo 1 :
Erosion naturelle
sur la plage
d'Anse St José
sur l'île Curieuse,
(Seychelles).



Photo 2 :
Tortue imbriquée
émergeant sur une
plage de Mahé
(Seychelles) et
coincée par un
parapet de route...
Elle retournera à
l'eau sans avoir
pondu.

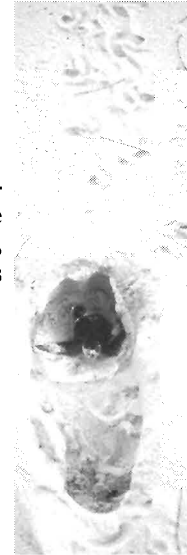


Photo 4 :
Tortue imbriquée en
retour de ponte sur
Grand'Anse (île
Curieuse, Seychelles)
coincée par une
barrière de corail à
marée basse.

Photo 5 :
Tortue imbriquée
essayant de creuser un
nid entre bidons d'essence
et bouteilles en plastique...
sur une plage sauvage des
Seychelles (Grand'Anse,
île Curieuse).



Photo 3 :
Tortue imbriquée nouveau-
né descendant la plage de
Grand'Anse (île Curieuse,
Seychelles)... coincée dans
une empreinte de pied !



minutes, la mortalité est quasiment nulle car la tortue peut survivre aisément en utilisant ses réserves d'oxygène. Mais le délai d'une heure avant la noyade est souvent rabaisé car la tortue se débat et tombe rapidement dans un état comateux¹. La tortue comateuse perd tous ses réflexes et peut n'exprimer aucun signe respiratoire pendant plus d'une heure. L'acide lactique atteint des valeurs de 40 mM ; 24 heures sont alors nécessaires pour revenir à des valeurs normales. De ces tortues comateuses que certains pêcheurs bien intentionnés relâchent directement à la mer, on ignore le destin, mais on peut raisonnablement penser qu'elles sont condamnées. Même si elles arrivent à « ressusciter », les suites des blessures internes invisibles (comme lors d'une station prolongée sur le dos) leur sont fatales. Street (dans Hirth & Ogren, 1987) remarque que le nombre de tortues échouées sur les plages de Caroline du Nord augmente considérablement pendant la saison de pêche : 86% des 545 tortues retrouvées mortes sur les plages entre 1980 et 1986 se sont échouées pendant les mois d'ouverture de la pêche.

Les estimations sur la mortalité induite par la pêche à la crevette sont déjà bien élevées, et pourtant elles ne prennent en compte que les tortues bel et bien noyées lors du remorquage. Si l'on ajoute à ces chiffres le nombre de tortues comateuses au sombre destin, les chiffres atteignent un plafond terrifiant.

- *Autres types de pêches*

Les tortues sont aussi vulnérables aux autres techniques de pêche. Non seulement la pêche passive par trappe, filet et longue ligne n'est pas anodine, mais les débris de matériel de pêche perdus à la dérive sont encore plus dangereux : ils causeraient 68% des enchevêtrements. La mortalité serait d'un dixième moins importante que la mortalité record obtenue par la pêche à la crevette, mais les données sont ici encore plus difficile à obtenir. Comment estimer le nombre de tortues blessées par une simple constriction entraînant une nécrose ou encore le nombre de tortues étranglées, noyées ou affamées par un simple accrochage avec une ligne à la dérive ? Même si les tortues vertes et les tortues luths sont plus enclines à « tricoter » les cordes de bouée ou les lignes entortillées sur les récifs, la tortue imbriquée n'échappe pas à ce genre de menace.

¹ Par une consommation accrue d'oxygène, les stocks baissent rapidement et on assiste à des changements internes : augmentation du dioxyde de carbone, stress, acidose métabolique sévère et coma.

- *Collision par bateau*

Les régions les plus meurtrières sont les zones de haut trafic plaisancier. On estime à 400 par an les collisions fatales le long du Golfe du Mexique et sur la côte Atlantique des Etats-Unis (Hirth & Ogren, 1990).

- *Plate-forme pétrolière*

Même si le lien de cause à effet est difficile à certifier, les explosions provoquées lors du déplacement des plates-formes pétrolières augmenteraient le nombre de tortues, de dauphins (*Tursiops truncatus*) et de divers poissons échoués sur les plages du Texas. Or des observations aériennes et sous-marines montrent qu'une quantité relativement élevée de tortues avoisine ces plates-formes. Que peuvent-elles y trouver ? La seule explication valable à ce jour est que les plates-formes faciliteraient l'accès à la nourriture pour les tortues. Mais l'incidence de ces explosions n'en est que plus augmentée par la densité élevée du voisinage.

Plus généralement, toute explosion sous-marine est source de mortalité. Les conséquences des essais militaires ne sont pas non plus insignifiantes. Paradoxal ! Car c'est dans les zones militaires que les tortues sont le mieux protégées de l'exploitation humaine...

- *Centrale nucléaire*

Les tortues sont parfois entraînées dans les conduites d'eau de refroidissement pour les réacteurs des centrales nucléaires installées sur le littoral. Le site de Ste Lucie en Floride est équipé de filets et une dizaine de tortues se noient chaque année. L'incidence de chaque usine est très variable en fonction de sa position par rapport aux courants et aux routes migratoires.

- *Pollution/Toxicologie*

Les dosages de polluants dans les tissus hépatiques et rénaux ainsi que dans les œufs de tortue confirment une contamination importante par des composés organochlorés, des métaux lourds (Al, Ar, Cd, Cu, Fe, Me, Se, Zn), des hydrocarbures et des radio nucléides. Cette bio accumulation est d'autant plus marquée et néfaste chez les tortues que leur espérance de vie est longue. Jusqu'à présent, peu d'études ont été menées pour mettre en évidence de possibles conséquences pathologiques sur la santé des tortues. Chez les mammifères marins, on sait que l'exposition chronique à une pollution chimique (industrielle comme agricole) occasionne une immuno-suppression. Si tel est le cas chez les tortues

marines, et il y a de fortes chances, les fibropapillomes, couramment associés à une infection virale, s'exprimeraient plus aisément face à un système immunitaire affaibli.

Les tortues marines sont particulièrement sensibles à la pollution par l'huile et le pétrole. Leur mode respiratoire leur imposant de remonter en surface, là où la couche polluante flotte, elles en prennent plein les narines. En 1983, 180 tortues imbriquées ont été décimées par une nappe de pétrole répandue au large des îles Jara et Karan (Arabie Saoudite) (Lutz & Musick, 1997).

Pour finir, voici quelques mots sur l'incontournable pollution « matérielle » par des déchets non biodégradables (cf photo 5). 24 000 tonnes de plastiques sont rejetées chaque année dans l'océan (sous forme de sacs, filets et lignes plastiques, ballons, bouteilles, préservatifs, polystyrène, etc...) et ces déchets provoquent la mort de 1 à 2 millions d'oiseaux et de plus de 100.000 mammifères et tortues marines qui les ingèrent ou s'y enchevêtrent. La tortue luth est la cible principale mais non exclusive, de ces déchets car elle ingère volontiers des sacs plastiques qu'elle confond avec les méduses, principal aliment de son régime. Les tortues juvéniles sont aussi très vulnérables car les déchets s'accumulent dans les courants où elles sont en croissance. Les conséquences de l'ingestion sont dramatiques : la tortue meurt des suites d'une malnutrition ou d'une occlusion intestinale. Si elle ne meurt pas, la récupération est longue : le relargage toxique de polychlorobiphényles du plastique occasionne des dommages tissulaires, fragilise la coquille des œufs et cause des comportements aberrants.

Récapitulons...

La source de mortalité la plus importante pour les œufs et les nouveau-nés est la prédation, sachant que l'abondance des prédateurs fait généralement suite aux perturbations des chaînes alimentaires engendrées par l'homme. Viennent ensuite dans l'ordre d'incidence décroissante : l'aménagement des côtes, la collecte des œufs, le trafic de voitures sur les plages et les lumières artificielles.

Quant aux tortues juvéniles et adultes, la pêche à la crevette dans les zones côtières est très meurtrière, suivie de loin par toutes les autres types de pêche et par l'enchevêtrement dans des déchets marins.

II. 3. La vraie menace pour les tortues imbriquées : le commerce de l'écaïlle.

L'écaïlle de tortue, symbole d'élégance et de luxe dans de nombreuses cultures depuis des temps immémoriaux, au même titre que l'or, l'ivoire, la corne de rhinocéros et les pierres précieuses, est un des objets de commerce le plus ancien. Le marché de l'écaïlle n'a jamais cessé jusqu'au 20^e siècle, date à laquelle l'arrivée du plastique a quelque peu soulagé ce commerce barbare. Mais la demande persiste sur les marchés du Japon depuis les années 1960-70 ainsi que dans quelques régions tropicales touristiques (Caraïbes, Seychelles...).

II. 3. 1. Qu'est-ce que l' « écaïlle de tortue »¹ ?

L'écaïlle, qui correspond anatomiquement à l'épiderme fortement kératinisé de la carapace, est extraite de la carapace de la tortue imbriquée. Recherchée pour son "design", sa solidité et sa facilité de modelage, elle a servi à la fabrication de multiples objets. Une fois chauffée et assouplie, elle peut être pressée, soudée et modelée en n'importe quelle forme, taille, épaisseur. Qui ne se rappelle pas avoir vu, sans vraiment y prêter attention, un meuble incrusté, un manche d'éventail, un peigne ou encore des montures de lunettes faits d'une matière translucide richement tachetée de jaune or et de brun noisette ? Espérons que ce n'étaient que des imitations !

L'extraction des écaïlles sur la tortue se fait par application de chaleur : la tortue morte peut être immergée dans de l'eau bouillante, ou plus généralement placée au-dessus d'un feu. Une autre technique employée dans les Caraïbes consistait à enterrer la carapace dans le sol pendant une dizaine de jours, jusqu'au moment où les écaïlles se délogent d'elles-mêmes. Certains expérimentateurs ont même tenté d'extraire les écaïlles sur la tortue vivante suspendue au dessus d'un lit de braise. Cette technique cruelle était employée, non pas par pitié pour la tortue, mais plutôt dans l'espoir que l'écaïlle se reforme avec le temps sur la carapace mise à nue. Cette théorie n'est d'ailleurs pas fausse : si l'épithélium malpighien n'est pas endommagé, la tortue peut générer une autre écaïlle (Ernst & Barbour, 1979). Mais l'écaïlle de « seconde génération » ainsi obtenue est d'une moindre qualité, réduite à un seul écusson d'épaisseur limitée. La pratique barbare ne s'est donc pas généralisée.

¹ Le terme anglais « tortoiseshell » et non « turtleshell » vient sans doute du fait que l'aspect de l'écaïlle, transparente et tachetée rappelle certaines carapaces de tortues terrestres.

Avec une tortue imbriquée de bonne taille on obtient 1.5 à 2 kilogrammes d'écaille. En fonction de leur position, les écailles n'ont pas toutes le même "design", ni la même valeur commerciale :

- Les 13 écailles dorsales imbriquées comme des ardoises (5 médianes et 4 latérales de part et d'autres) sont les véritables écailles (« shell » en anglais), très recherchées pour leur couleur et leur épaisseur, et donc à forte valeur commerciale. Chacune mesure jusqu'à 33 centimètres de long sur 20 de large, pour une épaisseur de 6 millimètres au centre et un poids d'une demi livre à une livre.
- Les bords antérieurs et postérieurs de la carapace et le pont reliant la face dorsale à la face ventrale sont recouverts d'une série d'écailles (« hoof » en anglais), en général au nombre de 24. Ces écailles plus petites, légèrement incurvées en leur milieu et d'une couleur plus fade (partiellement jaune uniforme ou tacheté) sont quant à elles moins recherchées.
- La face ventrale comporte en général 6 paires de grosses écailles planes d'un beau jaune uniforme (« yellow-belly » en anglais) qui sont utilisées à des fins précises. Elles devinrent par exemple très à la mode au 19^e siècle en Espagne pour la fabrication de peignes à cheveux.

Ces écailles ventrales d'un jaune opaque se retrouvant aussi chez d'autres espèces, la tortue verte et la tortue caouanne, elles étaient utilisées aux mêmes fins que les « belly » de la tortue imbriquée. Ces deux autres espèces de tortue marine ont donc été aussi exploitées pour leur écaille. Mais leurs écailles supérieures, du fait de leur manque de transparence, de leur couleur et de leur motif fades, n'ont jamais pu remplacer la véritable écaille de la tortue imbriquée.

II. 3. 2. L'histoire du commerce (Parsons, 1972 ; Nature, 1899).

II. 3. 2. 1. Le commerce dans l'antiquité :

De nombreux ornements en écaille de tortue ont été retrouvés dans les tombeaux égyptiens : bagues, bracelets, peignes, assiettes, décorations de harpes et de mandolines. Symbole d'opulence et de prestige, on raconte même que le tub de Cléopâtre était en écaille. Quand Alexandrie fut conquise par Jules César, les magasins étaient remplis de cette matière première qu'il adopta comme le symbole de la victoire (de même l'ivoire fut le symbole plus tard des conquêtes africaines). L'écaille, importée directement d'Égypte, devint vite symbole d'élégance à Rome : plus qu'une mode, on assista à une véritable « fureur » pour l'écaille.

La période correspondant aux débuts du commerce dans l'antiquité reste incertaine, mais l'écaille semble avoir été rapportée d'une expédition de la reine égyptienne Hatshepsout dans l'Hadramaout (actuel Yémen) au 15^e siècle avant JC. Un commerce s'établit au moins dès le 1^{er} siècle après JC : les écailles des tortues capturées dans la mer Erythrée (mer Rouge, Océan Indien, et Golfe Persique) transitent avec d'autres marchandises (tels que l'ivoire et la corne de rhinocéros) jusqu'en Abyssinie (ancienne Ethiopie) par l'intermédiaire de commerçants arabes et indiens. De là, les marchands égyptiens prennent le relais jusqu'à Alexandrie, à partir d'où les écailles partent pour Rome avant d'être distribuées dans tout l'empire.

Le commerce vers la Chine a débuté au moins aussi tôt que celui de la Méditerranée. Les plus anciens objets en écaille datent de la dynastie des Han aux alentours de 200 ans avant JC, et ont été retrouvés lors de fouilles archéologiques aux limites du vaste Empire : Nord de la Corée et Mandchourie. L'écaille était aussi utilisée pour la fabrication de peignes et de barrettes à cheveux, remplaçant bois et bambou. La dynastie des Han fut tellement somptueuse et colorée que la ruée vers l'écaille ne concernait pas seulement les nobles, mais jusqu'aux plus basses classes sociales. Canton était le grand centre de distribution, la marchandise provenant de l'île Hainan, des côtes vietnamiennes et des îles indonésiennes (Bornéo, Célèbes, Moluques...).

Du côté des Amériques, des fouilles ont permis de découvrir des restes de tortues imbriquées sur des tas de fumier datant de cultures précolombiennes (Meylan et Donnelly, 1999). Bien plus tard, Christophe Colomb semble avoir été témoin de massacres de tortues imbriquées en 1494 quand il visita le sud de Cuba, et des indigènes de la côte péninsulaire du Yucatan (Mexique) ont été vus portant des boucliers en écaille de tortue en 1517 (Parsons, 1972).

[quelques années plus tard...]

II. 3. 2. 2. L'écaille en Occident :

Le marché occidental a longtemps été centré à Londres, et dans une moindre mesure à Paris et à New York. Le commerce en Europe distinguait les écailles en fonction de leur origine, mais aussi de leur taille, de leur couleur et de leur épaisseur. Le marché de Londres reconnaissait six classes géographiques que les experts savaient distinguer du premier coup d'œil. Les écailles des Caraïbes et de Zanzibar/Bombay étaient les plus répandues. Venaient

ensuite celles de Singapour/Macassar et de Sydney/Fiji dont la qualité variait avec les saisons. Celles de Ceylan et de Maurice/Seychelles étaient beaucoup plus petites et moins répandues.

Après son épopée romaine, l'écaille est réellement revenue à la mode en Europe au 17^e siècle, par l'influence de quelques talentueux artisans qui utilisèrent ce matériau pour embellir toute sorte d'objets ménagers. Pour n'en citer qu'un, autant choisir le français le plus célèbre : André Charles Boulle (1642 - 1732). D'une grande imagination, ce menuisier décorateur créa un style de marqueterie pour le placage des meubles à base de cuivre, d'écaille et d'étain : une feuille d'étain entoure l'écaille incrustée de manière à la mettre en valeur, le tout est encastré dans une feuille de cuivre. Il décora de cette manière une bonne partie du château de Versailles.

Ce piqué devint extrêmement célèbre au 19^e siècle, où il fut utilisé pour le placage d'horloges, de bureaux et autres meubles. Les expositions universelles de la fin du 19^e à Londres, Paris et Philadelphie donnèrent une véritable impulsion dans l'utilisation de l'écaille pour décorer n'importe quel type d'objets, objets artistiques, bijoux mais aussi objets domestiques : boîtes à tabac, meubles incrustés, montures de lunettes, manches de couteaux, articles de toilette, reliures de livres, accessoires vestimentaires et autres bibelots. Les objets phares étaient bien sûr les éventails et les peignes hautement stylisés.

En Grande-Bretagne, l'« Aberdeen Comb Work », la plus importante fabrique de peignes dans le monde, employait 600 personnes en 1852. On retrouvait une concentration similaire de fabriques de peignes dans le Massachusetts aux Etats-Unis. Pour donner une idée chiffrée de ce commerce luxuriant, les importations annuelles anglaises dépassaient largement les 60000 livres pour un prix plafonnant à 100 shillings la livre (soit environ 5 livres sterling). En ce qui concerne les importations françaises de l'époque, elles sont comparables, voire supérieures : la moyenne annuelle des importations des années 1866 à 1876 est de 42306 kilogrammes pour une valeur de 2 078 910 francs !

Au vu du prix exorbitant des écailles, on comprend pourquoi le 19^e siècle voit fleurir de nombreuses techniques brevetées pour imiter l'écaille. La corne de bœuf remplace de temps à autre la très coûteuse et cassante écaille. Mais même par le biais de traitements chimiques pour donner à la corne couleur et macules désirées, les imitations n'atteindront jamais le niveau de transparence et de brillance des écailles.

Au 20^e siècle, le commerce s'essouffle. La seule compagnie marchande qui existe encore à Londres après la 1^{ère} guerre mondiale, revend la moitié de ses stocks en Allemagne,

en France et en Italie ; l'autre moitié alimente le marché local de l'optique. En 1920, on estime que 45 à 50 tonnes d'écailles, représentant 25000 à 28000 tortues imbriquées, circulent sur les routes du commerce international. Le 2nd conflit mondial, qui coupe l'Europe de ces sources d'écaille, et l'adoption du plastique pour les montures de lunettes marquent le coup de grâce du marché occidental. Les marchés européen et américain deviennent relativement insignifiants dès la deuxième moitié du 20^e siècle. Mais parallèlement la demande de plus en plus pressante en Orient et dans les zones touristiques tropicales pour le marché du souvenir ne laisse pas le temps aux populations de tortues de récupérer.

II. 3. 2. 3. L'écaille en Orient :

L'Orient a toujours été acteur dans le commerce comme principal fournisseur. Canton était l'entrepôt oriental traditionnel qui fournissait les marchés anglais ; puis plus tard s'ajoutèrent Hong Kong, Shanghai et Nagasaki. Dans une moindre mesure, Zanzibar et Colombo jouaient le même rôle dans l'Océan Indien. Depuis le Moyen âge, Ceylan (ancien Sri Lanka) est l'entrepôt majeur pour le commerce des écailles de l'Océan Indien. Il est resté jusqu'à nos jours un grand centre de transformation et d'exportation, l'artisanat se concentrant dans la ville historique de la côte sud, Galle.

Mais l'Orient a aussi toujours été un grand consommateur. Notamment en Chine, à Java, à Ceylan et en Inde, les marchés domestiques absorbaient une part importante de la production. L'essor économique du Japon au 20^e siècle est allé de pair avec un bourgeolement du marché de l'écaille. Les japonais ont toujours été très attirés par les décorations en écaille qu'ils appellent « bekko ». En 1912, vingt usines de transformation installées à Nagasaki emploient une vingtaine de travailleurs chacune, et s'organisent en corporation pour contrôler les prix et la qualité du travail. L'approvisionnement reste très local avec l'archipel de Ryukyu, Canton, Singapour, puis un peu plus tard les îles Mariannes et Carolines. Dans les années 1970, le Japon, devenu le 1^{er} importateur mondial, fait alors appel à des ressources supplémentaires : ses plus proches fournisseurs laissent place à des exportateurs plus éloignés (les îles Fiji et Salomon, Zanzibar, Aden, l'Amérique Centrale avec le Nicaragua, les Caraïbes avec Cuba...). La consommation annuelle est estimée à 40 tonnes. Il y a une trentaine d'années à peine, le Japon comptait encore une dizaine d'importateurs, les ateliers de transformations étaient encore concentrés à Nagasaki.

III. LEGISLATIONS et MESURES de PROTECTION de la TORTUE IMBRIQUEE.

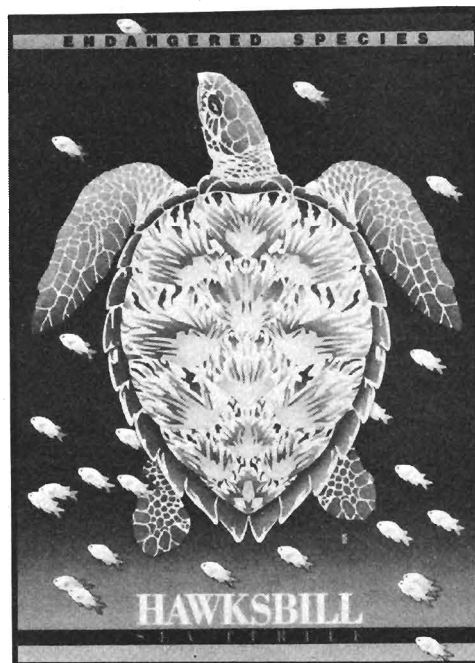


Fig. 27 : "La tortue imbriquée, une espèce menacée"
(poster de D. Gilbert dans Weber & al., 1983)

III. 1. Instauration de législations internationales et de réglementations locales.

La prise de conscience du besoin urgent de protéger la tortue imbriquée s'est produite tardivement : il y a à peine 35 ans que la sonnette d'alarme a été déclenchée.

III. 1. 1. La Liste Rouge.

L'espèce *Eretmochelys imbricata* a d'abord été inscrite en 1968 parmi les espèces menacées (« endangered ») dans la liste élaborée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (U.I.C.N. ou World Conservation Union). Elle a maintenu sa place dans la « Liste Rouge » jusqu'en 1996, date à laquelle son statut change pour devenir une espèce « fortement menacée d'extinction » (« critically endangered ») (Meylan et Donnelly, 1999).

Le choix de classer l'espèce dans une catégorie encore plus critique ne s'est pas fait au hasard : les experts se sont basés sur des critères numériques, constatant la gravité des dégâts

passés et l'importance de l'incidence encore présente, au vu des données historiques sur le commerce, et des estimations de population actuelle. L'espèce répondait exactement aux critères établis par l'U.I.C.N. pour définir la catégorie d'espèces en voie d'extinction (Baillie et Groombridge, 1996):

« A. Une réduction de taille de la population correspondant à une des deux propositions suivantes :

1. Soit une réduction de 80 % au moins des effectifs, observée, estimée, déduite ou supposée sur les 10 dernières années ou les 3 dernières générations - en considérant la durée la plus longue - réduction basée sur :

(a) une observation directe

(b) un indice d'abondance approprié au taxon

(c) des niveaux d'exploitation actuels ou potentiels.

2. Soit une réduction de 80 % au moins des effectifs, projetée ou supposée dans les 10 prochaines années ou les 3 prochaines générations - en considérant la durée la plus longue - réduction basée sur :

(a) un indice d'abondance approprié au taxon

(b) un déclin dans l'aire de répartition, dans la fréquence d'apparition et/ou dans la qualité de l'habitat

(c) des niveaux d'exploitation actuels ou potentiels. »

En annexe 1 sont décrits (en anglais) les autres critères définissant la catégorie ainsi que les critères des autres catégories (espèce « menacée », « vulnérable » mais il existe aussi « disparue », « disparue à l'état sauvage » et « à risque réduit ») (d'après « 1996 IUCN Red list categories »).

III. 1. 2. La Convention de Washington.

III. 1. 2. 1. Sa mise en place :

La Convention de Washington ou CITES (pour « Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora ») est signée en 1973 en réaction à la surexploitation de nombreuses espèces sauvages de la flore et de la faune à des fins commerciales. Son but est de protéger ces espèces de plantes et d'animaux en voie de

disparition à cause de l'intensité du commerce international dont ils font les frais. Son principe de base est de contrôler indirectement les prélèvements d'espèces menacées en contrôlant et limitant leur commerce. Bien évidemment, la seule protection que procure la CITES ne garantit pas l'arrêt de l'exploitation et de l'extinction d'une espèce. Mais en ce qui concerne l'écaille de tortue, dont la valeur est déterminée essentiellement par le commerce international, la protection par la CITES est vitale (Frazier, 2000d).

A son entrée en vigueur le 1^{er} juillet 1975, la Convention est ratifiée par le minimum requis de dix états : Nigeria, Suisse, Tunisie, Suède, Etats-Unis, U.E.A.U., Chypre, Equateur, Chili et Uruguay. En 1981, la CITES compte déjà 68 états adhérents, 108 en 1990, et 146 en 2000 (d'après « Hawksbill Trade Update »). La France rejoint la Convention le 9 août 1978.

L'exécution des principes de la Convention, c'est à dire la mise en place des contrôles nationaux aux frontières et l'application de toute mesure visant à stopper le commerce illégal est à la charge des Etats Membres ou Parties qui s'engagent à les respecter. Le secrétariat général installé à Lausanne est chargé de la coordination des différentes actions des Parties.

Les espèces animales et végétales soumises à la Convention Internationale sont classées en trois annexes :

- L'annexe I regroupe toutes les espèces menacées d'extinction immédiate par le commerce international. Toute circulation de spécimens appartenant à ces espèces est interdite, sauf exceptions accordées à des fins non commerciales, généralement à la recherche scientifique et militaire. Dans ces derniers cas, des permis d'exportation et d'importation valides sont nécessaires.
- L'annexe II regroupe toutes les espèces risquant l'extinction si aucune surveillance n'est mise en place afin d'éviter une exploitation abusive incompatible avec leur survie. Des quotas pour le commerce de ces espèces sont mis en place.
- L'annexe III regroupe les espèces déclarées dans un pays comme en danger d'extinction sur son territoire, et pour lesquelles il demande la coopération des autres pays membres pour assurer un contrôle efficace (Moisson, 1991).

Les listes des espèces inscrites en annexes I et II sont votées et remaniées par les Etats Membres lorsqu'ils se réunissent en session, la « Conférence des parties », au minimum tous les deux ans. Les critères justifiant l'inscription dans une annexe reposent sur le statut de l'espèce et de ses populations connues, et sur le rôle joué ou non par cette espèce dans son écosystème.

Dans les 90 jours suivants leur engagement dans la Convention, les Etats Membres ont le droit d'émettre des réserves, c'est à dire des objections légales sur certaines espèces citées

dans les annexes. Ils ne sont donc plus dans l'obligation de respecter la CITES pour ces espèces ; mais il leur est tout de même recommandé d'appliquer sur ces espèces au moins les principes de l'annexe II, ainsi que de tenir des registres concernant leur commerce et d'inclure les données dans leur rapport annuel (Frazier, 2000b).

. Les sept espèces de tortues marines sont actuellement inscrites à l'annexe I de la CITES, ce qui interdit tout Etat Membre de participer au commerce international. De toutes les espèces de l'annexe I, elles sont probablement celles qui ont subi la plus forte exploitation commerciale, notamment la tortue imbriquée pour ses écailles, la tortue olivâtre pour son cuir et la tortue verte pour sa viande, ses cartilages et sa peau.

La tortue imbriquée a été inscrite dans l'annexe I en deux temps. D'abord la population Atlantique seulement fut inscrite, au moment où la CITES a été mise en application en juillet 1975, puis finalement l'espèce entière fut protégée en 1977. Quant aux tortues verte et olivâtre, elles n'ont été incluses qu'en février 1977.

III. 1. 2. 2. Des résultats mitigés :

Les premiers effets de la mise en application de la convention n'ont pas été brillants. Une évaluation du commerce réalisée en 1983 par la Fondation pour la Sauvegarde des Tortues Marines (« Sea Turtle Rescue Fund ») dénonce le niveau de ce commerce, dépassant largement celui des années 1970, avant la mise en place de la CITES. Comment expliquer un tel échec des premières années ?

- D'une part, se pose le problème des « réserves ». Les pays les plus impliqués dans le commerce déposent légalement des réserves sur certaines espèces de tortues marines, se désengageant ainsi des contraintes de la Convention. Parmi les objections les plus importantes :

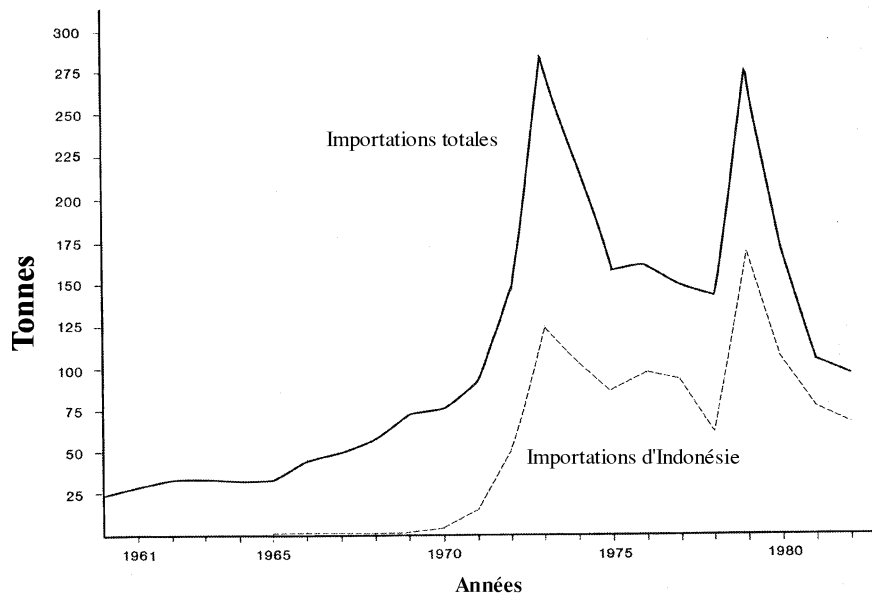
- le Japon sur les tortues imbriquée, olivâtre et verte,
- la France sur les tortues imbriquée et verte,
- l'Italie sur la tortue verte
- et le Surinam sur les tortues verte et luth.

- D'autre part, se pose le problème de la mise en application radicale de la Convention. Même les Etats Membres les plus consciencieux ne peuvent faire respecter une telle interdiction du jour au lendemain, et leur commerce persévère sans scrupule.

- Enfin, les états non signataires profitent bien entendu des marchés abandonnés par les Etats Membres pour développer leur commerce.

Pour illustrer ces problèmes, deux pays nous serviront d'exemple : le Japon comme principal pays importateur, et l'Indonésie comme principal pays exportateur.

L'évolution des importations de « bekko » au Japon de 1960 à 1983 est présentée ci-dessous :

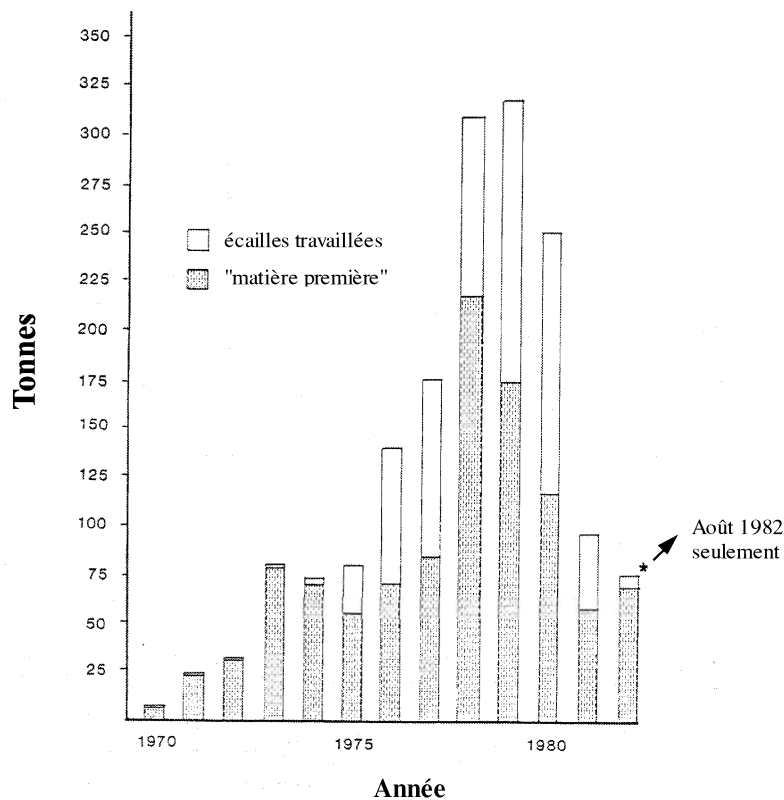


Graph. 5 : Importations d'écaïlles par le Japon de 1960 à 1982 (d'après Weber & al., 1983).

De 1960 à 1965, le Japon importe une moyenne de 30 tonnes d'écaïlles chaque année. Puis les importations augmentent graduellement pour enfin atteindre un pic de 283 tonnes en 1973 : comme par hasard, l'année où la CITES fut signée. De 1974 à 1978, les importations se stabilisent à un taux relativement élevé de 164 tonnes par an, puis un nouveau pic apparaît en 1979 : comme par hasard, l'année précédant l'entrée du Japon dans la CITES. Le Japon ratifie la convention en août 1980 en déposant une réserve sur la tortue imbriquée. Après cette date, pourtant fatidique, les importations baissent mais restent à un niveau plus élevé que dans les années 1960.

En annexe 2, les diverses origines de l'écaïlle importée au Japon de 1976 à 1982 sont détaillées en ne prenant en compte que les Etats Membres de la CITES : on constate que 22 pays sur 27 ne respectent pas leur engagement à la Convention de Washington car ils exportent de l'écaïlle vers le Japon après leur accession. Plus de la moitié des importations du Japon proviennent d'Etats Membres NON réservistes APRES leur entrée dans la Convention !

Le diagramme ci-dessous représente les exportations de l'Indonésie :



Graph. 6 : Exportations d'écailles par l'Indonésie de 1970 à 1982 (d'après Weber & al, 1983).

De la même manière, les exportations atteignent un pic en 1979, l'année où l'Indonésie ratifie la CITES sans émettre aucune réserve. Les années suivantes, non seulement les exportations persévèrent mais elles s'élèvent à un taux bien supérieur à celui des années antérieures, où elle n'était pas encore membre de la Convention ! Les exportations sont d'ailleurs acheminées aussi bien vers des pays non signataires que vers des pays membres de la CITES.

Grosso modo, les importations japonaises et les exportations indonésiennes ont suivi la même évolution : une augmentation considérable dans les années 1970 pour atteindre un plafond, suivie d'une légère baisse dans les années 1980, avec un niveau qui reste toujours supérieur à celui d'avant l'accession à la Convention. En fait, cette élévation du niveau des échanges s'explique par un nouvel élan commercial qui élargit le marché vers d'autres produits : en plus du commerce de l'écaille brute, les pays se mettent à échanger de l'écaille travaillée, des spécimens naturalisés, de l'écaille d'autres espèces, etc... Non seulement le commerce traditionnel se maintient et se développe, mais de nouvelles industries sont créées et de nouvelles pressions commerciales s'abattent sur d'autres espèces !

III.1. 2. 3. Vers de meilleurs horizons ?

Malgré les efforts de protection engagés mondialement, il semblerait que l'inscription en annexe I de la Convention de Washington de l'espèce imbriquée ait été un facteur d'accroissement du commerce. Il a fallu attendre l'année 1994 pour que le commerce légal de l'écaille à l'échelle internationale cesse effectivement, date correspondant à l'année où le Japon, retirant sa réserve sur l'espèce, s'impose un quota d'importation nul. Pendant les douze années séparant la mise en application de la Convention et son acceptation par le Japon, ce dernier aurait importé l'équivalent en écaille d'un total d'environ 336 000 tortues imbriquées.

Le niveau et les tendances actuels du commerce des produits issus de tortues imbriquées sont très peu connus ; peu d'enregistrements et de publications sont réalisés. Mais on peut certifier qu'il n'y a plus aucun commerce LEGAL à l'échelle internationale entre les pays membres de la CITES. Par contre l'utilisation locale de produits de tortue imbriquée (écaille ou autres) persévère.

III. 1. 2. 4. Un horizon entaché de bien trop de nuages...

- *La persistance de l'exploitation par les populations autochtones.*

Les populations locales des côtes continuent à collecter les œufs et la viande pour leur subsistance ou à des fins médicinales, mais la quantification est impossible. Des études menées en 1999 par TRAFFIC dans 11 territoires des Caraïbes montrent que dans tous sans exception, malgré les réglementations locales, les captures des tortues persistent sur la plage, dans l'eau ou accidentellement à la pêche (Frazier, 2000b). Les œufs peuvent être vendus jusqu'à 5-6\$ l'unité et la viande à 33\$ le kilogramme. Le pénis est réputé aphrodisiaque et vendu dans des mixtures à base de rhum, de bouts de poissons, de feuilles et d'écorces en République Dominicaine (le « *Damajuana* » ou « *Mamajuana* »), ou dans des boissons à base de canne à sucre à Haïti (le « *clairin* »). La carapace est soit jetée, soit utilisée dans les marchés locaux pour la vente de bibelots pour les touristes (porte-monnaie, bracelet, coffret à bijoux, boucles d'oreille, bague, barrette, peigne, cadre, plateau, bol, salière et autre ustensile de cuisine, ouvre lettre, boîte à cigarettes, marque page, éventail, onglet de guitare, etc...).

L'écaille traverse donc encore les frontières, mais cette fois-ci dans les bagages de ce touriste fier de rapporter dans la grisaille de son pays un petit souvenir ensoleillé qui prendra la poussière sur sa vieille commode. Il n'a pas conscience du massacre de tortues qu'il a entretenu : « cette salière ambrée est si petite et si belle ! »

- *Le commerce illégal.*

L'écaille peut parfois passer les frontières en grande quantité autrement que par le biais des touristes. En annexe 3, quelques-unes des données les plus récentes concernant le commerce illégal d'écaille nous informent sur ses principaux acteurs et routes. Des enquêtes menées en 1993 et 1995 par TRAFFIC montrent qu'il est très facile de se procurer de l'écaille de tortue sur les marchés asiatiques (Frazier, 2000b).

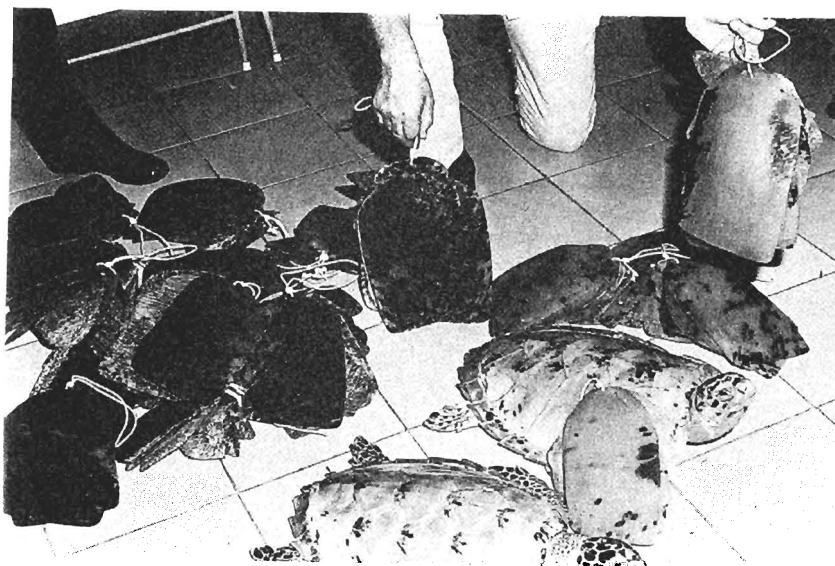


Fig. 28 : Lot d'écailles et de tortues imbriquées naturalisées consigné à l'aéroport d'Unjung Pandang en Indonésie (dans Limpus & Miller, 1990).

Chaque "tiasse" de 13 écailles correspond à une tortue imbriquée adulte.

- *Les malentendus ou mieux : les malentendants...*

Malgré l'adhésion de 146 états à la CITES, certaines ambiguïtés ne sont toujours pas levées. Au 10^e meeting de la Conférence des Parties qui s'est déroulé à Harare en 1997, Cuba a demandé l'autorisation de transférer la population de tortues imbriquées de ses eaux territoriales de l'annexe I à l'annexe II. De longues discussions se sont ensuivies, pour finalement suspendre le débat jusqu'au meeting suivant (Frazier, 2000b).

Au 11^e meeting de la Conférence des Parties à Nairobi en Avril 2000, Cuba a élargi ces propositions. Il maintient sa 1^{ère} demande (proposition 11.40) de transfert en annexe II, ce qui revient à lui accorder un quota d'exportation annuel d'écaille correspondant à 500 tortues imbriquées ; et il émet le souhait (proposition 11.41) d'écouler au moins son stock d'écaille en un seul voyage vers le Japon. Ces propositions ont soulevé d'interminables pourparlers ; mais les résultats du vote, pourtant très serrés n'ont pas accordé le feu vert aux autorités cubaines (Frazier, 2000b). Parmi les arguments en défaveur, les propositions ont été refusées car :

- les systèmes de contrôles du commerce de l'écaille au Japon ne sont pas assez efficaces, ce qui pourrait profiter au commerce illégal.
- la population de « tortues cubaines » est une entité qui n'existe pas puisque ces espèces migratrices sont une ressource partagée. Accorder la rétrogradation en annexe II pourrait nuire aux efforts de conservation menés dans les pays voisins comme la Jamaïque. Une tortue est protégée par l'annexe I dans son aire d'alimentation et peut être massacrée sur sa plage de ponte cubaine car elle est passée en annexe II !
- la réouverture du commerce accordée à Cuba encouragerait d'autres « dealers » de la planète à emmagasiner des stocks d'écaille dans l'espoir que la C.I.T.E.S. légalise de nouveau les échanges commerciaux dans leur pays.

C'est d'ailleurs ce qu'a fait le gouvernement cubain : les massacres traditionnels de tortues de plus de 65 centimètres de longueur de carapace étant autorisés pendant une certaine période de l'année dans deux zones du territoire cubain (Isla de Juventud et Nuevitas), le gouvernement a pu accumuler une quantité non négligeable d'écailles depuis 1993. Ce stock est estimé à 6900 Kg en avril 2000. Selon Archie Carr (dans « Hawksbill Trade Update »), Cuba a toujours agi dans l'espoir de voir se réouvrir le commerce international. Face à lui, le Japon n'est pas non plus innocent : il a en fait accepté en 1992 un simple moratoire sur l'importation, c'est à dire une simple pause qui laissait présumer de la reprise des activités commerciales un jour. Le Japon n'a donc jamais arrêté définitivement ses industries, en laissant toujours une fenêtre ouverte...

Archie Carr s'avoue insatisfait de l'échec de la CITES : même si les propositions cubaines ont été refusées, et même si les écailles n'emprunteront pas le chemin du commerce international, les tortues quant à elles sont tout de même mortes.

III. 1. 3. Les autres réglementations.

Malgré ses échecs, la Convention de Washington reste l'outil le plus efficace pour protéger la tortue imbriquée de la pression de l'exploitation pour son écaille. A l'échelle nationale, dans un certain nombre de pays, des lois ont été rédigées, des aires de protection désignées, et des programmes de suivi mis en œuvre pour protéger les tortues imbriquées de l'exploitation locale. Exposer toutes les législations parues mondialement serait fastidieux, et tel n'est pas le but de cette thèse. Nous nous limiterons donc aux trois accords multilatéraux les plus importants :

- *La Convention sur la Conservation des Espèces Migratrices d'Animaux Sauvages (CMS) - Bonn 1979.*

Il est vrai que la migration de la tortue imbriquée reste encore un mystère, mais elle est tout de même reconnue par tous comme espèce migratrice. De la même manière que la CITES, la CMS regroupe ses espèces en deux annexes : l'annexe I, dont fait partie *Eretmochelys imbricata*, concerne les espèces en danger d'extinction et l'annexe II, les espèces menacées. Les Parties en acceptant la CMS s'engagent à :

- interdire ou limiter les captures des espèces concernées,
- limiter les dommages engendrés sur l'environnement dans lequel vivent ces espèces, limiter l'introduction d'espèces exotiques envahissantes ainsi que toute activité interférant avec les migrations,
- prendre parti dans des accords internationaux plus spécifiques à certaine espèce ou groupe d'espèces dont les routes migratoires passent par le pays en question.

La CMS est entrée en application en 1983.

- *La Convention des Nations Unies sur les Lois de la Mer (UNCLOS) - Montego Bay, 1982.*

Entrée en vigueur en novembre 1994, elle met en exergue l'uniformité des problèmes et des droits de la Mer qui forme un tout, tout autour de la planète. Elle insiste sur les droits et les devoirs des pays côtiers en ce qui concerne la conservation des ressources naturelles.

- *La Convention sur la BioDiversité (CBD) - Rio de Janeiro, 1992.*

Cette Convention, par ses trois objectifs, est celle qui se rapproche le plus des principes de conservation :

- la conservation de la biodiversité, des espèces animales, végétales aux espèces microbiennes,
- l'utilisation durable des ressources naturelles,
- le partage équitable des bénéfices issus de cette utilisation.

Les législations sur la protection des tortues marines abondent dans le monde entier... encore faut-il que les gouvernements arrivent à les faire respecter sur le terrain. Devant l'ampleur et la difficulté de la tâche, il est de bon ton de repenser les objectifs de la conservation des tortues marines. L'interdiction totale de toucher aux tortues n'est peut-être pas la meilleure solution pour faire stopper les excès de l'exploitation, car elle encouragerait

le commerce illicite en valorisant encore plus ce produit devenu si rare. Ne vaudrait-il pas mieux mettre en place à terme, une gestion durable de l'espèce en autorisant des quotas de prélèvement ?

III. 1. 4. Considérations à prendre en compte pour une éventuelle reprise du commerce.

Ce paragraphe vient tempérer un petit peu les considérations développées précédemment. Dès que l'on s'engage sur les chemins scabreux de la protection de la nature, on se trouve confronté à l'Homme dans toute sa splendeur avec ses traditions et ses cultures. 3000 ans de commerce centré sur l'Écaille ne peuvent évidemment pas être « réduits à néant » en un quart de siècle, et c'est peut-être avec raison que les populations locales estiment avoir le droit de profiter d'une si riche ressource alimentaire et pécuniaire. Mais avant d'engager des compromis sur un possible retour du commerce, des analyses précises doivent être finement dirigées.

□ Evaluer la tendance des demandes.

Une légitime et significative demande existe au niveau des populations locales pour la consommation de viande et d'œufs, sachant que ces populations côtières sont en croissance. Quant à l'écaille, le commerce de bibelots encore actif dans quelques régions tropicales atteint la circulation internationale par le biais des touristes. Cet impact des demandes locales est très difficile à estimer mais son évaluation est essentielle pour nous donner une idée de l'impact produit sur les populations de tortues.

Quant à l'industrie du « bekko » au Japon, même ralentie elle est encore en activité, et subsiste en utilisant des stocks anciennement accumulés. Ces stocks s'épuiseront avant que ne cesse la demande en écaille, d'où la nécessité d'évaluer précisément les besoins du marché japonais et d'imaginer quelles seront les tendances futures.

□ Contrôler le commerce.

La première priorité est de dépister et maîtriser tout commerce illégal.

La reprise du commerce international des sous-produits de la tortue imbriquée dépendra de l'efficacité des contrôles au sein des pays consommateurs et producteurs. Cette idée s'illustre de l'exemple récent du rejet des propositions cubaines tant que les contrôles japonais aux frontières ne seront pas plus efficaces.

- Tester les fermes d'élevage.

Des essais d'élevage de tortues imbriquées sont en cours en Australie. Cuba est aussi très intéressé. Des élevages en cycle clos, complètement indépendants des stocks naturels, sont testés au Japon pour évaluer la possibilité d'approvisionner la demande locale. (Nous reviendrons plus en détail sur ces méthodes d'élevage au paragraphe III. 3.). Toutefois, n'oublions pas que si la CITES a longtemps échoué dans le contrôle du commerce de produits de tortues imbriquées sauvages, l'autorisation de mettre sur le marché des produits d'élevage risque d'entraîner de nombreux abus.

- Analyser les réglementations régionales.

Les nombreux traités, conventions, protocoles, lois et règlements concernant l'exploitation, la conservation et le commerce des tortues marines qui foisonnent dans tous les pays doivent être examinés finement de manière à évaluer l'impact de chacun sur l'exploitation et le commerce, et de manière à procéder si possible à leur unification.

Vérifier la capacité des pays à mettre en œuvre les mesures demeure une étape incontournable.

- Estimer le populations et leur état de santé.

C'est ce que nous allons voir de suite.

III. 2. Etat actuel des populations de tortues imbriquées. Justification de leur inscription dans la Liste Rouge des espèces fortement menacées d'extinction.

III. 2. 1. Préliminaires à l'évaluation du statut des populations.

III. 2. 1. 1. Estimation des populations.

Estimer une population de tortues marines est bien difficile ; on touche ici un des points les plus problématiques de la biologie des tortues marines. D'une part, comme tout vertébré marin mobile ou migrateur, les tortues sont difficiles à recenser (Meylan, 1982b). D'autre part, comment définir et fixer les limites d'une population ? Les études génétiques nous ont montré que toutes les tortues marines colonisant un même site n'appartiennent pas automatiquement à la même population (Frazier, 2000a).

Pour des raisons de facilité et d'accessibilité, la plupart des études s'intéresse aux femelles en ponte. Il est évidemment trop difficile d'évaluer la taille de la population totale puisque le recensement des mâles reproducteurs et de la fraction de la population non reproductrice est irréalisable. La méthode la plus commune est donc de surveiller l'évolution des populations en comptant le nombre de femelles débarquant sur les plages de ponte chaque année. Tout se complique dès lors que l'on se rappelle que les femelles pondent plusieurs fois au cours d'une saison de ponte, qu'elles respectent un schéma de ponte variable (l'intervalle entre saisons de pontes est pluriannuel), et qu'elles sont aptes à se reproduire quelques décennies durant (Meylan, 1982b). Non seulement la taille de ces populations de femelles en ponte est variable d'année en année, mais la composition est instable et imprévisible. Chaque saison de ponte rassemble un groupe unique de tortues, certaines se reproduisant pour la première fois, d'autres pour la dernière... (Frazier, 2000a). Les comptages à long terme sont l'unique moyen de déceler de véritables fluctuations dans les populations.

Certaines études dans lesquelles les tortues ne sont pas marquées, se basent préférentiellement sur le recensement du nombre de nids déposés, ceci pour éviter de décompter une femelle plusieurs fois. La population de tortues reproductrices est ensuite estimée en divisant le nombre total de nids recensés par le nombre moyen de nids déposés par une seule tortue, c'est-à-dire de 3 à 5. Si les paramètres de la population sont bien connus (sex-ratio, structure de la population), il est possible d'extrapoler encore pour estimer la taille de la population totale.

III. 2. 1. 2. Estimation de la durée d'une génération :

Plus que l'estimation des populations, les critères de la Liste Rouge exigent que soit évaluée la durée d'une génération. Une génération correspond à l'âge de la maturité auquel on rajoute la moitié de la durée de la vie reproductrice. Etant donné que l'âge de la maturité estimé pour la tortue imbriquée est plutôt élevé, compris entre 20 et 40 ans (voir paragraphe I.1.1 de la 2^e partie), la durée d'une génération est elle aussi élevée, estimée à 35 ans (Meylan et Donnelly, 1999).

L'U.I.C.N. apprécie le statut d'une espèce en évaluant les tendances évolutives de ses populations sur une décennie ou sur trois générations, sachant qu'il faut considérer le chiffre le plus élevé... ce qui nous donne 105 ans pour les tortues imbriquées ! Or les scientifiques ne surveillent les plages de ponte que depuis les années 1950, et peu de projets concernent la tortue imbriquée. Les données la concernant sont souvent récoltées en annexe lors d'études menées sur d'autres espèces de tortues.

Une autre difficulté découle de ce temps de génération allongé : les résultats obtenus lors du monitoring des plages de ponte mesurent plutôt le succès de la reproduction des femelles, donc la survie de leurs nouveau-nés qui appartiennent à la génération future... au lieu de faire un état des lieux de la population actuelle. La méthode qui consiste à surveiller les plages et recenser les femelles ne permet donc pas de détecter des changements dans les populations de juvéniles et de pré-adultes. Si le nombre de femelles décline sensiblement, le cercle infernal est déjà bien enclenché et la population totale a déjà bien diminué.

Heureusement, évaluer le statut des populations de tortues imbriquées ne se limite pas à analyser les données sur les estimations de populations qui sont pour l'heure bien maigres. D'autres sources d'information doivent être obligatoirement prises en compte telles que la littérature historique, les statistiques du commerce de l'écaille, et d'autres informations plus qualitatives.

II. 2. 2. La tortue imbriquée mérite - t'elle encore tous ses « titres » ?

En 1995, le groupe d'experts sur les tortues marines (le M.T.S.G. pour « Marine Turtle Specialist Group ») a révisé le statut de la tortue imbriquée par rapport aux nouveaux critères numériques définis par l'U.I.C.N. pour l'affectation des espèces dans les différentes catégories (Meylan & Donnelly, 1999). Il a finalement conclu que l'espèce *Eretmochelys imbricata* répondait aux nouveaux critères de la catégorie des espèces réellement menacées (« critically endangered »).

Bjorndal (1999) souligne l'ambiguïté qui est d'affecter une espèce dans une seule catégorie sachant que cette espèce est composée de nombreuses populations au statut significativement différent. Cette biologiste recommande avec raison d'attribuer à tous les individus de l'espèce le statut de la population la plus en péril (Meylan et Donnelly, 1999). Concernant la tortue imbriquée, la situation est dramatique dans de nombreuses localités, mais c'est probablement en Asie du Sud Est que « l'état de santé » des populations est le plus critique suite aux impacts combinés du commerce de l'écaille et des collectes intensives d'œufs.

Nous sommes maintenant en mesure de confronter rapidement les critères de l'U.I.C.N. avec les quelques données recueillies sur le statut des populations de tortues imbriquées (Meylan & Donnelly, 1999) :

« A. Une réduction de taille de la population correspondant à une des deux propositions suivantes :

3. Soit une réduction de 80 % au moins des effectifs, observée, estimée, déduite ou supposée sur les dernières 10 années ou les 3 dernières générations - en considérant la durée la plus longue - réduction basée sur :

(d) une observation directe

Dans un rapport sponsorisé par la CITES, Groombridge et Luxmoore (dans Frazier, 2000a) concluent en 1989 que les populations de tortues imbriquées sont épuisées ou diminuées dans 56 des 65 unités géopolitiques pour lesquelles des données sont disponibles, avec un déclin très soutenu dans 18 zones et supposé soutenu dans les 38 autres. Les populations, notamment celles du Nicaragua, du Panama, de Madagascar, du Sri Lanka, de Thaïlande, de Malaisie, d'Indonésie et des Philippines connaissent des déclins de plus de 80 % au moins depuis les 105 dernières années, ou parfois depuis moins d'un demi-siècle. Seules cinq populations régionales comptent encore plus de 1000 femelles en ponte chaque année : aux Seychelles, au Mexique, en Indonésie et deux populations en Australie. Alors qu'une des deux populations australiennes, qui est d'ailleurs la plus importante du monde, est seulement classée dans la catégorie des espèces « vulnérables », les populations d'Indonésie, des Seychelles, et l'autre australienne, sont malheureusement en déclin.

Ailleurs, des petites populations épuisées sont maintenant stabilisées. Quelques colonies, trop rares, ont même entamé une phase de légère croissance grâce à la protection dont elles bénéficient depuis de nombreuses années : la péninsule du Yucatán au Mexique, l'île Mona à Puerto Rico et l'île Cousin aux Seychelles sont tous des sites protégés depuis plus de vingt ans. Même si ces accroissements de populations restent des exceptions à la règle, ils sont la preuve que les populations de tortues imbriquées sont aptes à réagir positivement à des efforts de conservation soutenus à long terme.

(e) un indice d'abondance approprié au taxon

Le nombre total de nids enregistrés chaque année est utilisé comme indice d'abondance. Cet indice induit malheureusement des biais dans les études car il sous-estime le déclin d'une population qui ne devient remarquable que bien plus tard. Lorsque la surexploitation des femelles ou de leurs œufs a affaibli la colonie pendant une longue période, le manque de recrutement de juvéniles reste invisible jusqu'à ce qu'on assiste à une véritable chute du nombre de femelles reproductrices.

Un autre indice d'abondance est le « nombre de captures par unité d'effort ». Beaucoup plus rarement usité, cet indice présente pourtant l'avantage d'être utilisable non seulement sur les plages de ponte, mais aussi dans les aires d'alimentation.

(f) des niveaux d'exploitation actuels ou potentiels.

L'histoire parle d'elle-même : des milliards de tortues sont passées dans les mailles du commerce. Nous n'y reviendrons pas.

4. *Soit une réduction d'au moins 80 % des effectifs, projetée ou supposée dans les 10 prochaines années ou les 3 prochaines générations - en considérant la durée la plus longue - réduction basée sur :*

(d) un indice d'abondance approprié au taxon

Les mêmes indices que précédemment sont utilisés pour imaginer les tendances futures de l'évolution des populations. Au vu de la surexploitation dont les femelles et leurs œufs ont été l'objet dans la seconde moitié du 20^e siècle, on s'attend à un large déclin dans la population reproductrice dans quelques années.

(e) un déclin dans l'aire de répartition, dans la fréquence d'apparition et/ou dans la qualité de l'habitat

La tortue imbriquée est fragilisée par le lien étroit qui l'unit à son habitat si délicat : le récif corallien. L'écosystème corallien est un des plus fragiles et un des plus menacés de la planète, souffrant de l'élévation de la température de l'eau de mer. La surface de ces récifs est aussi très limitée, couvrant à peine 617 000 km².

En plus de la menace pesant sur son environnement marin, l'environnement terrestre de la tortue, c'est-à-dire la plage de ponte, est en détérioration. Ces menaces ne vont pas en s'arrangeant avec l'accroissement de la population humaine.

(f) des niveaux d'exploitation actuels ou potentiels.

Bientôt 3500 ans d'exploitation... et l'hécatombe n'est pas finie ! Que ce soit la demande en écaille ou la tradition culturelle de collecte des œufs en Asie du Sud-Est, on s'attend plutôt à une augmentation de l'exploitation parallèle à l'accroissement de la population humaine. Les progrès technologiques des équipements et des bateaux ne font qu'exacerber la pression des captures accidentelles à la pêche.

La tortue imbriquée mérite encore aujourd'hui tous ses titres : elle est encore loin d'avoir recouvré son état de santé d'antan. Des documents historiques mentionnant quelques sites à forte densité de ponte, ainsi que tous les résultats chiffrés du commerce, suggèrent l'abondance passée des populations de tortues imbriquées. D'après Carr (cité dans Bustard, 1973), la distribution actuelle des tortues imbriquées n'est que le profil fantomatique de ce qu'elle était. Limpus (dans Frazier, 2000c) explique que la dispersion de la nidification observée de nos jours est le résultat d'une surexploitation de grandes colonies. La preuve est qu'il reste encore aujourd'hui quelques sites de ponte à forte densité : 660 nids par kilomètre et par saison sur les îles Daymaniyat d'Oman, 396 nids sur l'île Shitvar en Iran et environ 200 sur l'île Cousin.

Mais alors que penser de ces théories qui décrivent l'espèce comme une pondeuse « solitaire », « clandestine » ou même « sournoise », comme une espèce naturellement rare, aux habitudes de ponte plus dispersée que les autres espèces ? Que devient la théorie largement répandue et acceptée d'Hendrickson (1980) qui suggère que cette tendance à la dispersion est un des atouts de l'espèce qui lui confère une plus forte chance de survie ? Rien n'est donc prouvé. Cette sensation d'« isolement » que nous évoque la solitaire tortue imbriquée n'est peut-être que le fruit de la réduction drastique que les populations ont subie à cause de siècles d'exploitation... avant que les biologistes ne s'y intéressent.

Plus que de simples législations de protection, ces populations fantômes mériteraient peut-être qu'on leur vienne directement en aide sur le terrain.

III. 3. Protection et conservation sur le terrain : moyens disponibles.

« De tous les facteurs qui agissent sur le devenir des tortues marines, un seul n'est pas négociable dans la stratégie de conservation, c'est le facteur biologique ». Ehrenfeld (1982) insiste avec raison sur nos capacités limitées à protéger les tortues marines par notre connaissance insuffisante de leur biologie. Il faut espérer que nos ignorances, telles que les mystères planant encore sur certaines phases du cycle de vie, notre méconnaissance des relations écologiques, des longues routes migratoires et de la dynamique des populations, l'ambiguïté des relations taxonomiques entre les populations, la variabilité des paramètres de reproduction, etc... seront un jour éclaircies. Nous sommes pour l'heure bien incapables d'évaluer objectivement toutes les mesures de conservation inventées et mises en œuvre un peu partout sur la planète.

Ce paragraphe répertorie les méthodes de conservation existantes avec leurs atouts et leurs faiblesses. Elles sont classées en fonction de leur degré de simplicité : de la plus facile à mettre en œuvre à la plus invasive et la plus coûteuse.

III. 3. 1. Protection des aires de vie et de ponte.

III. 3. 1. 1. Protection des plages de ponte :

La méthode la plus simple consiste à protéger les plages de ponte à l'aide de lois et de réglementations officielles. Les degrés de protection de la plage sont très variables : cela peut aller de la simple limitation sur la construction d'infrastructures côtières à la mise en place de sanctuaires pour les tortues à accès limité. Ce dernier cas est évidemment très rare : les conservateurs n'obtiennent généralement que des compromis (qui s'avèrent parfois très efficaces).

Prenons l'exemple de la gestion des lumières artificielles : beaucoup d'alternatives sont possibles pour gérer efficacement le problème de l'éclairage des plages. Les sources lumineuses peuvent être limitées en nombre et en puissance, protégées par des abat-jour de manière à ce que la lumière n'atteigne pas la plage, ou encore réorientées. Pour les lumières d'intérieur, on peut conseiller aux autochtones de fermer leurs volets la nuit (quoi que les volets aux Tropiques sont rares...). Des expériences montrent que les sources émettant de la lumière à faible longueur d'onde (dans le bleu et le vert) affectent moins les tortues que les sources à forte longueur d'onde. L'emploi de lampe à sodium à basse pression (une source monochromatique jaune) est un bon substitut (Hirth & Ogren, 1990 ; Lutz & Musick, 1997).

Cette méthode de protection des plages présente l'avantage de pouvoir être mise en place facilement sans trop se soucier des subtilités de la biologie des tortues marines. Elle a même prouvé son efficacité, dans la mesure où l'espace mis à la disposition des tortues est assez vaste pour leur permettre des conditions de ponte favorables, et dans la mesure où la législation est respectée par les populations locales. Cette dernière condition dépend des traditions locales et peut être utilement aidée par un moyen trop souvent dénigré, qui consiste à éduquer les populations locales sur la nécessité de protéger leurs tortues (Ehrenfeld, 1982).

III. 3. 1. 2. Protection des aires d'alimentation et des habitats aquatiques :

Pour protéger les zones aquatiques colonisées par les tortues, le principe est le même que précédemment, mais l'application pratique est beaucoup plus délicate. Patrouiller plusieurs milliers d'hectares de haute mer est moins encourageant que de surveiller quelques kilomètres de plage. Toutefois, la surveillance s'allège et devient réalisable, comme nous l'ont montré les américains veillant sur les populations du Cap Canaveral de Floride, une fois la zone fortement colonisée par les tortues bien repérée (Ehrenfeld, 1982).

L'écosystème marin adopté par les tortues doit être préservé des dommages causés par les différentes activités humaines (telles que la destruction des récifs dans le cas précis de la tortue imbriquée, la pollution chimique et autres...). Même si les recherches sur l'impact de ces activités sur les tortues est encore à ses balbutiements, on peut bien admettre qu'un récif dynamité ne sera pas en mesure d'accueillir une large population de tortues imbriquées (Ehrenfeld, 1982).

III. 3. 2. Protection des femelles en reproduction.

La protection des femelles en reproduction, qui complète à merveille la protection des plages de ponte, est la clé de nombreux programmes de conservation. La ponte est le moment où la tortue adulte est la plus vulnérable... Quoi de plus simple que de patrouiller les plages de ponte pour lutter contre le braconnage, pour recenser et baguer les femelles ?

Malheureusement, certaines législations autorisent le massacre des tortues dépassant une certaine taille¹ de manière à maintenir une jeunesse et assurer le renouvellement des populations. Tout le débat consiste à savoir quelle classe d'âge est la plus importante à conserver pour assurer la continuité de l'espèce : faut-il épargner les jeunes ou sauver les « vieilles reproductrices » ? Nous avons déjà constaté l'importance de ces vieilles générations dans le maintien d'une population. Malgré son scepticisme, Pritchard (1980) pencherait aussi pour la protection en priorité des vieilles « mamas » qui survivent à un minimum de vingt années de prématurité avant de pouvoir se reproduire : quel dommage alors de les massacrer. Quant aux tortues juvéniles, encore sujettes à de nombreux prédateurs, elles doivent encore patienter plusieurs dizaines d'années semées d'embûches avant d'atteindre leur maturité sexuelle ; la pression exercée par l'homme serait donc réduite. Restant dans leur élément aquatique, elles ont de toute façon plus de chances de déjouer les braconniers...

¹ C'est le même principe de taille limite appliqué généralement aux langoustes ou aux huîtres qui est ici appliqué aux tortues : l'analogie n'est peut-être pas pertinente !

III. 3. 3. Réduction du nombre de captures accidentelles.

L'incidence des captures accidentelles sur les populations de tortues lors de la pêche à la crevette est considérable. Plusieurs moyens non exclusifs sont heureusement disponibles pour venir à bout de ce problème : la meilleure solution est de les combiner (Hirth & Ogren, 1990).

- *Ouverture et fermeture de la pêche.*

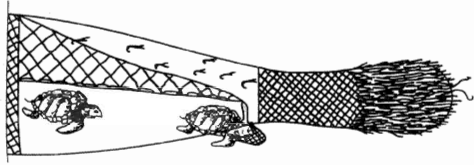
Imposer des heures et des zones de fermeture, interdisant la pêche à certains moments et dans les endroits où les tortues sont le plus vulnérables, réduirait l'impact du chalut. Cette solution d'apparence simple est en fait un véritable challenge. D'une part, elle requiert une sacrée connaissance de la distribution des tortues dans l'eau. D'autre part, elle exige, pour faire respecter de telles fermetures, une surveillance rapprochée des bateaux plutôt difficile à entreprendre.

- *TED pour « Turtle Excluder Device »*

Le taux de captures accidentelles lors de la pêche à la crevette peut être réduit par une simple modification de l'attirail de pêche, de manière à ce que les tortues capturées puissent s'échapper du chalut sans mal. Le dispositif appelé TED est une simple trappe incluse au filet du chalut que les animaux (tortue, dauphin, requin...) ou les objets d'une certaine taille peuvent actionner passivement pour se libérer du filet, sans bien sûr entraîner de « grosse » libération de crevettes. Cette séparation est mécaniquement faisable parce que les tortues sont beaucoup plus grosses que les crevettes.

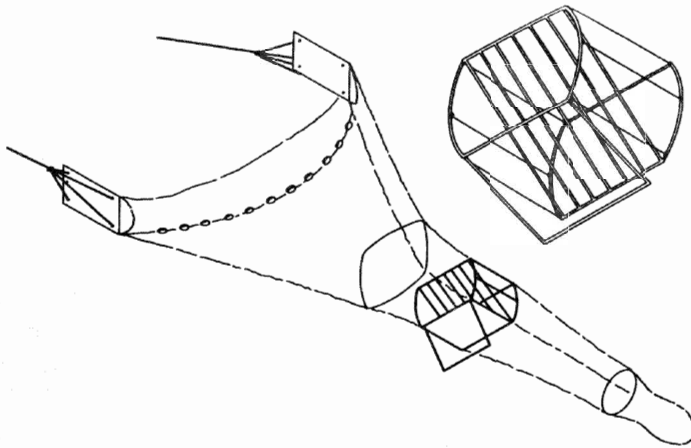
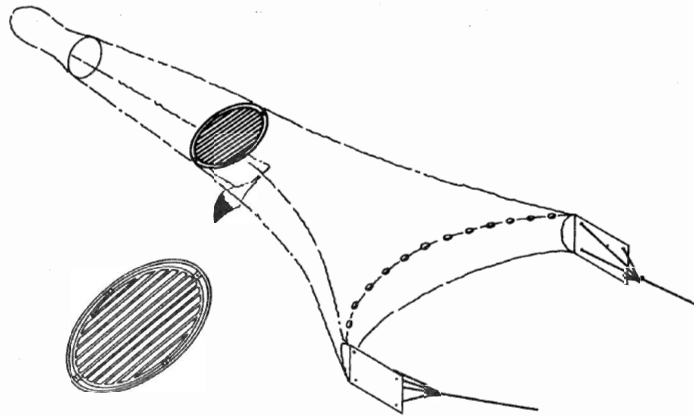
Les différents "design" de TED sont testés et retenus s'ils permettent la libération d'au moins 97 % des tortues prisonnières. Malheureusement leur incidence sur le rendement de la pêche est rarement testée. Cette incidence est difficile à évaluer car l'efficacité des chaluts équipés de TED pour la pêche des crevettes ne varie pas seulement en fonction du type de TED mais aussi en fonction du lieu et des conditions de pêche. Dans une zone où une forte concentration de débris (détritus, sacs plastiques, attirail de pêche perdu, mais aussi algues, branches d'arbre...) s'accumule au fond de l'eau, le TED récolte ces débris qui s'agglomèrent et maintiennent la porte de sortie partiellement ouverte, laissant s'échapper des crevettes.

Fig. 29 : les différents types de TED ("Turtle Excluder Device")
(d'après Hirth & Ogren, 1990)



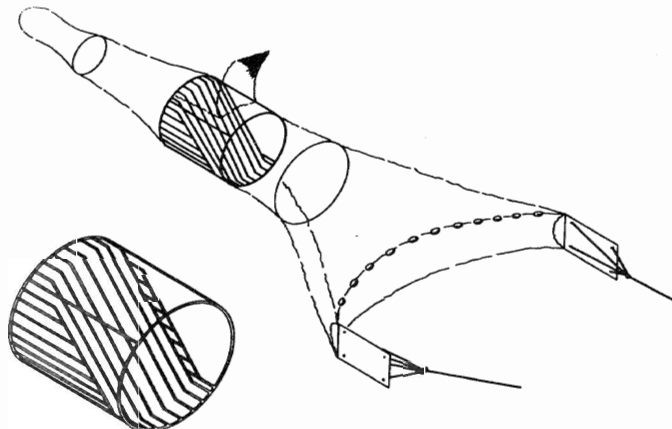
"Parrish soft TED"

"Georgia TED"



"NMFS TED"

"Cameron TED"



Le TED doit donc faire l'objet encore de recherches afin d'identifier tous les facteurs de variation qui influent sur l'efficacité de la pêche et sur l'efficacité de la libération des tortues. L'avènement de cette technologie s'avère indispensable dans les programmes de conservation des tortues marines, et la recherche doit être poursuivie sans relâche. Elle a déjà permis d'obtenir des TED de plus en plus petits, légers (moins de 17 kg), pliables et relativement bon marché. Certains pêcheurs s'équipent volontairement, mais leur utilisation reste trop restreinte (Mortimer, 1988).

- *Réduction du temps de remorquage.*

La dernière méthode envisageable est de limiter le temps de remorquage des chaluts. Des données montrent que la mortalité des tortues capturées est réduite à un taux négligeable (moins de 1%) quand le temps de remorquage est de moins de 60 minutes, et qu'elle atteint un taux important dès lors qu'il dépasse les 90 minutes. De nombreux facteurs de variation entrent bien sûr en ligne de compte : l'espèce de tortue, la taille, l'heure de capture diurne ou nocturne, la saison, etc... La différence la plus flagrante se situe entre les saisons : l'été, lorsque les demandes respiratoires sont élevées, le temps de « plongée » du chalut est limitée à 40 minutes contre 90 minutes en hiver.

La limitation du temps de remorquage pourrait être aussi efficace que le TED, mais elle demande encore à être affinée : de nombreux paramètres (tels que le devenir des tortues comateuses, ou l'impact de multiples captures sur la survie de la tortue...) sont à explorer pour préciser encore la durée limite de ce temps de remorquage.

La plus grande difficulté que l'on rencontre lors de la mise en application de cette méthode est de faire accepter cette limite par les pêcheurs : réduire le temps de remorquage entraîne un surplus de manipulation, donc une perte de temps et de rendement...

Des mesures intéressantes destinées à réduire le taux de captures accidentelles sont donc à l'heure actuelle envisageables. L'intérêt de ces mesures est qu'elles peuvent faire partie d'un programme de conservation sans interaction néfaste avec les autres mesures. Elles sont d'ailleurs indispensables à de tels programmes.

III. 3. 4. Gestion durable de la chasse à la tortue.

En 1992, la « Bekko Association of Japan », association japonaise rassemblant les acteurs de la filière de l'écaille, a exposé une modélisation sur la gestion de la pêche des tortues imbriquées des eaux cubaines. D'après ce modèle, la population de l'archipel est assez importante pour supporter un quota annuel de pêche de 500 tortues. Heppel et Crowder

(1995), chargés d'en faire l'analyse, ont testé la sensibilité des paramètres en vue de dégager la plus ou moins grande faiblesse du modèle. Les paramètres biologiques de la tortue imbriquée étant peu connus, le modèle se base sur de nombreuses présomptions : la population est supposée sédentaire, en équilibre, avec un taux de renouvellement constant, un taux de survie et de croissance stables. En changeant sensiblement ces derniers paramètres, le modèle varie énormément, ce qui met en évidence son incertitude. Des analyses génétiques réalisées par la suite démontrent que les aires d'alimentation rassemblent des tortues des six lignées présentes dans les Caraïbes : la récolte de ces tortues soi-disant sédentaires serait une menace pour la survie des autres colonies des Caraïbes.

Appliquer les techniques de gestion durable des ressources, même les plus modernes, pour la pêche des tortues, est une méthode très invasive et risquée, encore trop limitée par nos connaissances imparfaites de la biologie des tortues marines. L'erreur trop souvent commise est d'appliquer pour les tortues les mêmes méthodes que celles développées pour les poissons : la différence essentielle est que les tortues sont des espèces « long maturing, long lived » à taux de croissance ralenti. Ce qui arrive aujourd'hui aux populations est le résultat de ce qu'elles ont subi dans le passé, et non le résultat des méthodes de gestion actuelles. (Ehrenfeld, 1982).

III. 3. 5. Transplantation des œufs.

Idéalement, les œufs devraient toujours incuber dans leur nid naturel ; la transplantation en lieu sûr ne devrait être envisagée qu'en dernier ressort quand la protection *in situ* s'avère impossible. La transplantation ne bénéficie qu'aux couvées déposées dans un environnement dangereux et encore...

- Lorsque le nid est trop près de la mer, ou trop près de sources lumineuses, ou dans des zones enclines à l'érosion, ou encore sur des zones d'intense trafic de voitures ou de piétons, la situation doit être étudiée minutieusement. Même dans de tels cas, la protection *in situ* peut être suffisante.
- Lorsque le nid est déposé sur une plage où la prédation humaine et animale peut être telle que la mortalité des couvées approche les 100%, transplantation et incubation artificielles sont alors vitales. Elles peuvent aussi bien s'accompagner d'une campagne d'éradication des prédateurs (éradication des prédateurs...humains ?) (Mortimer, 1999).

III. 3. 5. 1. Transplantation « locale » :

Transplanter localement les nids est un procédé peu perturbant mais qui doit encore faire ses preuves quant aux bénéfices apportés à la conservation. Les prédateurs n'apprennent-ils pas au cours des saisons de ponte à retrouver l'emplacement des nids artificiels ? Le taux de survie des nouveau-nés n'est-il pas réduit par les manipulations ? Les nids artificiels sont-ils creusés à une profondeur adéquate de manière à respecter le plus naturellement possible la température d'incubation et les autres facteurs environnementaux ? (Ehrenfeld, 1982)

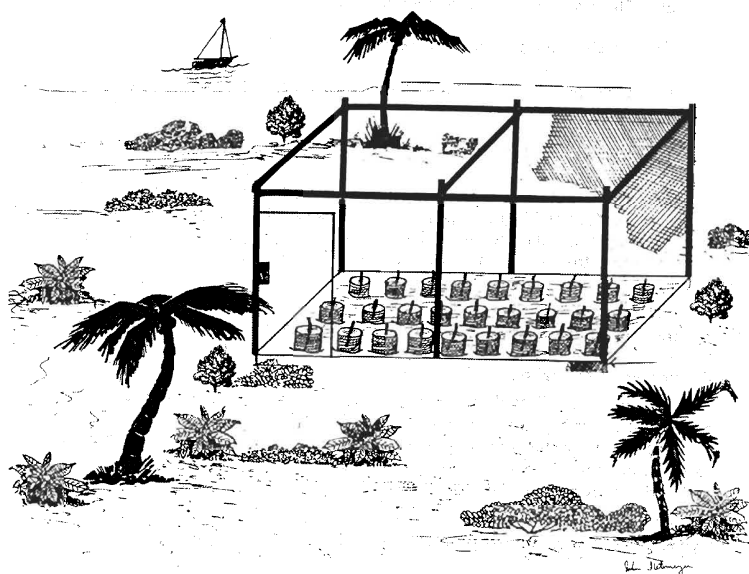


Fig. 30 : Exemple d'aménagement d'une éclosierie de plage (d'après Pritchard & al, 1983).

III. 3. 5. 2. Eclosierie artificielle :

Transplanter les œufs dans une éclosierie artificielle est un procédé très invasif, pour lequel il n'est pas étonnant d'obtenir des taux de succès d'éclosion relativement bas¹. Toutefois, la mise en service de telles éclosieries se justifie clairement lorsque le taux de mortalité en incubation naturelle est trop élevé : une analyse précise de la situation en comparant les pertes en éclosion naturelle et en éclosierie artificielle est indispensable. Une éclosierie est un frein au développement de la population si seulement 25% des œufs en conditions naturelles sont voués à la destruction (Pritchard, 1980 ; Mortimer, 1988).

¹ Selon Pritchard (1980) et Mortimer (1988), on obtient en éclosierie artificielle une réduction du pourcentage d'éclosion de 50 à 90%.

Quelques principes fondamentaux sont à respecter pour optimiser les résultats de l'écloserie (Mortimer, 1999) :

- L'écloserie doit se situer le plus près possible de la plage de ponte pour éviter les traumatismes du transport.
- L'accumulation d'œufs dans les écloseries favorisant le développement de bactéries et de champignons d'année en année, une bonne hygiène est plus que recommandée. L'incubation dans des boîtes en polystyrène est un bon compromis pour protéger les nids contre les intempéries environnementales et contre les prédateurs de toute sorte (de la mouche à l'homme) : des pourcentages d'éclosion impressionnants ont été obtenus dans de tels incubateurs.
- Il faut éviter de libérer les nouveau-nés à la mer tous les jours au même endroit et à la même heure, sinon tous les efforts de protection sont vains : les poissons et autres prédateurs prennent l'habitude rapidement de guetter leur « pain quotidien ».

Même si l'on respecte les quelques principes énoncés ci-dessus, l'incubation en condition artificielle demeure une méthode très dangereuse par le biais potentiel qu'elle engendre sur le sex-ratio naturel. Étant donné le rôle joué par la température d'incubation sur le déterminisme sexuel, conserver les conditions d'incubation aussi naturelles que possible dans les écloseries est fondamental (Morreale et al., 1982). Nos connaissances sur la biologie de la tortue sont encore trop embryonnaires pour envisager dans quel sens il faudrait faire évoluer le sex-ratio pour obtenir un meilleur accroissement de la population.

L'installation d'une écloserie comme compromis pour contrebalancer la destruction de plages de ponte crée une dangereuse dépendance par rapport à une intervention humaine qui ne se maintiendra pas *ad vitam eternam*. N'oublions pas non plus l'effet psychologique vicieux induit sur le public qui pense à tort que les tortues sont sauvées grâce au dur labeur de l'écloserie... dont les résultats sur la conservation sont invérifiables. Comment évaluer les bénéfices apportés par de telles structures à la conservation ? Aucune méthode valable ne permet d'estimer le taux de survie des nouveau-nés relâchés : il est encore irréalisable de marquer efficacement un individu de 30 g sachant qu'il pèsera par la suite 150 kg¹.

¹ Note reportée en bas de la page suivante...

III. 3. 6. Etablissement de nouvelles plages de ponte par « imprégnation artificielle ».

Relâcher des nouveau-nés sur de nouvelles plages, ou sur des plages anciennement fréquentées par une population dilapidée, est une méthode qui a été utilisée dans les années 1960 dans les Caraïbes pour la tortue verte et dans les années 1980 pour donner un dernier chance de survie à la tortue de Kemp sur l'île Padre (Ehrenfeld, 1982 ; Pritchard, 1980). Ces expériences s'appuient sur l'hypothèse que les nouveau-nés s'imprègnent de l'odeur et du goût de substances chimiques libérées dans le sable de leur plage de naissance de manière à la reconnaître et y revenir pondre à la maturité. Avec le recul, il semblerait que cette méthode ait fait ses preuves, pourtant rien n'est élucidé. D'autres particularités de l'environnement côtier sont peut-être plus importantes que les seules caractéristiques chimiques du sable. Dans le doute, il serait préférable de laisser l'incubation la plus naturelle possible en délocalisant les œufs, au lieu de relâcher des nouveau-nés éclos artificiellement. Malheureusement, la transplantation d'œufs sur de longues distances n'est pas sans conséquence sur les réussites des éclosions (Ehrenfeld, 1982).

.Pritchard (1980) reste perplexe devant le principe de la technique : « même si la méthode [d'imprégnation à de nouvelles plages de ponte] est un succès, le résultat est-il pour autant désirable ? Si les tortues n'ont jamais pondu sur ces plages, c'est peut-être parce que l'environnement y est inadapté ; ou si la population a été exterminée par l'homme, la même pression d'exploitation risque d'entraîner la disparition de la nouvelle colonie installée. » A méditer...

Plusieurs techniques de marquage ont déjà été testées :

- 1) Placer un aimant dans la cavité corporelle du nouveau-né nécessite un énorme détecteur pour le repérer par la suite sur l'adulte.
- 2) Des tests biologiques utilisant les réponses immunitaires propres à chaque individu peuvent être établis mais quel travail ! Sachant que seulement 2 à 3 nouveau-nés sur 1000 atteindront l'âge adulte.
- 3) Enfin une dernière méthode expérimentée en Australie, en Afrique du Sud et en Floride consiste à exciser certaines parties d'écailles marginales en érodant la partie osseuse sous-jacente. A chaque année correspond un code. Des tortues à carapace excisée ont été retrouvées les années suivantes, mais comment savoir si l'ablation n'est pas la conséquence d'un accident naturel ? (Pritchard, 1980).

III. 3. 7. « Headstarting ».

La méthode dite « headstarting » en anglais consiste à élever des nouveau-nés en captivité quelques mois durant, jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille assez importante qui leur permette, une fois relâchés, d'être moins vulnérables aux prédateurs. Malgré la popularité de cette méthode qui s'est développée un peu partout sous les Tropiques depuis quelques années, son intérêt et sa valeur sont encore objets de débats entre spécialistes de la tortue marine (Mortimer, 1995b).

Le seul argument en sa faveur est qu'elle éviterait la prédation excessive qui s'abat sur les nouveau-nés : on estime que le taux de mortalité le plus élevé concerne les premiers mois de vie et que seul 1% des individus atteint l'âge adulte. D'après Mortimer (1988), ces quand-dira-t'on ne reposent sur aucun fondement scientifique ; la mortalité réelle des nouveau-nés est probablement plus basse que celle qu'on croit ou qui nous est montrée dans les reportages télévisuels. N'oublions pas que les nouveau-nés émergent habituellement de nuit pour éviter une bonne partie de leurs prédateurs et que le taux de prédation diminue largement lorsqu'ils atteignent les zones de plus de 10 m de profondeur.

Par ailleurs, le taux de survie des jeunes tortues issues de tel programme d'« headstarting » est inconnu. Le taux de mortalité au sein des élevages est par contre très élevé par les effets du surpeuplement, du manque d'exercice, des maladies et du régime alimentaire artificiel. Le stress du surpeuplement favorise les morsures et les blessures qui se surinfectent. Les tortues sont alors relâchées affaiblies, amputées, beaucoup moins aptes à survivre qu'un tout jeune nouveau-né bien frétilant. Ces tortues peuvent même être à l'origine de l'introduction de maladies dans les populations sauvages (Mortimer, 1995b).

Nombreuses sont les incertitudes qui planent sur le devenir de ces tortues une fois relâchées dans la nature : survivent-elles et grandissent-elles ? Sont-elles capables de se reproduire sur les plages naturelles ? Le nombre de tortues se reproduisant est-il assez important pour contribuer à maintenir et à reconstruire la population ? Les tortues « headstarted » sont-elles plus susceptibles de survivre et de se reproduire que les tortues « naturelles » ? (Hirth & Ogren, 1990). Pour l'instant, nous avons simplement pu constater que ces tortues sont capables de survivre et de grandir, mais des comportements aberrants ont aussi été remarqués : perturbées par la domestication passée, certaines n'ont pas peur des bateaux et associent la présence de l'homme à la distribution alimentaire...

Aucune tortue issue d'un programme d'« headstarting » n'a été observée en train de pondre. La grande jeunesse de ces programmes nous pousse à croire qu'aucune de ces tortues relâchées n'a encore atteint sa maturité sexuelle. Mais une tortue qui n'a jamais été imprégnée à une plage, est-elle seulement capable de se reproduire ? Est-elle capable de choisir une plage appropriée à la survie de sa progéniture ? (Mortimer, 1995b). Le danger de court-circuiter les mécanismes physiologiques d'imprégnation à la plage est encore plus présent ici que dans le cas des éclosées artificielles. Des techniques préconisent de laisser les jeunes tortues à peine écloses descendre la plage et de ne les récupérer qu'une fois qu'elles ont atteint l'eau ; on espère ainsi que la brève exposition aux éléments de la plage suffira à imprégner le nouveau-né. Mais ce phénomène d'imprégnation - si même il a lieu ! - est peut-être encore plus complexe, faisant intervenir par exemple l'odeur de l'eau, le sens des courants, le champ magnétique, l'inclinaison lumineuse et les longueurs d'onde que le nouveau-né rencontre lors de sa nage frénétique vers le large.

Pour les biologistes opposés à l'« headstarting », le seul intérêt de cette méthode est qu'elle attire l'attention et la sympathie du public qui devient conscient des problèmes inhérents aux tortues (Mortimer, 1988). Mais attention au leurre ! La méthode est souvent présentée comme LE moyen de lutter contre l'extinction de l'espèce, mais elle est largement insuffisante... L'analyse de modèles de population (Heppell et Crowder dans Mortimer, 1995b) démontre que l'apport du « headstarting » est insuffisant pour compenser les pertes annuelles d'adultes reproducteurs. L'analyse montre que pour compenser les pertes de nouveau-nés, il vaut mieux s'attaquer aux causes responsables de ce déclin (surexploitation, captures accidentelles, prédation, destruction des habitats...).

Le « headstarting » doit donc être encore considéré d'un point de vue expérimental. Malheureusement il peut s'avérer très dangereux quand il devient un prétexte pour justifier et autoriser la collecte d'œufs destinés à des fins plus douteuses... d'élevages commerciaux par exemple (Pritchard, 1980). Pritchard (dans Mortimer 1988) explique clairement que la méthode « ne devrait jamais être une justification pour autoriser des niveaux de prélèvements sur les populations sauvages encore plus élevés », ou qu'elle ne devrait jamais être « conduite dans l'idée de ne pas relâcher les jeunes tortues un jour ». Et pourtant...

III. 3. 8. Ferme et ranch d'élevage.

Il existe deux façons d'élever des tortues marines (Ross, 2000) :

- Dans les « fermes », des tortues sont élevées jusqu'à l'âge adulte puis sont maintenues en captivité *ad vitam eternam* afin qu'elles se reproduisent : leur descendants sont, quant à eux, élevés à des fins commerciales. A terme, ces fermes fonctionnent en cycles clos.
- Dans les « ranchs », des tortues sont collectées régulièrement dans la population sauvage au stade œufs ou nouveau-nés, puis elles sont élevées en captivité pour une utilisation commerciale. Dans ce cas, il y a prélèvement continu sur les populations sauvages.

Les fermes et les ranchs sont donc significativement différents : au niveau du coût financier, de leur impact sur les populations sauvages et donc de leur implication dans la conservation, mais ils ne s'excluent pas. Bien au contraire, leur association optimiserait les bénéfices économiques et les effets sur la conservation.

Le concept d'élever des tortues en captivité n'est pas nouveau. Au début du siècle, quelques tentatives de part et d'autre du globe se sont montrées infructueuses. Aujourd'hui, trois structures d'élevage essaient de s'en sortir dans un contexte commercial difficile sous l'emprise de la Convention de Washington. La plus célèbre est la « Cayman Turtle Farm », créée en 1968 sur l'île Grand Cayman (Caraïbes) qui s'évertue à élever à échelle réduite des tortues vertes (et un petit nombre de tortues imbriquées) pour subvenir à la demande du tourisme, pour approvisionner le marché local en viande, et pour maintenir la création d'emplois.

L'objectif de l'aquaculture est d'approvisionner le commerce des produits de tortue sans toucher (ou très peu) aux populations sauvages. Que penser alors et comment estimer le bénéfice potentiel que l'aquaculture propose à la conservation des tortues marines ? Une multitude d'avantages et d'inconvénients peuvent être discutés. Mais tant que les arguments ne seront pas soutenus par des données claires, objectives et chiffrées, le débat restera au statu quo. Les thèses avancées par les deux parties sont résumées dans les deux paragraphes suivants... A vous de faire votre opinion !

III. 3. 8. 1. Les arguments en faveur :

Reichart (1982) et Pickett et Towson (1980) remettent en question les résultats peu probants de la reconstruction de populations suite à de simples mesures de protection. Selon eux, la conservation ne peut se baser seulement sur des principes éthiques et moraux car la confiance en la seule vertu humaine ne suffit pas : la seule méthode efficace pour faire appliquer les lois de protection serait de dépêcher des patrouilles armées sur les plages !

Reichart affirme que d'élever des tortues est un très bon moyen de les conserver, car l'élevage est une approche rationnelle de la conservation en la rendant économiquement rentable. Le commerce et la conservation ont trop souvent été considérés comme une dichotomie par les conservateurs ; or il faut faire valoir que les tortues marines sont des ressources économiquement très rentables. La plupart des sites de ponte élus par les tortues appartiennent à des pays peu développés, où pauvreté, instabilité politique et faiblesse de l'autorité gouvernementale ne contribuent pas au bon respect des lois. L'objectif premier de ces pays n'est sûrement pas de conserver leur patrimoine naturel, mais plutôt d'exploiter toutes les ressources disponibles de manière à améliorer le niveau de vie des habitants. Reichart prétend que d'élaborer une multitude de stratégies de conservation, adaptées aux besoins économiques et aux traditions culturelles de chaque région, serait plus efficace que de faire respecter une stratégie universelle éthique, imposée par des pays riches indirectement concernés.

Dans les pays en voie de développement, la production de tortues en captivité serait source d'emplois et source de protéines ; elle apporterait les fonds nécessaires et stimulerait la mise en place d'une protection efficace des populations sauvages (alors fournisseuses de l'élevage). A ces programmes d'élevages commerciaux, un programme de « headstarting » pourrait très bien être associé, en imposant la libération annuelle d'un certain quota de tortues. La survie des tortues serait assurée, les œufs condamnés seraient sauvés, et, à terme, aucun prélèvement sur les populations sauvages ne serait nécessaire (sauf de temps à autre pour s'autoriser quelques variations génétiques).

Reichart estime qu'il faudrait utiliser avantageusement les capacités prolifiques des tortues qui s'avèrent encore plus puissantes en captivité : grâce à un régime hyperprotéiné, les tortues marines d'élevage atteignent leur maturité précocement, vers l'âge de 8-12 ans, et grâce à d'intenses traitements hormonaux, elles sont capables de se reproduire chaque année (Brongersma, 1980). Pickett et Towson soutiennent la faisabilité de telle entreprise d'élevage en faisant le parallèle avec le succès des fermes de crocodiles. Espèces « caïman » semblables

aux tortues par leur longue espérance de vie, leur haute prolificité, leur statut hautement menacé, et leur importance économique pour le commerce international, les crocodiles ont prouvé qu'ils s'adaptent bien à la captivité. La mise en place d'élevages permet de poursuivre la fabrication de cuir sans atteinte aux populations sauvages, elle garantit la création d'emplois et l'éducation du public, et elle n'a en aucune façon stimulé le commerce illicite (en contradiction des arguments développés par les opposants à l'élevage de tortues).

Pickett et Townson surenchérisent sur le fait que les élevages sont capables de dominer le marché et de dérouter les braconnage par des produits standardisés de bonne qualité. La viande produite est peu grasse et a meilleur goût ; l'écaille est plus fine, claire et moins abîmée par les cicatrices ; le cuir est plus flexible... L'élevage limite le gaspillage : viande, foie, peau, huile, écaille...sont recyclés. Le développement de l'artisanat de l'écaille de tortue verte d'élevage devrait réduire la pression sur l'écaille de tortue imbriquée (Brongersma, 1980). La production de viande permettrait de subvenir aux besoins locaux et donc de venir à bout de la chasse illicite menée par la population locale pour leur subsistance, chasse si difficile à contrôler et qui, d'après Pickett et Townson, est responsable en grande partie de l'extinction des tortues. Les opposants reprochent souvent aux élevages d'être incapables de subvenir à la totalité de la demande mondiale d'où l'incitation au commerce illégal ; or selon Pickett et Towson, la Cayman Turtle Farm produit à elle seule de quoi répondre à 10 % de la demande.

Reichart considère que la volonté de stopper le commerce de produits de tortue marine est une utopie, surtout face à l'inévitable accroissement démographique. Antonio Suarez (dans Pritchard, 1980) défend même l'idée qu'il faudrait faire le maximum de bénéfices sur les produits de tortues en fixant les prix les plus élevés possibles, de manière à réduire le nombre de tortues tuées pour une même recette. « Un pêcheur peut accepter une réduction de 50% du quota de tortues si chaque tortue vaut le double ». (Précisons tout de même que Antonio Suarez était un des plus gros industriels de la tortue marine, il manque peut-être d'un peu d'objectivité...)

Enfin, un dernier argument plutôt intéressant met en avant les bénéfices scientifiques apportés par l'élevage, qui facilite la recherche sur la biologie des tortues en permettant des manipulations impossibles « *in vivo* ». Ces connaissances nouvellement acquises sur la biologie des tortues serait un premier pas pour découvrir par la suite des techniques de conservation mieux adaptées.

III. 3. 8. 2. Les arguments en défaveur :

- Les opposants à l'aquaculture des tortues marines craignent avant tout les conséquences issues de l'amalgame des principes de conservation à des activités commerciales et lucratives. Ils appréhendent aussi la remise en route de ce commerce qui a été si difficile à maîtriser.

Erhenfeld (1982) estime qu'il est dangereux d'enseigner au public que la conservation est accompagnée de profits économiques tout en condamnant l'attitude supérieure qui consiste à penser que les gens des pays pauvres sont incapables d'acquérir les sentiments de compassion et l'éthique indispensables à la compréhension des principes de conservation.

Dodd (1982) exprime sa peur de voir se développer un énorme marché autour des produits de tortues marines. Selon lui, une industrie qui ne cultive pas à la fois les marchés existants et des marchés nouvellement conquis est vouée à l'échec. Même s'il conçoit que l'argument, qui fait valoir la qualité supérieure des produits issus de l'élevage par rapport aux produits naturels, est purement subjectif, il imagine très bien que le développement d'un marché de produits « supérieurs » issus de l'élevage pourrait stimuler une demande et donc un marché de produits « inférieurs » et moins chers issus des populations sauvages par exemple. Aucune méthode ne permet de différencier les produits d'élevage des produits naturels, et les techniques de labellisation ne sont pas encore assez performantes pour éviter la contrefaçon. L'ouverture de nouveaux marchés stimulerait d'après lui le braconnage mais aussi la prolifération de fermes et de ranchs à visée purement commerciale sans objectif conservateur. Or l'existence d'élevages ne peut se justifier que par leurs actions en faveur de la conservation. Dodd critique avec véhémence l'argument qui soutient que l'élevage subviendrait aux besoins protéinés des populations locales affamées. Selon lui, les fermes sont des structures à gros capitaux qui ne peuvent être financées que par les pays riches : elles ne sont donc rentables que dans la mesure où elles vendent leur production à prix forts... sur les marchés européens, japonais et américains. La collecte des œufs en grande quantité pour subvenir aux « besoins » d'une compagnie étrangère constitue un vol pour les autochtones, vol d'une ressource protéinée aussi faible soit elle. Selon Dodd, au lieu de récupérer les œufs soi-disant condamnés par l'érosion ou la prédation pour les transformer en une viande hors de prix destinée à des gourmets européens ou américains, il suffirait de les déplacer en lieu sûr ou de les laisser consommer par les locaux. Nietschmann (cité dans Erhenfeld, 1982) explique comment, dans une culture traditionnelle, l'élevage transforme une simple source de

subsistance en une marchandise, et même en un produit de luxe, et que le fait de relier une culture à une économie régionale ou mondiale détruit à la fois la ressource et la culture.

- Biologiquement parlant, les principes de l'aquaculture reposent sur des hypothèses. Les quotas de prélèvements pour les ranchs par exemple appliquent le principe de l'exploitation d'un rendement maximal durable (fait de prélever un quota annuel maximal dans une population sans pour autant affaiblir cette population qui se maintient dans un intervalle de taille donné), principe basé sur des approximations biologiques. Le nombre de femelles pondant chaque année sur une plage est si variable et imprévisible que la fixation de quota d'œufs autorisé à être prélevés est arbitraire. Par ailleurs, il faudrait connaître parfaitement les routes migratoires des différentes populations pour éviter que l'exploitation dans un pays ne se surajoute à l'exploitation dans les pays voisins.

Avec le peu d'informations connues sur la biologie des tortues, Dodd démontre que les tortues ne sont pas adaptées à l'aquaculture.

Tabl. 5 : Aptitudes des tortues marines à l'aquaculture (ferme en cycle fermé) : évaluation de leurs caractéristiques biologiques et économiques (d'après Erhenfeld, 1982).

Caractéristiques	Adaptée à l'aquaculture	Discutable	Inapte à l'aquaculture
Taux de croissance			X
Facilité à nourrir en captivité avec l'aliment naturel			X
Possibilité de nourrir avec des aliments conditionnés bon marché ou des sous-produits			X
Intégration facile dans une polyculture			X
Tolérance au surpeuplement		X	
Accès facile à une source illimité en juvéniles sauvages ou contrôle total du cycle de reproduction			X
Cycle de reproduction court			X
Potentiel d'amélioration génétique		X	
Robustesse		X	
Capitaux prérequis minimums			X
Coût de la purification de l'eau et du traitement des déchets		X	
Demande d'un marché	X		
Prix des produits	X		

En ce qui concerne la recherche entreprise sur les tortues d'élevage, Dodd avoue l'incontestable bénéfice apporté à la conservation, notamment pour les espèces en danger d'extinction imminente. Mais il émet une restriction car les projets de recherche sont trop souvent orientés dans le sens d'une amélioration de l'élevage (comme par exemple, la résolution des problèmes de nutrition et de maladies en conditions de surpeuplement). Ils ne sont donc pas fondamentaux pour améliorer les principes de conservation des populations sauvages.

- Au niveau pratique, les fermes et les ranchs doivent faire face à de nombreuses contraintes biologiques qui réduisent le potentiel et la viabilité économique de tels élevages (Ross, 2000) :

- *L'habitat* : les tortues marines doivent être maintenues dans de l'eau de mer, d'où la mise en place de systèmes coûteux pour régénérer une eau courante et salée. Les essais d'élevage dans des parcs artificiels directement dans la mer se sont tous montrés infructueux.
- *Le taux de croissance ralenti* : les tortues marines sont des reptiles poïkilothermes dont le régime alimentaire naturel (au moins pour les deux espèces commerciales : tortue verte et tortue imbriquée¹) est pauvre en nutriments et en protéines. Température basse et qualité de la nourriture limitée seraient responsables d'un taux de croissance naturel lent. En améliorant l'alimentation par un régime hyperprotéiné et en tiédissant l'eau, la croissance des tortues d'élevage est accélérée... mais les dépenses aussi !
- *L'état sanitaire* : les tortues marines sont sujettes à de nombreux pathogènes et parasites responsables d'un taux de mortalité catastrophique dans les conditions de surpeuplement des élevages. Maintenir une hygiène impeccable de l'eau de l'élevage et apporter des soins vétérinaires compétents est crucial pour assurer le succès de l'élevage.

Concernant plus précisément l'élevage de tortues imbriquées, quelques essais ont montré que c'est une espèce relativement difficile à élever en captivité. Les nouveau-nés sont plutôt agressifs, se mordant les uns les autres et causant des lésions surinfectées à l'origine de

¹ Souvenons-nous que la tortue imbriquée se nourrit d'invertébrés marins sessiles, principalement d'éponges contenant des spicules de fibrine et de silice ainsi que des composés toxiques exigeant une détoxification physiologique coûteuse en énergie.

mortalité. Toutes les particularités de son régime original n'ont pas encore été élucidées, la gestion de la nutrition en élevage reste bancale. Le seul avantage de l'espèce est que ses produits ont une valeur commerciale énorme, rattrapant les dépenses de son élevage...

L'aquaculture des tortues marines requiert une haute technicité scientifique (techniciens spécialisés, supervision vétérinaire, systèmes de contrôle de la qualité et de la température de l'eau, régimes hyperprotéinés bien équilibrés...) donc de gros capitaux et un personnel qualifié rarement disponibles.

III. 3. 8. 3. Qu'en pense la CITES ?

Dès la deuxième « Conférence des Parties » de mars 1979 au Costa Rica, la CITES autorise la commercialisation des tortues d'élevage de deuxième génération uniquement, c'est-à-dire des descendants de parents eux-mêmes élevés en captivité. En quelque sorte, elle autorise la mise en place de fermes et interdit celle des ranchs. Mais ce règlement est aussi très strict pour les fermes qui ne peuvent commencer leur commercialisation et devenir rentables que quinze à vingt ans après leur installation : le problème du financement des vingt premières années freine beaucoup de projets d'installation de fermes. Les commerciaux attendent de la CITES le droit de commercialiser des individus de première génération au moins pour une durée limitée, juste le temps de la mise en route de l'installation (Pickett et Townson, 1980). Ils réclament aussi l'autorisation d'installer des ranchs.

De nouvelles perspectives s'ouvrent en 1992 et 1994 : un groupe de travail propose des mesures pour s'assurer que seuls les produits issus d'élevages certifiés entrent sur les marchés, et il propose d'autoriser les échanges commerciaux réduits reposant sur des accords bilatéraux entre un seul producteur et un seul marché. Un cahier des charges est finalement mis en place pour évaluer les bénéfices apportés à la conservation par les projets d'élevage soumis à la CITES. Ce cahier des charges n'a pas encore été utilisé : reste à savoir s'il est applicable sur le terrain... (Ross, 2000).

Certifier que l'élevage de tortues est bénéfique ou fatal à la conservation des populations sauvages est encore impossible. Ce qui a été démontré pour l'instant c'est qu'il est coûteux, qu'il demande une connaissance technique avancée et que sa viabilité économique est fragile. Actuellement, aucun ranch ne fonctionne bien économiquement et une seule ferme, la Cayman Turtle Farm, s'en sort financièrement. Dans un objectif purement conservateur, l'élevage se justifie uniquement pour les espèces en danger imminent d'extinction (comme la tortue de Kemp) pour laquelle les méthodes de conservation *in situ* se sont avérées inefficaces.

III. 3. 9. Conservation de tortues dans des zoos et aquariums.

Préserver le pool génétique de la tortue de Kemp (en danger d'extinction imminente) et d'autres tortues menacées est réalisable en maintenant quelques spécimens en captivité dans des zoos ou aquariums sélectionnés.

Erhenfeld (1982) explique les limites et l'échec probable d'un tel programme pour sauvegarder des espèces à biologie très complexe et si peu connue. Comment faire le tour du pool génétique de l'espèce en maintenant en captivité une cinquantaine d'individus ? D'autre part, il a déjà été montré chez d'autres espèces que l'absence de sélection naturelle en captivité entraîne la perte des qualités sensorielles et des comportements propres à l'espèce, donc elle entraîne des changements génétiques. On imagine par la suite la difficulté de réintroduire ses animaux dans la nature.

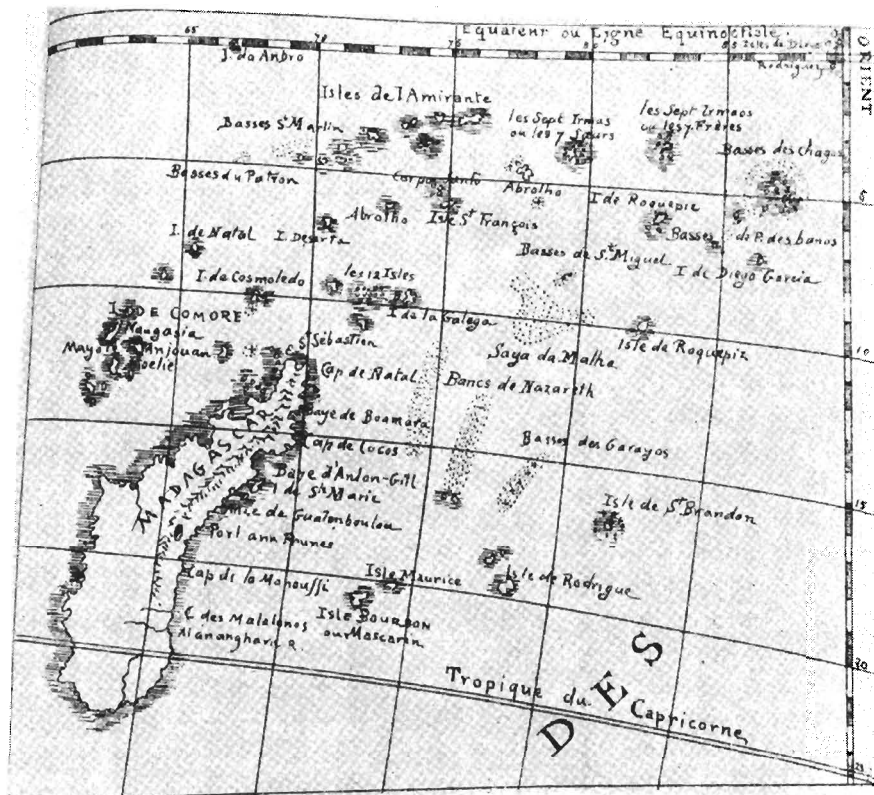
Pour conclure ce chapitre sur les mesures de conservation des tortues marines, une idée fondamentale est à faire valoir : les mesures de conservation impliquant le plus d'interventions humaines sont celles qui seront à terme les moins efficaces et les plus dangereuses (Mortimer, 1988). Il ne faut pas créer une dépendance entre la survie des tortues marines et les manipulations humaines. Mieux vaut laisser faire la nature au maximum. A cela s'ajoutent les limites imposées par notre connaissance imparfaite de la biologie des tortues...

La stratégie de conservation qui semble la plus adaptée pour l'instant doit rester très conservatrice, en se concentrant sur la protection des populations sauvages existantes ou plutôt restantes par les méthodes les plus simples, les moins risquées et les moins coûteuses (Ehrenfeld, 1982). Même s'il est très satisfaisant de relâcher des bébés tortues dans la nature, il ne faut pas négliger d'autres tâches moins valorisantes, et politiquement difficiles, mais à terme sûrement plus efficaces, qui sont d'élaborer et de faire respecter des législations de protection en grignotant petit à petit du terrain, et d'éduquer le public.

C'est exactement ce que le gouvernement seychellois, qui va maintenant nous servir d'exemple, a mis en œuvre.

3^e partie

La conservation de la tortue imbriquée aux Seychelles.



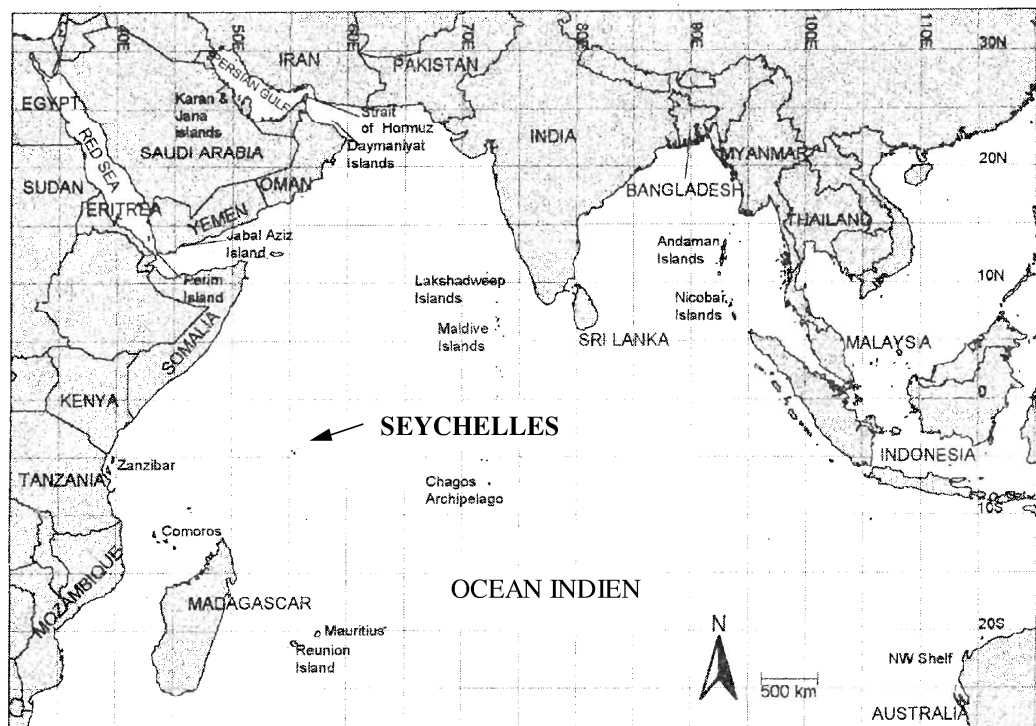
Les Seychelles
(extrait de la "Carte d'Afrique Méridionale"
dans l'Atlas de Guillaume Delisle, Paris 1722)

PLAN DETAILLE

I. PRESENTATION HISTORIQUE et GEOGRAPHIQUE des SEYCHELLES et de ses POPULATIONS de TORTUES.....	137
I.1. Géographie.....	137
I.1.1. Les îles.....	137
I.1.2. ...les hommes.....	139
I.1.3. ...et les tortues ?.....	140
I.2. L’histoire des Seychelles, l’histoire d’une exploitation.....	142
I.3. Impact sur les populations de tortues : « état de santé » au 20 ^e siècle.....	143
I.3.1. Tortues vertes.....	143
I.3.2. Tortues imbriquées.....	145
II. La CONSERVATION des TORTUES MARINES SEYCHELLOISES.....	147
II.1. Evolution de la législation sur la protection des tortues : un « football politique »	
II.1.1. Des débuts avant-gardistes et difficiles.....	147
II.1.2. Le soutien tant attendu de la coopération internationale.....	149
II.1.3. La dernière ligne droite.....	150
II.1.4. Persistance de quelques bavures.....	152
II.2. Les bénéfices apportés par la conservation.....	153
II.2.1. Le bon exemple de l’île Cousin.....	153
II.2.2. Une meilleure connaissance des populations de tortues imbriquées des Seychelles..	154
II.2.2.1. Estimations des populations.....	154
II.2.2.2. Distribution spatio-temporelle de l’activité des tortues imbriquées.....	155
II.2.2.3. Migrations de tortues imbriquées : cibler les responsables.....	157
II.2.2.4. Une ressource régionalement partagée.....	158
II.3. Les projets à venir de la conservation.....	159
II.3.1 Faire le point sur les menaces actuelles.....	159
II.3.2. Appliquer une stratégie de conservation adaptée.....	160
III. L’EXPERIENCE « CURIEUSE ».....	162
III.1. Présentation du Parc Marin de Curieuse.....	162
III.2. Méthode.....	164
III.2.1. Estimer la population de tortues imbriquées et l’intensité du braconnage.....	164
III.2.2. Evaluer la réussite des éclosions et cibler les causes de mortalité.....	171
III.3. Résultats.....	173
III.3.1. Effectifs des populations de tortues imbriquées de Curieuse.....	173
III.3.2. Intensité du braconnage.....	174
III.3.3. Taux de réussite des éclosions et cause(s) de mortalité.....	176

I. PRESENTATION HISTORIQUE et GEOGRAPHIQUE des SEYCHELLES et de ses POPULATIONS de TORTUES.

I. 1. Géographie.



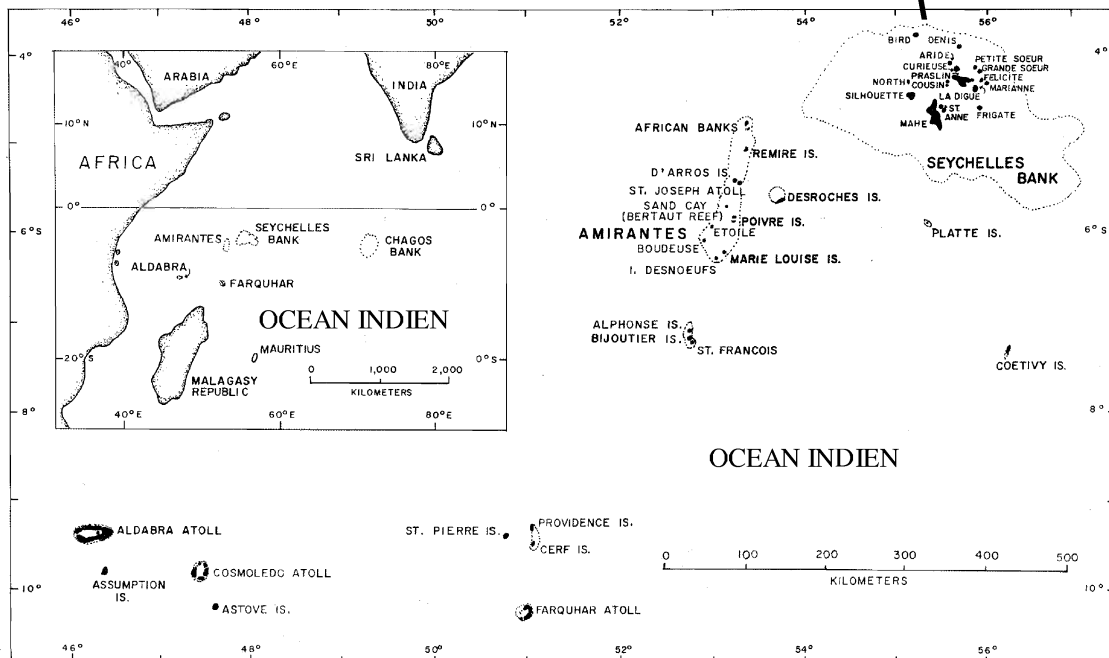
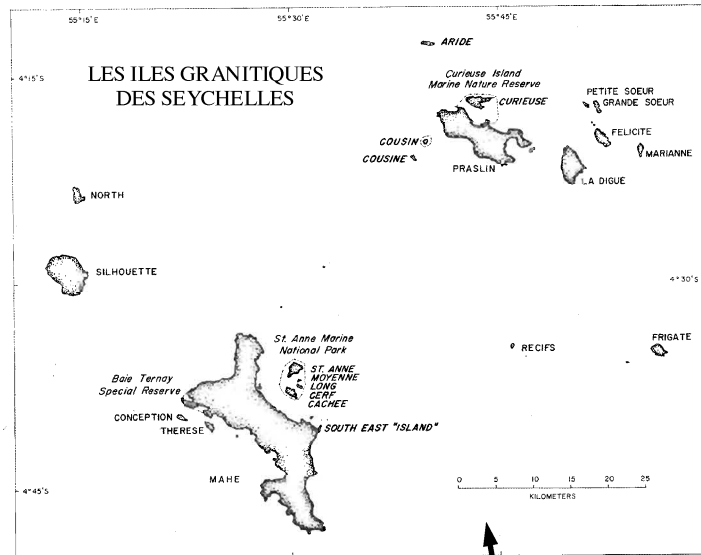
Carte 3 : L'Océan Indien
(dans Meylan & Donnelly, 1999)

I. 1. 1. Les îles...

« Miettes » abandonnées par le continent Gondwana lors de sa scission il y a 240 millions d'années, les Seychelles sont les seules vraies îles océaniques du monde composées de granit (Frazier, 1975a). Située dans le quart Nord-Ouest de l'Océan Indien, entre le 4° et le 11° de latitude Sud et le 46° et le 57° de longitude Est, la République des Seychelles se décompose en un groupe central d'une trentaine d'îles granitiques, et en un groupe plus éparpillé d'îles calcaires coralliennes. Les 115 îles de l'archipel sont très dispersées dans l'immensité d'un domaine maritime d'environ 1.300.000 km². La superficie des îles est très petite, 455 km², réduite à 277 km² si l'on compte seulement les terres émergées (en éliminant la superficie des lagons). C'est dire si l'expression « poussières d'îles » en parlant des Seychelles est bien trouvée ! Les 32 îles de formation granitique sont le noyau « dur » de l'archipel, représentant plus de 80% de la superficie totale et rassemblant la majorité de la population (sur Mahé, Praslin, La Digue et Silhouette). Alors qu'au nord de cet archipel granitique se trouvent deux petites îles coralliennes, plates et sablonneuses (Denis et l'île aux

Vaches ou Bird Island), le reste de l'archipel corallien se répartit au sud-est en quatre groupes : les Amirantes, Farquhar, Coëtivy, et Aldabra contenant l'atoll du même nom classé par l'UNESCO en 1982 comme patrimoine mondial de l'humanité (Roucou, 1994).

Cartes 4 et 5 :
La République des Seychelles
 (ci-dessous).
Détail des îles Granitiques
 (ci-contre).
 (d'après Mortimer, 1984)



Le grand intérêt scientifique des îles centrales granitiques des Seychelles est qu'elles sont bâties de roches continentales, et non de basaltes océaniques ou de récifs calcaires. Alors que généralement les îles océaniques se peuplent de faune et de flore par une dispersion par la mer, par le vent ou par les oiseaux depuis les continents, les îles Granitiques des Seychelles possèdent un biotope très ancien, constitué d'éléments fort ressemblants à ceux présents en Afrique et en Inde, sauf qu'ils ont évolué en l'absence des principaux prédateurs et

compétiteurs. Lors de la découverte de l'archipel, les reliefs étaient recouverts d'une forêt équatoriale impénétrable que se partageaient une grande diversité d'espèces d'oiseaux endémiques, des tortues de terre géantes (*Geochelone gigantea*), des petits lézards et des serpents. Des crocodiles, exterminés à l'heure actuelle, se cachaient dans les lagons.

Le plus frappant c'est que les reptiles ont maintenu une position de supériorité qu'ils ont perdue partout ailleurs : à part une assez grande diversité de mammifères marins (20 espèces répertoriées sur les 30 connues), les seules mammifères « terrestres » sont les sept espèces de chauve-souris (Shah, 2002).

I. 1. 2. ...les hommes...

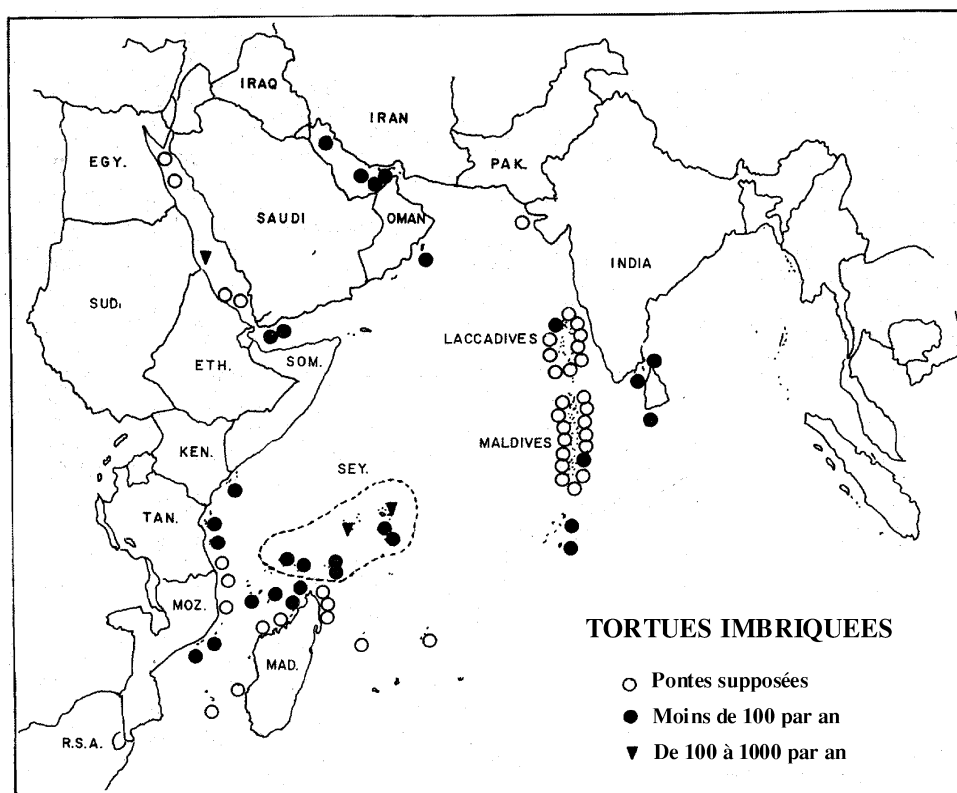
Une population très métissée de 80 000 Seychellois peuple ces îles. L'île principale, Mahé, d'une superficie de 153 km² soit 55% de la surface de toutes les îles, héberge 90% de la population et dépasse les records de densité avec plus de 340 habitants au km². Démocratie indépendante depuis le coup d'état de juin 1976, établi contre la domination anglaise, la langue nationale est le créole seychellois. Le créole ainsi que le nom des îles aux sonorités plutôt « frenchy » nous rappellent que ce paradis terrestre fut d'abord colonisé par les français.

Historiquement, l'économie des Seychelles se basait sur l'exportation de copra. Aujourd'hui, la pêche industrielle du thon et toutes les activités qui en découlent est un des pôles économiques les plus importants. La pêche est une activité traditionnelle primordiale pour le Seychellois, qui est un des plus gros mangeurs de poisson du monde, avec une moyenne de consommation de 75kg par personne et par an. Mais depuis 1971, date correspondant à l'ouverture d'un aéroport international à Mahé, un nouveau pôle économique est en plein essor : le tourisme. Avant cette date fatidique, on comptait moins de 1000 touristes par an, en 1972 déjà 10000, en 1973 le chiffre double (20000), en 1975 il triple (30000) et en 1979 on atteint les 79000 (Stoddart & al, 1982). Les touristes sont attirés non seulement par le climat et par les plages paradisiaques, mais aussi par la généreuse nature, dépaysante et riche en espèces endémiques.

I. 1. 3. ...et les tortues ?

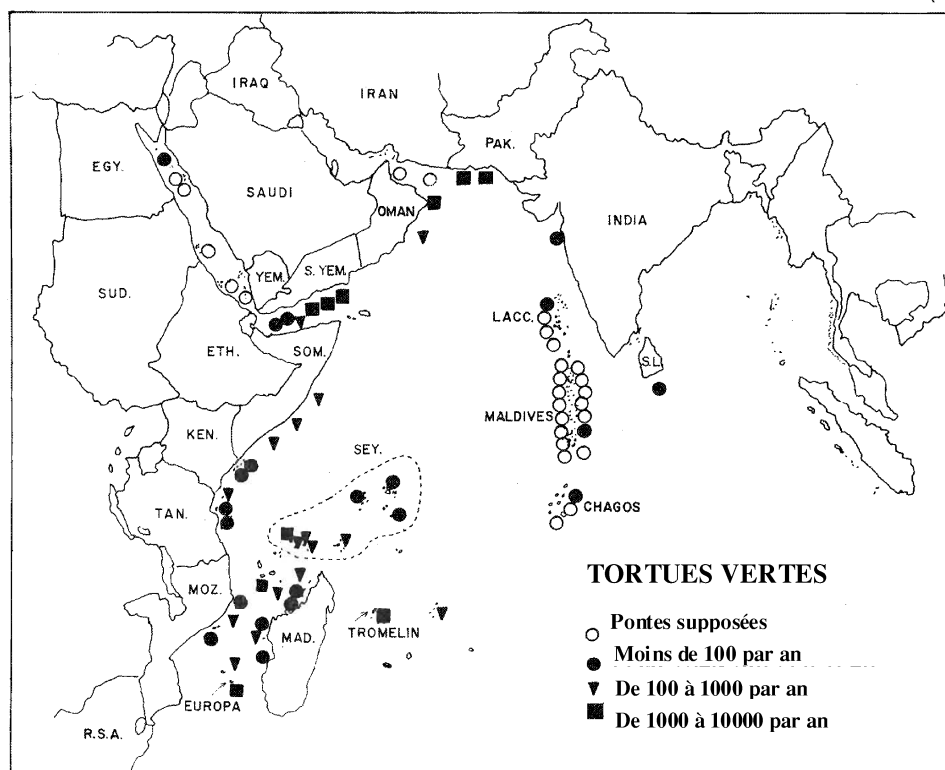
Plongez dans l'eau turquoise et, si vous avez de la chance, voici les quatre espèces de tortues que vous êtes susceptibles de rencontrer dans les eaux seychelloises :

- La tortue imbriquée est appelée « torti caré » en créole, appellation qui dériverait de celle des Caraïbes. Les Seychelles sont l'aire de ponte principale des tortues à écailles de l'ouest de l'Océan Indien. Cette espèce est largement distribuée dans tout le territoire seychellois ; elle a été répertoriée sur toutes les îles mais les pontes restent plus concentrées sur les îles Granitiques, Amirantes, Plattes et Coetivy (Mortimer & al, 1996). Des pontes sont observées toute l'année sauf en avril, mai et juin : le pic de la saison de ponte s'étale de novembre à janvier (Frazier, 1979a ;1982a). De vastes récifs coralliens éparpillés dans tout le territoire fournissent de riches aires d'alimentation pour cette espèce (Frazier, 1982a).



Carte 6 : Distribution des principales populations de tortues imbriquées dans le "grand ouest" de l'Océan Indien.
(dans Mortimer, 1984)

- La tortue verte est appelée « torti d’mer » ou tout simplement « torti ». Comme la « torti caré », elle est largement distribuée sur le territoire seychellois et plus généralement dans tout l’océan Indien, mais elle pond rarement sur les îles Granitiques. On la trouve plutôt au large des îles coralliennes éloignées, principalement dans le groupe d’Aldabra (Aldabra, Astove, Assumption et Cosmoledo) et secondairement dans les autres (Frazier, 1979a ; Mortimer & al, 1996). Les pontes ont lieu toute l’année avec un pic de mai à septembre. On trouve de nombreuses aires d’alimentation propices à cette espèce dans les eaux seychelloises : des pâtures d’algues et de phanéogrammes dans les lagons ou sur les plateaux dans les eaux peu profondes (Frazier, 1982a).



Carte 7 : Distribution des principales populations de tortues vertes dans le "grand ouest" de l'Océan Indien.
(dans Mortimer, 1984)

- La tortue luth est surnommée « torti karambol » pour faire allusion à sa ressemblance au fruit tropical « la carambole » (*Averrhoa carambola*) : carambole et "torti karambol" ont des crêtes longitudinales le long du corps. La première tortue luth a été répertoriée et photographiée au large de Mahé dans les années 1970. Depuis, des pêcheurs certifient en voir de temps à autre. Mais ces tortues sont rares aux Seychelles, et elles n’y pondent pas. Réputées pour leurs longues migrations, elles feraient aux Seychelles une étape, passant entre Mahé et Silhouette pendant la mousson de Novembre (Frazier, 1984)

- La tortue caouanne s'appelle « torti nam'koyo » mais la signification reste un mystère. Le premier spécimen de cette espèce a été harponné au large de l'atoll d'Aldabra en 1968. Apparemment, cette tortue ne pond pas sur le territoire mais quelques fonds marins au large d'Aldabra et de Cosmoledo riches en mollusques serait propices à son alimentation (Frazier, 1984).

Les deux dernières espèces citées (tortue luth et tortue caouanne) sont rarissimes et n'ont jamais été exploitées aux Seychelles. La tortue luth est parfois attrapée dans les filets de pêche, accidents qui restent exceptionnels. Quant à la tortue caouanne, des légendes locales racontent qu'elle est un hybride de tortue verte et de tortue imbriquée : comme cette dernière est considérée comme empoisonnée, la viande de tortue caouanne est « boudée » (Frazier, 1984).

Les tortues vertes et les tortues imbriquées ont par contre été victimes d'intenses massacres depuis le début de la colonisation.

I. 2. L'histoire des Seychelles, l'histoire d'une exploitation.

La première carte mentionnant les Seychelles a été dessinée en 1501 par un cartographe portugais, mais il semblerait que les explorateurs arabes connaissaient déjà l'existence de ces îles dès le 9^e siècle. Repère de pirates pendant près de deux siècles, il faudra attendre l'année 1742 pour que Lazare Picault, sur les ordres du Gouverneur de l'île Maurice, Bertrand François Mahé de La Bourdonnais, explore les îles granitiques et nomme l'île principale « Mahé » d'après le nom du gouverneur. Ce n'est qu'en 1756 que le roi de France prend officiellement possession de Mahé et des sept îles voisines. Elles seront nommées « Séchelles » (puis plus tard anglicisé en « Seychelles ») en l'honneur du contrôleur général des finances de l'époque, le Vicomte Moreau de Séchelles. Les premiers colons (une trentaine de français, d'esclaves, de malabars et...une femme) s'installent en 1770. Les « Séchelles » resteront françaises jusqu'en 1810, date à laquelle fut ratifié le traité de Paris : l'île Maurice et les Seychelles deviennent des colonies britanniques, alors que la Réunion reste une dépendance française.

A l'époque de la découverte, les tortues marines sont abondantes sur toutes les îles. L'information se répand très vite, et c'est une des principales attractions de la colonisation : beaucoup de colons français commencent très tôt à exporter des produits de tortues marines, de même qu'ils exploitent les tortues de terre géantes et le bois des forêts luxuriantes (Frazier,

1980). Exploitation et exportation ne cesseront pendant plus de deux siècles, aussi bien pendant la période française que pendant la période de domination anglaise (Frazier, 1974).

« Leur commerce s'effectue dans quelques petites goélettes à destination de l'île Maurice ; il s'agit d'exportations de coton, d'huile de coco, de carapaces de tortues etc... ; pour le moment, quelques particuliers espèrent réussir grâce à la quantité de carapaces de tortues qu'ils pourront fournir en deux ou trois ans, en formant des parcs ou des enclos carrés dans lesquels la marée remonte, avec une plage de sable à l'arrière où elles déposent leurs œufs ; on a récemment planté beaucoup de café et il réussit bien etc... La langue du pays est le français ; le caractère des habitants hospitalier et doux. »

[Un rapport d'officier datant de 1821 auprès du commandant de la Marine de Sa Majesté à l'île Maurice après sa visite aux Seychelles]

Pourtant, dès 1774, M. de Boyne met en garde les colons sur les effets néfastes de la surexploitation ; d'autres français éclairés, plaidant pour la protection des ressources naturelles, suivront son exemple tout au long de l'histoire des Seychelles. Malheureusement, leurs sollicitations visionnaires ne seront pas prises en compte.

I. 3. Impact sur les populations de tortues : « état de santé » au 20^e siècle.

I. 3. 1. Tortues vertes.

Il est très probable que les populations de tortues vertes des îles Granitiques et Amirantes aient connu un déclin précoce suite à l'exploitation incessante qu'elles ont subie depuis le 18^e siècle, ce qui expliquerait leur rareté aujourd'hui sur ces îles. Ces tortues étaient utilisées localement à des fins diverses :

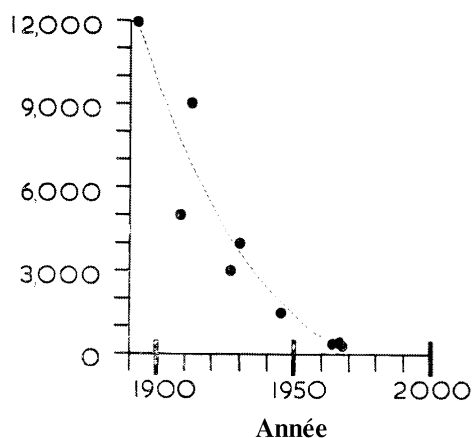
- pour leur viande, transportée d'île en île sous forme de viande salée et séchée (le « kitouz ») ou conservée dans de l'huile (la « torti marinade »),
- pour leur sang,
- pour leur huile, utilisée en cuisine ou pour préserver le bois des bateaux,
- pour leurs os transformés en chaux ou en fertilisant,
- et aussi pour leurs écailles : la « cawan », écaille fine du plastron, était utilisée pour faire des vitres de fenêtres ! (Frazier, 1980)

- leurs œufs étaient par contre très peu collectés : seuls se consommaient ceux présents dans les femelles chassées.

Il semblerait toutefois que la population ait connu le déclin le plus drastique lorsque l'exploitation ouvrit ses portes au commerce international au début du 20^e siècle avec l'exportation de cartilages en Europe (ingrédients de la soupe de tortue) (Mortimer, 1984).

Au début du 20^e siècle, le groupe des îles d'Aldabra est le dernier endroit où il reste une population conséquente de tortues vertes. Malheureusement, les résidents y entreprennent une exploitation organisée : à partir de l'année 1906 et pendant une dizaine d'années, 3000 tortues seront capturées et exportées d'Aldabra annuellement, puis plus occasionnellement jusque dans les années 1940 (Stoddart, 1984).

Les données sur les captures de tortues vertes sur ces îles éloignées dévoilent une grande tendance à la baisse dans les effectifs de tortues. Sur l'île Assomption, qui devait probablement posséder la plus grande colonie de tortues vertes de l'ouest de l'Océan Indien, Hornell (1927) raconte qu'au début du siècle, 200 à 300 tortues pouvaient être capturées en une seule nuit pendant la saison de ponte, alors qu'en 1973, Frazier estime que seules 100 femelles y pondent annuellement et que le taux annuel de braconnage par les habitants s'élève à 100 tortues (Frazier, 1979a) ! 100% des femelles sont donc massacrées. Sur l'île voisine, l'atoll d'Aldabra, la chasse s'élève à un total de 12.000 tortues vertes en 1890, contre 500 dans la deuxième moitié du 20^e siècle (Frazier, 1974).



Graph. 7 : Déclin du nombre de captures annuelles de tortues vertes à Aldabra.
(dans Frazier, 1974)

Un rapport de la FAO indique des chiffres en baisse continue dans les années 1960 (320, 336 et 295 tortues sont capturées à Aldabra et envoyées à Mahé, respectivement en 1964, 1965 et 1966 (Cato, 1978)).

Il est urgent d'agir...

I. 3. 2. Tortues imbriquées.

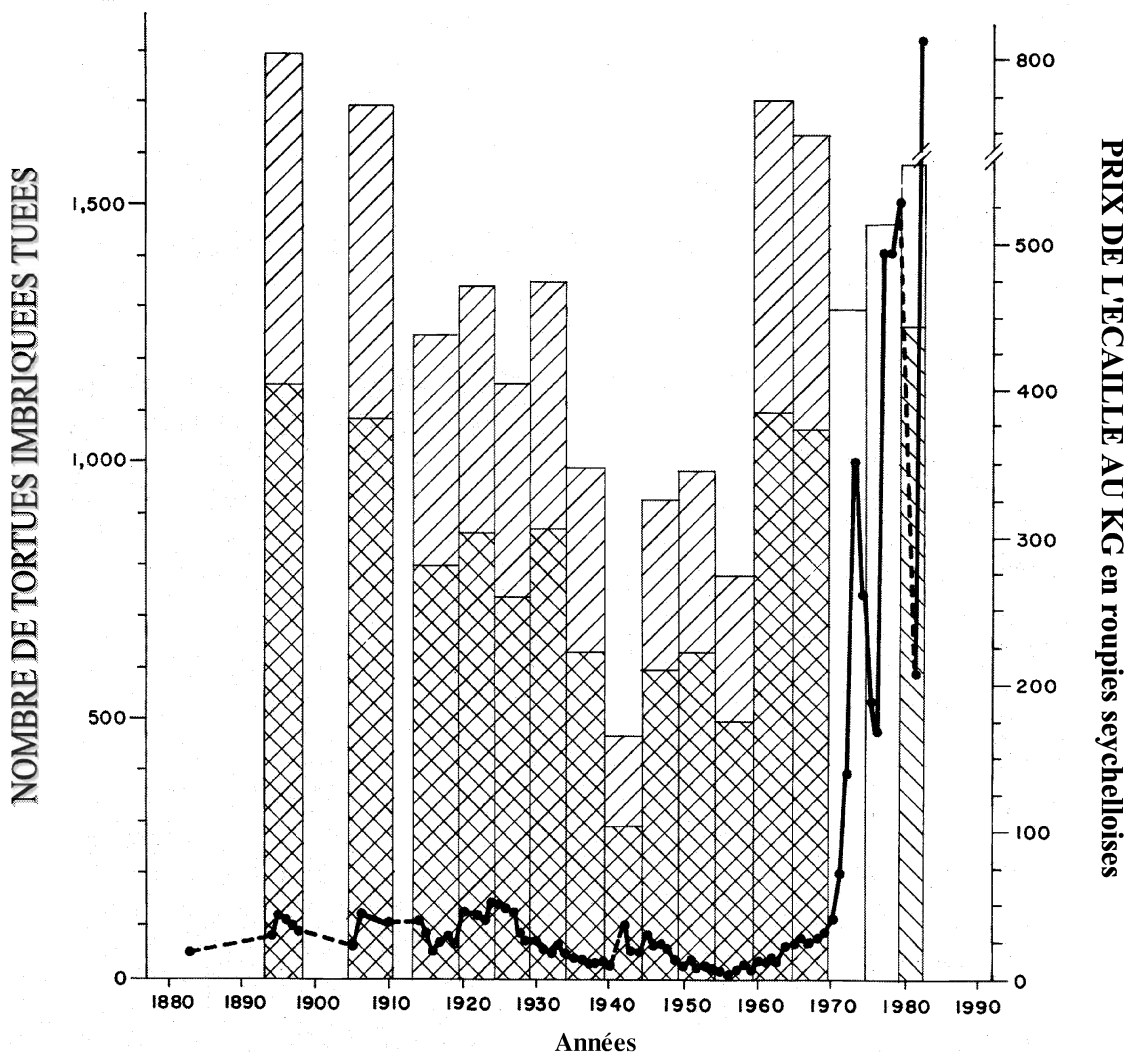
Traditionnellement, les Seychellois ne chassent pas la tortue imbriquée pour sa viande car elle est connue pour être occasionnellement empoisonnée (Mortimer & al, 1996). Toutefois, certains ne s'en privent pas (Frazier, 1979a). Mais la tortue Caret a évidemment été exploitée depuis le début de la colonisation pour son écaille. L'écaille était principalement exportée sur les marchés européens et asiatiques, mais l'essor du tourisme dans le dernier tiers du 20^e siècle a encouragé le développement d'un artisanat local pour la fabrication de divers objets décoratifs (bracelets, cadres, papillons...). Un nombre conséquent de jeunes tortues étaient aussi capturées pour être ensuite naturalisées, polies et vendues de 60 à 100\$ aux touristes (Frazier, 1980).

Un déclin dramatique dans les populations de « Caret », similaire à celui décrit pour les tortues vertes, n'a pas été enregistré ; peut-être parce que le statut de cette espèce dans les eaux seychelloises a été beaucoup moins étudié. A quelques exceptions près, la seule population étudiée est celle qui demeure dans la fameuse réserve naturelle de l'île Cousin (Mortimer, 1984 ; Frazier, 1982a).

Pourtant, dans son rapport de 1927, Hornell insiste sur la lourdeur de l'exploitation endurée par cette espèce : entre 1893 et 1925, un total de 42.727 kg d'écailles est exporté, moyennant un taux annuel d'exportation de 1 295 kg. Personne ne se souciait à l'époque de l'incidence que ces massacres pouvaient avoir sur les effectifs de tortues : puisque le taux de récolte annuel restait élevé, on pensait alors que la pression de chasse n'avait qu'un petit effet sur les niveaux de population. Mais une analyse plus fine des statistiques sur les exportations annuelles d'écaille de tortue montre que ce n'est pas le cas (se reporter au diagramme inséré au verso) :




- Entre 1894 et 1959, le nombre de tortues capturées annuellement décline. Cette tendance est certainement attribuable à une chute globale de la taille des populations de Caret suite à la surexploitation.
- A partir des années 1960, l'accroissement des prises annuelles s'explique par deux phénomènes : l'augmentation du prix du kilogramme d'écaille et l'équipement des autochtones avec un matériel performant devenu financièrement accessible (masque et tuba pour la plongée, torche sous-marine, bateau à moteur...). Motivation financière et efficacité des techniques de capture augmentant, la pression de chasse augmente aussi.

- Dans les années 1970, les exportations baissent de nouveau légèrement, alors que le prix de l'écaille reste élevé. Ce déclin peut refléter un nouvel essoufflement dans les effectifs de tortues (Mortimer, 1984).



Graph. 8 : Corrélation entre le nombre de tortues imbriquées massacrées et le prix au kg de l'écaille exportée de 1884 à 1984 aux Seychelles. (d'après Mortimer, 1984)

Chaque barre représente le nombre moyen de tortues imbriquées massacrées pour l'écaille sur une période de cinq ans. Ce nombre moyen est calculé à partir du poids des écailles exportées : il varie donc en fonction du ou des type(s) d'écailles exportées :

-  uniquement les écailles de la dossière ("shell") sont exportées ;
-  uniquement les écailles marginales ("hooves") et les écailles du plastron ("bellies") sont exportées ;
-  les trois types d'écailles sont exportés.

(équivalence : 1 tortue porte 0.9 kg d'écailles sur sa dossière et 0.5 kg d'écailles marginales et sur le plastron)

Il est là aussi grand temps d'agir...

II. La CONSERVATION des TORTUES MARINES SEYCHELLOISES.

II. 1. La législation sur la protection des tortues : un « football politique »

II. 1. 1. Des débuts avant-gardistes et difficiles.

Le 20^e siècle est l'ère de la profusion de larges volumes de législations sur la réglementation de la collecte d'œufs d'oiseaux et des massacres de tortues ; mais les résultats analysés aux paragraphes précédents témoignent de l'inefficacité de ces lois pour gérer une situation difficile. Les ressources sont trop dispersées, les populations de tortues les plus importantes se situant sur des îles éloignées et incontrôlables. L'envoi de fonds sur ces îles, pour assurer une exploitation intelligente et une gestion des ressources, étant peu garanti aux yeux du gouvernement, peu d'efforts sont menés pour faire respecter les lois.

Le Décret sur les Tortues (« Turtle Act ») datant de 1925 demeure tout de même la base des principes de gestion de la récolte des tortues aux Seychelles. Il impose des limites sur les tailles minimales des tortues à capturer, il détaille les droits de propriété sur les tortues venant à terre, il fournit des données statistiques sur le nombre d'animaux pris, il précise la manière dont ils devraient être traités, et il interdit certaines techniques de capture. A l'époque, il interdit aussi la chasse de tortues dans les 1000 mètres au large des côtes sans permission spéciale. Ce décret a subi par la suite de nombreux changements tout au long du 20^e siècle, avec des restrictions de plus en plus importantes.

La véritable sonnette d'alarme est effectivement tirée dans les années 1960 lorsqu'une coalition de scientifiques et de conservateurs attaque le gouvernement seychellois en dénonçant la situation dramatique des tortues marines et en réclamant leur protection efficace¹. **En 1968, la tortue verte est entièrement protégée** par une loi interdisant toute capture. Quant à la tortue imbriquée², une taille limite est imposée (il est interdit de harponner les individus de moins de 24 pouces (soit 61 cm) de longueur de carapace) et l'exportation d'écaïlle brute devient interdite, ainsi que celle de tortues naturalisées (Salm, 1976 ; Frazier, 1975b).

¹ Il y avait en fait peu de différences entre leur réclamations et les mises en gardes des quelques français visionnaires deux siècles plus tôt...

² En 1962, une loi protégeant complètement les tortues imbriquées femelles avait été appliquée deux mois durant, avant d'être révoquée !

Cette prise de position inattendue place les Seychelles en pôle position concernant la législation sur la conservation des espèces (Frazier, 1974). La prise de conscience soudaine de l'intérêt de préserver l'environnement et de l'importance culturelle, économique et esthétique des tortues peut s'expliquer par la mise en route du projet de construction de l'aéroport...les prévisions attendent des milliers de touristes.

« Qu'est-ce que les Seychelles peuvent offrir aux touristes ? La beauté de sa nature sera la plus grande attraction.[...] Pour le touriste ordinaire, les Seychelles ont deux choses et deux choses seulement [...] Il y a les récifs coralliens et la combinaison unique du relief montagneux, de la végétation tropicale et du paysage marin. [...] Il s'ensuit que les oiseaux, plantes et animaux rares ne peuvent pas et ne doivent pas être vendus sur le marché de masse touristique. Gérés astucieusement, leur attraction est en mesure de compenser et d'aider à protéger leur rareté. » (Procter, 1969).

Le gouvernement désigne alors des aires pour la mise en place de Parcs Naturels, de Parcs Marins et de Réserves Naturelles, à la fois sur Mahé et sur les autres îles. Il instaure des réglementations de protection sur des plages sélectionnées (Procter, 1969). Des initiatives privées sont lancées par les propriétaires de certaines îles.

Malheureusement cette nouvelle loi est très impopulaire et difficile à faire respecter. Frazier (1979b) explique l'importance culturelle de la viande de tortue pour le Seychellois et l'émotion intense qu'il ressent à l'idée de savourer le plat traditionnel (Imaginez un instant un Noël sans foie gras...). Malgré son exploitation, la tortue marine est un animal fétiche pour les autochtones. L'enthousiasme sur le terrain est donc loin d'être celui reflété dans les textes réglementaires. Devant la pérennité de l'exploitation des tortues dans les nations voisines et le déclin incessant des populations malgré les mesures de protection, la législation apparaît vaine. Les Seychelles font appel à la coopération internationale et à l'aide de WWF et de l'UICN pour dépêcher et sponsoriser un expert responsable d'étudier les stocks de tortues, afin d'établir un plan de gestion adapté : leur demande n'est pas entendue (Salm, 1976 ; Jackson, 1976).

Décus par le manque d'intérêt international, les seychellois sont prêts à tout abandonner. Le coup d'état de 1976 et l'accession à l'indépendance sont une bonne occasion pour exercer des pressions politiques sur le nouveau gouvernement afin qu'il relâche la

législation : les tortues sont à cette époque sous les feux de la rampe, au cœur des débats politiques (Frazier, 1979a). Malgré la lettre du WWF/UICN adressée au nouveau Président de la République pour l'encourager à ne pas céder à la pression, le Président lui-même revient sur ces arguments : « *Le sacrifice des Seychelles avantage les pêcheurs d'Afrique de l'Est et de Maurice, où les marchés sont submergés de viande de tortue.* »¹

Dès 1976, le gouvernement craque...un peu : une nouvelle mesure autorise la chasse des tortues vertes mâles pendant une durée limitée (les mois d'août à octobre d'après Mortimer (1984) ou les mois de mars à novembre d'après Frazier (1979a) !). Mais il est par ailleurs interdit de saler et sécher la viande obtenue, ceci pour éviter qu'elle ne soit transportée d'île en île. Il est interdit de la vendre à des restaurants ; et les bouchers ne doivent pas vendre plus de deux kilogrammes à un seul client (Mortimer, 1984). Ces mesures traduisent la volonté du gouvernement d'éviter des massacres à grande échelle : il a espoir de maintenir un taux de chasse suffisant pour subvenir aux besoins des Seychellois, et d'empêcher que la viande de tortue ne devienne un produit de luxe pour les touristes (Frazier, 1979a). Vu le contexte, cette nouvelle législation était plus réaliste et plus efficace qu'une protection totale. Malheureusement la saison de chasse correspondait exactement à la saison de ponte des tortues vertes, d'où d'énormes perturbations.

II. 1. 2. Le soutien tant attendu de la coopération internationale.

Dès le mois de mai 1977, les Seychelles se joignent à la Convention de Washington. Jusque-là, les captures, les ventes et les exportations de produits de tortues « caret » étaient peu restreintes et peu contrôlées aux Seychelles. Soucieux de remplir les obligations de la CITES, le gouvernement émet une loi en octobre de la même année, interdisant à toute personne ne possédant pas de permis du Ministère de l'Agriculture d'acheter, de vendre ou de conserver tout ou parties de tortue imbriquée (Frazier, 1979a). Les stocks existant de tortues naturalisées sont enregistrés et aucun permis n'est délivré avant l'épuisement de ces stocks. Mais nombreux sont les commerçants qui boudent cette mesure qui est finalement réformée en 1978.

¹ Frazier (1979a) expliquera plus tard que cet argument n'était en aucune façon recevable.... sachant que le braconnage par les Seychellois eux-mêmes était la véritable cause du déclin des tortues des eaux territoriales. Il insistera sur le fait que le plus grand problème concernant cette législation était son manque de respect par les Seychellois. Or le braconnage, qui ne concernait qu'une proportion limitée de la population (les massacres étaient surtout perpétrés par quelques habitants des îles éloignées, qui avaient le champ libre sur les ressources de leur île, puisqu'ils en étaient les premiers gardiens), affectait toute la population.

Comme compromis, la nouvelle réglementation autorise uniquement la naturalisation des tortues imbriquées mâles. Donc, seule la naturalisation des femelles est interdite : ces dernières peuvent encore être massacrées pour leurs écailles¹.

Dans le même temps, la réglementation met à l'écart certaines zones où les femelles sont entièrement protégées : l'île Aride, Cousin, Cousine, Curieuse et quelques îles coralliennes. Ces zones sont étendues en 1979 (avec le Parc de St Anne et l'atoll d'Aldabra), et la réglementation est renforcée : les mâles deviennent eux aussi protégés dans ces réserves, et la vente ou l'achat, ainsi que l'exportation de spécimens naturalisés, quel que soit le sexe, devient interdite sur tout le territoire.

Dans une dernière tentative de décourager l'exploitation des « caret », le gouvernement déclare en 1981 que seule la compagnie étatique « Seycom » a l'autorisation d'exporter l'écaille de tortue. De janvier 1981 à février 1983, la Seycom rachète l'écaille aux chasseurs à un prix de plus en plus misérable : de 200 roupies le kg en 1981 (soit \$30) à 50 roupies en 1983. Tout rachat est ensuite arrêté (Mortimer, 1984). D'après les enregistrements des exportations, le nombre total de tortues tuées aux Seychelles entre 1980 et 1984 est de l'ordre de 1263 à 1570 par an.

II. 1. 3. La dernière ligne droite...



Malgré tous les progrès obtenus par la législation, les problèmes ne sont pas résolus. Les Seychelles ne respectent pas à la lettre les engagements promis en accédant au CITES. Le braconnage continue sans relâche même dans les aires protégées : seules les réserves de Cousin et d'Aldabra sont respectées. La seule restriction imposée sur la chasse de tortue imbriquée en dehors de ces réserves est la limite de taille (61 cm) en dessous de laquelle il ne faut pas tuer. Il n'y a aucune restriction saisonnière. Mâles et femelles peuvent être chassés, et les femelles alors même qu'elles sont en train de pondre sur la plage (Mortimer, 1984).

En mai 1993, une étude économique concernant les artisans travaillant l'écaille est engagée de manière à recenser leur nombre, leur âge, leur niveau d'éducation, l'ampleur de

¹ Les écailles des femelles plus épaisses que celles des mâles étaient plus appropriées à l'artisanat, donc plus convoitées.

leur atelier et la quantité d'écaïlle qu'ils possèdent en stock : au total, on dénombre 21 ateliers employant une quarantaine d'artisans (Mortimer, 2000a). Des discussions sont menées avec ces artisans pour évaluer le niveau de compensation qu'il leur faudrait acquérir pour minimiser l'impact d'une fermeture totale de l'industrie de l'écaïlle et pour les réorienter vers d'autres activités. Le « Programme de Compensation et de Réinstallation » est finalement fixé en 1994 : les artisans choisissent de percevoir soit une compensation globale de \$5714, soit une aide financière calculée en fonction du gain de leur ancienne activité (ceci pour éviter les réclamations excessives) pour les aider à restructurer leur atelier dans un nouveau « business » (Mortimer & al, 1996).

La même année, donc **en 1994**, la loi tant attendue («the Wild Animals Protection Regulations of 1994») peut enfin entrer en vigueur : elle accorde une **protection complète à toutes les espèces de tortues marines** ainsi qu'à leurs œufs et elle interdit tout commerce de produits de tortue (Mortimer & al, 1996).

Le Ministère de l'Environnement a la responsabilité de faire observer la loi par les autochtones, alors que la « Seychelles Fishing Authority » doit surveiller les sociétés de pêche étrangères en inspectant les butins de leurs bateaux. Les contrôles à la frontière sont renforcés, l'ampleur du stock d'écaïlle est évalué précisément, et un plan de gestion pour la conservation des tortues est en préparation.

Une allocation de 5,500,000 roupies seychelloises est accordée au projet « Turtle and Tortoise Conservation » qui prévoit de renforcer la protection des tortues sur le terrain, d'évaluer un niveau d'exploitation durable de la tortue verte pour répondre aux demandes locales, d'étudier les possibilités d'établissement d'un ranch pour les tortues imbriquées, et d'éduquer autochtones et touristes sur les conséquences du commerce de produits de tortues (Mortimer & al, 1996).

Le 26 novembre 1998, le gouvernement seychellois met un terme symbolique à l'exploitation des tortues et confirme son rôle de leader dans la conservation de l'environnement en incendiant son stock d'écaïlle devant la Presse Mondiale dépêchée pour le spectacle de « Miss Monde 1998 ». Ce stock racheté aux artisans depuis la fermeture du commerce était évalué à 2.5 tonnes, soit environ 3300 tortues imbriquées, soit \$115,000 ! « *On espère par cet événement envoyer un message important au monde entier* » (M. Loustau-Lalanne, *secrétaire général du Ministère de l'Environnement*). Pour amplifier l'effet du message et la symbolique du cérémonial, certaines candidates à l'élection de Miss Monde ont lancé des carapaces à la mer. Détruire un stock d'écaïlle d'une telle valeur est une grande première dans l'histoire de la Conservation mondiale et traduit la grande détermination du gouvernement pour protéger son environnement (Mortimer, 1999).

II. 1. 4. Persistance de quelques bavures.

Le problème du braconnage ne s'est évidemment pas résolu du jour au lendemain. Mais le renforcement des mesures de contrôles en ont découragé certains, au moins sur les îles centrales. Les quelques bavures commises par ci par là veillent à ce que les hommes de loi ne s'endorment pas sur des acquis. Restons vigilants !

En décembre 1996, trois incidents ont eu lieu en trois semaines sur Mahé : deux hommes ont d'abord été interpellés car ils transportaient illégalement dans leur pick-up deux tortues imbriquées ; deux autres l'ont été pour avoir pris une tortue verte ; un dernier braconnier avait vicieusement coupé les nageoires antérieures d'une tortue verte pour l'empêcher de retourner à l'eau, dans l'espoir de revenir la chercher à la nuit (Marine Turtle Newsletter, 1997). En décembre 1997, deux valises remplies d'écailles ont été confisquées à l'aéroport de Mahé : les propriétaires ont avoué qu'elles étaient destinées à être vendues à Singapour. Des rumeurs racontent que des écailles passent la frontière en fraude par les bateaux de pêche asiatiques (Mortimer, 2000a). Plus récemment en décembre 2001, une tortue imbriquée a été retrouvée égorgée sur une plage de Mahé (observation personnelle). Ces incidents relativement limités sont « positifs » dans ce sens qu'ils témoignent que de plus en plus d'habitants n'hésitent pas à dénoncer les délits.

Par contre, ce qui se passe dans les îles éloignées reste un mystère... Il n'est pas impossible que la viande rouge de tortue vienne améliorer quelquefois le quotidien si monotone du riz - poisson. En septembre 2001, un tas de carapaces et d'os de tortues imbriquées en décomposition a été retrouvé sur l'atoll de St François dans le groupe des Amirantes. D'après la taille, le nombre, les trous présents dans les carapaces et l'état de décomposition, le tas correspondrait à au moins 111 tortues juvéniles, harponnées dans leur milieu naturel deux à six semaines auparavant. Viande et écailles ont bien entendu été récupérées... (Seychelles Nation, 5 novembre 2001)

Les Réserves Naturelles de Cousin et de l'atoll d'Aldabra sont les seuls endroits où on peut assurer que la protection est excellente depuis 1968, et une surveillance à long terme témoigne d'un accroissement des populations significatif... enfin de l'espoir !

II. 2. Les bénéfices apportés par la conservation.

II. 2. 1. Le bon exemple de l'île Cousin.

Cousin, un îlot granitique de 26.8 hectares riche de 14 espèces endémiques d'oiseaux et de 21 espèces de reptiles et amphibiens, est devenue une réserve naturelle en 1968, administrée d'abord par ICBP (pour « International Council for Bird Préservation ») (Perly, 1970) et gérée depuis 1998 par BirdLife Seychelles.

Depuis sa mise en place, les tortues en ponte ont toujours été bien protégées, grâce au personnel qui s'y consacre et à la facilité de surveillance de la côte. Alors que les récifs ceinturant l'île n'étaient pas protégés au début, ce qui autorisait le massacre des femelles dans l'eau (Frazier, 1974), une zone interdite d'un kilomètre au large de la côte, tout autour de l'île, assure maintenant la tranquillité des accouplements et des femelles gravides (Mortimer, 2000).

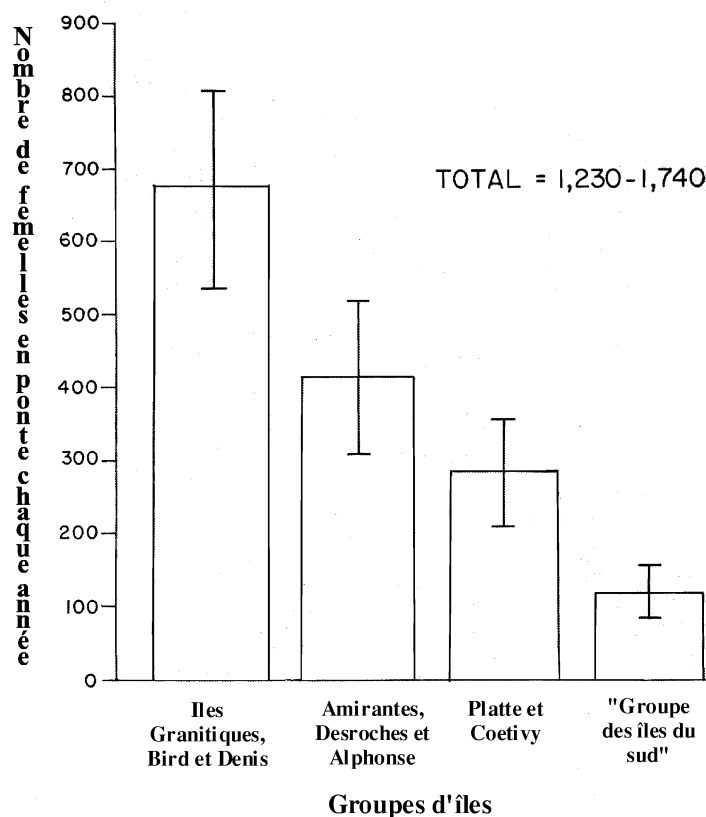
En 1975, Frazier considère l'île comme le site de ponte le plus important pour les tortues imbriquées de l'ouest de l'Océan Indien. En 27 ans, et apparemment en récompense de cette protection acharnée, le nombre annuel de femelles en ponte a plus que triplé : de 30 à l'origine, le nombre de femelles s'est élevé à 70 et même jusqu'à 130 (Mortimer et Bresson, 1999). Même si la population de Cousin ne représente que 5% de la population totale des Seychelles, elle est un exemple de la démarche à suivre sur les autres îles.

Depuis 1971, les tortues imbriquées sont surveillées, recensées, baguées et étudiées. La plus ancienne surveillance de colonie de tortues imbriquées est celle qui a débuté en 1956 à Tortuguero au Costa Rica, mais le taux de re-capture d'individus bagués étant très faible, l'étude menée à Cousin est la plus fiable et la plus longue jamais entreprise sur cette espèce (Wood, 1986). Non seulement elle a permis de constater les bénéfices d'une protection efficace à long terme, par un accroissement de la population, mais elle a autorisé de gros progrès sur la connaissance de la biologie de la « torti caré » seychelloise.

II. 2. 2. Une meilleure connaissance des populations de tortues imbriquées des Seychelles.

II. 2. 2. 1. Estimations des populations :

Frazier estime en 1975 qu'il subsiste dans les eaux seychelloises quelques 1000 tortues vertes et moins de 400 tortues imbriquées. En 1982, ces estimations augmentent avec un total de 2500 tortues vertes, dont 1000 à Aldabra seulement, et un total de 600 tortues imbriquées, avec la plus grande colonie sur l'île Cousin. D'après des études menées depuis le début 1980, on estime maintenant que le nombre de tortues imbriquées femelles est compris entre 1230 et 1740 et que le nombre de tortues vertes femelles est compris entre 3500 à 4750 (Mortimer & al, 1996). Attention ! L'accroissement étonnant du nombre de tortues au fil des ans est sans doute davantage lié au perfectionnement des estimations, qu'à l'augmentation des effectifs !



Graph. 9 : Estimations des populations reproductrices de tortues imbriquées de chaque groupe d'îles des Seychelles. (d'après Mortimer, 1984)

La plus grande population de tortues imbriquées se situe dans les îles Granitiques avec 500 à 800 tortues en ponte chaque année, puis dans le groupe des Amirantes avec 300 à 500 femelles chaque année, et enfin à Platte et Coetivy avec 200 à 400 femelles. Dans les îles du sud, les estimations ne dépassent pas les 200 tortues.

II. 2. 2. 1. Distribution spatio-temporelle de l'activité des tortues imbriquées :

- *Phase de reproduction*

Les deux espèces de tortues se partagent grosso modo toutes les plages des Seychelles pour la ponte, la tortue Caret préférant les plages abritées et riches en végétation. Si l'on observe les sites de ponte du grand ouest de l'Océan Indien, les tortues imbriquées préfèrent pondre sur les plages de lagons, qui ne sont pas directement exposées à l'océan, alors que les tortues vertes choisissent les plages exposées (Frazier, 1979b).

Des nids de tortues imbriquées ont été répertoriés sur plus de vingt îles éparpillées dans tout le territoire. L'île Cousin semblerait posséder la plus grande densité de pontes avec approximativement 200 nids au kilomètre (Meylan & Donnelly, 1999).

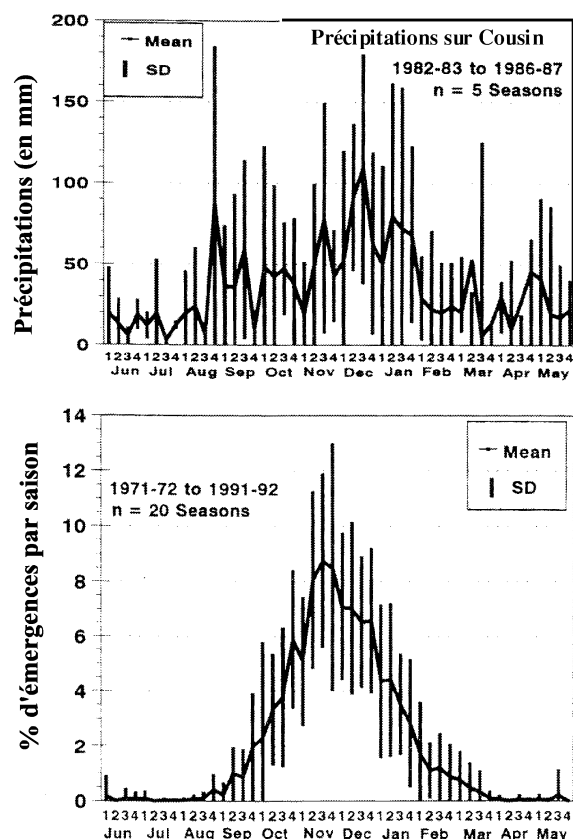
Sur l'île Cousin, des tentatives de ponte ont été enregistrées tout au long de l'année sauf au mois de juin. Mais le pic se situe entre les mois d'octobre et janvier (Garnett & Frazier, 1979 ; Brooke & Garnett, 1983). Malgré les maigres informations disponibles ailleurs, il semble que cette saison de ponte soit généralisable à tout l'ouest de l'Océan Indien. Elle correspond à la période de saison des pluies (mousson de nord-ouest). D'après Garnett & Frazier (1979), le nombre de nids déposés par mois est proportionnel à la moyenne des précipitations : les tortues émergeraient plus facilement les jours de pluie, et il y aurait moins de tentatives de ponte vouées à l'échec (Se reporter au graphique 10 de la page suivante).

Sur l'île Cousin, les tortues émergent plutôt pendant la période des marées de mortes eaux que pendant que celles des vives eaux¹ (Garnett & Frazier, 1979). Dans la journée, Diamond (1976) ne trouve aucune relation significative entre l'heure d'émergence et le niveau de la marée. Mais Garnett & Frazier (1979) remarquent une légère tendance de la tortue à « accoster » à marée haute : elle aurait alors moins d'effort à fournir pour monter la plage. Mais si le temps de la ponte est trop long, elle peut être coincée à marée basse par l'affleurement de barrières de corail (cf photo 4).

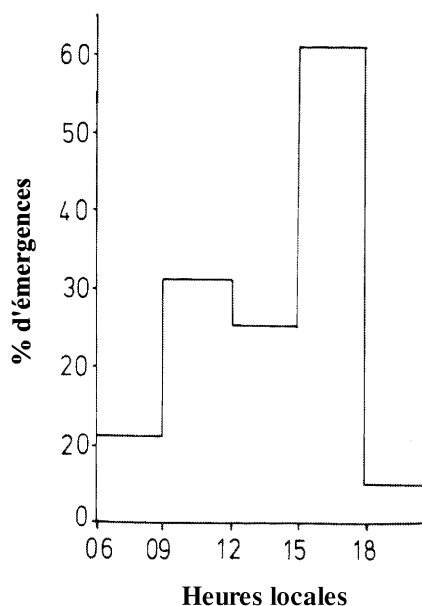
¹ Les "marées de vives eaux" ou "grandes marées" sont des marées à fortes amplitudes, lorsque l'attraction du Soleil se conjugue à celle de la Lune. A l'inverse, les "marées de mortes eaux" ou "faibles marées" sont de faibles amplitudes, lorsque les attractions s'opposent.

Les tortues imbriquées des Seychelles sont connues pour leur particularité, qui est de pondre de jour : les tortues n'émergent plus après 18h00 (Garnett & Frazier , 1979).

Ce phénomène de ponte diurne, qui serait caractéristique des tortues imbriquées de l'ouest de l'Océan Indien, n'a jamais été expliqué. Il facilite en tout cas considérablement le travail de surveillance des plages, mais il a aussi beaucoup fragilisé les tortues par rapport au braconnage ! Etant donné que 99% de la population seychelloise habite les îles granitiques, que les « torti caré » pondent préférentiellement sur ces îles, et qu'elles y pondent de jour, les tortues imbriquées ont été particulièrement vulnérables à l'exploitation humaine.



Graph. 10 : Corrélation entre précipitations et émergences des tortues imbriquées sur l'île Cousin. (d'après Mortimer & Bresson, 1999)



Graph. 11 : Heures d'émergences des tortues imbriquées aux Seychelles. (d'après Diamond, 1976)

- *Phase trophique*

Les tortues adultes se reproduisant sur les îles Granitiques et Amirantes effectueraient de courtes migrations saisonnières entre leurs aires d'alimentation, situées dans des bancs distants, et leurs aires de reproduction, à proximité des plages de ponte. Entre mars et août (« saison creuse »), les tortues imbriquées adultes sont rarement visibles près des îles. Par

contre, les juvéniles sont présentes tout au long de l'année dans les eaux peu profondes au large des îles, alors qu'elles sont rarement observées dans des bancs éloignés.

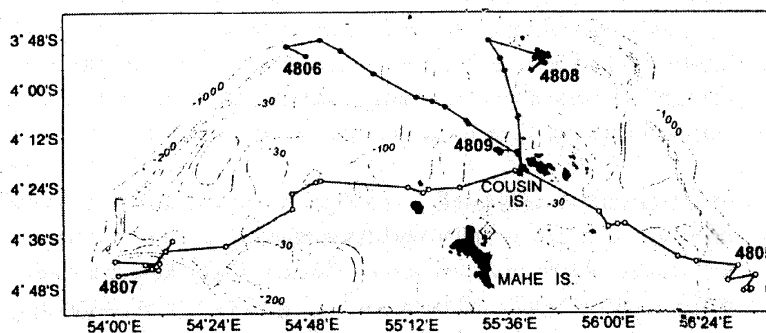
Sur les îles éloignées, la situation est différente : d'une part, la rareté des aires alimentaires adéquates pour cette espèce expliquerait le nombre réduit de colonies de tortues imbriquées qu'on y trouve ; et d'autre part, adultes et juvéniles y sont tous deux visibles au large tout au long de l'année (Mortimer, 1984).

Peut-on qualifier la population de sédentaire ?

II. 2. 2. 2. Migration des tortues imbriquées seychelloises : cibler les responsables :

Le "monitoring" des plages et les campagnes de baguage de tortues en ponte ont aidé les biologistes à mieux approcher la biologie des tortues imbriquées aux Seychelles et à estimer leur nombre avec plus de précision. Mais ils ne fournissent aucun renseignement sur la situation des aires de nourrissage des adultes ou sur leur migration. Or, de toutes les tortues baguées (plus de 1000 tortues ont été baguées depuis les années 1980), aucune n'a été recensée ailleurs, sur un autre territoire. Une étude précise de la migration des tortues imbriquées seychelloises s'imposait.

En janvier 1998, Mortimer fixe des émetteurs satellite sur la dossière de cinq tortues en ponte sur l'île Cousin, ceci dans l'espoir d'identifier leur "aires de pâture" et leur route migratoire. L'expérience est un succès (19 mois plus tard, deux émetteurs fonctionnent encore) et les résultats ne sont pas étonnants : toutes les tortues suivent à peu près la même dynamique de déplacement mais en s'orientant différemment. Après la dernière ponte de la saison, elles voyagent pendant quelques jours sur une distance relativement courte (la distance parcourue ne dépasse les 175 kilomètres pour aucune des cinq tortues), puis une fois arrivées à destination, elles ne bougent plus que dans un rayon de 15 kilomètres.



Carte 8 : Déplacements des 5 tortues imbriquées équipées d'un émetteur satellite dans les bancs des Seychelles. (d'après Mortimer, 2000a)
Les profondeurs sont en cm.

Cette étude témoigne de la sédentarité des tortues imbriquées adultes aux Seychelles. Les seychellois ont donc l'entière responsabilité de ce qu'il advient de cette ressource qui leur « appartient » : c'est à eux d'en assurer la survie. Plus question de prétexter qu'il est inutile de protéger les tortues qui se font massacrer à l'étranger... Cette découverte a révolutionné et encouragé la conservation des tortues aux Seychelles.

II. 2. 2. 3. Une ressource régionalement partagée :

Des études génétiques ont nuancé les résultats de l'expérience télémétrique précédente. Des ADN mitochondriaux, prélevés sur des tortues imbriquées immatures et sur des femelles reproductrices, présentes aux Seychelles et dans les territoires voisins (Archipel de Chagos, Péninsule Arabique et Australie) ont été séquencés et comparés. Les résultats indiquent que les tortues immatures « pâturant » au large de Chagos sont indiscernables de celles des Seychelles : les colonies de tortues juvéniles des Seychelles approvisionneraient le voisinage en se dispersant sur des distances de plus de 2000 kilomètres (Mortimer & Broderick, 1999).

La boucle est bouclée... Les tortues juvéniles de l'ouest de l'Océan Indien, issues pour la plupart des grandes colonies reproductrices des Seychelles, se dispersent largement, d'abord lorsqu'elles sont nouveau-nés, se laissant flotter aux aléas des courants océaniques, puis plus tard quand elles s'installent dans des aires provisoires où elles grandissent. Une fois l'âge adulte atteint, les tortues retournent dans leur colonie natale, n'effectuant plus que de courtes migrations en restant dans les mêmes eaux territoriales.

Les Seychelles hébergent une des cinq populations de tortues imbriquées les plus importantes subsistant de nos jours sur la planète, malgré le niveau élevé d'exploitation historique. La découverte récente de la sédentarité des tortues reproductrices encourage les seychellois à protéger leur ressource. Mais la dispersion des immatures dans les territoires voisins confirme la nécessité d'une coopération régionale pour assurer une gestion efficace des populations de tortues.

II. 3. Les projets à venir de la conservation.

L'exploitation humaine des tortues est aujourd'hui assez bien maîtrisée. Même si elle est en grande partie responsable de la réduction des effectifs de tortues seychelloises, elle n'est bien entendu pas le seul danger qui menace ces populations.

II. 3. 1. Faire le point sur les menaces actuelles.

- *Prédation par les animaux sauvages*

Elle concerne essentiellement les œufs. Le prédateur le plus important est le crabe fantôme *Ocypode cordimana*, qui creuse des galeries dans le sable jusqu'au nid pour prélever des œufs. La plupart des nids contiennent au moins un crabe (Diamond, 1976 ; observation personnelle), et dans certains il ne reste plus un seul œuf.

La prédation des nouveau-nés lorsqu'ils émergent et descendent la plage est imputable au crabe fantôme *Ocypode ceratophthalma*, qui est plus littoral que son cousin *Ocypode cordimana*. Sur un nid, Garnett & Frazier (1979) évaluent que jusqu'à 20 à 30 nouveau-nés peuvent être attrapés. Le problème de l'émergence des petites tortues imbriquées est qu'elles sortent par petits groupes pendant plusieurs jours, ce qui augmente la pression de prédation. A l'inverse, les petites tortues vertes sortent en masse et déjouent plus facilement la ligne ennemie de crabes qui les attendent patiemment sur la plage (Frazier, 1984).

Le challenge n'est pourtant pas fini... Malheureusement nous avons peu de renseignements sur ce qui se passe dans l'eau. Un poisson *Caranx ignobilis*, récupéré au large de l'atoll d'Aldabra en octobre 1972, et autopsié, contenait les restes de 25 nouveau-nés de tortues vertes (Frith, 1975) ! Sans oublier les oiseaux...

- *Prédation par les animaux « domestiques »*

Chats sauvages, chiens et cochons ne sont pas les plus innocents dans la prédation des nouveau-nés. Les chiens sont un véritable problème dans certaines réserves naturelles (îles St Anne, Moyenne et Cerf au large de Mahé), les cochons en liberté sur Cosmoledo et Astove, et les chats sauvages sont problématiques sur Aldabra (Mortimer & al, 1996). Les rats introduits sur la plupart des îles par les bateaux, lors de la colonisation, ont déjà été observés en train d'attraper des petites tortues (Racey & Nicoll, 1984).

- *Accidents de pêche*

Les longues lignes servant à pêcher le thon sont les plus grandes menaces. Les accidents sont occasionnels et concernent plutôt les tortues luths qui se font attraper par le cuir. Aucun chalutier ne pêche aux Seychelles.

- *Menaces sur les plages de ponte.*

Les menaces naturelles sur les plages de ponte se limitent à l'érosion (cf photo 1).

Le vrai danger pour les tortues est la destruction de leur plage de ponte par le développement touristique : aménagement des côtes (cf photo 2), plages privées réservées aux hôtels particuliers et tous les problèmes relatifs aux lumières artificielles, aux plages surpeuplées (cf photo 3), aux activités nautiques au large (jet ski, ski nautique...), etc...

- *Menaces sur les récifs.*

L'écosystème corallien des eaux seychelloises est encore bien conservé, avec une large diversité d'espèces. Les récifs des Seychelles sont en fait beaucoup moins endommagés par l'activité humaine que de nombreux autres récifs de l'Océan Indien.

Mais ils ont toutefois été partiellement dévastés en 1998 : ce "blanchissement" soudain des coraux, qui correspond à une forte mortalité dans les populations de coraux, s'est étendue à une bonne partie des récifs de l'Océan Indien. Ce phénomène de destruction a battu tous les records d'intensité : jusqu'à 80-90% des populations de coraux, d'anémones et autres... se sont éteintes dans certains récifs. La cause immédiate serait le réchauffement des eaux engendré par les oscillations de "El Niño" en 1997-1998, qui s'est conjugué au phénomène global de réchauffement de la planète, déjà remarquable dans l'Océan Indien (Spalding & Jarvis, 2001).

II. 3. 2. Appliquer une stratégies de conservation adaptée.

- Protection des tortues :

Exploitation :

- Renforcer les moyens de contrôle pour lutter contre le braconnage,
- Coopérer avec les nations voisines (notamment pour les tortues vertes qui migrent).

Prédation :

- Contrôler et éradiquer les populations d'animaux domestiques redevenus sauvages (chats, chiens, cochons),
- Etudier les populations de crabes : comprendre pourquoi l'impact de la prédation peut être si élevé parfois. Les chaînes alimentaires ont-elles été perturbées par l'activité humaine ?

Tourisme :

- Interdire les activités touristiques dans les aires protégées.

Education :

- Eduquer les habitants et les touristes par les médias,
- Intégrer les communautés locales dans les programmes de gestion.

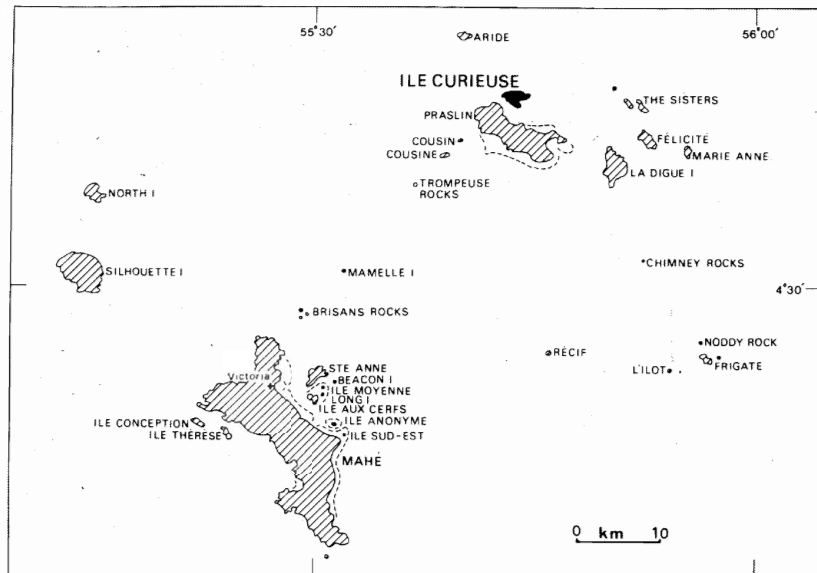
▪ Protection des habitats :

- Contrôler le développement des infrastructures touristiques côtières,
- Contrôler l'érosion des plages,
- Atténuer les effets des lumières artificielles,
- Protection des récifs. Etudier l'impact du blanchissement sur les populations de tortues.

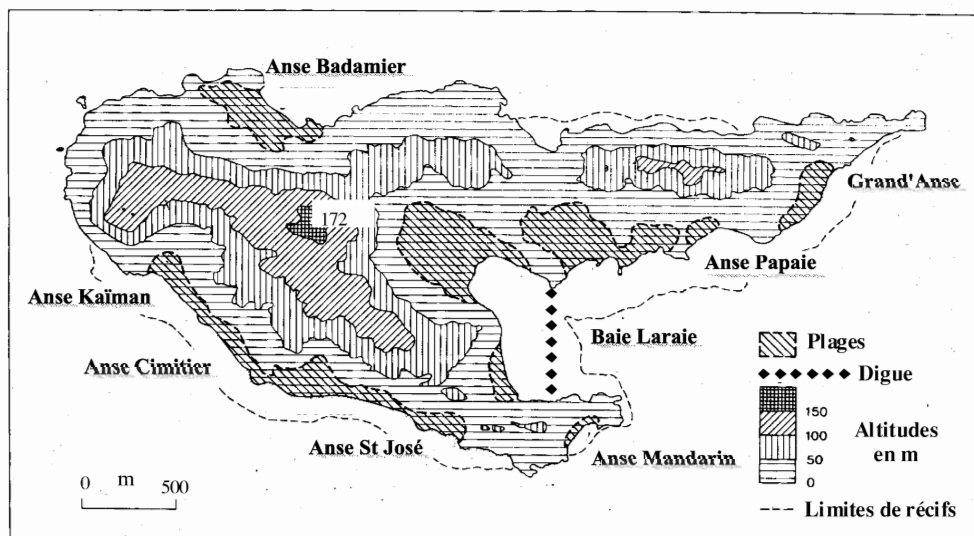
- Persévérer dans tout ce qui est recherche, monitoring des plages, campagnes de baguage et collection de données biométriques, à la fois dans les aires protégées et en dehors.

III. L'EXPERIENCE « CURIEUSE ».

III. 1. Présentation du Parc Marin de Curieuse.



Carte 10 : L'île Curieuse dans l'archipel granitique des Seychelles.
(dans Stoddart & al, 1982)



Carte 11 : L'île Curieuse et ses sept plages : Grand'Anse, Anse Papaie, Baie Laraie, Anse Mandarin, Anse St José, Anse Cimitier, Anse Kaïman et Anse Badamier.
(dans Stoddart & al, 1982)

L'île Curieuse (4°16'S, 55°44'E), 5^e dans le classement par taille des îles Granitiques, se situe à 1.4 kilomètres au nord-est de Praslin et à 48 kilomètres de Mahé. D'une longueur de 4.4 kilomètres sur une largeur maximale de 2 kilomètres, sa superficie ne dépasse pas les 280 hectares. Son relief est très accidenté : les collines aux pentes abruptes, bâties de granit dénudé ou de latérite érodée, s'élèvent jusqu'à 172 mètres au dessus du niveau de la mer. Sur le littoral, l'île est encerclée de falaises granitiques bien marquées et vertigineuses sur la côte nord. Quelques plages de sable enclavées entre deux reliefs granitiques s'imposent sur le rivage au sud (Stoddart & al., 1982). Ces plages entravées sont évidemment propices à la ponte des tortues imbriquées.

L'île a toujours été la propriété de l'état, qui y a fondé une léproserie au 19^e siècle. Dès 1829 et jusque dans les années 1950, des lépreux venant des Seychelles et même de l'île Maurice se sont succédés sur l'île. De cette léproserie ne subsistent aujourd'hui que quelques ruines éparpillées que les gardiens du Parc Marin retapent pour en faire leur logis.

En 1909, alors que la léproserie fait une trêve, un projet ambitieux d'établir un « parc aux tortues » est entrepris. Une digue de granit de 500 mètres de longueur sur 2.40 mètres de haut est construite à cet effet le long de Baie Laraie. Le parc accueille alors 4000 « bébés Caret » soignés par huit employés. Le même projet est entrepris simultanément sur l'îlot St François avec 5000 bébés. Ces Seychellois ambitieux ont espoir de conquérir le monopole des exportations d'écailles qui sont alors en baisse. Malgré toute l'attention portée au projet et aux tortues, les deux fermes échouent sans tarder, pour cause de malnutrition et de maladies : une « fournée » de 1300 nouveau-nés est décimée par une épidémie de « maladie des yeux ». On suppose que la mare n'est pas assez profonde, ce qui fragilise les animaux du fait du manque d'ombre. Un nouveau projet est lancé en 1958, proposant la rénovation et l'approfondissement du bassin de Curieuse pour entreprendre de nouvelles expériences sur les habitudes alimentaires et la croissance des tortues (Parsons, 1972), mais il n'est pas soutenu. Le parc est donc resté inutilisé depuis lors, sauf pour confisquer des tortues capturées illégalement (Stoddart & al., 1982).

Le 15 mai 1979, l'île Curieuse est désignée comme Parc National dans le «Seychelles National Parks and Nature Conservancy Act ». Les premiers objectifs sont de protéger les espèces végétales endémiques (le fameux « Coco de mer » ou « Coco fesse », cocotier produisant des noix de coco d'une vingtaine de kilogrammes est encore présent sur cette île), de protéger les récifs entre Curieuse et Praslin, et de transformer l'île en une sorte

de musée vivant pour les touristes : 200 tortues géantes y seront transférées depuis Aldabra en 1978 et 1980.

Dès la mise en place du Parc National, les tortues marines sont protégées et régulièrement baguées par les gardiens du Parc. De 1979 à 1984, 95 tortues sont recensées. En 1984, Mortimer estime, d'après les traces de tortues sur les plages et le nombre de tortues baguées, que le nombre annuel de femelles pondant sur Curieuse est de l'ordre de 20 à 30 (l'effectif serait donc équivalent à celui de l'île Cousin avant les effets positifs de la protection). L'île Curieuse aurait toujours été largement colonisée par les tortues imbriquées : cette population aurait-elle été plus épargnée qu'ailleurs grâce à la léproserie ?

Malheureusement, malgré son statut de Parc Marin, les réglementations sur l'île sont beaucoup moins respectées que sur l'île Cousin : des traces de braconnage sont visibles sur les plages. Dans la saison 1982-1983, on estime que sept tortues au moins ont été massacrées.

L'année 2001 sonne l'heure du bilan pour les tortues de l'île Curieuse : comment la population a-t-elle évolué pendant ces vingt années de protection somme toute imparfaite ? Un état des lieux est alors entrepris pour estimer plus précisément le nombre de femelles venant pondre sur l'île, pour apprécier l'intensité du braconnage, et pour évaluer le taux de réussite des éclosions et l'impact de la prédation.

III. 2. Méthode.

III. 2. 1. Estimer la population de tortues imbriquées et l'intensité du braconnage.

Pour estimer l'effectif de la population de tortues imbriquées de l'île Curieuse au cours de la saison de ponte 2001/2002, la stratégie utilisée a été de marquer un maximum de femelles en ponte, ou tout au moins de repérer leurs traces :

- Du 11 août au 18 octobre 2001, les plages ont été surveillées sporadiquement par les gardiens de l'île.
- Pendant le pic de la saison de ponte, du 19 octobre 2001 au 6 janvier 2002, les huit plages de l'île¹ ont été patrouillées au moins une fois par jour. Le circuit de patrouille était adapté quotidiennement, de façon à privilégier la surveillance des

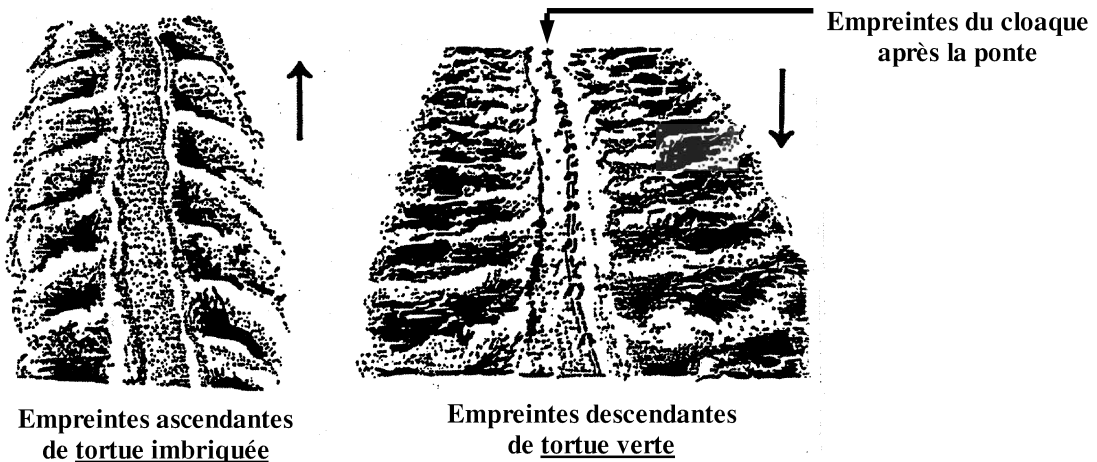
¹ Baie Laraie, Anse Papaie, Grand'Anse, Anse Badamier, Anse Kaïman, Anse Cimitier, Anse St José et Anse Mandarin.

plages les plus fréquentées par les tortues aux heures de pointe des émergences (généralement quelques heures avant ou après la marée haute).

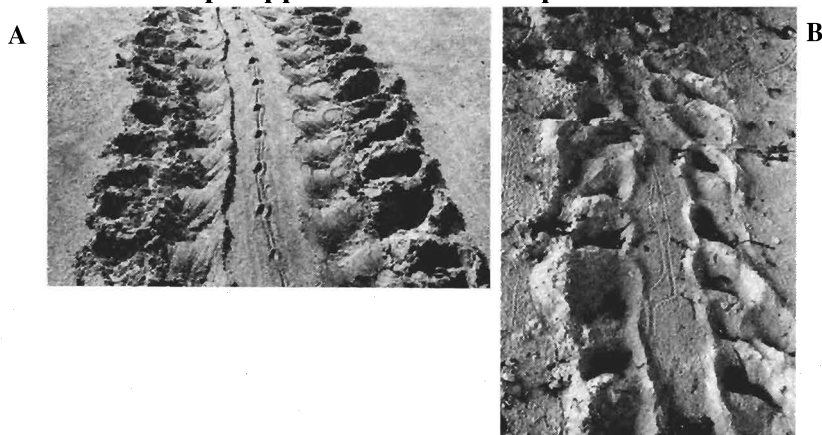
Par ce monitoring intensif des plages, quels renseignements cherchent-on à recenser ?

▪ *Relevé des empreintes :*

1. Les traces laissées par les tortues sont d'abord identifiées pour reconnaître l'espèce, car il n'est pas exclu qu'une tortue verte pondre en cette saison. Les traces des tortues vertes sont généralement plus larges, de plus de 90 centimètres, alors que celles des tortues imbriquées ne dépassent pas les 80 centimètres. Les empreintes des nageoires antérieures des tortues vertes sont profondes et symétriques, du fait de leur mode de déplacement par rebond. Les tortues imbriquées, plus légères, impriment moins le sol, et les marques sont asymétriques du fait de leur déplacement « bipède » agile. Un autre enjeu sur l'île Curieuse est de ne pas confondre les traces des tortues marines avec les traces des tortues terrestres géantes !



A qui appartiennent ces empreintes ?



Réponse : A = tortue verte descendante et B = tortue imbriquée ascendante

Fig. 31 : Empreintes de tortue verte et de tortue imbriquée (modifiée d'après Mortimer, 1984)

2. Le chemin emprunté par la tortue est ensuite imaginé en tenant compte du sens des traces. L'absence de trace descendante signifie que la tortue a sûrement été ramassée à des fins douteuses... Mais attention ! Pas de conclusion hâtive... la tortue est peut-être encore en train de pondre, bien calfeutrée dans les feuillages.

3. Quand les patrouilles ne sont pas régulières, il faut évaluer l' « âge » de l'empreinte. Une empreinte fraîche a des contours anguleux et une teinte foncée car le sable est encore humide. Une empreinte plus vieille est érodée par le vent, la pluie ou la mer, et le sable remué a eu le temps de sécher. Il est possible de dater assez précisément les empreintes fraîches en fonction du niveau de la mer lors de marée descendante. C'est bien dommage de constater parfois qu'une tortue nous a échappé à quelques dizaines de minutes près.

4. Pour finir, il faut deviner, à partir des seules empreintes, si la tortue a effectivement pondu ou non.

- Si la tortue n'a pas pondu, deux situations sont possibles :

- ✓ Soit elle a été gênée par un obstacle (matériel ou humain) : on devine clairement par son empreinte qu'elle a juste fait un aller et retour à l'eau. Elle n'a même pas essayé de creuser un nid ("no digging").

- ✓ Soit elle a fait plusieurs tentatives pour creuser son nid, mais l'emplacement ne lui convenait pas (trop de racines, terre trop dure, ou encore pour des raisons bien plus obscures vu de notre fenêtre d'êtres humains...) : son parcours est alors parsemé de "trous" ("just digging").

- Si la tortue a pondu ("laid"), on remarque une zone de sable "remuée" mais bien aplanie, qui se situe juste en amont des traces descendantes. La tortue dissimule à merveille son site de ponte en rebouchant même la cavité corporelle qu'elle a creusé : c'est ce qui différencie les vraies pontes des simples tentatives échouées où la tortue abandonne un « trou ». D'autres indices nous aident à attester de la présence d'un nid : des mouches volent au-dessus de l'emplacement, des crabes hâtifs creusent leur galerie, et sur la trace descendante, une empreinte en forme de virgule témoigne que le cloaque de la tortue venant de pondre est encore distendu.

Tous ces renseignements sont ensuite notés sur la fiche présentée en annexe 4.

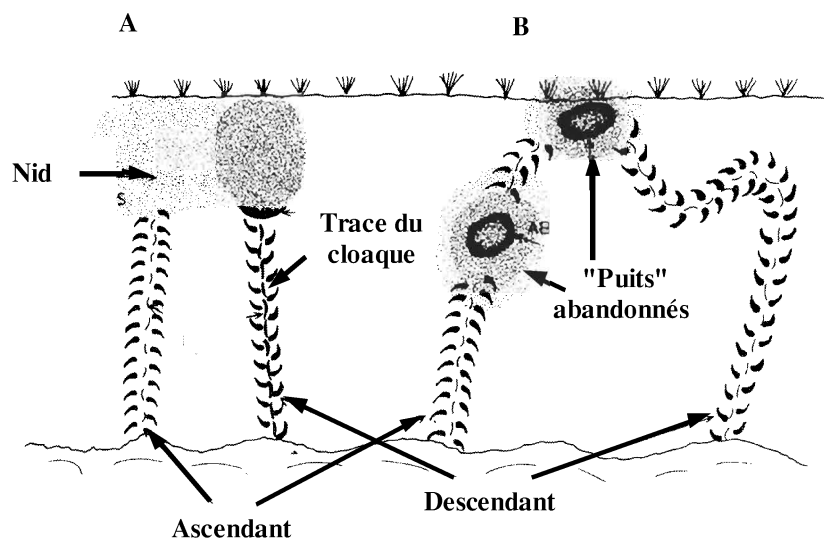


Fig. 32 : Représentation schématique des empreintes laissées par une tortue qui a pondue (A) et qui n'a pas pondue (B). (d'après Diamond, 1976)

▪ *Rencontre avec une tortue :*

Lorsqu'une tortue émerge de l'eau, il faut se garder de s'approcher d'elle avant qu'elle ait commencé à pondre, ceci pour éviter qu'elle ne prenne peur et retourne derechef à la mer. Une fois la ponte commencée, la tortue rentre dans un état de transe : il est alors possible de lui faire toutes les "misères" que l'on veut, sans trop la perturber.

1. La tortue est d'abord inspectée en détail de manière à vérifier l'espèce (décompte du nombre d'écailles), à mettre en évidence des signes particuliers, permettant de préciser son identification (présence de bernacles sur la carapace (cf photo 10), nageoire ou écaille amputées suite à la prédation par les requins...), et à évaluer son état de santé (lésions, fibropapillomes, etc...).

2. La tortue est mesurée. Plusieurs techniques sont décrites par les auteurs en fonction du type d'instrument utilisé (mètre en ruban ou pied à coulisse), en fonction des données requises (longueur de la carapace, de la queue, poids...) et en fonction des repères anatomiques utilisés :

- La largeur de la carapace est la distance mesurée dans la partie la plus large de la carapace, perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps.

- Pour mesurer la longueur de la carapace, quatre paires de points sont utilisées. La mesure requise lors de l'étude à Curieuse était la longueur MTT (pour « Mip To Tip ») allant de l'écaille "précentrale" au bord postérieur de l'écaille "postcentrale" la plus longue (cf photo 6 et 7).

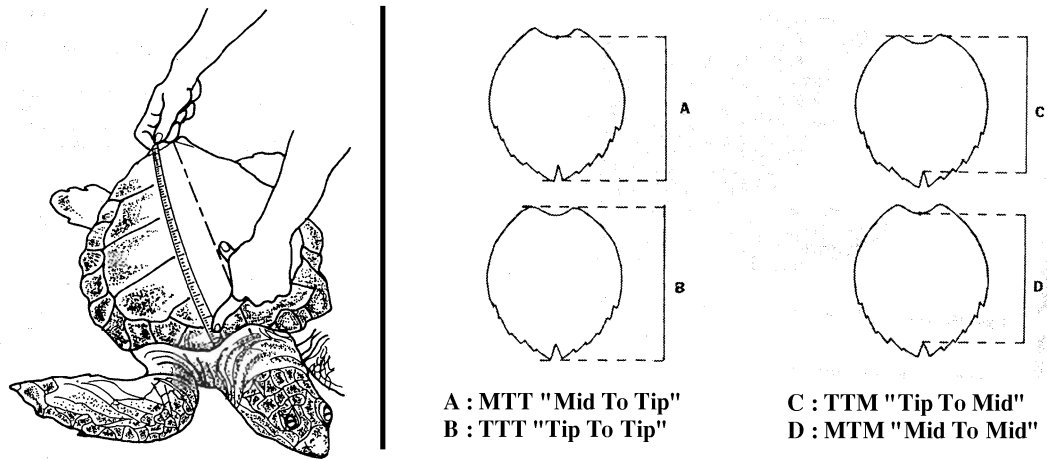


Fig. 33 : Technique de mesure de la carapace à l'aide d'un simple mètre en ruban et repères utilisés. (dans Pritchard & al, 1983)

3. La tortue est ensuite baguée.

Avec quoi ? Les tortues sont identifiées avec des bagues en titane inoxydable ; il en existe de différentes tailles en fonction de la taille de la tortue : celles utilisées à Curieuse font quatre centimètres de long (une fois repliées) sur 0.7 centimètres de large. Les bagues sont mises en place grâce à une pince applicateur (cf photo 8).

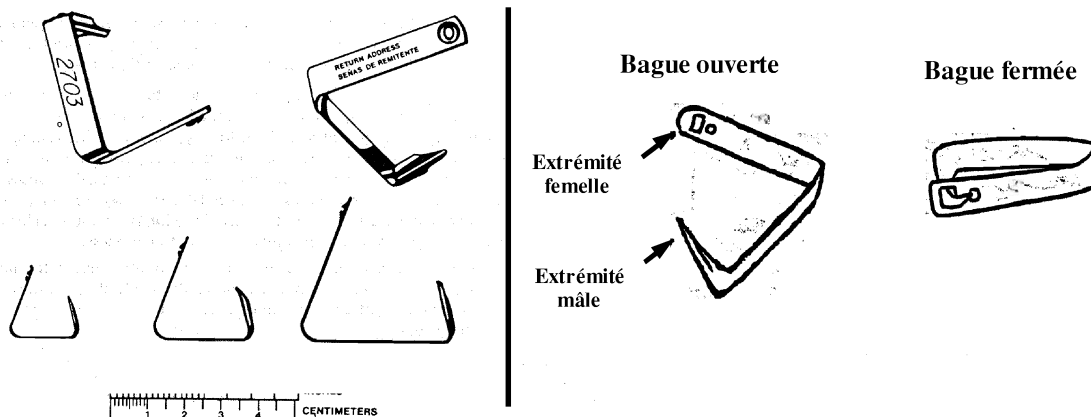


Fig. 34 : Principe de fonctionnement d'une bague. (d'après Pritchard & al, 1983 et autre source inconnue)

Les bagues comportent sur une face un numéro, et sur l'autre face l'adresse à laquelle elles devraient être retournées dans le cas où la tortue serait récupérée (tortues capturées accidentellement par des pêcheurs ou encore récupérées par des braconniers...)

« *REWARD RETURN*

DOE (pour Division of Environment) BOX 445

SEYCHELLES »

Dans ce cas, une récompense (« reward ») est même attribuée : attention à ne pas inciter au braconnage !

Où baguer ? La bague est placée sur le bord postérieur de la nageoire antérieure, la face numérotée vers le haut. Elle peut être positionnée à trois endroits :

- Position 1 : dans la chair de l'« aisselle », le plus près possible de la première écaille pour éviter de causer des irritations. L'inconvénient de cette position est que la bague sera plus facilement arrachée car elle n'est retenue que par de la chair (cf photo 9).
- Position 2 : à travers la première écaille, la bague est bien maintenue. Par contre, elle gênerait la croissance de l'écaille.
- Position 3 : entre les deux premières écailles, position la plus gênante car la bague s'accroche plus facilement aux « excroissances » de l'environnement.

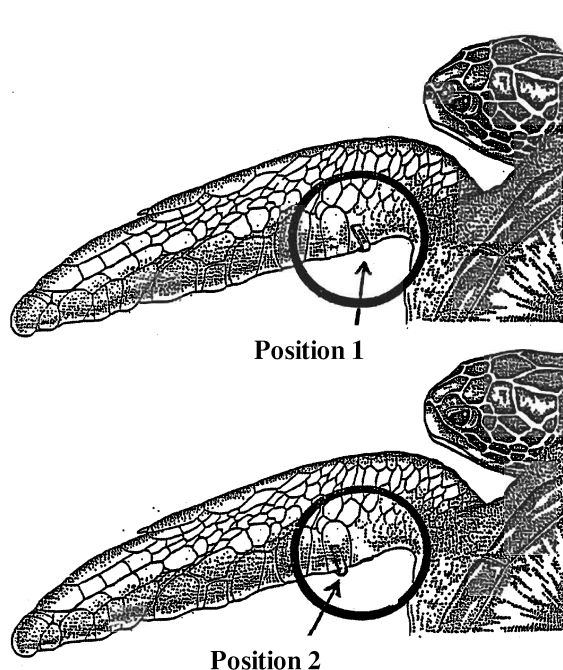


Fig. 35 : Deux façons de positionner les bagues
(source inconnue)

Il est préférable de baguer les deux nageoires de la tortue avec deux bagues dont les numéros se suivent de manière à accroître les chances de maintenir l'identification.

Quand baguer ? Dans l'idéal, les tortues devraient être baguées le plus tard possible, une fois que l'oviposition, le recouvrement et le camouflage du nid sont achevés, c'est-à-dire quand la tortue commence à redescendre la plage. D'après Pritchard & al. (1983), les situations où des tortues baguées pendant leur ponte abandonnent tout pour retourner à l'eau ne sont pas rares.

Le problème des tortues imbriquées c'est qu'elles sont agiles et échappent facilement. Certains scientifiques retournent la tortue sur le dos pour la baguer après la ponte, mais cette méthode n'est pas recommandée pour la santé de la tortue (risque d'étouffement) et n'est pas très pratique : la tortue est lourde à retourner et se débat sans cesse en envoyant de violents jets de sable (observation personnelle). Pritchard (1983) recommande de ne pas la retourner mais de la contenir pendant qu'une personne lui tient les nageoires et qu'une autre applique la bague. Mais quand on travaille seul, s'asseoir sur la tortue ne suffit même pas à la contenir, et quel rodéo ! La méthode la plus simple est alors de la baguer pendant la ponte en restant le plus discret possible. Broderick & Godley (1999) ont étudié les réactions de tortues baguées juste après l'oviposition : un petit échantillon des tortues a écourté la phase de recouvrement, mais il n'y a eu aucune incidence sur le succès de l'éclosion du nid.

Longévité des bagues ? Les bagues peuvent rester en place plus de dix ans, mais un certain nombre tombe rapidement, en quelques semaines. Les pertes se produisent quand la bague est appliquée dans la chair directement, quand elle est mal enclenchée, ou encore du fait de la corrosion.

4. Si la tortue pond, il s'agit ensuite de compter le nombre d'œufs de la couvée. Dans l'idéal, il vaut mieux agrandir l'orifice du nid à l'arrière de la tortue et compter les œufs au fur et à mesure qu'ils sortent du cloaque, sans les toucher, simplement à la vue. Sachant que la tortue imbriquée est l'espèce la plus prolifique (jusqu'à 260 œufs par couvée !) et que les œufs tombent par paquets de 3, 4, ou 5, on se perd vite dans les comptes !

Une méthode plus simple est d'interposer sa main entre le cloaque et le fond du nid pour apprécier au toucher le nombre d'œufs des paquets.

La méthode la plus invasive mais la plus précise est d'attendre que la tortue ait fini le cérémonial, pour creuser son nid et ressortir les œufs un à un. Mais le nid ne sera jamais aussi

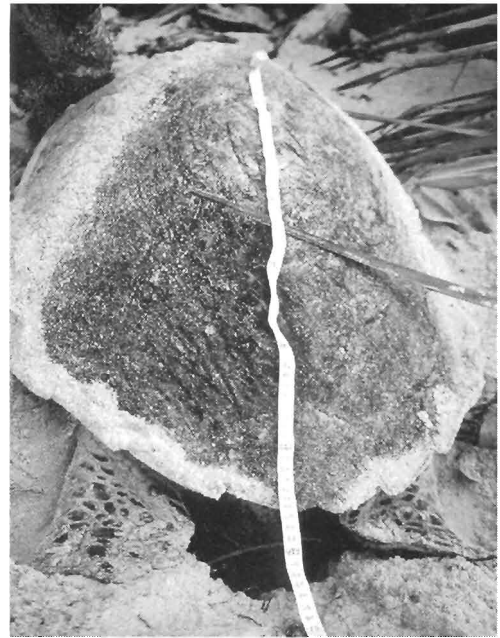


Photo 6 (ci-dessus) et 7 (ci-contre) :
Mesure de la longueur "Mid-To-Tip"
de la carapace d'une tortue imbriquée
en train de pondre sur Grand'Anse (île
Curieuse, Seychelles).



Photo 8 (ci-contre)
et 9 (ci-dessous) :
Application d'une bague en
titane en "position 1" (dans
la chair de "l'aisselle") sur
la nageoire droite d'une
tortue imbriquée.

Photo 10 :
Bernacle sur la carapace d'une tortue imbriquée.



bien disposé et le sable aussi bien tassé que par la tortue, ce qui doit considérablement influencé la réussite du développement embryonnaire et de l'éclosion.

5. A peu près au milieu de la ponte (c'est-à-dire au 100^e œuf pondu), un thermomètre restant à demeure jusqu'à l'éclosion peut être placé dans le nid de manière à enregistrer la courbe des températures.

6. Le nid est repéré, numéroté et localisé par GPS (pour "Global Positioning System").

Tout est noté sur une fiche (représentée en annexe 4). Le maximum d'informations y est inscrit (heure, plage et secteur de plage, nombre de trous creusés avant la ponte, etc..).

. III. 2. 2. Evaluer la réussite des éclosions et cibler les causes de mortalité.

Une soixantaine de jours après que la tortue ait pondu, le nid est surveillé quotidiennement pour repérer le moment où les oeufs éclosent et où les nouveau-nés émergent. Dans le meilleur des cas, on repère, au niveau de l'emplacement du nid, un monticule de sable remué et humide au fond d'une dépression : c'est par là que les nouveau-nés sortent (cf photo 11 et 12). Mais ce moment est assez difficile à repérer, particulièrement chez la tortue imbriquée, pour laquelle l'émergence des nouveau-nés est dispersée sur plusieurs jours et sur plusieurs nuits. Même s'il arrive parfois que l'on tombe nez à nez avec un nouveau-né se débattant avec un crabe, surveiller l'émergence dans sa totalité est irréalisable en pratique.

Mais tel n'est pas notre objectif : il nous reste encore beaucoup d'indices à découvrir au fond du nid... Une poignée de jours après l'émergence (de manière à laisser aux retardataires le temps dont ils ont besoin pour sortir), il est l'heure de creuser le nid afin de récupérer toutes les reliques (cf photo 13 et 14 : coquilles vides, œufs encore pleins, nouveau-nés non encore émergés, thermomètre, etc...). Un régal pour le nez ! Cette "chasse au trésor" nous permettra par la suite d'évaluer le pourcentage de réussite de l'éclosion.

Les paramètres sont notés sur la fiche (un exemple est donné en annexe 5) :

- *Profondeurs du nid* : on mesure la hauteur de la couche de sable lorsque l'on atteint les premières coquilles, ainsi que la profondeur totale du nid lorsqu'il n'y a plus de coquilles.
- *Nombre de coquilles vides* : à partir des fragments de coquilles sortis du nid, il faut essayer de reconstituer très approximativement les coquilles entières pour ensuite les

compter. Ce chiffre nous donne une idée approximative de la quantité de nouveau-nés "accomplis", c'est-à-dire qui ont bénéficié d'un développement embryonnaire et d'une éclosion réussis.

- *Nouveau-nés* :
 - Certains nouveau-nés n'ont pas encore émergé. Il ne faut surtout pas les mettre directement à l'eau : la descente de la plage est non seulement indispensable au phénomène d'imprégnation, mais elle permet de développer les muscles du nouveau-né avant d'atteindre la mer.
 - Certains nouveau-nés sont en mauvaise forme, ou handicapés : ils ne tarderont pas à mourir et sont donc comptés parmi les nouveau-nés morts.
 - Quelques nouveau-nés sont déjà morts lorsque l'on creuse le nid : on devine parfois les blessures à l'origine de leur mort et infligées par des crabes le plus souvent.

- *Oeufs « en train d'éclore »* : certains « bientôt-nés » sont en pleine éclosion ("pipping live"). D'autres sont morts alors qu'ils étaient en pleine éclosion ("pipping dead").

- *Oeufs non éclos* : la coquille n'est pas rompue, mais la forme, la couleur, la texture et surtout l'odeur de l'œuf nous indiquent qu'aucun nouveau-né ne sortira de cet œuf. Il faut les ouvrir pour distinguer les œufs stériles des œufs "avortés".
 - *Les œufs « avec signes »* : ces « signes » nous indiquent la présence d'un embryon avorté. Avec l'expérience, il est possible de savoir à quel moment l'embryon a avorté en distinguant des "signes" correspondant aux différents stades du développement embryonnaire¹.
 - *Les œufs « sans signe »* : ce sont les œufs stériles, aucun signe de développement embryonnaire n'est visible sur le jaune.
 - *Les œufs trop abîmés* : leur état de putréfaction avancé ne permet pas de conclure.

- *Oeufs "prédatés"* : des trous sont visibles sur la coquille, qui peut même être vidée de son contenu.

¹ depuis le stade du simple « point de sang » (« blood spot ») au stade de « l'embryon noir » (« black embryo ») pour lequel l'embryon est très bien formé et équipé d'une carapace encore molle.

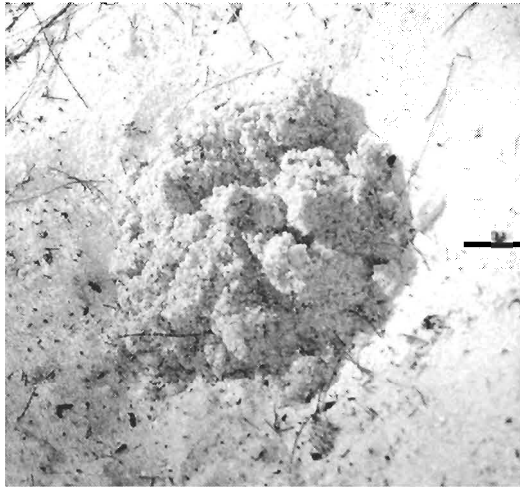


Photo 11 (à gauche) :
 Signe d'une éclosion et
 prémices d'une
 émergence prochaine
 de tortues nouveau-né.

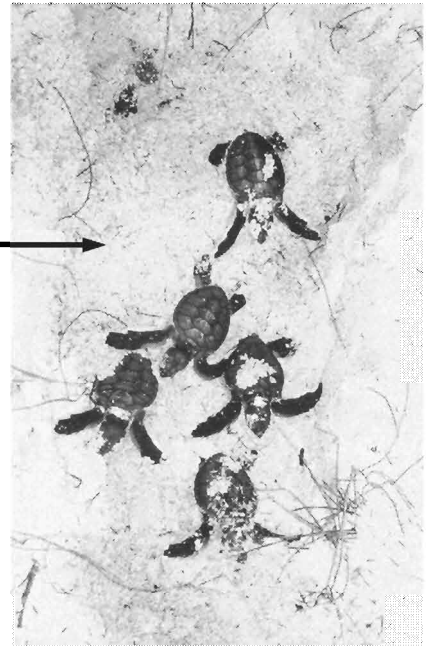
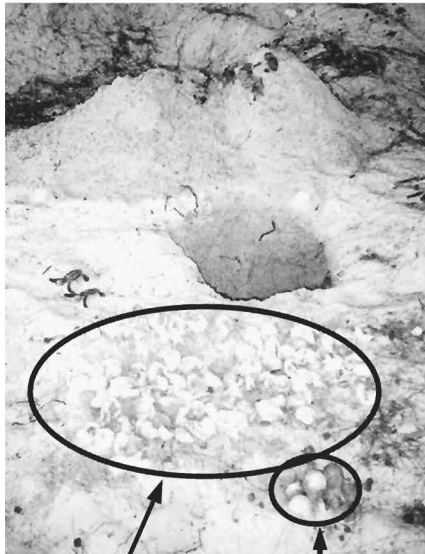


Photo 12 (à droite) :
 Emergence de petites
 tortues vertes sur la
 plage de Grand'Anse
 (île Curieuse,
 Seychelles).



amas des fragments
 de coquilles vides

oeufs non éclos

Photo 13 (ci-contre) et 14 (ci-dessous) :
 "Butin" récolté dans un nid après éclosion des oeufs et émergence
 des nouveau-nés.



thermomètre

"pipping dead":
 nouveau-né mort
 lors de son éclosion

nouveau-nés en état de
 putréfaction avancée...

nouveau-né très affaibli qui
 ne tardera pas à mourir

oeufs non éclos, sans signe de
 développement embryonnaire

échantillon de
 quelques
 coquilles vides



Photo 15 :
 Crabe *Ocypode cordimana*
 à l'intérieur d'un nid.

oeuf

- *Nombre de crabes dans le nid et nombre de galeries de crabes visibles dans le nid :* attention à ne pas se faire pincer (cf photo 15) !

Les résultats précédents nous renseignent sur ce qui s'est passé globalement dans le nid : la plus ou moins grande réussite de l'incubation, l'impact de la prédation, la réussite de l'éclosion... Dans certains nids, il arrive que l'on ne retrouve aucune coquille vide : le thermomètre est le seul indice qui atteste que nous avons creusé au bon endroit ! Toutes les coquilles sont étalées de part et d'autres sur le sable : les crabes ne se sont pas privés.

Le pourcentage du succès d'éclosion est calculé comme suit :

$$\% \text{ Succès Eclosion} = (\text{nombre de coquilles vides} / \text{nombre d'œufs total de la couvée}^1) * 100$$

Le pourcentage du succès d'émergence est calculé comme suit :

$$\% \text{ Succès Emergence} = ((\text{nb coquilles vides} - \text{nb nouveau-né morts}) / \text{nb total d'œufs}) * 100$$

III. 3. Résultats.

III. 3. 1. Effectif de la population de tortues imbriquées de l'île Curieuse.

Pendant la saison de ponte 2001/2002, un total de 222 émergences ont été répertoriées, incluant les rencontres avec les tortues et les simples relevés de traces.

- Des tortues ont été interceptées 80 fois² :
 - ✓ Deux rencontres ont eu lieu entre le 11 août et le 18 octobre,
 - ✓ Les 78 autres entre le 19 octobre et le 6 janvier.
- 43 tortues distinctes ont été identifiées par baguage :
 - ✓ 17 tortues (40%) portaient déjà des bagues³,
 - ✓ 26 tortues (60%) n'avaient jamais été identifiées.
- Les 142 émergences restantes ont été répertoriées à partir des simples relevés de traces. La régularité des patrouilles nous autorise à affirmer que les émergences ont été repérées en totalité (au moins leur trace).

¹ Le nombre total d'œufs de la couvée a été compté lorsque la tortue a pondu.

² Attention ! Cela ne signifie pas qu'il y a eu 80 tortues différentes. Une tortue émergeant à plusieurs reprises pour pondre au cours de la saison pourra être interceptée plusieurs fois.

³ Ou la tortue présentait des cicatrices signifiant qu'elle avait déjà été identifiée au cours d'une saison de ponte passée. Elle était donc ré-identifiée avec des nouvelles bagues.

A partir de ces résultats, comment estimer le plus précisément possible l'effectif de la population ? D'après le nombre de tortues identifiées, l'effectif est de 43 tortues au minimum. Pour évaluer si ce chiffre est une sous-estimation, il faut le confronter au nombre total d'émergences

Le tableau de l'annexe 6 analyse l'efficacité de la surveillance des plages. En ce qui concerne les "émergences fructueuses" (c'est-à-dire les émergences pour lesquelles la tortue a pondu), 43 % des tortues ont pu être interceptées.

Le tableau de l'annexe 7 compare les résultats des différents types d'émergence (la tortue a pondu, la tortue a simplement creusé, ou la tortue n' a fait que l'aller retour), et évalue le pourcentage d'émergences fructueuses. Or on constate que seulement 55% des émergences se solderont par la ponte. Ceci signifie qu'une tortue émergera en moyenne 1.8 fois pour chaque nid déposé.

En supposant que les 43 tortues ont pondu 3 nids chacune pendant la saison, et que pour chaque nid, elles ont émergé 1.8 fois, le total des émergences s'élèverait à 232. Or 222 émergences ont été répertoriées. Il est donc très probable que toutes les tortues de la population de Curieuse aient été interceptées au moins une fois. L'effectif de la population estimé à 43 ne serait donc pas sous-estimé.

43 tortues... Est-ce beaucoup, normal ou trop peu ?

De nombreux témoignages dans les années 1980-90 dénonçaient un niveau de braconnage relativement élevé sur Curieuse. Ce fut donc une agréable surprise de constater que l'effectif de la population venant pondre sur l'île est de 43 tortues. Non seulement l'effectif se serait maintenu, mais il pourrait bien avoir augmenté depuis le début des années 1980 où il était estimé grosso modo à 20-30 tortues (Mortimer, 1984).

Par ailleurs, une autre bonne nouvelle est annoncée par le nombre élevé de tortues "remigrantes", c'est-à-dire celles qui ont déjà été identifiées au cours d'une saison passée. Cela prouve que ces tortues ont réussi à survivre d'une saison à l'autre.

III. 3. 2. Intensité du braconnage.

Sur "terre", c'est-à-dire sur les plages de ponte, aucun signe de braconnage n'a été répertorié : aucune tortue retrouvée morte, aucune tâche de sang, aucune trace de tortue ascendante "esseulée" (c'est-à-dire sans la trace descendante, ce qui prouve que la tortue n'a pas rejoint les flots), etc... Encore une bonne nouvelle !

Reste à évaluer l'intensité du braconnage dans l'eau. Pour cela, il faut déterminer le nombre moyen de nids déposés par chaque tortue au cours de la saison, pour savoir si elle a pu pondre tous les nids de la saison, c'est-à-dire si elle a survécu toute la saison durant. Le modèle de comparaison est le résultat obtenu sur l'île Cousin : les tortues pondent en moyenne 3 à 5 fois par saison (Mortimer & Bresson, 1999).

Pour déterminer le nombre moyen de nids déposés par chaque tortue, plusieurs méthodes sont applicables :

1. *En utilisant simplement le nombre de tortues baguées pendant l'étude :*

Sachant que sur les 80 rencontres des 43 tortues, 51 pontes ont été répertoriées : le nombre moyen de nids déposés par chaque tortue est donc de **1.2**. Ce chiffre est l'estimation minimale que l'on peut obtenir, mais il peut être extrapolé.

Le graphique en annexe 8 indique que certaines tortues ont été interceptées pendant une émergence infructueuse (□ = pas de ponte) et ont été manquées lors de l'émergence suivante fructueuse.

On suppose que :

- Un ou deux jours après son émergence infructueuse, la tortue réitère sa tentative jusqu'à ce qu'elle pondre effectivement.
- Sachant que les femelles pondent tous les 15 jours environ, lorsque deux pontes répertoriées pour une même tortue sont séparées d'un mois, on imagine qu'un autre nid a été déposé entre les deux.

En se basant sur ces hypothèses, les 43 tortues aurait pondu un minimum de 74 nids, d'où une moyenne de **1.7** nids par tortue. On est encore bien loin du compte (de 3 à 5 nids par tortue...) !

2. *En utilisant le nombre de tortues baguées et le nombre de traces inventoriées pendant le pic de la saison de ponte :*

Le tableau de l'annexe 7 a été édifié à partir de toutes les données collectées (les interceptions avec les tortues mais aussi l'inventaire des traces) : il indique qu'un total de 121 nids ont été déposés dans la saison. La moyenne par tortue s'élèverait ici à **2.8** nids par saison.

On se rapproche...

3. *En extrapolant à toute la saison :*

Les plages ont été minutieusement patrouillées pendant la période correspondant au pic de la saison de ponte (du 19 octobre au 6 janvier), mais il nous manque des données précises sur le reste de l'année. En utilisant les résultats obtenus sur une autre île (Bird Island) où

d'intenses patrouilles ont été menées tout au long de l'année, on constate que 76.07% des pontes se déroulent pendant le pic.

En extrapolant à partir de ce résultat, on obtient un nombre total de nids déposés pendant toute la saison 2001-2002 égal à 169-179 : d'où une moyenne de **3.9** à **4.1** nids par tortues.

La dernière estimation rentre dans l'intervalle admis : de 3 à 5 pontes par saison et par tortue. D'après ces données, il semblerait que le braconnage ne soit pas d'une grande intensité, puisqu'il semblerait que les tortues survivent tout au long d'une saison de ponte, ainsi que d'une saison de ponte à l'autre.

Bonne nouvelle : même lorsqu'elles sont au large, loin de la protection que leur procure le Parc Marin de Curieuse, les tortues sont peu massacrées.

III. 3. 3. Taux de réussite des éclosions et cause(s) de mortalité.

Malheureusement, nous ne pourrions conclure que partiellement pour ce chapitre car les chiffres précis des taux de succès des éclosions ne sont pas encore disponibles : ils n'ont donc pas pu être communiqués dans cette thèse.

. D'après Mortimer (communication personnelle), les taux de succès des éclosions estimés pour les nids de l'île Curieuse sont typiques de ceux que l'on trouve un peu partout aux Seychelles : la plupart des nids ont des taux très élevés (plus de 80% des oeufs environ évoluent jusqu'au terme de l'éclosion), mais certains ont des taux désastreux qui s'approchent du zéro. En fait, cette tendance au "tout ou rien" est typique dans beaucoup d'endroits de la planète.

Pour les nids de l'île Curieuse dont le succès d'éclosion s'approche du néant, quelles seraient les principales causes de mortalité que l'on pourrait accuser ?

✓ Les plages de l'île sont assez touchées par le phénomène d'érosion naturelle, particulièrement au moment du pic de la saison de ponte qui correspond, nous l'avons vu au paragraphe II.2.2.2., à la saison des pluies. Mais l'impact de cette érosion sur l'incubation est mineure : pendant la saison 2001-2002, un seul nid, sur les 51 suivis, a dû être transplanté d'urgence pour être sauvé des flots.

✓ Il fut un temps où l'impact de la prédation par les animaux "nuisibles" sur les nids déposés sur l'île Curieuse était conséquent. Mais depuis un ou deux ans, des campagnes d'éradication des rats et des chats sauvages sont menées régulièrement sur l'île. Ces populations de nuisibles sont a priori éteintes aujourd'hui.

✓ Aujourd'hui, le principal "fautif" qui réduit le taux d'éclosion dans les nids est bien le **crabe fantôme** *Ocypode cordimana*, c'est-à-dire celui qui creuse des galeries et se nourrit d'oeufs dans les nids. C'est un véritable problème aux Seychelles : la mortalité des oeufs induite par *Ocypode cordimana* serait beaucoup plus conséquente que celle des nouveau-nés sur la plage induite par *Ocypode ceratophthalmus*.

En conclusion de ce chapitre sur " l'étude Curieuse", quelles suggestions pourraient être faites pour améliorer encore les résultats ?

Concernant la protection des tortues en ponte, les résultats précédents ont montré qu'on ne pouvait guère faire mieux. La protection sur l'île Curieuse s'approche de la perfection. Il faut maintenir sans relâche les efforts et tenter de suivre l'évolution des populations de tortues à chaque saison par des patrouilles de plages et des campagnes de baguage intensives.

Concernant la réussite de l'incubation, la question reste délicate. On constate bizarrement que l'impact de la prédation par les crabes est très variable d'une saison à l'autre et d'un endroit à un autre. Réduire le nombre de crabes fantômes bénéficierait sans aucun doute aux tortues, mais elle ne peut s'entreprendre "à la légère". Le rôle des crabes dans l'écosystème n'est pas encore bien compris et la suppression d'une population de crabes pourrait avoir un effet néfaste à un autre niveau. Il faudrait mener une étude précise sur l'évolution des populations de crabes et les facteurs l'influençant... une idée de future thèse ?

CONCLUSION

Comme pour toute espèce animale à espérance de vie allongée et à maturité retardée, la gestion des populations de tortues imbriquées est délicate. Ce qu'il adviendra des effectifs demain est la conséquence directe de ce que les tortues ont subi hier... Or si l'on jette un coup d'oeil aux statistiques disponibles sur le commerce de l'écaille, il y a vraiment de quoi avoir peur !

Mais restons optimistes ! Il semblerait que la protection de la tortue imbriquée soit en bonne voie... au moins dans certains endroits où des efforts de conservation menés à long terme ont déjà porté leurs fruits.

Quelle démarche faut-il adopter ? Les expériences de terrain nous montrent que, tant que nos connaissances sur la biologie des tortues marines et tout particulièrement sur celle de la tortue imbriquée sont imparfaites, mieux vaut éviter de s'engager sur les chemins scabreux d'une conservation trop "zélée"... Maintenant que le commerce de l'écaille a été somme toute bien anéanti, laissons faire la Nature ! Les méthodes les plus simples nous ont prouvé leur efficacité :

1. Protéger les individus, et notamment les femelles en ponte, si vulnérables à l'homme mais pourtant garantes du renouvellement des populations ;
2. Protéger les aires de vie, particulièrement les plages de ponte ; réduire à un niveau tolérable les menaces visant indirectement les tortues marines ;
3. Faire confiance à la sagesse populaire en informant les populations locales du besoin de protéger leurs ressources.

C'est exactement ce que le gouvernement seychellois, pionnier en matière de protection et de conservation des tortues marines, a entrepris pour ses populations de tortues locales : ses efforts sont maintenant récompensés, comme nous avons pu le constater avec les tortues imbriquées de l'île Curieuse. Il semble même que la mentalité des autochtones ait largement évolué en faveur de la protection de la Nature. Un exemple à suivre... Affaire à suivre !

ANNEXE 1

Critères correspondants à chaque catégorie du classement des espèces par l'U.I.C.N.

(D'après "The 1996 IUCN Red List of Threatened Animals")

Use any of the A-E criteria	Critically Endangered	Endangered	Vulnerable
A. Declining Population			
population decline rate at least	80% in 10 years or 3 generations	50% in 10 years or 3 generations	20% in 10 years or 3 generations
using either			
1. population reduction observed, estimated, inferred, or suspected in the past <i>or</i>			
2. population decline projected or suspected in the future based on:			
a. direct observation			
b. an index of abundance appropriate for the taxon			
c. a decline in area of occupancy, extent of occurrence and/or quality of habitat			
d. actual or potential levels of exploitation			
e. the effects of introduced taxa, hybridization, pathogens, pollutants, competitors, or parasites			
B. Small Distribution and Decline or Fluctuation			
Either extent of occurrence or area of occupancy	< 100 km ² < 10 km ²	< 5,000 km ² < 500 km ²	< 20,000 km ² < 2,000 km ²
and 2 of the following 3:			
1. either severely fragmented: (isolated subpopulations with a reduced probability of recolonization, if once extinct) or known to exist at a number of locations	= 1	≤ 5	≤ 10
2. continuing decline in any of the following:	any rate	any rate	any rate
a. extent of occurrence			
b. area of occupancy			
c. area, extent and/or quality of habitat			
d. number of locations or subpopulations			
e. number of mature individuals			
3. fluctuating in any of the following:	> 1 order/mag.	> 1 order/mag.	> 1 order/mag.
a. extent of occurrence			
b. area of occupancy			
c. number of locations or subpopulations			
d. number of mature individuals			
C. Small Population Size and Decline			
Number of mature individuals and 1 of the following 2:	< 250	< 2,500	< 10,000
1. rapid decline rate	25% in 3 years or 1 generation	20% in 5 years or 2 generations	10% in 10 years or 3 generations
2. continuing decline and either	any rate	any rate	any rate
a. fragmented or	all sub-pops ≤ 50	all sub-pops ≤ 250	all sub-pops ≤ 1,000
b. all individuals in a single subpopulation			
D. Very Small or Restricted			
Either 1. number of mature individuals or 2. population is susceptible	< 50 (not applicable)	< 250 (not applicable)	< 1,000 area of occupancy <100 km ² or number of locations < 5
E. Quantitative Analysis			
Indicating the probability of extinction in the wild to be at least	50% in 10 years or 3 generations	20% in 20 years or 5 generations	10% in 100 years

ANNEXE 2

Origines des importations d'écaïlle par le Japon de 1975 à 1982 : provenance des Etats Membres de la CITES.

(d'après Weber & al, 1983)

Etats Membres	Date d'accession à la CITES	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Puerto Rico (U.S.)	7/1/75	H	H	H		H			
United States	7/1/75				H				
Canada	7/9/75								H
Costa Rica	9/28/75	H	H	H	H	H		H	H
Brazil	11/4/75						H		
Madagascar	11/18/75		H						
Papua New Guinea*	3/11/76	H							
India	10/18/76	H		H	H				
Australia	10/27/76		H	H					
Cayman Islands (UK)	10/31/76	H	H	H	H	H	H	H	H
Dominica (U.K.)	10/31/76		H			H	H	H	H
Hong Kong (U.K.)	10/31/76	H	H	H	H	H	H	H	
United Kingdom	10/31/76		H	H	H				
Seychelles	5/9/77	H	H	H	H	H	H	H	H
Nicaragua	11/4/77	H	H	H	H	H	H	H	H
Malaysia	1/18/77			H					H
France+	8/9/78		H			H			
F.W. Indies+ (France)	8/9/78	H	H	H	H	H	H	H	H
Reunion+ (France)	8/9/78		H						
Panama	11/15/78	H	H	H	H	H	H	H	H
Kenya	3/13/79	H	H	H	H	H	H	H	H
Indonesia	3/28/79	H	H	H	H	H	H	H	H
Sri Lanka	8/2/79						H		
Bahamas	9/18/79	H	H	H	H	H	H	H	H
Italy*	12/31/79		H			H			
Tanzania	2/27/80	H	H	H	H	H	H	H	H
Portugal*	3/11/81		H	H					
Mozambique*	6/23/81		H						
Philippines	11/16/81	H	H	H	H	H	H	H	H
St. Lucia*	3/3/83	H		H	H	H	H	H	H

Légende :

"H" : le Japon importe des écaïlles provenant du pays concerné, l'année indiquée.

"Reunion+" : le pays a posé une réserve sur la tortue imbriquée. Il a encore le droit d'en exporter.

"Italy*" : le pays a respecté son engagement à la CITES en n'exportant pas d'écaïlle vers le Japon après son accession.

Ligne représentant
la date d'accession
des Etats Membres
à la CITES.

Résultat :

Sur les 27 pays membres de la CITES qui n'ont posé aucune réserve sur la tortue imbriquée, seuls 5 pays ont respecté leur engagement en n'exportant plus d'écaïlle après leur accession à la Convention de Washington.

ANNEXE 3

Sources et routes du commerce illégal d'écailles de tortue

(d'après Frazier, 2000b)

- En janvier 1992, les autorités cubaines ont saisi à leur frontière 1033 kg d'écailles découverts dans des bagages non accompagnés provenant du Mexique, sur un vol en transit pour le Japon.
- En janvier 1994, 24 kg d'écailles vendus en République Dominicaine à deux « businessmen » japonais ont été saisis à l'aéroport international de Tokyo.
- En mars 1994, 587 kg d'écailles vendus en République Dominicaine à un « dealer » japonais ont été saisis à l'aéroport d'Osaka.
- En juin 1995, une cargaison de 40 kg d'écailles provenant de République Dominicaine et vendue par correspondance a été saisie dans le port de Nagoya (Japon).
- En août 1995, 21 tortues imbriquées naturalisées ont été saisies à Taiwan, de provenance locale ; au même moment, les autorités japonaises saisissaient une cargaison de 3083 kg d'écailles provenant d'Indonésie dans le port d'Osaka.
- En mars 1996, 115 kg d'écailles provenant de Singapour ont été saisis au Japon ; ils transitaient dans cinq valises portées par un messenger.
- En août 1997, 31.5 kg d'écailles achetés à Singapour ont été saisis à l'aéroport international d'Osaka.
- En avril 1998, 119.6 kg d'écailles arrivant de Singapour ont été saisis à l'aéroport international de Tokyo.
- En mai 1998, 9,7 kg d'écailles provenant de Singapour ont été saisis à l'aéroport international de Fukuoka.
- En septembre 1998, les autorités japonaises ont saisi 66 kg d'écailles passés en fraude depuis Singapour.
- En janvier 2000, des bijoux en écailles importés d'Indonésie ont été saisis dans plusieurs magasins de San Juan (Puerto Rico).

ANNEXE 4

Exemple de fiche à remplir lors de surveillance de plages de ponte.

CURIEUSE ISLAND MARINE PARK -- TURTLE MONITORING

1. Observation No:	1	2			
	yr mo d #	yr mo d #	yr mo d #	yr mo d #	yr mo d #
2. Patrol Number:	01 10 19	01 10 19			
3. Time:	17 : 35	17 : 50			
4. Recorder:	Elvis	Kévin			
5. Curieuse	patrol observ	patrol observ	patrol observ	patrol observ	patrol observ
Beaches: LAR :	X				
PAP :	X				
GRAN :	X	X			
BAD :					
KAI :		X			
CIM :		X			
JOSE :		X	X		
MAND:					
6. Turtle (Y/N) :	N	Y			
7. Track only (Y/N):	Y	N			
8. Species :	HB	HB			
9. Laid (Y/N/?):	N	Y			
10. Digging (Y/N):	Y	Y			
11. Poached (Y/N/?):	N	N			
12. Tag Scars (L, R): (Tag/Y/N/?/X):	L R	L N R N	L R	L R	L R
13. Computer ID :					
Tag Number(s) L :		E2606			
Tag Number(s) R:		E2607			
14. Carapace Length: (Mid-Tip):		88.3			
15. Comments (Injury, disease, etc.):		3 barnacles			

Observation 1 : une empreinte de tortue imbriquée a été relevée à Grand'Anse le 19/01/01 à 17h35 par Elvis. Cette tortue n'a pas pondu !

Observation 2 : une tortue en train de pondre a été baguée à 17h50 à Anse St José par Kévin. Sa carapace, colonisée par 3 barnacles, faisait 88.3 cm de long. ...etc...

ANNEXE 5

Exemple de fiche à remplir lors du "dépouillement" du nid.

Hatched Nests: Egg Clutch Survival			Entered 0		
			Year-Month	01/12	Page
Island	Curieuse				
Beach	St José				
Nest Number	1				
Tag Number(s)	E2606 E2607				
Species	HB				
Date Laid	19/10				
Date Dug-up	22/12				
Recorder(s)	ACR				
Nest Depth (to top)					
Nest Depth (to bottom)	43				
\$ * A Total Clutch Size (at laying)	182				
B Hatchlings -- live	149				
\$ C Hatchlings -- dead	2				
\$ * D Number of Shells	151				
* E Pipping -- live	0				
* F Pipping -- dead	2				
* G Unhatched -- with signs	12				
* H Unhatched -- NO signs	0				
* I Too Rotten	8				
* J Predated Eggs (with holes)	3				
* Missing eggs = A- (D+E+F+G+H+I+J)	6				
Crabs in Nest?	1				
Crab Holes in Nest?	Y				
# % Hatching Success = D/Ax100	<u>82.9 %</u>				
\$ % Emergence Success = (D-C)/Ax100	<u>81.8 %</u>				
Comments	5 embryons albinos				
GPS Position					
ID# Temperature Logger					

Résultat : le nid dépouillé est un très bon nid puisque les pourcentages de succès d'éclosion et de succès d'émergence sont supérieurs à 80%.

ANNEXE 6

**Corrélation entre les Efforts de Patrouille et le Taux d'Interception avec les Tortues
(dans la période du 16 Octobre 2001 au 7 janvier 2002)**

Plage	% de jours où la plage a été patrouillée sur l'ensemble de la période			Nombre moyen de patrouilles par jour et par plage			Taux d'interception (%) avec des tortues émergées			
	Mean	S.D.	Range	Mean	S.D.	Range	Laid	DNL (Digging)	DNL (No Digging)	Total
<i>Grand Anse</i>	78.8	15.3	50 - 100	1.9	0.5	1.0 - 2.6	41% of 75	27% of 26	36% of 11	38% of 112
<i>Anse Papaie</i>	76.5	13.0	57 - 100	1.8	0.5	1.0 - 2.6	24% of 17	0% of 2	0% of 2	19% of 21
<i>Baie Laraie</i>	79.9	12.0	63 - 100	1.9	0.5	1.0 - 2.5	na	0% of 1	0% of 0	0% of 1
<i>Anse Mandarin</i>	76.4	19.1	38 - 100	1.3	0.3	0.8 - 1.8	75% of 8	36% of 11	0% of 4	43% of 23
<i>Anse St. Jose</i>	83.6	13.9	63 - 100	1.6	0.5	0.9 - 2.6	54% of 13	67% of 6	14% of 7	46% of 26
<i>Anse Cimetiere</i>	79.6	17.6	43 - 100	1.4	0.5	0.9 - 2.4	50% of 2	0% of 6	0% of 7	7% of 15
<i>Anse Caimant</i>	82.7	13.8	57 - 100	1.4	0.5	1.0 - 2.4	50% of 6	46% of 13	0% of 5	38% of 24
<i>Anse Badamier</i>	7.1	8.8	0 - 25	0.1	0.1	0 - 0.4	na	na	na	? % of 3
TOTAL							43% of 121	32% of 65	14% of 36	35% of 225

ANNEXE 7

**Distribution des Emergences des Tortues sur les Plages de Curieuse
(dans la période du 16 Octobre 2001 au 7 janvier 2002)**

Plage	Nombre d'émergences de tortues répertoriées et classées en 3 types			% de nids pondus à chaque plage	% d'émergences "fructueuses" (avec ponte)
	Laid	DNL (Digging)	DNL (No Digging)		
<i>Grand Anse</i>	75	26	11	62.0 %	67 %
<i>Anse Papaie</i>	17	2	2	14.1 %	81 %
<i>Baie Laraie</i>	0	1	0	0.8 %	na
<i>Anse Mandarin</i>	8	11	4	6.6 %	35 %
<i>Anse St. Jose</i>	13	6	7	10.7 %	50 %
<i>Anse Cimetiere</i>	2	6	7	1.7 %	13 %
<i>Anse Caimant</i>	6	13	5	5.0 %	25 %
<i>Anse Badamier</i>	na	na	na	(3)	na
Emergences totales dans chaque catégorie (%)	121 (55%)	65 (29%)	36 (16%)	222 (100%)	55 % of 222

Rappel des 3 types d'émergences : "Laid" = la tortue a pondu ;
 "Digging" = la tortue a juste creusé mais n'a pas pondu ;
 "No Digging" = la tortue n'a même pas essayé de creuser un nid.

CURIEUSE - Saison de ponte 2001-2002

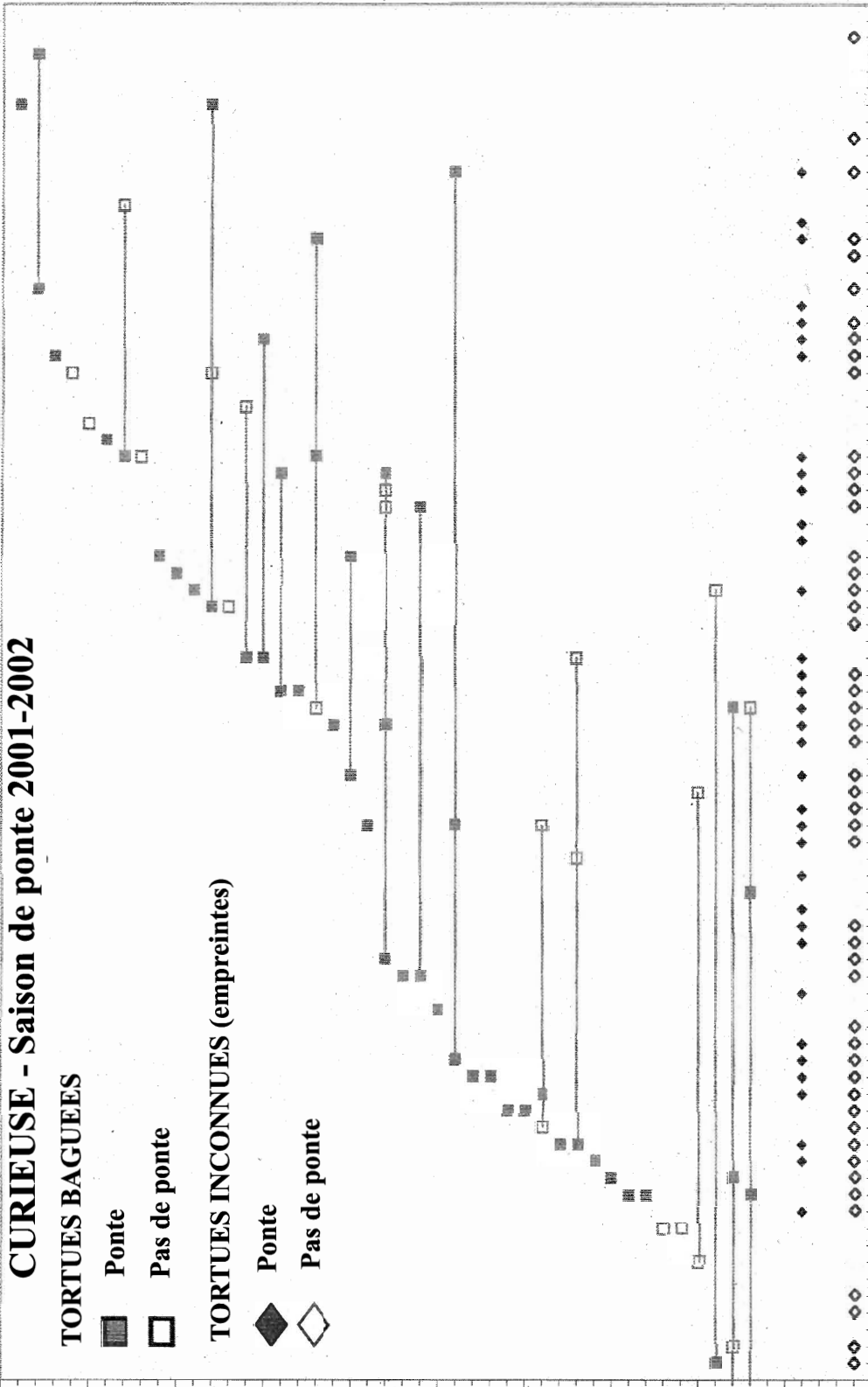
TORTUES BAGUEES

- Ponte
- Pas de ponte

TORTUES INCONNUES (empreintes)

- ◆ Ponte
- ◇ Pas de ponte

Tortue Individuelle



Date

CONCLUSION

Comme pour toute espèce animale à espérance de vie allongée et à maturité retardée, la gestion des populations de tortues imbriquées est délicate. Ce qu'il adviendra des effectifs demain est la conséquence directe de ce que les tortues ont subi hier... Or si l'on jette un coup d'oeil aux statistiques disponibles sur le commerce de l'écaille, il y a vraiment de quoi avoir peur !

Mais restons optimistes ! Il semblerait que la protection de la tortue imbriquée soit en bonne voie... au moins dans certains endroits où des efforts de conservation menés à long terme ont déjà porté leurs fruits.

Quelle démarche faut-il adopter ? Les expériences de terrain nous montrent que, tant que nos connaissances sur la biologie des tortues marines et tout particulièrement sur celle de la tortue imbriquée sont imparfaites, mieux vaut éviter de s'engager sur les chemins scabreux d'une conservation trop "zélée"... Maintenant que le commerce de l'écaille a été somme toute bien anéanti, laissons faire la Nature ! Les méthodes les plus simples nous ont prouvé leur efficacité :

1. Protéger les individus, et notamment les femelles en ponte, si vulnérables à l'homme mais pourtant garantes du renouvellement des populations ;
2. Protéger les aires de vie, particulièrement les plages de ponte ; réduire à un niveau tolérable les menaces visant indirectement les tortues marines ;
3. Faire confiance à la sagesse populaire en informant les populations locales du besoin de protéger leurs ressources.

C'est exactement ce que le gouvernement seychellois, pionnier en matière de protection et de conservation des tortues marines, a entrepris pour ses populations de tortues locales : ses efforts sont maintenant récompensés, comme nous avons pu le constater avec les tortues imbriquées de l'île Curieuse. Il semble même que la mentalité des autochtones ait largement évolué en faveur de la protection de la Nature. Un exemple à suivre... Affaire à suivre !

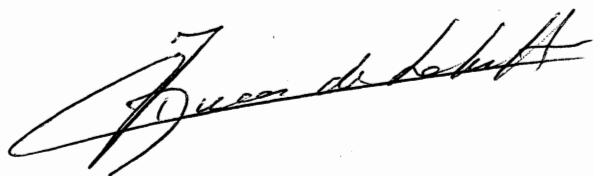
AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, P. DESNOYERS, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
Mlle RULIE Anne-Claire
a été admis(e) sur concours en : 1997
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 12 septembre 2002
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

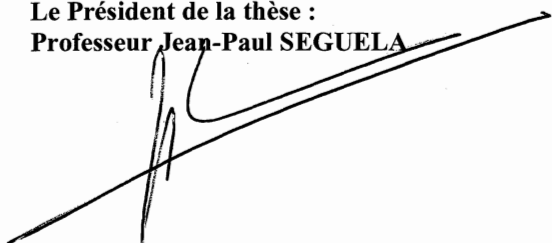
AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, J. DUCOS de LAHITTE, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :
Mlle RULIE Anne-Claire
intitulée :
« Réflexion sur la conservation de la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) ; l'application aux Seychelles »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE**



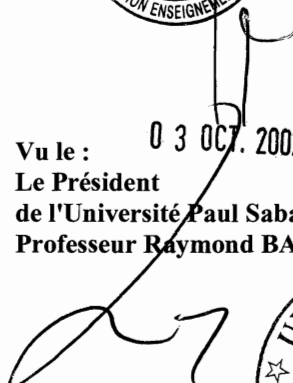

**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean-Paul SEGUELA**



**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Pierre DESNOYERS**



**Vu le : 03 OCT. 2002
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Raymond BASTIDE**

BIBLIOGRAPHIE

- BAILLIE, J. & GROOMBRIDGE, B. 1996. IUCN Red list of threatened animals. Gland, Switzerland : IUCN, 368p.
- BEDIU épouse GOUJARD, S. 1993. La protection de la nidification de la Tortue *Caretta caretta*. Etude au Quintana Roo, au Mexique. Thèse Méd. Vét. Lyon, n° 98, 131 p.
- BELLINI, C. ; SANCHES, T.M. & FORMIA, A. 2000. Hawksbill turtle tagged in Brazil captured in Gabon, Africa. Marine Turtle Newsletter, n°87, janv 2000, p11-12.
- BILLES, A. 1998. Etude de la nidification de la Tortue Luth, *Dermochelys coriacea*, en Guyane française. Thèse Méd. Vét. Lyon, n°113, 423 p.
- BJORN DAL, K.A. 1999. Conservation of hawksbill sea turtles : perceptions and realities. Chelonian Conservation & Biology. 3(2) : 174-176.
- BONIN, F. ; DEVAUX, B. & DUPRE, A. 1996. Toutes les tortues du monde. Les encyclopédies du naturaliste. Paris : Delachaux et Niestlé, 254p.
- BOOTH, J. & PETERS, J.A. 1972. Behavioural studies on the green turtle (*Chelonia mydas*) in the sea. Anim. Behav. 20 : 808-812.
- BOULON, R.H. 1994. Growth rates of wild juveniles hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, in St Thomas United States Virgin Islands. Copeia, 194 : 811-814.
- BRODERICK, A.C. & GODLEY, B.J. 1999. Effect of tagging marine turtle on nesting behaviour and reproductive success. Anim. Behav. 58 : 587-591.
- BRONGERSMA, L.D. 1980. Turtle farming and ranching. British Herpetological Society Bulletin. N°2.
- BROOKE, M.L. & GARNETT, M.C. 1983. Survival and reproductive performance of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* L. on Cousin Island, Seychelles. Biol. Conserv. 25 : 161-170.
- BUSTARD, H.R. 1973. Saving the hawksbill turtles. Oryx. 12 : 92-98.

- BUSTARD, H.R. 1979. Population dynamics of sea turtles.
In : Turtles, perspectives and research. Harless, M. & Morlock, H. (Eds). Wiley, J. & sons, New-York, Chichester, Brisbane, Toronto, 523-540.
- CARR, A. 1966. The ecology and migration of sea turtles. 6. The hawksbill in the Carribean sea.
Am. Mus. Novit. 2248, 1.
- CARR, A. 1980. Some problems of sea turtle ecology.
Amer. Zool. 20 : 489-498.
- CARR, A. & STANCYK, S. 1975. Observations on the ecology and survival outlook of the hawksbill turtle.
Biol. Conserv. 8 : 161-172.
- CARR, A. & MEYLAN, A. B. 1980. Extinction or rescue for the hawksbill ?
Oryx 15(5) : 449-450.
- CATO, J.C. ; PROCHASKA, F.J. & PRITCHARD, P.C.H. 1978. An analysis of the capture, marketing and utilization of marine turtles.
Environmental Assessment Division. National Marine Fisheries Service, St Petersburg, Florida. 113p.
- CLARO, F. S. 1985. Reproduction de la Tortue Verte *Chelonia mydas* dans les conditions naturelles et en captivité : étude de la Cayman Turtle Farm (BWI).
Thèse Méd. Vét. Toulouse, n° 68, 162 pp.
- D'AMATO, A.F. & MOARES-NETO, M. 2000. First documentation of Fibropapilloma verified by histopathology in *Eretmochelys imbricata*.
Marine Turtle Newsletter. 89 : 12-13.
- DALRYMPLE, G.H. ; HAMPP, J.C. & WELLINS, D.J. 1985. Male-biased sex ratio in a cold nest of a hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*).
J. Herp. 19(1) : 158-159.
- DAVENPORT, J. 1989. Sea turtles and the greenhouse effect.
British Herpetological Society Bulletin. 29 : 11-15.
- DIAMOND, A.W. 1976. Breeding biology and conservation of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*, on Cousin Island, Seychelles.
Biol. Conserv. 9 : 199-215.
- DODD, C.K. 1982. Does sea turtles aquaculture benefit conservation ?
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 473-480.
- EHRENFELD, D. W. 1979. Behavior associated with nesting.

- In : Turtles, perspectives and research. Harless, M. & Morlock, H. (Eds). Wiley, J. & sons, New-York, Chichester, Brisbane, Toronto, 695 p.
- EHRENFELD, D. 1982. Options and limitations in the conservation of sea turtles.
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 457-463.
 - ERNST, C.H. & BARBOUR, R. W. 1989. Turtles of the World.
Smithsonian Institution Press, Washington DC. 313p.
 - FELGER, R.S. ; CLIFFTON, K. & REGAL, P.J. 1976. Winter dormancy in sea turtles : independant discovery and exploitation in the gulf of California by two local cultures.
Science, 191 : 283-285.
 - FRAZIER, J. 1974. Sea turtles in Seychelles.
Biol. Conserv. 6 : 71-73.
 - FRAZIER, J. 1975a. Marine turtle of the Western Indian Ocean.
Oryx. 13 : 164-175.
 - FRAZIER, J. 1975b. The status of knowledge on marine turtles in the Western Indian Ocean.
East African Wild Life Society. Marine Turtle Survey. 14p.
 - FRAZIER, J. 1976. Sea turtles in Tanzania.
Tanzania Notes and Records, 77 : 11-20.
 - FRAZIER, J. 1979a. Marine Turtle management in Seychelles : a case-study.
Environ. Conserv. 6(3) : 225-230.
 - FRAZIER, J. 1979b. Niche separation in Indian Ocean turtles (abstract).
Am. Zool. 19(3) : 955.
 - FRAZIER, J. 1980 : Exploitation of Marine Turtles in the Indian Ocean.
Human Ecology. 8(4) : 329-370.
 - FRAZIER, J. 1982a. Status of sea turtles in the Western Indian Ocean.
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 385-389.
 - FRAZIER, J. 1982b. Subsistence hunting in the Indian Ocean.
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 391-396.
 - FRAZIER, J. 1984. Marine turtles in the Seychelles and adjacent territories.
In : Stoddart, D.R. (Ed.). Biogeography and Ecology of Seychelles Islands. The Hague : W. Junk Publ., Monographiae Biol. 55 : 417-468.
 - FRAZIER, J. 2000a. Biological aspects of hawksbill population.

in the CITES programme [on line] 26p.

[http : //www.cites.org/eng/programme/HBT/intro.shtml](http://www.cites.org/eng/programme/HBT/intro.shtml) (page consultée le 08 mars 2002).

- FRAZIER, J. 2000b. Status of trade in hawksbill turtle : a review of the regional wider Caribbean and global trade, including domestic and non-shell products.

in the CITES programme [on line] 24p.

[http : //www.cites.org/eng/programme/HBT/bg/trade_status.shtml](http://www.cites.org/eng/programme/HBT/bg/trade_status.shtml) (page consultée le 08 mars 2002).

- FRAZIER, J. 2000c. Conservation status of turtles. Global status review of the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) with an emphasis on the Wider Caribbean sea.

in the CITES programme [on line] 30p.

[http : //www.cites.org/eng/programme/HBT/bg/conserv_status.shtml](http://www.cites.org/eng/programme/HBT/bg/conserv_status.shtml) (page consultée le 08 mars 2002).

- FRAZIER, J. 2000d. Multilateral agreements for conservation of hawksbill turtles. International instruments relevant to the conservation of hawksbill turtles and their habitats.

in the CITES programme [on line] 14p.

[http : //www.cites.org/eng/programme/HBT/bg/multi_agreement.shtml](http://www.cites.org/eng/programme/HBT/bg/multi_agreement.shtml) (page consultée le 08 mars 2002).

- FRETEY, J. (date ?). Tortues marines de l'Atlantique ; clé de détermination.

WIDECAS (Réseau de Conservation des Tortues Marines dans la Région de la Grande Caraïbe). CMS, Bonn, All.

- FRETEY, J. 1983. Les naufragés de la préhistoire.

Géo, fév 1983, n°48 : 40-51.

- FRETEY, J. & FRENAY, D. 1980. Prédation des nids de tortues luth (*Dermochelys coriacea*) par les chiens des villages indiens Galibi en Guyane française.

Revue Méd. Vét. 131(12) : 861-867.

- FRICK, J. 1976. Orientation and behaviour of hatchling green turtles (*Chelonia mydas*) in the sea.

Anim. Behav. 24 : 849-857.

- FRITH, C.B. 1975. Predation upon hatchlings and eggs of the green turtle, *Chelonia mydas*, on Aldabra Aoll, Indian Ocean.

Atoll Research Bulletin. 185 : 11-12.

- GARNETT, M.C. & FRAZIER, J. 1979. *Eretmochelys* breeding biology in Seychelles. Amer. Zool. 19 : 954.

- « Hawksbill Trade Update ». [on line] 3p.

[http : //cccturtle.org/cites](http://cccturtle.org/cites)

- HENDRICKSON, J.R. 1980. The ecological strategies of sea turtles.
Amer. Zool. 20 : 597-609.
- HEPPEL, S.S. & CROWDER, L.B. 1996. Analysis of a fisheries model for harvest of hawksbill sea turtles.
Conserv. Biol. 10 : 874.
- HIRTH, H.F. 1980. Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles.
Amer. Zool. 20 : 507-523.
- HIRTH, H.F. & OGREN, L. 1990. Decline of sea turtles : causes and prevention.
National research council. National academy press. 252p.
- HORNELL, J. 1927. The turtle fisheries of Seychelles Islands.
H.M.S.O., London, England, 55p.
- IUCN. 1994 The Red list categories. Gland, Switzerland.
- JACKSON, P.F.R. 1976. Seychelles asked to continue marine turtle protection.
Envir. Conserv. 3(2) : 138.
- JACKSON, P.F.R. 1977. Continued conservation of Aldabra and Seychelles biota.
Envir. Conserv. 4(3) : 226.
- LAURENT, L. & LESCURE, J. 1991. Hawksbill turtles in the Mediterranean Sea.
Marine Turtle Newsletter. 54 : 12-13.
- LIMPUS, C.J. 1992. The hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Queensland : population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground.
Wildlife Research. 19 : 489-506.
- LIMPUS, C.J. & MILLER, J.D. 1990. The use of measured scutes of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, in the management of the tortoiseshell (bekko) trade.
Australian wildlife research. 17(6) : 633-639.
- LUTZ, P.L. & MUSICK, J.A. 1997. The Biology of sea turtles.
Marine Science Biology. CRC Press, New York. 432p.
- Marine Turtle Newsletter, 1997. Turtle vigilance in Seychelles. n°76, p29.
- Marine Turtle Specialist Group. 1995. Une stratégie mondiale pour la conservation des tortues marines. Traduit par Maigret, Jacques & Richardot, Pierre Alain. Gland : IUCN. 24p.
- MEYLAN, A.B. 1982a. Sea turtle migration - Evidence from tag returns.
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 91-100.
- MEYLAN, A.B. 1982b. Estimation of population size in sea turtles..

- In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 135-138..
- MEYLAN, A.B. 1988. Spongivory in hawksbill turtle : a diet of glass. Science. 249 : 393-395.
 - MEYLAN, A.B. & DONNELLY, M. 1999. Status justification for listing the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) as Critically Endangered on the 1996 IUCN Red List of Threatened animals. Chelonian Conservation and Biology. 3(2) : 200-224.
 - MIGNAVAL née DROCOURT, A. 1990. Particularités physiologiques des Tortues. Thèse Méd. Vét. Alfort, n°6, 105 p.
 - MIMPIYA A O. 1942. Les belles aventures d'Angile la tortue. Contes Africains. Issy-les-Molineaux : St Paul, 86p.
 - MOISSON, P. 1991. Du commerce international de la faune exotique. Thèse Méd. Vét. Lyon, n°35, 119p.
 - MORLOCK, H. & HARLESS, M. (Eds.) 1979. Turtles : perspectives and research. New-York : John Wiley and sons interscience publication. 695p.
 - MORREALE, S.J. ; RUIZ, G.J. ; SPOTILA, J.R. & STANDORA, E.A. 1982. Temperature-dependant sex determination : current practises threaten conservation of sea turtles. Science. 216 : 1245-1247.
 - MORTIMER, J.A. 1984. Marine turtles in the Republic of the Seychelles : status and management. Rept. On WWF project 1809, 1981-1984. Gland, Switzerland : IUCN/WWF, 80p.
 - MORTIMER, J.A. 1988. Management options for sea turtles : re-evaluating priorities. Florida Defenders of the Environment. Bulletin 25- May-June 1988.
 - MORTIMER, J.A. 1995a. Teaching critical concepts for the conservation of sea turtles. Marine Turtle Newsletter. 71 : 1-4.
 - MORTIMER, J.A. 1995b. Headstarting as a tool. In : Bjorndal, Karen A. 1995. The Biology and Conservation of sea turtles. Revised edition. Smithsonian institution press, Washington, D.C. 615p. in cooperation with WWF, INC. 613-615.
 - MORTIMER, J.A. 1999. Reducing threats to eggs and hatchlings : hatcheries. In Eckert, K.L. ; Bjorndal, K.A. ; Abreu-Grobois, A. 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, n°4 : 175-178..

- MORTIMER, J.A. 2000a. Conservation of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Republic of Seychelles.
In : N. Pilcher & G. Ismail (eds.) Sea Turtles of the Indo-Pacific : Research, Conservation and Management. ASEAN Academic Press ; London. 176-185.
- MORTIMER, J.A. 2000b. Sea turtle conservation programs : factors determining success or failure.
In Salm, R.V. ; Clark, J.R. & Siirila, E. (Eds.). Marine and Coastal Protected Areas : A Guide for Planners and Managers. IUCN, Gland, Switzerland. 327-333.
- MORTIMER, J.A. & BRESSON, R. 1999. Temporal Distribution and Periodicity in Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) Nesting at Cousin Island, Republic of Seychelles, 1971-1997.
Chelonian Conservation and Biology. 3(2) : 318-325.
- MORTIMER, J.A. & BRODERICK, D. 1999. Population genetic structure and developmental migrations of sea turtles in the Chagos Archipelago and adjacent regions inferred from mtDNA sequence variation.
In Sheppard, C.R.C. & Seaward, M.R.D.(Eds.). Ecology of the Chagos Archipelago. Linnaean Society Occasional Publications 2. Westbury Press. 185-194.
- MORTIMER, J.A. ; COLLIE, J. & MBINDO, C. 1996. The status of sea turtle conservation in the Republic of Seychelles.
In : IUCN, Eastern Africa Regional Office (Ed.). Status of sea turtle conservation in the Western Indian Ocean. Proceedings of the Western Indian Ocean Training Workshop and Strategic Planning Session on Sea turtles, South Africa, November 1995. UNEP Regional Seas Reports and studies N°165, pp. 103-115.
- MORTIMER, J.A. ; DONNELLY, M. & PLOTKIN, P.T. 2000. Sea Turtles.
In : Sheppard, C. (Ed.). Seas at The Millennium : An Environmental Evaluation. Elsevier Science Ltd. Chapter 111, p. 59-68.
- MROSOVSKY, N. 1970. The influence of the sun's position and elevated cues on the orientation of hatchling sea turtles.
Anim. Behav. 18 : 648-651.
- MROSOVSKY, N. 1980. Thermal biology of sea turtles.
Amer. Zool. 20 : 531-548.
- MROSOVSKY, N. & YNTEMA C.L. 1980. Temperature dependance of sexual differentiation in sea turtles : implications for conservation practices.
Biol. Conserv. 18 : 271-280.
- Nature. 1899. The trade in tortoise shell. London. 59 : 425-426 (auteur inconnu).

- NUITJA, I.N.S. & UCHIDA, I. 1983. Studies in the sea turtles. II) The nesting site characteristics of the Hawksbill and the Green Turtles.
Treubia 29 (1) : 63-79.
- OWENS, D.W. 1980. The comparative reproductive physiology of sea turtles.
Amer. Zool. 20 : 549-563.
- PARMENTER, C.J. 1983. Reproductive migrations in the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*).
Copeia. 271-273.
- PARSONS, J.J. 1972. The Hawksbill Turtle and the tortoise shell trade.
In : Etudes de géographie tropicale offerte à Pierre Gourou. Ecole pratique des Hautes Etudes. Sorbonne, Paris, 45-59.
- PERLY, R. 1970. Cousin Island Nature Reserve in the Seychelles, Indian Ocean.
Biol. Conserv. 2 : 225-227.
- PHILIBOSIAN, R. 1976. Disorientation of hawksbill turtle hatchings, *Eretmochelys imbricata*, by stadium lights.
Copeia. 4 : 824.
- PICKETT, J. & TOWNSON, S. 1980 . Are sea turtles threatened by some conservationists ?
Brit. Herp. Soc. Bull. 2 : 12-14.
- PRITCHARD, P.C.H. 1979. Encyclopedia of Turtles. THF, Neptune, NJ. 895p.
- PRITCHARD, P.C.H. 1980. The conservation of sea turtles : practices and problems.
Amer. Zool. 20(3) : 609-617.
- PRITCHARD, P.C.H. & al. 1983. Sea turtle manual of research and conservation techniques.
Prepared for the western atlantic turtle symposium, in San José, Costa Rica, July 1983. 95p.
- PRITCHARD, P.C.H. & MORTIMER, J.A. 1999. Taxonomy, External Morphology, and Species Identification.
In Eckert, K.L. ; Bjorndal, K.A. ; Abreu-Grobois, A. 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, n°4 : 21-38.
- PROCTER, J. 1969. Conservation in the Seychelles : report of the conservation advisor.
Government Printer, Union Vale, Mahé - Seychelles. 35p.
- REICHART, H.A. 1982. Farming and ranching as a strategy for sea turtle conservation.
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 465-471.
- RACEY, P.A. & NICOLL, M.E. 1984. Mammals of the Seychelles - introduced animals.

- In : Stoddart, D.R. (Ed.). Biogeography and Ecology of Seychelles Islands. The Hague : W. Junk Publ., Monographiae Biol. 55 : 618.
- ROSS, J.P. 2000. Ranching and captive breeding.
In the CITES programme [on line] 7p.
[http : //www. Cites.org/eng/programme/HBT/bg/ranch_breed.shtml](http://www.Cites.org/eng/programme/HBT/bg/ranch_breed.shtml)
 - ROUCOU, F. 1994. La pêche aux Seychelles.
Mémoire professionnel, Ecole Nationale de la Marine Marchande de Nantes.
 - SALM, R.V. 1976. Marine Turtles management in Seychelles and Pakistan.
Envir. Conserv. 3(4) : 267-268.
 - SHAH, N.J. 2002 (?). Environmental protection and marine research in the Seychelles.
[on line] file : [///A/reefs and marine research in the Seychelles.htm](http://A/reefs_and_marine_research_in_the_Seychelles.htm) (consulté le 26/02/02)
 - SNELL, H. L. & FRITS, T. H. 1983. The significance of diurnal terrestrial emergence of green turtles (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Archipelago.
Biotropica. 15 (4) : 285-291.
 - SPALDING, M.D. & JARVIS, G.E. 2001. The impact of the 1998 coral mortality on reef fish communities in the Seychelles.
Marine Pollution Bulletin [on line]
[http : //www.sciencedirect.com/science ?_ob=ArticleURL&-udi=B6V6N_44J6...etc](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&-udi=B6V6N_44J6...etc)
 - STODDART, D.R. (ED.). 1984. Biogeography and Ecology of the Seychelles Islands.
The Hague. W. Junk Publ., Monographiae Biol.
 - STODDART, D.R. ; COWX, D. ; PEET, C. & WILSON, R. 1982. Tortoises and tourists in the Western Indian Ocean : the Curieuse experiment.
Biol. Conserv. 24 : 67-80.
 - WAYNE KING, F. 1979. Sea turtle conservation strategy.
World conference on sea turtle conservation, november 26-30, 1979, Washington, D.C. 38p.
 - WAYNE KING, F. 1982. Historical review of the decline of the green turtle and the hawksbill.
In : Bjorndal, Karen A. 1982. The Biology and Conservation of sea turtles. Smithsonian institution press, Washington, D.C. p 183-188.
 - WEBER, M. ; ROET, E. ; ESCHERICH, P.C. ; McMANUS, R.E. & TEEPLE-HEWES, J. 1983. Sea turtles in trade : an evaluation.
Prepared by the Sea Turtle Rescue Fund. Center for environmental education, Washington. 40p.
 - WITHAM, R. (1980). The « lost year » question in young sea turtles.
Amer. Zool. 20 : 525-530.

- WITZELL, W.N. 1985. Variation of size at maturity of female hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) with speculations on life-history tactics relative to proper stock management.

Japanese Journal of Herpetology. 11(2) : 46-51.

- WOOD, V.E. 1986. Breeding success of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* at Cousin Island, Seychelles and the implications for their conservation.

Biol. Conserv. 37 : 321-332.

- WOOD, J. R. ; WOOD, F. E. & CRITCHLEY, K. 1983. Hybridization of *Chelonia mydas* and *Eretmochelys imbricata*.

Copeia (U.S.A) 3 : 839-842.

Toulouse, 2002

NOM : RULIE

PRENOM : Anne-Claire

TITRE :

**Réflexion sur la Conservation de la Tortue Imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) ;
application aux Seychelles.**

RESUME :

Plus connue sous le nom de "tortue à écailles", la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) est une tortue marine à l'écaille précieuse, qui a subi un long "génocide" de plus de 3000 ans. Utilisée pour la fabrication de multiples objets utiles ou décoratifs, sa somptueuse et solide écaille est encore à l'heure actuelle un produit de luxe à forte valeur commerciale.

L'auteur propose, dans cet exposé, une réflexion sur les efforts qui ont été menés depuis une trentaine d'années en matière de protection et de conservation de la tortue imbriquée. Il souligne au préalable les particularités biologiques et écologiques de l'espèce, indispensables à la compréhension des stratégies de conservation. Il détaille ensuite les principes de conservation théoriques, les mesures de protection effectivement appliquées ou qui pourraient l'être, et les menaces pesant sur l'avenir de cette espèce de tortue, ce qui l'amène à clarifier le statut des populations de tortue imbriquée dans le monde et les besoins en matière de protection.

Enfin l'auteur fait un compte rendu d'une expérience de terrain menée sur l'île Curieuse aux Seychelles où la population de tortues imbriquées est protégée et suivie de près par des spécialistes depuis une vingtaine d'années. Cette application au terrain lui permet de confirmer l'efficacité d'une stratégie de conservation simple : la protection des tortues, la protection de leurs habitats, et l'éducation des populations locales.

MOTS-CLES :

Conservation des Espèces, Protection des Animaux, Espèce menacée, Espèce Protégée, Faune Sauvage, Reptiles, Chéloniens, Tortue Marine, *Eretmochelys imbricata*, Océan Indien, Seychelles.

ENGLISH TITLE :

**Considerations about the Conservation of the Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) ;
the case study of the Seychelles Islands.**

ABSTRACT :

Better known as "tortoiseshell", the hawksbill marine turtle (*Eretmochelys imbricata*) has endured a 3,000-year-long genocide mostly for their precious shields. Used in various decorative or casual items, the strong and magnificent shells have been much sought after to this day, reaching high commercial values.

The author develops a methodical study of the efforts which have been made as regards both the protection and conservation of the hawksbill turtle in the past thirty years. In the first place, the biological and ecological features of the species are presented as they are indispensable material to fully grasp the conservation strategies at work. There follows a study between the regulations enforced all over the world and the status of the current turtle populations.

To finish with, the author focuses on her own field experience out on Curieuse Island (Seychelles) where hawksbill turtles have been protected and under close study by international scientists for twenty years. This example gives evidence to the efficiency of the basic conservation strategies : the protection of the turtles and their habitats, and educating people.

KEY WORDS :

Conservation, Protection, Endangered Species, Protected Species, Wild Fauna, Reptiles, Marine Turtle, *Eretmochelys imbricata*, Indian Ocean, Seychelles Islands.