

INFORMATION TO USERS

This manuscript has been reproduced from the microfilm master. UMI films the text directly from the original or copy submitted. Thus, some thesis and dissertation copies are in typewriter face, while others may be from any type of computer printer.

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted. Broken or indistinct print, colored or poor quality illustrations and photographs, print bleedthrough, substandard margins, and improper alignment can adversely affect reproduction.

In the unlikely event that the author did not send UMI a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if unauthorized copyright material had to be removed, a note will indicate the deletion.

Oversize materials (e.g., maps, drawings, charts) are reproduced by sectioning the original, beginning at the upper left-hand corner and continuing from left to right in equal sections with small overlaps. Each original is also photographed in one exposure and is included in reduced form at the back of the book.

Photographs included in the original manuscript have been reproduced xerographically in this copy. Higher quality 6" x 9" black and white photographic prints are available for any photographs or illustrations appearing in this copy for an additional charge. Contact UMI directly to order.

UMI

**A Bell & Howell Information Company
300 North Zeeb Road, Ann Arbor MI 48106-1346 USA
313/761-4700 800/521-0600**



Université d'Ottawa • University of Ottawa



Université d'Ottawa
Faculté des sciences sociales

Thèse de maîtrise en sciences économiques

Évaluation économique Du Parc National de l'Ichkeul

(Tunisie)

Directeur de thèse: Dr. N.V. Quyen

© *Présentée par: Aouididi Ben Moussa, Saida*

Août 1996



**National Library
of Canada**

**Acquisitions and
Bibliographic Services**

**395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

**Bibliothèque nationale
du Canada**

**Acquisitions et
services bibliographiques**

**395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada**

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-28392-5

Canada

La conférence de Rio de Janeiro (Juin 1992), a mis de l'avant les problèmes environnementaux de notre planète. De nombreux chercheurs sont concernés par cet état des faits et oeuvrent à rétablir un certain équilibre écologique.

A travers cette modeste contribution nous avons essayé d'évaluer d'un point de vue économique la biodiversité du Parc National de l'Ichkeul qui se situe en Tunisie. Nous pensons effectivement, que la reconnaissance de l'importance biologique ne serait que mieux considérée étant donnée la valeur économique qui lui est attribuée.

Afin de procéder à notre évaluation, nous avons eu recours:

- A deux modèles économétriques spécifiques, l'un lié à la pêche l'autre à l'écotourisme;
- A un modèle théorique d'évaluation économique des plantes médicinales;
- A une analyse coûts / bénéfices des aménagements hydrauliques.

Par ailleurs, le lecteur trouvera tout le long de sa lecture tous les éléments historiques, géographiques, écologiques (...) nécessaires à sa bonne compréhension de notre travail. Nous insistons sur le fait que ce travail est une première dans le genre à l'échelle tunisienne d'où la difficulté d'obtention de donnée pertinentes ou détaillées.

Remerciements

J'adresse mes vifs remerciements au professeur Nguyen Van Quyen qui, par ses conseils éclairés a su m'apporter tout le soutien nécessaire pour mener à bien cette modeste contribution personnelle.

Je tiens à remercier particulièrement Mme Kathleen Day, professeur au département des sciences économiques pour sa patience, son soutien moral et toute l'aide qu'elle m'a offert si glorieusement.

Je remercie également Mme Rose-Anne Devlin et Mme Marcelle Genot professeurs au département des sciences économiques d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Je voudrai également remercier mon père et mon mari pour toute l'aide morale et le soutien qu'à eux deux ont su m'offrir.

Ma reconnaissance va également à tous les membres du département des sciences économiques de l'université d'Ottawa. Depuis 6 ans que j'évolue dans les couloirs de ce département, j'ai pu avoir le privilège de tous les rencontrer. Sans exception, tous ont su m'offrir de leur meilleur. A vous tous un grand merci!

Je tiens à présenter mes sincères remerciements aux différents organismes qui ont contribué au bon déroulement de ce travail, notamment le Ministère Tunisien de l'Agriculture et particulièrement la Direction Générale des forêts; la Direction des Grands Travaux Hydrauliques; la Direction de la Pêche et de l'aquaculture. Le Ministère de l'Environnement, l'Office National du Tourisme, la Société d'Exploitation du Canal et D'Adduction des Eaux du Nord, et le Centre Régional de Développement Agricole de Bizerte.

Dédicace

Je dédie cette thèse à mon père, Mohamed El-Habib Aoudidi,
à ma mère Aïcha,
à mon frère Yassine,
à Samir, Elisabeth et Inès
à Mehdi et Céline.

Je dédie également cette thèse à mon mari, Soufiane avec mon
amour éternel.

À mes beaux parents Ahmed, Mounira, Imad, Christine et
Mehdi.

Et à tous mes ami(e)s, particulièrement à Emna Berrehouma.

TABLE DE MATIÈRE

LE PARC NATIONAL D'ICHKEUL.....	11
1. LES ASPECTS PHYSIQUES	11
1.1 LE DJEBEL.....	12
1.2 LE LAC ICHKEUL.....	13
1.3 LES MARAIS DE L'ICHKEUL	15
2. DESCRIPTION ÉCOLOGIQUE DU PNI	15
2.1 LA FLORE	16
2.2 LA FAUNE.....	20
HISTORIQUE DU PARC NATIONAL D'ICHKEUL.....	27
1. HISTORIQUE GÉNÉRAL.....	27
2. L'HISTORIQUE DES CARRIÈRES	27
3. L'HISTORIQUE DU LAC.....	29
4. LES HABITANTS DU PARC NATIONAL.....	29
ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES PLANTES MÉDICINALES.....	31
1. LE RÔLE DES PLANTES DANS LA MÉDECINE TRADITIONNELLE	31
2. LES PLANTES MÉDICINALES DE L'ICHKEUL	33
2.1 ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES PLANTES SANS VALEUR DE MARCHÉ	33
2.3 INVENTAIRE DES PLANTES MÉDICINALES À L'ICHKEUL	35
3. DESCRIPTION THÉORIQUE D'UN MODÈLE D'EXPLOITATION NON-DESTRUCTIF	41
4. CONCLUSION	44
ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA PÊCHE À L'ICHKEUL.....	45
1. INTRODUCTION.....	45
2. LA PÊCHE À L'ICHKEUL	48
2.1 L'EXPLOITATION HALIEUTIQUE.....	48
2.2 MODES DE PÊCHES.....	48
2.3 EFFORTS DE PÊCHES.....	50
3. INVENTAIRE ET DONNÉES CHIFFRÉES	52
3.1 INVENTAIRE	52
3.2 DONNÉES CHIFFRÉES TOUTES CATÉGORIES CONFONDUES	53
4. LE MODÈLE BIO-ÉCONOMIQUE.....	54
4.1 DESCRIPTION THÉORIQUE DU MODÈLE BIOÉCONOMIQUE	54
4.2 APPLICATION PRATIQUE DE CE MODÈLE AU LAC ICHKEUL.....	57
5. CONCLUSION ET SUGGESTIONS	65
ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DU TOURISME ÉCOLOGIQUE À L'ICHKEUL.....	69
1. INTRODUCTION.....	69
2. ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE L'ÉCOTOURISME.	73
2.1 LA MÉTHODE DU TRAVEL COST	73
2.2 SPÉCIFICATION DU MODÈLE	74
2.3 LES DONNÉES.....	76
2.3 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION	77
2.4 L'EFFORT TOURISTIQUE.....	84
2.5 BÉNÉFICES DU TOURISME ÉCOLOGIQUE	85
3. CONCLUSION ET SUGGESTIONS	86
LES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES DE L'ICHKEUL: UNE ÉVALUATION ÉCONOMIQUE.....	89
1. INTRODUCTION.....	89

2. LES AMÉNAGEMENTS DE L'ICHKEUL	90
2.1 LES BARRAGES	90
2.2 ASSAINISSEMENT DE LA PLAINE DE MATEUR	92
2.3 L'ÉCLUSE DE TINJA.....	94
3. VOCATION DE L'EAU CONTRÔLÉE	96
3.1 IRRIGATION.....	100
3.2 EAU POTABLE.....	107
4. COÛTS ET BÉNÉFICES DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES	110
4.1 COÛTS DES AMÉNAGEMENTS.....	110
4.2 BÉNÉFICES DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES	111
5. CONCLUSION	114
DOMMAGES ENVIRONNEMENTAUX	118
1. CONSÉQUENCES SUR LA FLORE	119
1.1 CONSÉQUENCES SUR LA FLORE DU LAC.....	119
1.3 CONSÉQUENCES SUR LA FLORE DU DJEBEL	120
2. CONSÉQUENCES SUR LA FAUNE	122
2.1 CONSÉQUENCES SUR L'AVIFAUNE DE L'ICHKEUL.....	122
2.2 CONSÉQUENCES SUR LA POPULATION HALIEUTIQUE	123
2.3 CONSÉQUENCES SUR LA FAUNE DU DJEBEL.....	124

INTRODUCTION

Jusqu'à très récemment, l'homme sans trop se poser de questions puisait dans la nature toutes les ressources dont il avait besoin, pensant sans doute qu'elles étaient renouvelables voire inépuisables. Ces deux dernières décennies ont été marquées par une prise de conscience mondiale relative aux limites de la nature, largement dépassées lorsqu'on parle de pollution, d'appauvrissement des terres arables, de déforestation, de l'avancée du désert et d'érosion...

La croissance démographique et l'industrialisation peuvent expliquer l'état critique de la situation actuelle. Les actions en vue de stopper ce désastre environnemental se multiplient. De nombreuses conférences internationales ont été organisées à cet égard. La plus prestigieuse serait sans aucun doute la conférence sur la terre de Rio en 1992. Le nombre de pays qui ont participé à cette conférence (157 pays) témoigne de l'effort de tous et chacun. Le sommet avait pour objectif de se pencher sur de nombreuses questions. Par exemple, les sujets relatifs à la protection des Océans et de l'atmosphère, la gestion des déchets et la biodiversité ont été abordés. Ce dernier thème étant précisément le sujet de cette recherche. Mentionnons alors qu'au cours de cette conférence d'envergure, tous les pays ont accepté de ratifier la convention sur la diversité biologique qui a été adoptée à Nairobi le 22 mai 1992. Cette convention est un accord juridiquement contraignant pour la préservation et l'usage durable de la biodiversité. Elle est entrée en vigueur le 29 décembre 1993. Par ailleurs, huit points principaux définissent les obligations de tous les pays signataires, parmi lesquels nous en citerons deux majeurs. Tout d'abord, tous les pays participants s'engagent à élaborer des stratégies, des plans ou des programmes nationaux pour la préservation et l'utilisation

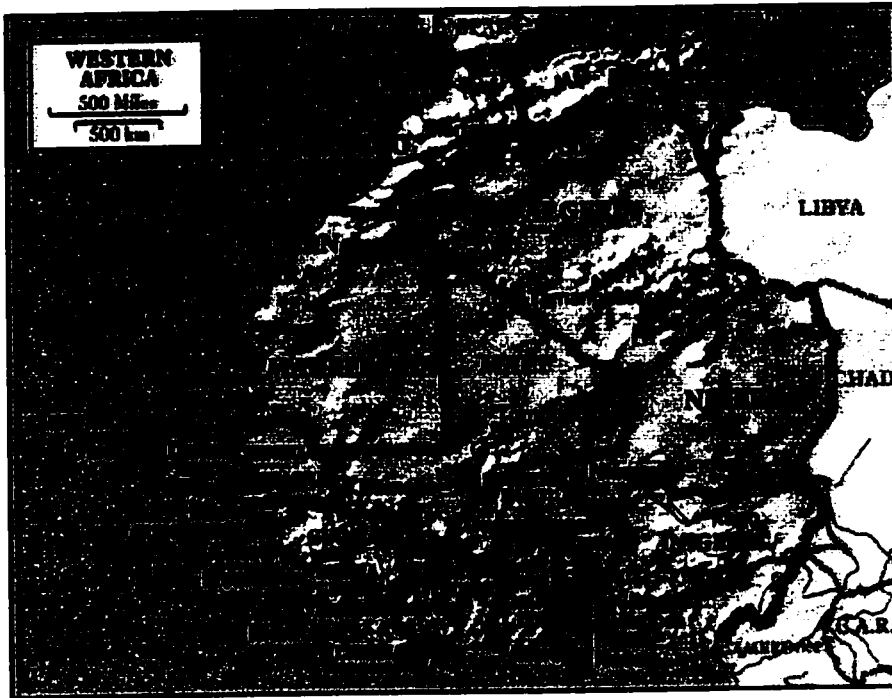
durable de la biodiversité (implicitement ces pays s'engagent à identifier leur biodiversité). Tandis que le deuxième point que nous citerons est relatif à l'inclusion de l'évaluation de l'impact des projets de développement sur la biodiversité. Cette évaluation serait incluse dans les aspects environnementaux des politiques économiques.

Malheureusement, tous les pays ne disposent pas des mêmes moyens en vue d'agir contre ce désastre environnemental. En effet, il est apparu à la lumière de cette conférence internationale que les Pays en Voie de Développement (PVD) disposaient d'une faible capacité de prendre en considération leur environnement et de le protéger. Malgré tout, de nombreux pays pauvres ont réagi à cet effort mondial de conservation de la nature sur des sites privilégiés par leur richesse naturelle, leur originalité et leur beauté, en créant des parcs nationaux, réserves naturelles ou autres sites de conservation. Bien souvent, les autorités de ces pays agissaient à contre courant de la pression rurale des populations locales mais aussi à contre courant des efforts de développement du pays, particulièrement pour les pays en mal de superficie agricole. Cette situation, nous pousse à nous poser des questions sur l'effort réel de conservation de ces pays. Or, il devient de plus en plus clair à l'échelle du globe que l'environnement n'a pas de frontière! La destruction d'un site unique implique des conséquences aussi bien national qu'international. Sur le plan national, cela se résulte par une perte de Bien-être et de destruction écologique tandis que sur le plan international ceci est plus perçu comme une perte de biodiversité, donc une perte d'options pour le futur. Il est vrai que d'un point de vue strictement économique, il est difficile d'évaluer les pertes en biodiversité, comment évaluer les changements climatiques? l'effet de serre? mais aussi la perte d'agrément, de valeur existentielle aux yeux de tout ceux qui y accordaient de

l'importance! Ainsi, il devenait urgent pour l'effort de conservation à l'échelle internationale de transférer les ressources du Nord au Sud. La Banque Mondiale, à cet égard, a créé dès 1990 The Global Environment Facility pour transférer ces fonds. Leur disponibilité limitée poussent les Pays Développés à établir des priorités selon l'urgence de la situation. En vue de bénéficier de cette aide, les Pays concernés se doivent de procéder à une évaluation économique de leur capital environnemental. Nous allons, au cours de cette thèse tenter d'évaluer d'un point de vue économique le Parc National de l'Ichkeul qui se trouve en Tunisie. Évaluer la valeur économique d'un bien ou service environnemental revient à mesurer la préférence des individus. Il s'agit en fait de dériver la courbe de demande pour les biens ou services de l'environnement. Sachant que la difficulté majeure réside dans le fait qu'il est difficile de dériver ces courbes de demandes puisqu'il n'y a pas de marché. L'évaluation économique du Parc National de l'Ichkeul telle que nous l'envisageons dans cette thèse s'inscrit dans l'expression de valeur d'usage et de non usage. La théorie économique suggère que la valeur économique totale d'un bien environnemental comprend une valeur d'usage et d'une valeur existentielle. Se que l'on appelle communément la valeur d'usage comprend: (i) les utilisations directes de l'environnement, (ii) les utilisations indirectes et, (iii) la valeur d'option (probabilité d'usage futur). La valeur d'existence pour sa part comprend la disposition à payer pour la conservation d'un capital environnementale même si ce dernier ne dispose pas de valeur aujourd'hui.

Au préalable, nous allons brièvement présenter l'effort de conservation qui a été observé dans ce pays au cours des deux dernières décennies. La Tunisie de par sa situation géographique : Nord du continent Africain dispose d'un climat de type méditerranéen qui lui

permet d'abriter une richesse faunistique et floristique impressionnante.



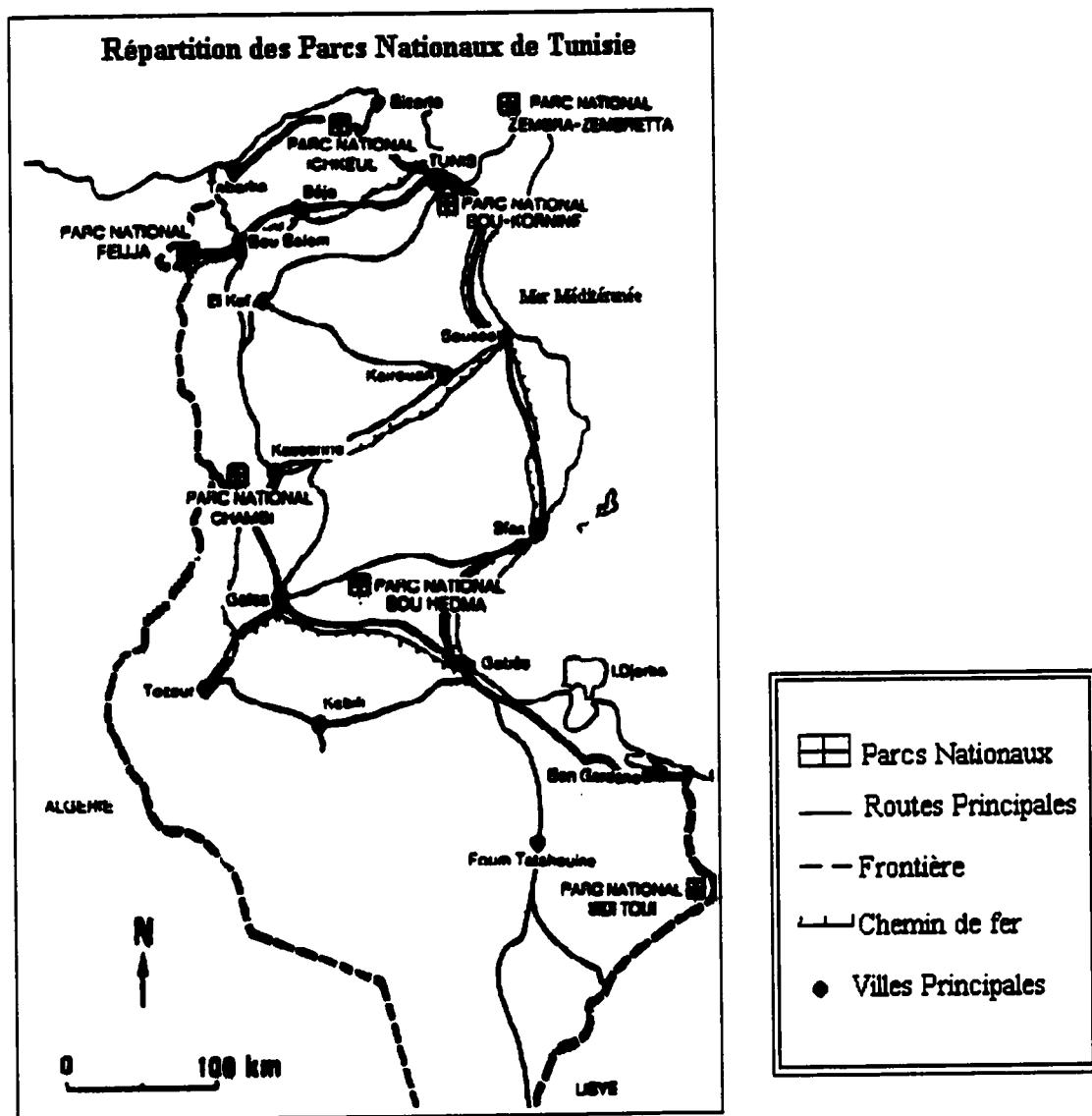
Carte 1: Position géographique de la Tunisie

L'effort de conservation des richesses écologiques à l'échelle du pays s'est traduit par la création de plusieurs parcs nationaux gérés par le ministère de l'agriculture DGF (Direction Générale des Forêts) sous direction de la chasse et des parcs nationaux. Aujourd'hui, la Tunisie sur approximativement 600 km² (0.03% de la superficie du pays) compte près de 8 parcs nationaux réunissant un échantillonnage représentatif de presque tous les macro-écosystèmes naturels du territoire. On observe ainsi:

- le Parc National de Zembra-Zembretta, zone marine de protection biologique depuis 1973, classé Parc National et réserve de la Biosphère

depuis 1977. Il s'étend sur près de 330 ha terrestres et près de 4700 ha marins;

- le Parc National d'El Feijja d'une superficie de 2700 ha a été crée en 1989;
- le Parc National de Bou-Kornine, d'une superficie de 2000 ha a également été crée en 1989;
- le Parc National de Bou-Hedma d'une superficie de 4700 ha a été crée en 1985. Ce Parc, de par sa végétation annonce le Sahara. Il est couvert d'une steppe Subtropical analogue aux steppes sahéliennes et sud-sahariennes;
- le Parc National de Sidi-Toui, est encore en instance de réalisation, il comprend près de 6300 ha de l'extrême sud tunisien essentiellement désertique;
- Il y a lieu également de mentionner les 150 000 ha qui constitueront le Parc National de Djebil encore en cours de réalisation, hectares répartis en massif tabulaire de parcours saharien et du grand Erg Oriental.



Le parc national de l'Ichkeul est celui sur lequel notre choix d'étude s'est porté. Ce dernier de par la spécificité de son système hydraulique, sa richesse écologique aussi bien faunistique que floristique bénéficie d'une renommée nationale et internationale.

Jadis sous réserve de chasse sous la dynastie des Hafsides¹ (XIII siècle), le Parc National de l'Ichkeul est progressivement devenu propriété du domaine public de l'état (début du XX siècle) et bénéficie depuis une quinzaine d'années d'un nombre croissant de mesures de protection nationales et internationales:

1977: Réserve de la biosphère (MAB, Man and biosphère, UNESCO)

1979: Inscription sur la liste du Patrimoine Mondial Naturel de l'UNESCO

1980: Décret présidentiel de Parc National (N°80-1608 du 18 Décembre 1980)

1980: Inscription sur la liste des sites protégés par la convention de RAMSAR

1988: Jumelage avec le Parc National d'EL KALA (Nord - Est algérien)

Comme mentionné, nous nous proposons à travers cette thèse d'évaluer le Parc national de l'Ichkeul d'un point de vue économique afin de mieux pouvoir inciter à la préservation d'un tel site. De nombreuses études de nature hydrauliques, écologiques et autres portant sur l'Ichkeul ont été faites, mais rien à date n'a servi l'aspect économique de la conservation. A la différence des bénéfices esthétiques et écologiques de conservation de la nature, directement perceptibles, il est plus difficile d'évaluer les bénéfices économiques d'une telle action. La complexité d'une telle entreprise relève de la grande variété de toutes les composantes qui entrent en considération et de l'interaction de toutes ces composantes entre elles. Aux fins de notre évaluation nous allons respectivement nous concentrer (i) sur l'évaluation

¹ Les Hafsides (1236-1574), L'Ifrikiya fut placé sous les ordres d'un gouverneur almohade, Abou Muhammed Ibn Abi Hafs. Son fils Abou Zakariya qui proclama son indépendance en 1236, fonda la dynastie Hafside. Tunis devient alors la capitale du pays et connaît un développement urbanistique sans précédent.

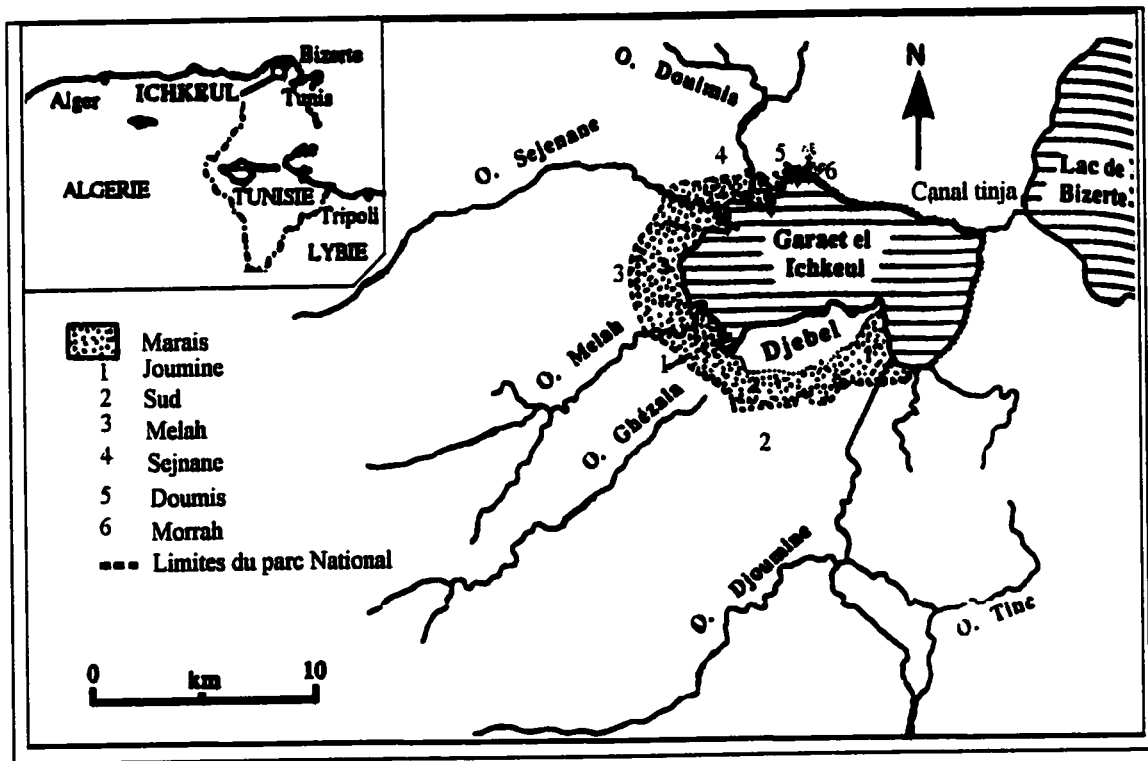
économique des plantes médicinales dans la médecine traditionnelle tunisienne (valeur d'option), (ii) sur la richesse halieutique du lac Ichkeul qui dispose d'un intérêt socio-économique non négligeable (valeur d'utilisation directe), (iii) sur le tourisme écologique nationale et internationale et les moyens de le développer, (iv) nous nous intéresserons également aux aménagements hydrauliques qui ont pris cours dans cette région et les retombées économiques et écologiques qui s'en sont suivies puis (v) en un dernier temps, il s'agira de mener une analyse coût-bénéfice de ces aménagements hydrauliques en mettant de l'avant le dilemme du gouvernement tunisien qui doit, parallèlement à ses efforts de conservation de la nature, répondre aux besoins de développement socio-économique. Or, souvent les sites faisant l'objet d'aménagement subissent des pressions qui risquent d'altérer leur fonctionnement, et de modifier leur écosystème. Cette situation est précisément celle du Parc National de l'Ichkeul dont on essaye de protéger les écosystèmes...

CHAPITRE 1

Le Parc National d'Ichkeul

1. LES ASPECTS PHYSIQUES

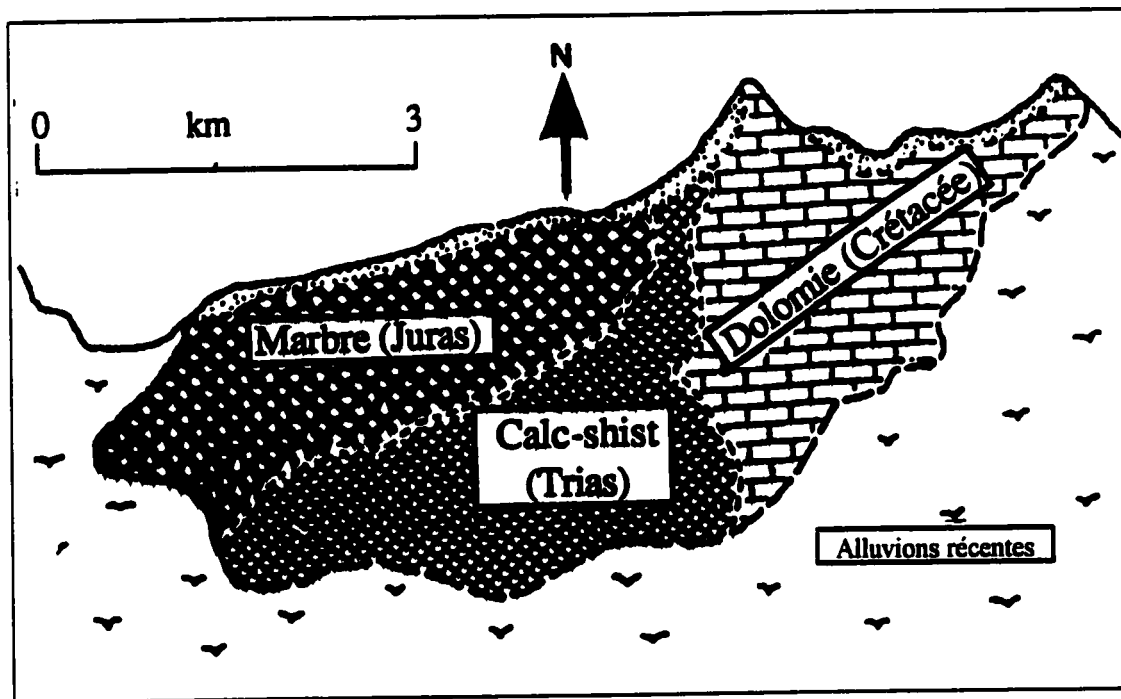
D'un point de vue géographique, le parc national est situé au Nord tunisien par $37^{\circ}10'$ de latitude Nord et $9^{\circ}40'$ de longitude Est (coordonnées prises au centre du lac). À l'interface terre-mer plus précisément entre la chaîne des Mogods et la mer Méditerranée, à 75 km de la capitale tunisienne, à 25 km au sud-ouest de Bizerte et à 15 km des villes de Mateur et de Menzel Bourguiba. Le Parc National de l'Ichkeul d'une superficie totale de 12 600 ha comprend un biotope aquatique (lac et marais) et un biotope terrestre le Djebel.



Carte 2: Vue d'ensemble du PNI.

1.1 LE DJEBEL

Le massif forestier d'une superficie totale de 1363 ha est communément appelé Djebel², il est orienté nord-est sud-ouest, il est entouré à l'est à l'ouest et au sud par des marécages. La roche du Djebel, de nature calcaire dolomitique, ornée par des inclusions marbrées, datant du Jurassique et du Trias (respectivement du milieu et de la fin de l'ère secondaire) est très dure. Le Djebel culmine à 511 mètres au dessus d'un fossé d'effondrement aujourd'hui partiellement comblé d'alluvions récentes.



Carte 3: Géologie du Djebel de l'Ichkeul.

²El Djebel est un massif montagneux.

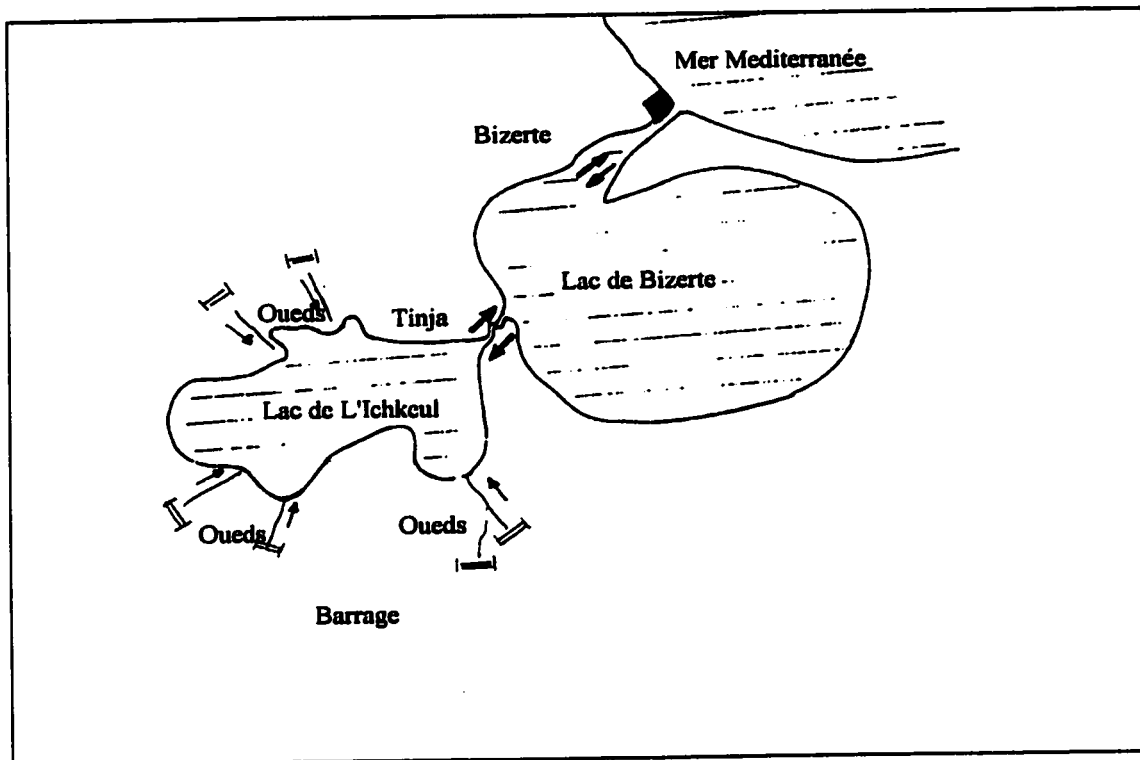
1.2 LE LAC ICHKEUL

Le Lac Ichkeul, le plus grand plan d'eau permanent du Maghreb occupe la partie la plus basse de la plaine de Mateur, une vaste dépression d'une profondeur de 1.5 mètre (niveau général tunisien) très riche en sédiment. Sa superficie totale moyenne est de 8700 hectares . Elle peut passer de 7800 hectares en période de sécheresse à 12000 hectares durant des périodes particulièrement humides³. Par ailleurs, le lac Ichkeul est situé dans la région la plus arrosée de la Tunisie, la chaîne des Mogods, où la pluviométrie peut atteindre jusqu'à 800 mm/an. Il est considéré comme un lac d'eau douce puisqu'il est le réceptacle des oueds les plus importants de la région; à savoir les oueds Morrah, Douimis, Sejnane (qui à eux seuls représentent plus de 43% de l'apport total) et des oueds Melah, Ghézala, Djoumine⁴ (carte 2).

Outre cette large alimentation en eau douce, le lac Ichkeul communique avec la mer par le biais du canal de Tinja et du lac de Bizerte. Le canal, un "couloir " de cinq (5) km relie le lac de Bizerte (directement en contact avec la mer Méditerranée) au lac Ichkeul. Son rôle d'exutoire lui permet d'intervenir aussi bien dans un sens que dans l'autre.

³ Approche intégrée du PNI, Année académique 1994-95, par Joseph Matera, p. 17.

⁴ Ibid. p.17.



Carte 4: Fonctionnement hydraulique

En effet, durant les périodes humides (automne, hiver) il permet d'évacuer l'excès d'eau douce vers la mer. Et, inversement durant la saison sèche (printemps, été), l'assèchement naturel des oueds associés à la forte évaporation, provoquent la baisse du niveau du lac jusqu'à permettre son alimentation en eau de mer. Cette spécificité hydraulique saisonnière a donné à l'Ichkeul des caractéristiques originales en tant que zone humide d'importance internationale. Trois saisons hydrologiques majeures, se distinguent: *une saison humide* à faible salinité de décembre à avril, *une saison intermédiaire* d'avril à juillet où la salinité est moyenne et enfin *une saison sèche*, de juillet à octobre à forte salinité.

1.3 LES MARAIS DE L'ICHKEUL

L'embouchure des oueds dans le lac est marquée par l'extension des marais, on les trouve principalement au sud et à l'ouest du Parc National de l'Ichkeul. On distingue les marais de Joumine, du Sud, de Melah, de Sejnane, de Douimis et de Morrah (carte 2) pour une superficie moyenne de 2737 hectares. Tout comme le lac, ils connaissent leur extension maximale pendant les grandes crues de l'Ichkeul, et, inversement ils se réduisent en été (particulièrement en cours d'années sèches). Ils abritent une végétation abondante qui à deux titres revêt une importance capitale. Ils constituent tout d'abord une richesse patrimoniale considérable puisqu'ils forment l'un des plus grands ensembles de ce type à l'échelle Maghrébine (nous traiterons plus en détail cette végétation ultérieurement au cours de ce chapitre), ensuite, ils constituent une niche écologique importante et un milieu privilégié pour la faune du Parc National de l'Ichkeul qui y trouve sa principale source de nourriture⁵.

2. DESCRIPTION ÉCOLOGIQUE DU PNI

De par la diversité de ses biotopes (lac marais et montagne) le Parc National de l'Ichkeul cumule une richesse exceptionnelle tant en flore qu'en faune sauvage. C'est ainsi que plus de 500 espèces végétales et plus de 229 espèces animales (dont 180 espèces d'oiseaux, 20 de mammifères, 10 de reptiles, 9 de batraciens et 10 de poissons) ont pu être recensées.

⁵Ibid. p.28.

2.1 LA FLORE

Scientifiquement, l'environnement immédiat et le bioclimat influencent la végétation d'une région. Relativement au premier aspect l'observation immédiate nous permet de nous rendre compte que le degré de végétation diffère selon sa proximité par rapport au lac, son altitude, où encore selon le degré d'occupation humaine, le (sur)pâturage, la nature de la roche etc. Quand au second aspect, il apparaît dans la répartition climatique tunisienne que le Parc National de l'Ichkeul se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen à hiver doux avec toutefois des types de végétation appartenant à l'étage bioclimatique humide permettant la cohabitation de quatre unités phytoécologiques soient une végétation sub-humide, une végétation humide au nord-est du lac Ichkeul, végétation des marais fortement hydrophile et enfin une végétation aquatique propre au lac⁶ et aux marais.

2.1.1 La flore du Djebel

MM. Gounot et A.Schoenenberger (1967) considère le Djebel comme appartenant à l'unité naturelle de la série de l'olivier lentisque et plus particulièrement au groupement à *Olea Europaea*, *Pistacia lentiscus* et *Smilax aspera*⁷. Les pentes du Djebel sont

⁶UNESCO, Division des sciences écologiques MAB, *Programme de l'Homme et de la Biosphère*, p7.

⁷La végétation du Djebel Ichkeul cartographie et dynamique, par Zeineb Ghrabi Gammar, avec la collaboration de Samia Ben Saad et de Amina Bouattour, groupement: BCEOM- FRESNIUS CONSULT- CE SALZGITTER- STUDI, Mars 1995.

recouvertes d'une végétation arborescente d'oliviers et de caroubiers sauvages, avec en sous-bois lentisques, genévriers et euphorbes géantes et de très beaux parterres printaniers d'orchidées et de cyclamens...

Cette végétation répond à de nombreuses fonctions d'une grande importance économique parmi lesquels on citera les fonctions médicinales/aromatiques, nutritives, agricoles, fourragères et pastorales... Le Djebel de l'Ichkeul en ce sens est une mine! On y trouve de nombreuses plantes répondant à ces fonctions. Parmi celles reconnues pour leurs vertus aromatiques certaines sont utilisées pour créer des essences de parfums et des huiles essentielles telles le jasmin (*Jasminum fruticans*) ou l'orchidée⁸. D'autres sont fréquemment utilisées comme épices telles la bourrache (*Borrago officinalis*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*)... Relativement à celles davantage connues pour leurs propriétés médicales (dans la médecine traditionnelle), on distingue le ciste (*Cistus salicifolius*) duquel on extrait une résine exploitée en médecine et en parfumerie, ou encore la mauve (*Malva sylvestris*)⁹ qui possède des propriétés adoucissantes et calmantes contre la toux. Les plantes, dotées de fonctions nutritives (richesse en fibre), fourragères et pastorales sont directement exploitées par la population locale du Parc National de l'Ichkeul et par son cheptel. Les habitants par exemple exploitent intensivement certaines espèces telles le caroubier (*Ceratonia siliqua*), l'olivier sauvage (*Olea Europaea*), les câpriers (*Caparis spinosa*), les asperges (*Asparagus albus*), le jujubier (*Zizyphus lotus*), les figuiers de barbarie (*Opuntia-ficus-indica*), le fenouil commun

⁸Il y a 13 espèces d'orchidées dans le PNI, Ibid. p.46.

(*Foeniculum vulgare*), le palmier nain (*Chamaecrops humilis*)... Tandis que le cheptel se nourrit de plantes fourragères et pastorales telles le *Trifolium*, *Medicago*...

Par ailleurs, il y a lieu de mentionner l'espèce endémique¹⁰ au Djebel à savoir le *Tencrium schoenebergeri*.

Relativement à l'aspect aromatique des plantes, on peut sans doute généraliser les dires et affirmer que la grande majorité des plantes sont cultivées pour leurs arômes, leurs odeurs ou encore pour leurs propriétés médicinales. Les utilisations traditionnelles de ces dernières sont parfaitement reflétées par la présence des herboristes ou encore par la pratique de la médecine dite traditionnelle. Certes, la médecine moderne s'est substituée dans la majorité des pays à la médecine traditionnelle, mais l'usage de certaines plantes demeure, à tort ou à raison, une pratique médicale très courante dans bien des pays¹¹. Nos ancêtres avaient découvert il y a bien longtemps de cela la vertu de certaines plantes contre des maux bien spécifiques, ces vertus fidèlement transmises de générations en générations sont encore connues et pratiquées par nos aînés de nos jours. Le chapitre 3 de cette thèse traitera plus en profondeur l'aspect relatif aux plantes médicinales.

⁹Textes et documents pour la classe, Emploi des plantes médicinales, n° 268, p4.

¹⁰une espèce endémique est une espèce avec une aire de répartition très limitée.

¹¹Les pays orientaux par exemple sont réputés pour leurs connaissances approfondies dans ce domaine.

2.1.2 La flore du lac.

Le système laguno-lacustre du Parc National de l'Ichkeul a une importance significative sur la nature de sa végétation. Les caractéristiques hydrologiques du lac et l'alternance de la salinité des eaux permet le développement d'une flore aquatique spécifique: le potamot pectiné (*Potamogeton pectinatus*). Les grands herbiers immergés à feuilles étroites de cette plante ont l'avantage de pouvoir évoluer en eau douce tout en ayant la capacité de tolérer une forte salinité temporaire. Une équipe de recherche de University College of London s'est intéressée aux conditions nécessaires pour le bon développement de cette végétation. Les résultats de cette étude ont accordé une importance majeure au faible degré de salinité d'une part et à la profondeur de l'eau d'autre part¹². La principale fonction de ces herbiers est de constituer la base d'alimentation de nombreux oiseaux d'eau tels les canards, les foulques. Parmi les nombreuses autres plantes aquatiques on mentionnera les *Ruppia maritima*, *Zostera nana*, *Phragmites communis* qui à moindres mesures constituent également la base alimentaire de l'avifaune aquatique et dont la répartition est également fonction de la profondeur de l'eau et de son degré de salinité.

2.1.3 La flore des marais

Les marais abritent une végétation abondante. On y trouve particulièrement le scirpe (*Scirpus maritimus*) dont le bon développement est étroitement conditionné par

¹² Approche intégrée du PNI, Année académique 1994-95, par Joseph Matera, p.72.

l'inondation des marais en hiver. Mais, il y a également le tamaris (*Tamarix africana*), la salicorne (*Salicornia arabica*), les blettes de mer (*Atriplex halimus*). Là encore la répartition de cette flore est fonction du niveau de l'eau et du degré de salinité d'où une végétation différente selon la saison, ou selon que l'on se trouve en bordure des marais ou à l'intérieur. Toutefois, indépendamment de ces précisions, cette flore aquatique constitue la principale source d'alimentation des oies hivernantes, des buffles d'eau ainsi que du cheptel des résidents...

2.2 LA FAUNE

La grande diversité des milieux existants au sein du Parc National de l'Ichkeul (lac, Djebel et marais) se traduit par une faune riche et variée. Plus de 229 espèces animales s'y côtoient parmi lesquels on peut citer près de 180 espèces d'oiseaux (inventaire: annexe 1) qui constituent sans aucun doute la plus grande richesse écologique du Parc.

2.2.1 La faune du Djebel

2.2.1.1 Les oiseaux du Djebel.

Le Djebel constitue un habitat de choix pour certaines espèces d'oiseaux. En particulier pour les espèces qui se reproduisent sur place (celles qui constituent l'avifaune nicheuse). On y trouve de nombreux passereaux, des rapaces nocturnes (chouette chevêche) et surtout des rapaces diurnes aussi prestigieux que le vautour percnoptère, le Cicaete Jean-le Blanc (*Cicaetus gallicus*) petit aigle se nourrissant de reptiles, l'Aigle de Bonelli (*Hieraetus fasciatus*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), la buse féroce

et le faucon pèlerin (l'oiseau le plus rapide du monde: 200 km/heure en piquet)¹³. Ces oiseaux, recherchent en effet des endroits élevés et inaccessibles pour y nicher. Mentionnons également à titre indicatif la présence dans le passé du Vautour fauve (*Gyps fulvus Gmel*)¹⁴.

2.2.1.2 Les mammifères du Djebel.

Le Parc National de l'Ichkeul abrite plus de 20 espèces de mammifères. La plupart vivent dans le Djebel et s'y alimentent tandis que d'autres y vivent mais se nourrissent aux abords des marais et du lac.

Parmi les mammifères typique du Djebel on peut citer le sanglier. Cette espèce est très nombreuse et n'est pas directement menacée par la population locale puisque l'Islam en interdit la consommation. Les sangliers vivent dans le Djebel où ils jouent un rôle très important dans l'équilibre de son écosystème mais ce, dans la mesure où, ils n'y en a pas trop, car de par leur nature charognarde ils chercheront instinctivement à assainir leur environnement par leurs moeurs et leurs régimes alimentaires. Ils se nourriront d'espèces nuisibles voire même dangereuses (serpents...), et «laboureront» le sol avec leurs groins en recherchant des racines, tubercules. Au-delà d'un certain niveau ceci peut être

¹³ Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, Le Parc National de l'Ichkeul, ENDA Inter-Arabe, p4.

¹⁴Régence de Tunis, Protectorat Français, Direction général de l'agriculture, du commerce et de la colonisation, Direction des Forêts, Les forêts de la Tunisie, Imprimerie Victor Berthod, 1931, p.158.

dévastateur surtout lorsqu'on tient compte de la présence du cheptel (ovins, bovins, caprins) des habitants du Parc et de leur influence sur l'environnement. Ces Artiodactyles cohabitent avec des rongeurs (porc-épic, gerboise, hérisson...), des Mustélidés (loutre¹⁵, mangouste et genette), mais aussi avec des Félidés (chat sauvage, renard, chacal) ainsi qu'avec d'autres espèces de mammifères telles les zorilles et les murins... De plus, certaines études en cours analysent la possibilité de réintroduire au Parc National de l'Ichkeul d'autres mammifères comme les mouflons à manchettes, le cheval d'Afrique du Nord et la vache de l'Atlas.

2.2.2 La faune du lac

2.2.2.1 Avifaune aquatique

L'avifaune aquatique de l'Ichkeul est celle du lac et des marais. Elle constitue de par son impressionnante taille la plus grande richesse faunique de cet endroit. Dès les années 60, de nombreux ornithologues avaient déjà reconnu le rôle capital que joue l'Ichkeul pour les populations d'oiseaux qui y hivernent. En effet, il semblerait suite à de nombreuses études que le lac et les marais constituent une unité écologique complète pour l'avifaune hivernante puisque cette dernière parvient à y satisfaire ses besoins, de par la qualité et l'abondance de leurs végétations respectives. Par ailleurs, la réglementation prohibant la chasse, fait de l'Ichkeul un havre de paix pour cette avifaune. On y relève quatre différentes espèces majeures d'oiseaux d'eau;

¹⁵la Loutre est une espèce en voie de disparition.

- les Foulques macroules (*Fulica atra*) qui proviennent d'Europe centrale et de l'Est sont presque entièrement rattachées au lac qui leur sert de refuge et de lieu d'alimentation. Les Foulques sont phytophages et se nourrissent de macrophytes tels les herbiers de potamots pectiné et de Ruppias.
- Les Canards siffleurs (*Anas penelope*) originaires d'Europe centrale ou orientale sont des oiseaux de surface. Ils se nourrissent des parties végétatives de la flore aquatique. Leur distribution géographique au sein du parc se concentre essentiellement aux alentours du lac et des marais (là où ils s'alimentent).
- Les Fuligules milouin (*Aythya ferina*) sont originaires des Balkans et du centre-sud de l'ex URSS. Ces oiseaux s'alimentent la nuit sur la lagune de Bizerte, et partiellement sur le lac Ichkeul quand les niveaux d'eau le permettent. Tout comme les Foulques macroules, les Fuligules milouins n'hésitent pas à plonger jusqu'à la vase du lac pour s'alimenter de bulbes de potamots.
- Les Oies cendrées (*Anser anser*) proviennent d'Europe Centrale (Pologne, Autriche, Tchécoslovaquie). Elles se nourrissent abondamment de bulbes de scirpes jusqu'à emmagasiner le maximum de graisse autour de leurs cou pour pourvoir aux besoins alimentaires de la longue migration de retour.

La population des quatre espèces citées varie d'année en année en fonction de l'abondance des ressources alimentaires (qui mesure et limite la capacité d'accueil du milieu aquatique du Parc National de l'Ichkeul), de

l'accessibilité physique de ces ressources (niveau d'eau: sécheresse, inondation...)¹⁶, et du braconnage qui fait fuir les oiseaux.

Par ailleurs, l'Ichkeul abrite également certains oiseaux pour lesquels il constitue une étape migratoire vers le sud-saharien. Ces oiseaux en transit sont essentiellement des limicoles, oiseaux de rivages montés sur de longues pattes, affectionnant particulièrement les eaux peu profondes ou la vase. La durée de leur séjour est réduite à quelques jours au plus quelques semaines. Bien que le nombre total d'individu concerné n'est pas élevé, la diversité spécifique est saisissante: 4 espèces d'hérons, 2 espèces d'aigrettes, la Spatule blanche, la sarcelle d'hiver et d'été, le canard pilet, le canard souchet, le fuligule morillon, ou encore l'ibis falcinelle, l'aigle pêcheur etc. Soit un total de plus de 40 espèces. Ces oiseaux se nourrissent de proies animales (zoophages) qu'ils trouvent abondamment dans la vase ou dans l'eau libre.

2.2.2.2 Les poissons du lac

La faune aquatique du lac Ichkeul est marquée par le rythme des saisons déterminée par le sens du courant dans le canal de Tinja. Globalement, le lac Ichkeul abrite trois espèces de poissons distinctes: (i) les sédentaires, (ii) les poissons d'eau douce et (iii) les poissons d'eau salée. Mentionnons que la partie relative aux poissons de l'Ichkeul sera largement étudiée au cours du chapitre 4.

¹⁶Selon niveau de l'eau, et de la salinité.

2.2.3 La faune des marais

La principale faune de ces marais sont les buffles¹⁷ de l'Ichkeul (*Bubalus bubalis*), dont l'origine n'est pas claire, deux versions différentes s'affrontent... Mais, dans un cas comme dans l'autre, il est certain qu'ils ont été victimes d'une chasse abusive. En 1882 on comptait plus de 1000 têtes, en 1961, il restait trois rescapés qui ont permis la reconstitution du troupeau aujourd'hui protégé et constitué d'une cinquantaine de têtes. Les buffles vivent dans les marécages, se nourrissent de roseaux, de plantes aquatiques telles les scirpes ainsi que des feuilles des maquis du Djebel (particulièrement du lentisque).

2.2.4 Les batraciens et reptiles.

Les parties aquatiques du Parc National de l'Ichkeul, entre autre les marais constituent des habitats choyés pour les reptiles et les batraciens de ce site. Les scientifiques ont ainsi recensé: la tortue d'eau douce (*Clemmys leprosa*), la tortue terrestre (*Testudo graeca*), la tortue d'eau douce d'Europe (*Emys orbicularis*), le caméléon (*Chamaelon*), la couleuvre fer à cheval, la couleuvre de Montpellier, la couleuvre veprine et girondine respectivement de leurs noms savants (*Malpelon monspessulamus*, *Natrix maura*, *coronella girondica*, *Vipera lobetina maurritania*)... Relativement aux batraciens, la littérature signale: le discoglosse peint, la grenouille rieuse

¹⁷communément appelé les buffles de l'Ichkeul.

(*Rana ridibunda*), le triton pleurodèle, la rainette arboricole (*Hyla arborea*), le crapaud vert, le crapaud commun et le crapaud de Mauritanie...

CHAPITRE 2

Historique du Parc National d'Ichkeul

1. HISTORIQUE GÉNÉRAL

La richesse de la faune et de la flore que l'on a brièvement décrite précédemment couvrait la majorité des plaines et collines du nord tunisien il y a près de 3000 ans de cela. Les différentes civilisations ont agi contre cette nature. La littérature relative à l'histoire de cette région nous informe que ce site était une réserve de chasse sous les Hafsid, pour devenir une propriété publique de 1890 à 1926¹⁸. Nous allons au cours de ce chapitre tenter de donner une perspective historique aux différentes activités économiques et culturelles (écologiques) qui ont animé le Parc National de l'Ichkeul.

2. L'HISTORIQUE DES CARRIÈRES

Le 30 Décembre 1948, le Djebel de l'Ichkeul a été immatriculé titre foncier N°145 628. La richesse de la roche de ce massif (voir Chapitre 1) a su attirer dès les années 40 les industries de carrière, cinq s'étaient établies sur le site de l'Ichkeul. Elles se localisaient sur les versants sud et ouest du massif montagneux desquels elles extrayaient des produits de construction (matières premières: graviers, marbres ect...) sans se soucier des conséquences environnementales de cette entreprise. Sous la demande du gouvernement tunisien, ces

¹⁸ Approche intégrée du PNI, Année académique 1994-95, par Joseph Matera, p.15.

carrières ont progressivement freinées leurs rythme d'extraction et ce malgré l'importance économique de leur exploitation. Les deux carrières encore fonctionnelles extrayaient près de 365 000 m³ de graviers, 182 500 m³ de pierres sèches et 7300 m³ de marbre nécessaire à la construction. Elles employaient également près de 200 ouvriers, dont 110 chefs de famille. Malgré cela le 31 Décembre 1993 le gouvernement tunisien a ordonné la fermeture de ces deux dernières carrières, trois causes environnementales majeures expliquaient cette décision:

- tout d'abord, le constant dynamitage lié à cette industrie perturbait beaucoup la faune qui trouvait refuge dans le Djebel, et causait la désertion des espèces de leurs habitats;
- Ensuite, les passages systématiques d'engins lourds ne manquaient pas de soulever beaucoup de poussières à chacune de leurs manoeuvres. Ces poussières, en se déposant, provoquaient une dégradation du site et asphyxiaient la plupart des espèces végétales voisines. Les plantes manifestaient des problèmes de croissance, certaines ont même totalement disparu pour laisser place à la colonisation de mauvaises herbes plus résistantes telles les chardons et les asphodèles¹⁹;

La dernière et troisième raison évoquée par le gouvernement tunisien est tout aussi importante. Elle s'explique par les retombées négatives sur le tourisme. En effet, «l'activité des carrières était incompatible avec les structures du plan d'aménagement du parc, plus particulièrement au niveau de l'esthétique. L'impact visuel, à l'arrivée au parc, n'offrait pas

¹⁹Ibid.p. 81.

aux visiteurs l'image attendue d'un parc national²⁰. L'exploitation des carrières, les dynamitages montre une dégradation très inesthétique à l'abord des versants concernés du Djebel.

3. L'HISTORIQUE DU LAC

L'histoire de ce lac remonte au Pliocène c'est à dire à la fin de la période tertiaire. A cette époque cette région était entièrement marine, mais, suite à une activité particulièrement prononcée des plaques tectoniques au cours du Villafranchien, il y a eu une séparation entre la mer d'une part et deux lacs d'autre part respectivement le lac de Bizerte (13 000 ha, directement lié à la mer) et celui de l'Ichkeul²¹ alimenté en eau douce. La richesse aquafaunique du lac Ichkeul est sous la réglementation de l'Office National des Pêches depuis Décembre 1948. Par ailleurs, la qualité supérieure de l'eau douce dont il est alimenté a su attiré l'attention du plan directeur des eaux du Nord dès le début des années 70 qui y a planifié la construction de 6 barrages hydrauliques en vue de contrôler l'eau douce des bassins versants. Nous allons respectivement traiter ces deux aspects au cours des chapitres 4 et 6.

4. LES HABITANTS DU PARC NATIONAL

Le parc national de l'Ichkeul abrite une population locale qui ne possède aucun titre foncier mais qui est tolérée dans l'enceinte du parc car elle y vit depuis plusieurs générations. De part et

²⁰Ibid. p. 81.

²¹Ibid. p.22.

d'autre de la piste qui nous mène au Djebel on aperçoit de petits gourbis regroupés en 9 voire 10 Douars, soit environ 490 personnes concentrées essentiellement sur le versant Sud. Il s'agit d'une population rurale, pauvre, qui exploite intensivement les différentes ressources qu'offrent le Parc. Avec la fermeture des carrières, certains habitants dont le revenu en dépendaient strictement ont choisi de quitter la région de l'Ichkeul, d'autres ont comblé leur manque de revenus en axant davantage sur l'élevage, désormais la principale activité économique de cette population rurale. Les effectifs du cheptel (ovins, bovins, caprins) appartenant aux résidents du parc ont été évalués à 3 000 têtes de bétail, auxquels s'ajoutent le cheptel des non-résidents²². Un pacage non contrôlé de ce cheptel a fortement dégradé les sous-bois et le couvert végétal sur les versants accessibles. Le sol suite au piétinement quotidien de ce cheptel devient de plus en plus compact, la régénération de la végétation naturelle est de plus en plus difficile et ce, au profit d'espèces résistantes au pâturage (communément appelées «mauvaises herbes») parmi lesquelles on peut nommer les chardons et les orties. L'autre aspect négatif à ce surpâturage est relatif à la concurrence que mène ce cheptel à la faune de ce parc national. En effet, il est à signaler que tous deux (cheptel et faune) s'alimentent aux mêmes endroits (autour du lac, des marais et du Djebel) et que tous deux apprécient particulièrement les mêmes aliments à savoir les scirpes, d'où une concurrence alimentaire entre le bétail domestique et la faune de l'Ichkeul.

²²Le PNI de par son statut recèle des richesses fourragères plus importantes, les résidents de ce parc assurent le gardiennage de troupeaux des non-résidents moyennant une petite rémunération.

CHAPITRE 3

Évaluation Économique des plantes médicinales

1. LE RÔLE DES PLANTES DANS LA MÉDECINE TRADITIONNELLE

La pratique de la médecine traditionnelle ne date pas d'hier... En effet, depuis les temps les plus reculés la nature a constitué une source intarissable où l'homme a puisé nourritures et remèdes pour assurer sa survie. Il y a 5000 ans de cela, les Hindous reconnaissaient l'utilisation de plus de 8000 remèdes à base de plantes. L'empereur chinois pour sa part se référait à 350 remèdes de la même origine et pareillement pour toutes les grandes civilisations Assyrienne, Grecque, Romaine, Arabe, Égyptienne... Le XX^{ème} siècle avec ses progrès extraordinaires au niveau pharmaceutique et scientifique a réussi à relayer la pratique de la médecine traditionnelle au second plan. Mais, la complexité dans certains cas de la médecine "scientifique", l'apparition de nouvelles maladies toujours plus sévères, les recherches de plus en plus fastueuses et longues encouragent les gens à redécouvrir de façon parallèle cette pratique longtemps jugée comme désuète voire ridicule (Boukef 1986). En effet, cette dernière décennie témoigne d'un intérêt renouvelé à cette pratique ancestrale quasiment perdue. Ceci particulièrement dans les sociétés urbaines où le regain d'intérêt s'est manifesté par une plus grande reconnaissance des vertus des produits au naturel. De plus en plus de commerces de cet ordre se développent et par la popularité grandissante des phytothérapeutes. Par ailleurs, mentionnons que l'importation

mondiale de plantes à vertus médicinales est passée de \$ 355 Million en 1976, à \$551 Million en 1980 (International Trade Centre). L'ancienne République Fédérale Allemande a pour sa part importé 28 326 tonnes de ces plantes (d'une valeur de \$ 56.8 Million). Et, la même tendance a été observée au niveau de tous les pays industrialisés²³. Cette évolution, s'accompagne d'une plus grande participation de compagnies pharmaceutiques internationales qui tentent par le biais de la médecine traditionnelle locale de passer au crible de plus en plus de plantes médicinales en vue d'obtenir de nouvelles molécules chimiques qui seraient aptes à fournir de nouveaux médicaments. SHAMAN, une compagnie pharmaceutique internationale, mène un programme de prospection chimique en Afrique et en Asie du sud-est dans le but de découvrir des cures contre le SIDA et le diabète. Cette compagnie évolue de pair avec la population locale, conscient que cette dernière est plus qualifiée à définir l'utilité et le mode d'utilisation des plantes locales. Ces compagnies agissent en versant un montant qui leur donnerait le droit de passer au crible ces plantes tout comme il céderait un pourcentage des "droits d'auteurs" s'il s'avérait qu'un nouveau médicament ait été créé et mis en vente avec succès. Pour de plus amples informations dans le progrès de cette nouvelle forme de participation des compagnies pharmaceutiques, nous référons le lecteur à Balick Michael, J., Elaine Elizabeth, and Sarah A.Lavid (1995).

²³ The Economic Significance of Plants and their Constituents as drugs, Peter P. Principe, US Environmental Protection agency, Washington, DC 20460, USA.

2. LES PLANTES MÉDICINALES DE L'ICHKEUL

2.1 EVALUATION ÉCONOMIQUE DES PLANTES SANS VALEUR DE MARCHÉ

L'évaluation économique des plantes médicinales en général et celles de l'Ichkeul en particulier est problématique dans la mesure où la majorité des plantes n'ont pas de valeur de marché mais disposent selon toute probabilité d'une "valeur existentielle" positive puisqu'elles remplissent de nombreuses autres fonctions aussi bien écologiques, esthétiques, alimentaires, scientifiques et autres qui peuvent justifier l'intérêt de la valorisation de cette flore. En effet, en vue de quantifier la valeur économique des plantes médicinales, il est important de distinguer la valeur de marché de ces plantes de leur valeur économique. La valeur de marché est comme son nom l'indique, la valeur de ce bien ou d'un produit dérivé dans un marché local, soit en fait le prix qu'on lui attribue. Tandis que la valeur économique, représente tous les bénéfices sociaux de ce produit incluant la valeur de marché. La valeur économique peut être vu comme une expression des bénéfices totaux du produit. Toutefois, mentionnons que la relation entre la valeur économique d'une plante médicinale et sa valeur de marché n'est pas toujours une relation directe. Certaines plantes, en effet, ne disposent pas d'une valeur de marché mais disposent pourtant d'une valeur économique. Peter P. Principe²⁴ en vue d'évaluer les plantes médicinales qui ne disposent pas de valeur de marché, suggère de les classer dans l'une des quatre catégories distinctes qu'il a défini:

- dans la première catégorie il y aurait les plantes qui n'ont pas été prouvées utiles d'un point de vue médical, soit parce que les recherches effectuées ne

²⁴ Peter P.Principe, Valuing the biodiversity of Medecinal Plants, US environmental Protection Agency, Washington, D.C.

se sont pas avérées concluantes, soit parce qu'elles n'ont tout simplement pas fait l'objet de recherche;

- ensuite, il y aurait les plantes qui disposent d'ingrédients pharmaceutiques, lesquels ingrédients peuvent être synthétiquement produits;
- à la différence de celles qui disposent d'ingrédients pharmaceutiques, lesquels ingrédients ne peuvent pas être synthétiquement produits; et
- enfin celles qui, suite à une recherche, ont été prouvées utiles d'un point de vue pharmaceutique et qui sont par conséquent utilisées dans le dit domaine.

Les coûts d'extinction selon toute vraisemblance diffèrent d'une catégorie à l'autre. Il a été prouvé qu'une plante s'identifiant à la première ou à la quatrième catégorie connaît des coûts d'extinctions nuls. Celles qui seraient plutôt dans la deuxième catégorie connaîtraient des coûts d'extinctions positifs, dans la mesure où la production du substitut synthétique reviendrait plus cher que les produits naturels, auquel cas il y aurait une perte à la fois dans le surplus du consommateur et du producteur. Tandis que l'extinction des plantes appartenant à la troisième catégorie entraînerait la perte de leur valeur économique totale puisque la société ne réaliserait plus de bénéfices à partir des médicaments dérivés de ces plantes. Toutefois la considération des coûts directs nous poussent à négliger la valeur génétique d'une plante et les informations qu'elles peuvent contenir. Il faut se souvenir à cet égard que la valeur de marché d'une plante ne représente qu'une partie de sa valeur économique totale. Par exemple, les plantes de la première catégorie peuvent disposer d'informations qui pourraient être utiles dans un futur plus ou moins lointain auquel cas on ne peut pas

parler de coût d'extinction nuls suite à une perte de potentiel génétique. A ce niveau, il est intéressant de se poser des questions sur le pourquoi même du Parc National de l'Ichkeul ou de façon plus générale sur le pourquoi de tous les Parcs Nationaux. Nous nous souviendrons alors de l'effort de conservation à l'échelle du globe que nous avons abordé dès notre introduction, et du besoin de maintenir un ensemble d'options qui permettrait de résoudre des problèmes imprévisibles auxquels l'humanité pourrait être confrontée. Il est effectivement urgent d'agir, de nombreux botanistes et écologistes pensent qu'au moins 10% des espèces majeures de plantes qui existent de nos jours ne seront plus à la fin de ce centenaire (Lucas and Synge, 1978). Il est par ailleurs raisonnable d'estimer à 500 000 les espèces majeures de plantes si l'on considère les espèces connues et inconnues, soit une perte de 50 000 espèces en 13 ans (jusqu'à la fin du centenaire), tendance qui pourrait malheureusement se maintenir au XXI siècle²⁵. Ne sachant pas de quels produits ou plantes on pourrait avoir besoin pour subvenir à des besoins futurs, on se voit attribuer à toutes plantes et micro-organismes une valeur économique positive en vue de garder nos options ouvertes face à un monde en perpétuel mouvement. Cette méthode certes, ne suffit pas pour administrer un prix à une plante mais permet tout de même de nous donner une meilleure idée sur sa valeur potentielle.

2.3 INVENTAIRE DES PLANTES MÉDICINALES À L'ICHKEUL

Dans le contexte de notre travail il apparaît que la Tunisie riche de par son histoire et sa position géographique, pays méditerranéen par excellence, à large balcon ouvert aux traditions

²⁵ The Economic Significance of Plants and their Constituents as Drugs, Peter. P.Principe, US Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460, USA.

les plus authentiques de l'ancienne médecine gréco-latine elle-même articulée sur sa devancière égyptienne, bénéficiaire également des connaissances de la médecine arabe et des traditions héritées des anciens Carthaginois des populations berbères et sahariennes a répertorié à ce jour près de 200 espèces végétales fréquemment utilisées dans la médecine traditionnelle tunisienne depuis maintenant plusieurs générations (Boukef, 1986). Or sans renier l'apport de la médecine moderne il est important de ne pas perdre de vue l'importance des ressources que constituent les plantes médicinales, notamment dans un pays en voie de développement comme la Tunisie, où l'industrie pharmaceutique nationale n'a pas suivi la consommation effrénée de médicament entraînant de ce fait le recours à une importation coûteuse²⁶. Le Djebel de l'Ichkeul d'une superficie totale de 1363 ha recèle en son sein une richesse floristique fabuleuse reconnue pour ses valeurs médicinales dans la société tunisienne, plus de 50 espèces de plantes sont présentes dans le massif forestier de l'Ichkeul, espèces, répertoriées dans le tableau 3.1 ci-joint:

Nom Scientifique	Nom Français/ Arabe	Utilisation
Agave americana	Agave (Sabbara)	les feuilles ont des vertus antirhumatismales et anti-infectieuses
Arum Italium	Arum d'Italie (Sabbat ghoul)	antiseptique et anti-infectieuse.
Arundo donax	Canne de Provence (ksab)	diurétique dans les parties aériennes de cette plante.
Cyrodon dactylon	Gros chiendent (nejm)	diurétique/ antirhumatisme/ antidiabétique
Phoenix dactylifera	Palmier dattier (nakhla)	énurésie/ gerçures

²⁶ M.K.Boukef, Médecine traditionnelle et pharmacopée, Les Plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne 1986.

Nom Scientifique	Nom Français/ Arabe	Utilisation
Mesembryanthemum edule	Figue marine (charbabbou)	propriétés cicatrisantes/ anti-verrues
Pistacia lentiscus	Lentisque (dharou)	douleurs gastriques, hypertension, asthme, antirhumatismale, cicatrisante.
Borrago officinalis	Bourrache (boukhrich)	propriété antitussive
Opuntia ficus-indica	Figuier de Barbarie (hindi)	-fleurs: diurétique, lithiase urinaire -racine: antidiabétique, -fruits: antidiarréique
Capparis spinosa	Caprier commun (kabbar)	antirhumatismale, articulation douloureuse, rhume, sinusite, hypertension
Salicornia arabica	Salicorne (hmadha)	eczema
Cistus monspeliensis	Ciste de Montpellier (oumillia)	blessures externes, dépuratif
Bellis annua	Paquerette annuelle (oquouana)	-tige: constipation -fleurs: aérophagie, diabète, vermifuge, douleurs dentaires
Calendula arvensis	Souci des champs (karchoun)	rhumatisme, fièvre, céphalée
Cichorium intybus	Chicorée sauvage (chkouria)	diabète
Scorzonera undalata vahl	Scorzonere (guiz)	dépuratif, brûlures
Sonchus oleraceus	Laiteron Commun (tifef/	verrues, leucomes oculaire, favorise la lactation,

Nom Scientifique	Nom Français/ Arabe	Utilisation
	difef)	dépuratif et antidiabétique
<i>Erica multiflora</i>	bruyère multiflore (khlenj)	cancer de la prostate
<i>Arbutus unedo</i>	Arbousier (boujbiba)	antidiabétique, hypotenseur, certains cancers, antidiarrhéique
<i>Mercurialis annua</i>	Mercuriale annuelle (h'baq el dhol)	stérilité et frigidité
<i>Ricinus communis</i>	Ricin (kharouâa)	bronchites, usages externes, fièvre, rhumatisme, acné
<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre (sibana)	diverses dermatoses
<i>Globularia alypum</i>	Globulaire (zriga)	cicatrisantes, acné, eczéma, ulcère gastrique, antipaludique, antirhumatismale, cancer de la peau
<i>Ajuga iva</i>	Ivette musquée (chandgoura)	antidiabétique, hypertension, toux
<i>Marrubium vulgare</i>	Marrube blanc (omerroubia)	antidiabétique, hémoroides, antirhumatismale, maladies gastriques, abcès
<i>Mentha pulegium</i>	Menthe pouliot (flayou)	toux, céphalée, gastralgie, aérophagie, asthme
<i>Mentha rotundifolia</i>	Menthe à feuilles rondes (marsita)	usages externes contre abcès, furoncles
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin (klil)	troubles hépatiques, rhumatisme, laxatif, asthme, cicatrisation
<i>Myrtus communis</i>	Myrthe (rihan)	ulcère, douleurs gastriques, rhumatisme

Nom Scientifique	Nom Français/ Arabe	Utilisation
<i>Jasminus frutican</i>	Jasmin jaune (boulila)	usage externe contre la gales
<i>Olea europea</i>	Olivier (zitoun)	constipation, ictère, antitussive, tuberculose, gripes, hypotensives, otite...
<i>Clematis flammula</i>	Clématite brûlante (nar berda)	rhumatisme, eczéma
<i>Nigella damascena</i>	Nigelle de Damas (habba souda)	analeptique cardiaque, antirhumatisme, antiulcéreux
<i>Zizyphus lotus</i>	Jujubier sauvage (nbeg)	propriété pectorales, leucomes oculaires
<i>Crataegus azarolus</i>	Azérolier (zaarour)	antidiabétique, angine
<i>Verbena officinalis</i>	verveine (tronjia)	tranquillisante, colique
<i>Juniperus phoenicea</i>	Genévrier de phénicie (ârâr)	antirhumatisme, antidiabétique, antidiarrhéique...
<i>Malva sylvestris</i>	Grande mauve (khobiza)	inflammation oculaires, piqûres d'insectes, constipation
<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenouil (besbes)	diarrhées, gastralgies, dysurie, lactation, ulcère gastrique...
<i>Ceratonia siliqua</i>	Caroubier (kharroub)	antidiarrhéique, antidiabétique, maladies cardiaques,
<i>Nerium oleander</i>	Laurier rose (khadhraya)	strictement en usage externe: eczéma, morsure de chien, insolation, douleurs dentaires, hémiplégie

Nom Scientifique	Nom Français/ Arabe	Utilisation
<i>Solanum nigrum</i>	Morelle noire (tmatem kleb)	brûlures et dermatose, eczéma, érysypèle
<i>Solanum sodomium</i>	Pomme de Sodome (lim nsara)	en cataplasme pour les verrues et en friction pour l'eczéma
<i>Urtica pilulifera</i>	Orties à pilule (horriqua)	engelures, anurie, énurésie et lithiases rénales
<i>Chenopodium murale</i>	Anserine des murs (mazrita)	maladie asthénique et fièvre
<i>Ecballium elaterium</i>	Concombre d'âne (faquous h'mir)	ictère par inhalation, migraine, acné
<i>Centaurium pulchellum</i>	Petite centaurée (quosset sbiya)	dépurative

Tableau 3.1: Inventaire des plantes à vertu médicinale du Djebel de l'Ichkeul

Toutefois cette flore a été soumise à de rudes épreuves au fil des années, particulièrement lorsque le Djebel était encore exploité par les carrières. De nos jours, la population locale et son cheptel exploitent de façon intensive cette végétation en cherchant à assouvir leurs besoins quotidien en aliments, chauffages et médicaments et ce, sans penser aux conséquences de leurs actions. En effet, cette population pour subvenir à des besoins de subsistances, exploitent spontanément les différentes ressources du Parc National de l'Ichkeul. Ainsi pour contrer les besoins en bois (combustibles) elle arrache branches et arbustes sans aucun respect de la nature et de l'environnement, pour satisfaire les besoins en viandes elle passera outre l'interdiction formelle de chasser de la DGF (Direction Générale des Forêts). Ceci au risque de provoquer la fuite de certains animaux sans tenir compte des espèces en voie de disparition comme la

loutre par exemple. Dans un même ordre d'idée, elle pêchera les poissons du lac malgré la stricte réglementation de l'Office National des Pêches et consommera ou exploitera intensivement une grande partie de la végétation du Djebel (Chapitre 1, Section 2.1.1). Les dégradations qu'a subi le Djebel se traduisent par une végétation différente, ainsi la flore des hauteurs et des endroits d'accès difficile est beaucoup moins soumise aux actions de l'homme et, est par conséquent très dense et variée, contrairement aux endroits d'accès moins difficile. D'où l'importance d'agir et de sauvegarder les espèces végétales de l'Ichkeul surtout celles à vertus médicinales.

3. DESCRIPTION THÉORIQUE D'UN MODÈLE D'EXPLOITATION NON-DESTRUCTIF

Le manque de données relatif à la distribution et à l'abondance de la plupart de ces espèces même les plus communes complique le processus d'évaluation que l'on avait initialement considéré. Par conséquent ce chapitre sera davantage d'intérêt théorique que pratique. Nous y décrirons une méthode d'exploitation expérimentée pour la première fois avec succès à Bêlize (forêts tropicales) en Amérique Central (J. Balick et R. Mendelsohn ,1991). Cette méthode a retenu notre attention car tout en permettant l'évaluation économique de la flore qui existe, présente un mode d'exploitation non destructif très intéressant et tout à fait envisageable en Tunisie et en l'occurrence à l'Ichkeul. Tout d'abord, il s'agirait de considérer une parcelle de terrain d'une superficie aléatoire, pour laquelle nous disposerons d'un inventaire complet des plantes à vertu médicinales dans la médecine traditionnelle tunisienne. Pour cela, il est nécessaire d'avoir recours à de nombreuses enquêtes saisonnières sur le terrain en vue d'obtenir des résultats fiables. Toutefois il est à mentionner que l'investissement humain financier et

temporel sous-jacent est considérable et que tant que le besoin d'information demeure, il s'opère par la force des choses un processus d'extrapolation spatiale en vue d'obtenir des données à l'échelle d'une région par exemple.

Une fois la parcelle de terrain déterminée, soit:

- X la matière sèche récoltée par hectare;
- P le prix au kilogramme de ces plantes;
- Y le revenu brut tel qu'il soit égal à $P \times X$;
- W le nombre de personnes qui ont participé à la récolte par hectare, j le nombre requis de jour de travail et c le revenu journalier par travailleur alors le;
- le revenu net Y_n est égal à: $Y - (W \times j \times c)$;
- t un cycle de rotation entre chaque récolte alors;
- r le taux d'intérêt réel.

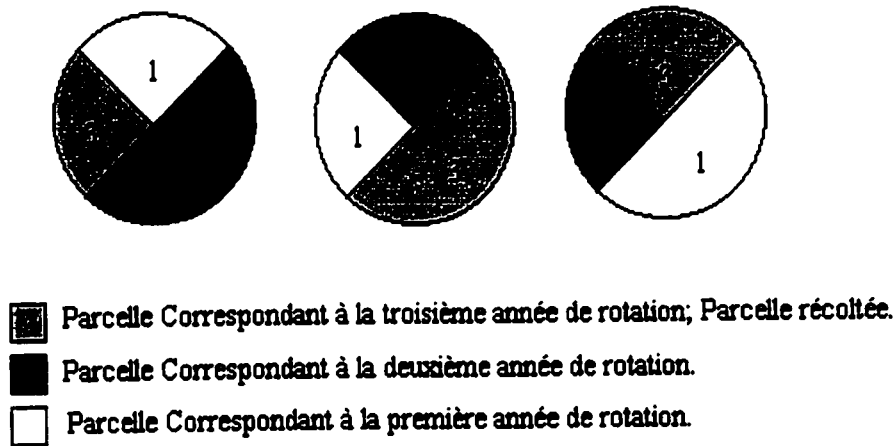
Dés lors, il est possible à partir de la formule standards de Faustman:

$$V = Y_n / (1 - e^{-rt}),$$

d'estimer la valeur présente d'une tendance infini de récolte chaque t année en substituant les valeurs respectives de Y_n , r et t.

Par exemple, un cycle de rotation de 3 ans appliquée au Djebel de l'Ichkeul impliquerait que l'on récolte la même parcelle de 454 ha (se qui correspond aux 1363 ha du Djebel divisés en 3) une fois tous les quatre ans. Abstraction, à l'aide de camemberts, considérons 3 parcelles de 454 ha respectivement parcelle 1) 2) et 3). Alors, la récolte concernera toujours

la parcelle 3) qui variera selon le cycle de rotation. Sachant qu'au bout de quatre ans (à la fin du cycle de rotation) on revient au point de départ.



Selon l'étude menée par Balick. M et Mendelsohn R (1991), plus le cycle de rotation est long plus la productivité est meilleure et plus cette méthode est intéressante d'un point de vue environnemental. En effet, plus le temps séparant deux récoltes sur une même parcelle est éloignée, mieux la végétation d'origine est apte à se régénérer. L'expérience à Belize ²⁷ a porté sur 2 parcelles de terrain d'une taille presque similaire respectivement de 0.28 ha et 0.25 ha. La première parcelle disposait d'un cycle de rotation de 30 ans tandis que la seconde parcelle disposait d'un cycle de 50 ans. Il s'avérait alors que la récolte de la seconde parcelle était plus importante que celle de la première, impliquant un revenu net (après déduction salariale etc) nettement plus élevé dans un cas que dans l'autre. Par ailleurs, l'évaluation de la valeur présente

²⁷ Assessing the Economic Value of Traditional Medicines from Tropical Rain Forests, Michael J. Balick and Robert Mendelsohn, Conservation biology, Volume 6 No.1, March 1992.

en ayant recours à l'équation de Faustmann indique également la plus grande "efficacité" économique et écologique de la deuxième parcelle.

4. CONCLUSION

L'intérêt de cette méthode pour le Parc National de l'Ichkeul réside dans le fait qu'il est difficilement envisageable actuellement, afin de limiter les dégâts sur la faune et la flore d'exproprier la population locale de l'Ichkeul. Toutefois l'urgence de la situation pousse les responsables à chercher d'autres possibilités moins radicale, quitte à arriver en temps opportun à cette solution extrême. La méthode proposée permet de garder la population locale dans la mesure où, les autorités compétentes s'engagent à familiariser progressivement les habitants à cette méthode jusqu'à s'assurer de leur entière collaboration. A ce niveau de coopération, les habitants pourraient tout en s'approvisionnant au parc, aider à la conservation de la végétation d'origine. L'intérêt économique de cette méthode (une plus grande productivité par hectare) et l'intérêt écologique non négligeable qui en découlent, nous incite à sérieusement considérer cette option, puisqu'il est clair que la destruction continue des espèces végétales telle qu'observée aujourd'hui à l'Ichkeul, entraînera forcément leur disparition permanente à plus ou moins long terme. Le mode d'exploitation non-destructif paradoxalement au mode destructif actuel d'exploitation peut constituer une alternative pour la maintenance temporaire des habitants du Parc National de l'Ichkeul. Sachant qu'ultimement il s'agirait d'y bannir toutes formes d'exploitation humaine de la végétation et toutes forme d'habitations rurales.

CHAPITRE 4

Évaluation économique de la pêche à l'Ichkeul.

1.INTRODUCTION

La Tunisie riche de ces 1200 km de côtes et de ces 7 lagunes²⁸, accorde une importance majeure au secteur halieutique. Bien que n'étant pas en contact direct avec la mer, les eaux du lac Ichkeul présentent des caractéristiques qui l'apparentent aux milieux lagunaires. Précisons à ce niveau qu'une lagune est un plan d'eau littoral incomplètement fermé, qui reçoit, outre les précipitations directes, des apports d'eau d'origine à la fois continentale et marine. L'Ichkeul de par son isolement relativement important par rapport à la mer et l'influence du canal de Tinja présentent des spécificités lagunaires d'autant plus marquées. Aux fins de notre évaluation économique du secteur de la pêche à l'Ichkeul nous allons au préalable nous concentrer sur le milieu écologique existant, de façon à en savoir davantage sur les facteurs orientant et limitant la répartition et la production des populations naturelles de poissons. Parmi les principales contraintes identifiées, on citera celles relatives à:

- la position du lac qui est situé rappelons le, à l'amont du lac de Bizerte avec lequel il communique par un canal peu profond et sinueux: le canal de Tinja.

On est ainsi en présence d'un milieu en contact avec des eaux marine

²⁸ 4 lagunes dans le Nord, 1 au centre et 2 au Sud du pays.

modifiées par leur passage dans le lac de Bizerte et dans le canal de Tinja. Au niveau halieutique cela se traduit par des arrivées de jeunes poissons marins après transit en milieu lagunaire;

- la seconde contrainte majeure est due à l'abondante alimentation en alluvions suite aux violentes précipitations. Il s'opère alors, au niveau halieutique une sélection naturelle d'espèces aptes à supporter des eaux peu profondes et chargées d'alluvions;
- le degré de salinité des eaux qui s'accroît progressivement selon les saisons, constitue également une contrainte de taille. Au niveau halieutique cela se traduit par une sélection d'espèces dites euryhalines, soient les plus tolérantes face aux variations de salinité;
- l'intervention des facteurs hydrologiques est également source de contrainte pour le lac Ichkeul. Sa communication avec le lac de Bizerte par le canal de Tinja implique un courant d'eau douce sortant auquel se succède en période estivale un courant d'eau de mer entrant. Au niveau halieutique ceci se traduit par des arrivées de poissons migrants plus ou moins étalées dans le temps;
- les pressions de nature anthropiques constituent également des contraintes. La présence d'importantes ressources en eau mobilisables dans le Nord de la Tunisie a conduit le ministère de l'agriculture à envisager la construction de 6 barrages sur l'ensemble des oueds qui se déversent dans le lac. Trois barrages à ce jour ont été construits (voir chapitre 6). Ces aménagements,

impliquent des séquences d'entrée d'eau marine de plus en plus longue, avec pour conséquence au niveau halieutique une limitation des espèces existantes. Désormais, on ne trouvera que les plus résistantes;

- le problème relatif à la gestion de l'écluse influence également les populations naturelles de poissons.

Malgré les six contraintes majeures citées²⁹, il n'en demeure pas moins vrai que la production halieutique du lac Ichkeul présente malgré tout un intérêt socio-économique important d'où la nécessité de procéder à son évaluation. Le tableau 4.1 ci-joint nous présente l'importance relative de la lagune de Tinja (Ichkeul) comparativement à celle des autres lagunes,

Lagune	Ghar El-Melah	Tinja/ Ichkeul	Bizerte	Tunis	Bougrara	Monastir	Biban
Superficie en ha	3135	10000	15000	3900	50000	150	23000
Production en Kg/ha	2.8	15.9	2.8	23.9	87	32.8	11.2

Tableau 4.1: Production halieutique en kg/ha par lagune en 1992 source: Plan Directeur de l'aquaculture: l'exploitation des milieux lagunaires de la Tunisie, Fabio Massa: consultant, Mai 1994, p10.

Il s'avère à l'analyse de ce tableau que proportionnellement à la superficie de ces lagunes le rôle de la lagune de Tinja est relativement important, quoique modeste, dans un contexte général.

2. LA PÊCHE À L'ICHKEUL

2.1 L'EXPLOITATION HALIEUTIQUE

L'Office National des Pêches (ONP) est le seul détenteur du droit de pêche à l'Ichkeul et ce, depuis 1948. Il soustraite, toutefois, par l'intermédiaire de sociétés privées la pêche à l'anguille, espèce modérément consommée en Tunisie.

2.2 MODES DE PÊCHES

Divers modes de pêches sont utilisés pour exploiter les quelques centaines de tonnes de poissons. À l'Ichkeul on distingue essentiellement 3 méthodes de pêche passives à savoir: la bordigue, le trémail et la nasse.

2.2.1 La bordigue

La bordigue de l'Ichkeul est située en amont du canal à environ 200m de l'écluse³⁰. Elle est équipée de 7 chambres pour la capture et sa principale période d'activité se concentre à la fin de l'été et pendant l'automne. Ce principe consiste à mettre une installation fixe, un genre de filet métallique au travers du canal reliant le lac de Bizerte au lac Ichkeul. Ce moyen permet aux juvéniles des espèces euryhalines de pénétrer dans les plans d'eau (en occurrence le lac Ichkeul) où ils grossissent en profitant des éléments trophiques nécessaires à leur croissance. Ils y restent jusqu'à atteindre leur taille commerciale et ensuite par courant

²⁹ Le lac Ichkeul par Mme Zaouali Jeanne, I.N.A.T

³⁰ L'écluse a été construite en 1989, ultérieurement nous aborderons cet aspect plus en détail.

sortant, les poissons (essentiellement les muges), poussés par l'instinct de reproduction, se font piéger dans la chambre à capture en essayant de retourner à la mer par le canal de Tinja. La pêche s'effectue donc de manière passive sous l'effet des mouvements des masses d'eau provoquées par des marées montantes et descendantes. En général, la marée basse favorise le recrutement de poissons à partir du lac de Bizerte et la marée haute favorise la pêche et la capture des espèces de poissons à partir du lac Ichkeul. La production halieutique de la bordigue domine largement la production halieutique des deux autres moyens de pêche qui ont cours au lac Ichkeul. Par exemple, de 1986 à 1988, la moyenne était de 41,34% comparativement à 35,64% pour la nasse et 23,02% au filet trémail³¹. Cette "domination" s'explique par le fait que les principales espèces exploitées commercialement par l'Office National des Pêches depuis 1948 concerne les poissons d'origine marine, c'est à dire les espèces migratrices des peuplements de poissons du lac, celles qui précisément empruntent le canal.

2.2.2 Trémail

Il s'agit d'un filet à pans de 60 m, hauts de 1.50 m et avec des mailles entre 26 et 30 mm que les pêcheurs calent à n'importe quel secteur du lac. En janvier 1994, cette méthode de pêche à l'Ichkeul a été exploitée par une seule équipe composée d'un bateau à moteur, de trois canots à rame et 7 pêcheurs³².

³¹ Document, chap 7, p42.

³² Plan directeur de l'aquaculture, l'exploitation des milieux lagunaires de la Tunisie, Ministère de l'agriculture Direction Générale de la pêche et de l'aquaculture, PNUD, 1994, p12.

2.2.3 La nasse

La nasse ou encore capechade est un panier à poste fixe surtout utilisée pour pêcher les anguilles principalement durant l'hiver et le printemps (de la mi-septembre à la fin mars). Cette pêche est souvent donnée en exploitation à l'année à des sociétés mixte Italo-tunisienne par le biais d'appel d'offre pour une pêche minimale de 120 tonnes.

2.3 EFFORTS DE PÊCHES

L'évaluation économique d'une activité halieutique se doit de considérer ce que nous appellerons l'effort de pêche. Cette notion tient compte de l'investissement direct qui a été fait en vue d'assurer une prise. Généralement, on l'a mesure en m³ de carburants utilisé, en nombre de sorties en mer, nombre de pêcheurs... Il y a près de 824 barques, dont 49% à rames et 51 % à moteur de dimensions oscillant entre 3,5m et 8m qui opèrent dans les lagunes tunisiennes. Relativement à l'Ichkeul, le nombre d'embarcations est forcément limité de par la difficulté d'accès soit par le biais du canal de Tinja. En fait, seuls deux bateaux à moteur chacun disposant de trois barques ont accès à la bordigue. Toutefois, occasionnellement des interventions de pêches aux filets trémails sont effectuées à l'aide de barques plates à l'intérieur du lac Ichkeul. Il est vrai cependant que l'activité de pêche est plutôt localisée aux abords du canal de Tinja au niveau du piège fixe, là où se trouve la bordigue. Cette dernière s'intéresse aux poissons matures migrants en banc vers la mer, essentiellement les muges qui sont capturées au moyen de panneaux grillagés affectant la forme d'un V où sont disposées les chambres de capture. Relativement à l'aspect humain de l'effort, on mentionnera que la participation de pêcheurs locaux ne fait pas partie de

l'effort de pêche humain que l'on trouve à l'Ichkeul. Il y a près de 80 pêcheurs dûment autorisés par l'Office National des Pêches. Évaluer concrètement l'effort de pêche à l'Ichkeul est problématique dans la mesure où il s'agit d'un effort de pêche de type passif (bordigue, nasse et trémail) où il suffit seulement de récupérer les poissons. Auquel cas, nous allons considérer aux fins de notre évaluation cet effort comme équivalent au nombre de sorties jusqu'à la bordigue. Nous considérons par hypothèse qu'une sortie rassemble à la fois le coût en carburant, le nombre de pêcheurs et les embarcations nécessaires à récupérer les poissons. En 1995, par exemple, approximativement 270 000 DT ont été payé entre les frais en carburant, en entretien de la bordigue, en dragage du canal de Tinja (nécessaire afin de maintenir un afflux d'eau marine convenable pour de bons recrutements de poissons) et en frais salariaux pour les trois modes de pêches (nasse, trémail et bordigue) qui ont cours à l'Ichkeul³³. Supposons que le coût par méthode utilisée est proportionnelle au pourcentage de prise du mode de pêche. Sachant que l'on estime à 45% la production annuelle de la bordigue comparativement aux autres méthodes, on évalue donc à 121 500 DT, l'effort de pêche strictement rattaché à la bordigue. Sachant par ailleurs qu'en 1995, il y a eu 348 sorties (voir données chiffrées) alors, on estime à 349.13 DT le coût par unité d'effort pour l'année 1995.

³³ Source inconnu.

3. INVENTAIRE ET DONNÉES CHIFFRÉES

3.1 INVENTAIRE

La faune aquatique du lac Ichkeul comme celle de toutes les lagunes se répartit en trois espèces majeures. Cependant, compte tenu des fortes contraintes du milieu que l'on a cité précédemment, le nombre des espèces de ces catégories est inférieur à la moyenne. Il y a les espèces sédentaires effectuant la totalité de leur cycle dans le lac et qui se distinguent essentiellement par leur petite taille, parmi lesquels on peut citer l'alse (*Alosa fallax algeriensis*). Ensuite on trouve les espèces d'eau douce dont la présence dans le lac est conditionnée par le degré de salinité des eaux, également petites de taille et peu nombreuses en espèces. Elles se localisent dans les zones les moins salées du lac, parmi lesquels on peut citer le barbeau (*Barbus barbus*). Enfin on trouve les espèces migratrices, d'origine marine, qui après un séjour trophique (recrutement) dans le lac regagnent la mer via le canal de Tinja et le lac de Bizerte en migration génésique. Les migrateurs plus diversifiés et plus nombreux disposent en général d'une plus grande valeur économique. L'anguille (*Anguilla anguilla*), le loup (*Dicentrarchus labrax*), les soles (*Solea solea*), le rouget (*Mullus surmelutus*: rouget de roche et *Mullus barbatus*: rouget de vase) ou le bar, crevettes, les mugilidés (*Liza ramada* dit bitoum, et *Mugil cephalus*: dit Bourri, *Liza aurata*, *Chelon labrosus* et *Liza saliens*), les sparidés (*Sparus aurata*, *Diplodus annularis* et *Lithognathus mormyrus*) sont les principales espèces que l'on retrouve dans la catégorie migratrice.

Par ailleurs, il importe de signaler que la plupart des poissons du lac Ichkeul présentent des particularités morphologiques les différenciant des autres populations (comme le demi-bec

Hyporhamphus picarti) qui font l'objet d'études biologiques visant à déterminer si ces différences morphologiques sont oui ou non d'origines génétiques ³⁴.

3.2 DONNÉES CHIFFRÉES TOUTES CATÉGORIES CONFONDUES

Les principales captures du lac Ichkeul concernent les mulets (bigérons, autres muges, et muges doré), les anguilles, le loup et la sole. Toutefois à ces 4 catégories nous ajouterons une cinquième: divers qui rassemble toutes les autres espèces telles, la crevette royale, les anguillettes et daurade. L'évolution en tonne de la pêche de type lagunaire à l'Ichkeul est présentée dans le tableau 4.2:

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Anguille en kg	*	131427	52593	85859	94304	64595	24580
Muge en kg	94416	93765	92511	71017	63637	113387	112862
Loup en kg	*	212	167	672	800	498	327
Sole en kg	*	287	22	46	5	11	26.5
Divers en kg	*	2104	1704	1037	568	4330	3
Total en kg	334	227.8	146997	158631	159314	185821	137799

Tableau 4.2: évolution annuelle de la production halieutique du lac Ichkeul, (*) ne dispose pas des données

Source: Ministère de l'agriculture, Direction Générale de la Pêche et de l'aquaculture. Service de la planification et des Statistiques.

L'analyse de ce tableau montre clairement une tendance à la baisse de la production halieutique de 1989 à 1995 en passant d'une production annuelle de 334 tonnes à une

³⁴traduisant un début d'évolution.

production de 137 799 tonnes. A cet égard il est important de mentionner que la baisse considérable de la production halieutique Ichkeulienne à partir de 1990 s'explique par la plus grande implication du plan directeur des eaux du Nord qui a coïncidé avec la grande sécheresse de 1987-89.

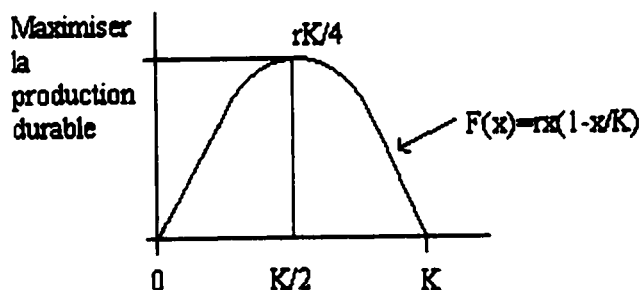
4. LE MODÈLE BIO-ÉCONOMIQUE

A travers un modèle bio-économique, nous allons établir un lien entre les stocks de poissons et la production halieutique.

4.1 DESCRIPTION THÉORIQUE DU MODÈLE BIOÉCONOMIQUE

Soit $x(t)$ le stock (biomasse) de poissons au temps t , tel que l'équation différentielle décrivant la croissance naturelle de ce stock sans considérer le facteur pêche est la suivante:

$$(1) \quad dx/dt = rx(1 - x/k),$$



où r et k sont deux constantes positives. Il apparaît à l'analyse de ce graphique que $F(x)=0$ d'une part, lorsque $x=0$ et

d'autre part lorsque $x=k$. Respectivement ces deux situations correspondent à: (i) un taux de croissance nul pour un stock de poissons inexistant et, (ii) au niveau d'équilibre naturel de cette population de poissons. La constante r du modèle correspond au taux intrinsèque de croissance tandis que la constante k correspond à la capacité de charge (carrying capacity)

de l'environnement. Sachant qu'au-delà de ce niveau, toute hausse dans le stock de poissons mènerait automatiquement à la mort d'autres poissons par manque de nourriture disponible (taux de natalité équivaut au taux de mortalité) situation correspondant au niveau d'équilibre naturel (*natural equilibrium*). Ainsi, il est juste à ce niveau de considérer que les constantes r et k dépendent directement de la biologie de ces peuplements de poissons et de l'environnement dans lequel ces derniers vivent et se reproduisent. Naturellement, l'introduction du facteur pêche dans ce modèle implique forcément un changement dans l'évolution dynamique du stock de poissons dans le temps d'où l'équation différentielle suivante:

$$(2) \quad dx/dt = F(x(t)) - h(t),$$

où $h(t)$ est la prise au temps t . Au niveau d'équilibre stationnaire le stock de poisson est défini par l'équation différentielle suivante:

$$(3) \quad dx/dt = F(x) - h = 0, \text{ où}$$

$$(4) \quad rx(1 - (x/k)) = h$$

La quantité de poissons pêchées " h ", dépend directement de l'effort de pêche E . On devrait donc supposer que le niveau de pêche h est proportionnelle à la fois à E et à x :

$$(5) \quad h = aEx,$$

où a est une constante positive captant le coefficient de prise. Ne considérant que le cas statique où la politique optimale en matière de pêche correspond précisément au niveau d'équilibre stationnaire, supposons que E est l'effort de pêche investi à ce niveau, telle que

la prise correspondant à E est donnée par l'équation (5) où x est le stock de poissons à l'équilibre stationnaire. Par ailleurs, puisque le stock de poisson est au niveau d'équilibre stationnaire, alors la quantité pêchée doit égaler la production durable de manière à ce que le stock de poisson reste constant dans le temps:

$$h = aEx = rx (1 - (x/k))$$

⇓

$$E = r/a (1 - (x/k))$$

⇓

$$E/(r/a) = 1 - x/k$$

⇓

$$x/k = 1 - E/(r/a)$$

⇓

$$(6) x = k(1 - E/(r/a)),$$

Le niveau de pêche par unité d'effort est alors donné par

$$h / E = ax \quad (\text{équation (5)})$$

$$= ak (1 - E/(r/a)) \quad (\text{par substitution avec l'équation (6)})$$

$$= ak - (a^2k / r) E$$

tel que:

$$(7) \quad h/E = \alpha + \beta_1 E + \varepsilon,$$

correspond précisément à l'équation de régression qui mesure la prise halieutique par

unité d'effort à travers le temps.

4.2 APPLICATION PRATIQUE DE CE MODÈLE AU LAC ICHKEUL

4.2.1 Modèle statistique

Ainsi, si l'équation (7) définit la relation entre l'effort de pêche et la quantité de poissons pêchée à travers le temps. Dans le cas du lac Ichkeul, il s'agit d'insérer une variable qui mesurerait le changement de la salinité du lac au fil des saisons, au gré des aménagements hydrauliques et des aléas climatiques. En effet, cette considération est nécessaire dans la mesure où le degré de salinité du lac influence très certainement la taille ultime de la population de poisson. Auquel cas l'équation suivante décrirait mieux la relation entre l'effort de pêche et la quantité en kilogramme de poisson pêchée au niveau d'équilibre stationnaire à travers le temps:

$$(8) \quad h/E = \alpha + \beta_1 E + \beta_2 S + \varepsilon,$$

où S est une variable exogène correspondant au degré de salinité et ε est une variable aléatoire que nous supposons normalement distribuée à espérance mathématique nulle. La méthode d'estimation que l'on utilisera est la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Nous anticipons un coefficient négatif à la fois pour l'effort de pêche et pour la salinité. Respectivement cela s'explique par le fait que plus l'effort de pêche augmente plus la prise par unité d'effort diminue et par le fait qu'un degré élevé de salinité affecte négativement la production halieutique.

4.2.2 Les données

L'effort de pêche en général et à l'Ichkeul en particulier diffère selon les espèces de poissons. Comme nous l'avons mentionné, trois méthodes de pêche passive ont cours à l'Ichkeul et chacune concerne une catégorie spécifique de poissons. Il est par conséquent nécessaire aux fins de notre évaluation de nous concentrer sur une famille de poissons pêchée en ayant recours à une seule méthode de pêche. Notre choix s'est porté sur la famille des Mugilidés (muges, bigerons, muges dorées), soit des poissons d'origine marine effectuant des migrations au travers du canal de Tinja et qui sont pêchés au moyen de la bordigue. Trois raisons majeures expliquent ce choix: (i) tout d'abord, les muges constituent un fort pourcentage de la production halieutique Ichkeulienne, ensuite (ii) cette catégorie de poissons disposent d'une importante valeur de marché auprès de la population tunisienne et enfin (iii) nous avons tenu compte du fait que la production de la bordigue représente plus de 40 % de la production piscicole totale. Les données à la base de notre analyse sont des données annuelles de 1982 à 1995. Elles sont disponibles dans le tableau 4.3 ci-joint:

	Soit h la prise annuelle en kg	Soit E l'effort de pêche annuel	Soit S la salinité annuelle moyenne en g/l
1982	97092	348	18
1983	103284	336	19
1984	102000	324	21
1985	100776	324	21
1986	98904	312	23
1987	95472	312	26
1988	94416	300	30
1989	94416	288	31.83
1990	93765	276	25
1991	92511	300	22
1992	71017	240	24
1993	63637	240	29
1994	113387	396	47.75
1995	112862	372	48.75

Tableau 4.3: Prise annuelle en kilogramme, salinité moyenne et effort de pêche moyen de 1982 à 1995.

Source: République tunisienne, Ministère de l'agriculture, Direction générale de la pêche et de l'aquaculture, pour les données de 1989 à 1995, et source inconnue pour les données antérieures à cette période.

Ainsi, les données annuelles présentées dans le tableau 4.3 concernent la prise des mugilidés (toutes espèces confondues), l'effort de pêche investi (le nombre de sorties annuelle) de même que la salinité du lac de 1982 à 1995. La mise en contexte climatique,

biologique et anthropique de ces données aident à une meilleure compréhension. D'un point de vue biologique, précisons que cette espèce de poisson évolue avec les périodes de courant sortant et entrant du lac. Périodes de migrations qui sont d'un côté marquées par le recrutement des immatures (les recrutements se font en saison hivernale) et de l'autre marquées par la sortie des individus matures. Par ailleurs, ces périodes coïncident également avec l'armement et le désarmement de la bordigue. Relativement à l'aspect climatique, il y a lieu de mentionner que les conséquences néfastes des sécheresses de 1987-89 et de 1993-94 ont été amplifiées par les aménagements hydrauliques qui ont pris cours en affectant à la hausse les degrés de salinité du lac. Par le fait même, le recrutement des alevins ces années là et la production halieutique des années suivantes ont été affectées. En effet, en l'absence de précipitations, l'apport d'eau de mer à partir du lac de Bizerte n'arrive plus à compenser l'eau qui diminue sous l'effet de l'évaporation, le phénomène de marée haute et de marée basse disparaît, le courant d'eau devient à sens unique allant du lac de Bizerte au lac Ichkeul, la salinité augmente dans le lac pour atteindre des taux très élevés et tout recrutement de juvéniles qui vont constituer la production halieutique de l'année suivante s'affaiblit. Malgré tout, on remarque étrangement que les productions halieutiques de 1994 et de 1995 sont relativement importantes comparativement à celles des années précédentes. Ceci s'expliquent en partie par le degré favorable de salinité de 1993 de l'ordre de 29g/l mais aussi et surtout par les importants travaux de dragage qui ont pris cours par un fort courant entrant en mars et avril permettant à la production halieutique d'atteindre des pics inhabituels. Toutefois, il y a lieu de s'inquiéter sur les productions futures de muges. Des chercheurs ont en effet découvert dernièrement, un changement biotique tel que les parasites des muges (*Caligus pageti* et *Nerocila orbignyi*) dont le cycle biologique est largement dépendant des

conditions de salinité ont été remplacés par un parasite d'eau saumâtre (*Ergasilus lizae*) avec des effets pathogènes plus importants. On attribue à leur forte densité une plus grande mortalités des muges.

4.2.3 Résultats et leurs interprétations (annexe 2)

$$(9) \text{ hi} / \text{Ei} = 316.20 - 0.35915\text{E-}02 \text{ Ei} - 0.30383 \text{ Si},$$

$$\text{standart error} \quad 41.91 \quad 0.1482 \quad 0.6842$$

$$\text{statistique t} \quad 7.545 \quad -0.2424\text{E-}01 \quad -0.4441$$

$$R^2 = 0.0228 \quad i = 1, \dots, 14$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Le $R^2 = 0.0228$ est très faible. Cette faiblesse s'explique par plusieurs facteurs, notamment par le nombre réduit d'observation (14) et du choix de deux variables indépendantes offrant seulement 11 degré de liberté. À l'analyse des résultats obtenus, nous remarquons que les signes des coefficients correspondent aux signes anticipés. Ainsi, l'effort de pêche et la salinité sont effectivement dotés d'un signe négatif indiquant une corrélation du même ordre entre la variable dépendante (la prise par unité d'effort) et ces variables. Les statistiques t de l'effort de pêche et de la salinité pour leurs parts ne sont pas significatives à 5 %, auquel cas on accepte l'hypothèse nulle pour ces deux variables. À la lumière de ces statistiques t, il est nécessaire de demeurer prudent quand à l'interprétation des signes des paramètres. Cette faiblesse des résultats peut également s'expliquer par la présence des deux dernières observations respectivement celles de 1994 et 1995 qui ne sont pas représentatives de la réalité. En effet, la quantité de poisson pêchée au cours de ces deux années

dépassent largement les observations précédentes et nous avons expliqué cette situation par les travaux de dragage qui se sont opérés par un fort courant entrant. Par conséquent, nous avons jugé intéressant d'estimer le même modèle de régression en omettant ces deux années:

$$(10) \quad h_i/E_i = 165.82 + 0.28758 E_i + 2.3242 S_i,$$

standart error	102.5	0.2293	1.818
----------------	-------	--------	-------

statistique t	1.617	1.254	1.617
---------------	-------	-------	-------

$$R^2 = 0.1801$$

$$i = 1, \dots, 12$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Ce faisant, on remarque bien clairement l'amélioration du R^2 , qui désormais explique à près de 20% notre régression (explication qui demeure malgré tout très modeste). Cependant, les signes des coefficients ne correspondent plus se qui pourrait suggérer de l'autocorrélation. Une fois corrigé, nous obtenons les résultats ci-joints:

$$(11) \quad h_i/E_i = 360.9 - 0.1349 E_i - 1.2424 S_i,$$

standart error	96.6	0.2496	1.771
----------------	------	--------	-------

statistique t	3.757	-0.5408	-0.7076
---------------	-------	---------	---------

$$R^2 = 0.3770$$

$$i = 1, \dots, 12$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

À première vue, on remarque en effet, un R^2 supérieur, de meilleures coefficients et des signes correspondant aux signes anticipés. Les statistiques t pour leur part ne sont pas significatifs à 5% auquel cas il faut demeurer prudent quand à l'interprétation de ces résultats. À titre indicatif, nous mentionnerons que dans notre recherche nous avons également pris en considération l'introduction d'une variable binaire qui prendrait la valeur de 0 de 1982 à 1993 et la valeur de 1 de 1994 à 1995, mais les résultats obtenus n'étaient pas concluants.

4.2.4. Perte ou Bénéfice?

En effet, il y a lieu, à ce niveau d'évaluer la perte ou le bénéfice de la production halieutique au fil des années. Pour cela, il s'agira de considérer une année sans sécheresse et avant tout aménagement hydraulique et une année sans sécheresse après ces aménagements, afin de strictement capter l'effet des aménagements hydrauliques sur la population des mugilidés du lac Ichkeul. Nous considérerons le prix moyen d'un kilogramme de Muges (toutes espèces confondues) au marché local et le coût unitaire de l'effort de pêche correspondant à l'année de base choisie. Soit Ph le revenu total (le prix moyen des Muges $\times$ la prise) et cE le coût total (coût unitaire de l'effort de pêche $\times$ Effort), tels qu'ils s'agissent de maximiser le profit (situation de monopole):

$$(11) \quad h_i/E_i = 360.9 - 0.1349 E_i - 1.2424 S_i,$$

$$\Downarrow (12) \quad h_i = 360.9 E_i - 0.1349 E_i^2 - 1.2424 S_i E_i$$

$$\Pi(E) = Ph - cE$$

Revenu total moins le coût total

$$= P (360.9 E_i - 0.1349 E_i^2 - 1.2424 S_i E_i) - cE$$

Les années choisies sont respectivement 1982 (l'année représentative avant les aménagements) et 1992 (notre année de référence). Au cours de l'année de référence, le prix moyen d'un kilogramme de muges est de 6.00 DT et le coût par unité d'effort de pêche était de 328.40 DT³⁵.

$$\Pi (E) = 6 (360.9 E_i - 0.1349 E_i^2 - 1.2424 S_i E_i) - 328.4 E$$

$$= 1837 E - 0.80908 E^2 - 7.4544 SE$$

A ce niveau, il s'agit de considérer les salinités de 1982 et 1992 telles que:

$$(13) \quad \Pi (E \text{ 1982}) = 1837 E - 0.80908 E^2 - 134.1792 E$$

$$(14) \quad \Pi (E \text{ 1992}) = 1837 E - 0.80908 E^2 - 178.9056 E$$

Suite à des manipulations mathématiques (disponible en annexe 3) nous obtenons:

$$E_{1982} = 1052.31$$

$$E_{1992} = 1024.67$$

En remplaçant les valeurs de E (de 1982 et de 1992) dans les équations 13 et 14 (propre au profit), et en prenant la différence de la situation après et avant projet, on obtient une perte

³⁵ Ne disposant pas de données sur le coût par unité d'effort soit l'équivalent par hypothèse à une sortie, il a été estimé par approximation à partir du coût par unité d'effort de 1995 estimé au cours de la section 2.3, ajustée à la baisse par un taux de 4% annuel.

nette de l'ordre de 46 448.3221 DT (le détail des calculs est disponible en annexe 3). Toutefois, il apparaît à la lumière des résultats obtenus que le nombre de sortie optimal est trop grand. Nous expliquons ceci par le fait que l'équation de régression ne s'applique que dans un intervalle raisonnable, et aussi de par la mauvaise qualité de la régression. Nous nous proposons alors de considérer un nouveau modèle simple afin d'obtenir des résultats plus cohérent. Dans ledit modèle, supposons que l'effort de pêche est de 348 sorties (l'effort de 1982) et ne change pas en 1992. Par conséquent, la perte halieutique due à l'augmentation de la salinité est représentée comme suit:

$$(13) \Delta h = - E \times 1.2424 \Delta S$$

$$(14) \Delta S = 24 - 18 = 6$$

La variation de salinité de 1992 à 1982

$$(15) \Delta h = -(348 \times 1.2424 \times 6)$$

$$= - 2594.13$$

La valeur économique de cette perte halieutique est de $P \times \Delta h = 15\,564.78$ DT, (où $P=6$ soit le prix moyen par kilogramme de poissons en 1992). Notons, que ces résultats seront ceux que nous considérerons ultérieurement dans notre travail.

5. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Ces chiffres et leur importance relative nous permettent effectivement d'insister sur l'importance économique du lac Ichkeul dans sa production halieutique et l'intérêt qui

résulterait de sa conservation. Tout en gardant à l'esprit que notre évaluation n'a concerné que la famille des Mugilidés sans tenir compte d'une part (i) de la commercialisation des oeufs séchés de la muge sous forme de poutargue dont la valeur liée à celle d'un produit de qualité exceptionnelle est importante et, d'autre part (ii) des espèces de poissons également pêchées à l'Ichkeul qui disposent également d'une importante valeur économique (anguilles, loups, soles). Par ailleurs, si l'on se base sur l'importance strictement économique du lac Ichkeul, alors il faudrait tenir compte dans l'évaluation des produits de la pêche à l'Ichkeul des espèces pour lesquels le lac est une étape nécessaire à leur croissance. Citons à ce propos le cas de la crevette royale (*Penaeus kerathurus*). Cette dernière pénètre dans le lac de Bizerte à l'état juvénile, et remonte jusque dans le lac Ichkeul pour revenir vers la mer en début de période estivale au moment de sa période de ponte³⁶. On pourrait également tenir compte des espèces sujettes à des projets d'aquaculture, domaine encore faiblement exploité à l'Ichkeul et économiquement très rentable. En effet, le lac Ichkeul bénéficiant de conditions lagunaires (même si le contact avec la mer n'est pas direct) saurait accueillir le développement de cette culture marine de par sa faible profondeur et son importante variation thermique saisonnière (des eaux plus froides en hiver et plus chaudes en été comparativement aux températures marines qui peuvent aller de 5°C à 32°C). Par ailleurs, il y a lieu de mentionner les rapports de nombreux experts qui suggéreraient en vue de rétablir ne serait-ce que partiellement la situation de modifier le mode d'exploitation de ce milieu lagunaire. Il s'agirait par exemple de substituer aux conditions naturelles, des conditions planifiées qui seront plus à même de s'adapter au mode

³⁶Ecologie des milieux lagunaires tunisiens les populations exploitables aux niveaux halieutiques et aquacoles, J.Zaouali, INAT Tunis, p.63.

hydraulique d'exploitation de l'écluse pour maintenir les conditions écologiques du milieu.

Les modes d'exploitation sont appelés à évoluer, dans le sens d'une:

(i) artificialisation de l'approvisionnement complémentaires en alevins et juvéniles euryhalins;

(ii) par un empoissonnement direct par transfert d'alevins pêchés dans leur milieu naturel;

par un empoissonnement indirect par pré-engraissement des alevins dans des bassins intermédiaires.

Les propositions citées sont effectivement envisageables quoique coûteuses mais elles disposent de l'avantage non négligeable de moins dépendre des aléas climatiques. Par ailleurs, une gestion appropriée de l'écluse permettra d'assurer une certaine stabilité inter-annuelle des conditions du milieu jusqu'à assurer la stabilité du réseau trophique nécessaires aux poissons d'intérêt commercial³⁷. En effet, sans une gestion efficace de l'écluse, le lac Ichkeul se dirige vers une (i) salinisation de plus en plus forte qui dégrade de plus en plus le milieux, et (ii) à une baisse du niveau de l'eau qui se traduit par une période de courant entrant (nécessaire au recrutement de juvénile) de plus en plus courte. Cependant, les bénéfices de conservation du lac Ichkeul vont bien au delà de l'aspect strictement économique, il y a également toute la perspective biologique et écologique des différentes autres espèces qui vivent dans le lac qui doit être prises en considération. Le chapitre 7 de

³⁷ J.Zaouali, M.J.Elloumi, et J.Thlibi (ANPE): Les Lagunes tunisiennes, Promotion de la Pêche dans le cadre d'un Développement durable, Tunis, le 18 et 19 janvier 1996, La Gestion des Lagunes Le cas du Lac Ichkeul.

cette thèse portera sur les multiples conséquences qui ont accompagné les aménagements hydrauliques du site de l'Ichkeul et sur les actions entreprises en vue d'améliorer la situation actuelle.

CHAPTER 5

Évaluation économique du tourisme écologique à l'Ichkeul

1. INTRODUCTION

Le tourisme jusqu'à très récemment essayait de satisfaire des besoins de vacances, de dépaysements... Naturellement, la plupart des pays se sont équipés en conséquence en construisant de multiples complexes hôteliers ou encore en aménageant différents centres de récréation. La Tunisie, de par son climat doux et tempéré, ses 1200 km de côtes, une diversité exceptionnelle de paysages (mer, plages, oasis, Sahara), sa proximité géographique avec l'Europe et sa riche histoire a également évolué en ce sens-là. Au lendemain de l'indépendance elle s'est engagée à développer un tourisme basé sur l'aménagement de son littoral. Et aujourd'hui, le tourisme balnéaire représente plus de 20% du PNB³⁸ en comptant les effets d'entraînement sur les différents secteurs de l'économie tels les transports, l'artisanat, l'agriculture ect...

³⁸Rapport de la commission sur la promotion du tourisme culturel, Mars 1995, Office national du tourisme tunisien, p 1-2.

A l'aube du XXI siècle, on observe une nette tendance à la diversification du tourisme traditionnel de la plupart des pays. Désormais on s'intéresse à de nouveaux critères de sélection qui prennent en considération l'attrait écologique et culturel qu'un pays a à offrir. On qualifie ce type de tourisme d'écologique. Sommairement ce tourisme se propose de faire découvrir la beauté des sites naturels d'un pays dans un esprit de préservation et d'harmonie avec l'environnement

Le parc national de l'Ichkeul riche de son appartenance aux trois conventions d'envergure internationale vantant sa spécificité, son unicité, sa richesse floristique, faunistique et historique a su attirer bon nombre de touristes nationaux et internationaux. Ces derniers sont visiblement à la recherche d'un cachet spécifique, puisqu'il semble évident à première vue que le type de tourisme qui y est proposé ne correspond pas à l'idée traditionnelle que les gens se font du tourisme. De nombreux groupes spécialisés parmi lesquels on peut citer les curistes, les ornithologues, les amoureux de la nature, archéologues et artistes ont ainsi visités le Parc National de l'Ichkeul.

Les curistes, y ont été attiré par la légende qui entoure ces sites. Ils sont pour ainsi dire les plus anciens clients des cinq hammams³⁹ du Parc National de l'Ichkeul. Cette légende populaire a laissé croire aux habitants que les sources d'eau chaudes du Djebel bénéficiaient de la bénédiction d'un Saint répondant au nom de «Rijal Al Arbaïn», capable de guérir les pires maux. Dans le contexte d'un pays où les croyances alimentent la vie quotidienne, il est facile de

³⁹bains maures.

comprendre que ces lieux ont su attirer depuis plusieurs générations maintenant, par le seul mythe qui les entouraient, de nombreux curistes. Les cinq Hammans se trouvent dans l'enceinte Est du Djebel de l'Ichkeul. Ils ont été construits au temps des romains et la fréquence des visites témoigne de la grande popularité de cet endroit (tableau 5.2). Parallèlement à l'intérêt mythique des Hammans qui attiraient les curistes, on mentionnera les caractéristiques historiques du Parc National de l'Ichkeul qui ont intéressé au cours de ces dernières années de plus en plus d'archéologues. En effet, ces derniers au cours de fouilles paléontologiques ont découvert de nombreux fossiles de mammifères géants (mastodontes, éléphants, rhinocéros) remontant au tertiaire ainsi que de nombreux outils en silex et des ruines Romaines. Ces vestiges du passé ont été retrouvés aussi bien au niveau des sources chaudes, des anciens marabouts, des berges du lac ainsi qu'au niveau des marais. Le Djebel pour sa part, abrite une grande grotte fréquemment visitée par les touristes, où l'on trouve des stalagmites et des stalactites ainsi que sept espèces de chauve-souris

Par ailleurs, le site de l'Ichkeul outre ses bienfaits thermiques et sa riche histoire bénéficie d'un magnifique paysage bucolique qui a dernièrement été le lieu de tournage d'un film-opéra: *Mme Butterfly* de coopération franco-japonaise⁴⁰. Mais, il n'en demeure pas moins vrai que la principale attraction du PNI est très certainement son importante avifaune aquatique. Cette dernière a su attirer au fil des années de nombreux ornithologues et observateurs, impressionnés par la grande capacité d'accueil de ce site. Plus d'une centaine de milliers d'oiseaux d'eau (100 000 à 200 000) s'y trouvent et s'y alimentent, soit une densité jusqu'à 5 à 7 fois plus grande que celles des quartiers d'hiver les plus connus comme les

⁴⁰ Journal La Presse, Montréal. Samedi 27 Janvier 1996, cahier C.

marismas de Guadalquivir, le delta de l'Ebre en Espagne, et la Camargue (où la chasse est le facteur limitant⁴¹).

	Ichkeul (Tunisie)	Camargue (France)	Guadalquivir (Espagne)	Languedoc-Roussillon (France)
Surface (en ha)	13000	80000	90000	35000
	140000	130000	200000	25000
Effectif moyen des maximas des anatidés et des foulques				

Tableau 5.1: capacité d'accueil des anatidés et des foulques pour quelques parcs nationaux, source: (Tamisier, 1986)...

Pour ne citer que ces catégories de visiteurs, nous conviendrons que cette zone humide d'importance internationale a en effet été la destination de nombreux visiteurs. Au cours d'une randonnée pédestre, ces derniers ont l'occasion d'emprunter une longue route en escalier qui abrite à mi-niveau un bâtiment couleur pourpre bâti en granit soigneusement taillé: l'écomusée outil de promotion et de valorisation du tourisme écologique à l'Ichkeul. Cet édifice ouvert depuis 1989 s'adresse à tous ceux qui veulent en savoir davantage sur le Parc National de l'Ichkeul. Il abrite entre autre une exposition permanente des diverses espèces de palmipèdes qui s'y trouvent: foulque macroule, fuligule milouin... La Direction Générale des Forêts a mis des guides compétents à contribution pour animer ce petit centre et transmettre aux visiteurs de tout âges l'essence et l'esprit du Parc National de l'Ichkeul, son système laguno-

⁴¹Approche intégrée du Parc National de l'Ichkeul, par Josch Matera, Année académique 1994-95, p34.

lacustre, sa luxuriante végétation et son importance pour les milliers d'oiseaux d'eau qui y hivernent. Des activités incluant des circuits nature équestres et pédestres bordés d'une magnifique végétation, ont commencé à se développer, pour permettre de mieux apprécier la richesse écologique du parc et plus généralement encore celle du Nord tunisien. Ces circuits sont d'autant plus intéressants qu'ils ne nécessitent pas d'infrastructures lourdes. De plus, ils semblent être particulièrement indiqués durant les basses saisons (automne - hiver - printemps) du tourisme balnéaire qui, jusque là était typique à la Tunisie en permettant aux visiteurs de loger dans les complexes hôteliers des villes avoisinantes (Mateur, Bizerte).

Toutefois, outre les bénéfices esthétiques et écologiques qui résultent de la conservation du Parc National de l'Ichkeul, il est indispensable d'ajouter à cela les bénéfices économiques qu'une telle action apporterait. La Tunisie, il ne faut pas l'oublier fait face aux yeux de la population tunisienne à des problèmes autrement plus importants que le respect de l'environnement. A cet égard, il est nécessaire que le gouvernement puisse justifier son action en mentionnant le rendement économique de taille qui proviendrait du tourisme écologique à l'Ichkeul. Pour cela, il s'agit d'évaluer les bénéfices économiques à travers la méthode du Travel Cost.

2. ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE L'ÉCOTOURISME.

2.1 LA MÉTHODE DU TRAVEL COST

La méthode du Travel Cost est celle que nous nous proposons d'utiliser aux fins de notre évaluation économique du tourisme écologique à l'Ichkeul. Brièvement, cette

méthode consiste à dériver la fonction de demande d'un site soit la relation empirique entre le prix d'une part et le nombre de voyage d'autre part:

$$(1) \quad Q = f(P, X)$$

où Q est le nombre de voyage, P est le prix et X l'ensemble des variables socio-économiques qui peuvent influencer la fonction de demande telles le revenu, l'éducation, l'attrait culturel, l'âge...

2.2 SPÉCIFICATION DU MODÈLE.

Le parc national de l'Ichkeul a su attirer de par sa richesse écologique (faunistique et floristique) bon nombre de touristes internationaux et nationaux. A titre indicatif, le tableau 5.2 nous donne une meilleure idée du nombre respectif de ces deux catégories de touristes de 1990 à 1995.

Touristes		Hammams	
Touristique		Hammams	
	35023	3718	38 741
	33523	1665	35 288
	36286	1562	37 848
43053	7342	3634	54 029
40325	2538	3788	46 651
36632	3688	3594	43 914

Tableau 5.2: Effectifs annuels des visiteurs du PNI Source: Administration du PNI à l'écomusée

L'analyse des données du tableau 5.2 accuse une sérieuse baisse dans le tourisme national depuis 1993 et une baisse relativement modeste au niveau du tourisme internationale. La répartition par pays des visiteurs étrangers à partir de 1993 est disponible en annexe 4. Nous allons, aux fins de notre évaluation économique de l'écotourisme internationale, nous concentrer sur l'année 1994 qui nous offre une meilleure diversité dans l'origine géographique des visiteurs⁴². Considérons un groupe d'individu de 3788 touristes étrangers (réparti en 40 pays), soit: Q le nombre de visiteurs par pays, soit R le PNB per capita de ces pays et soit A le taux d'alphabétisation. Tel que Q est caractérisé par le modèle linéaire suivant:

$$(2) \quad Q = a + bP + cR + dA + \varepsilon,$$

⁴² Le choix d'une année spécifique à défaut de trois années consécutives s'explique par la faible différence des variables indépendantes d'une année à l'autre ais aussi de l'indisponibilité de ces données dans certains cas.

où a , b , c , d sont les paramètres et ε est le terme d'erreur que nous supposerons linéaire et normalement distribué.

Pour les visiteurs français par exemple, nous supposerons que P correspond au coût du coût du billet d'avion de capitale à capitale, auquel on ajoute le coût de transport de Tunis au Parc National de l'Ichkeul (évaluer en mesurant la distance en Km à l'aide d'une carte conventionnelle et en convertissant cette distance en terme monétaire selon le coût par km). Implicitement, nous poserons donc par hypothèse que tous les visiteurs étrangers visitent le Parc National à partir du District de Tunis. Nous nous proposons d'évaluer notre modèle linéaire selon la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Nous anticipons à cet effet une relation négative entre le coût du billet d'avion et le nombre de visites ($dQ/dP < 0$). Une relation positive entre le PNB per capita et le nombre de voyage, relation que l'on peut comprendre intuitivement lorsqu'on considère cette variable comme indicatrice du niveau de vie d'un pays. Et une relation également positive entre l'alphabétisation et le nombre de visite qui suggérerait l'idée que plus un individu est éduqué, plus il accorderait de l'importance à l'environnement.

2.3 LES DONNÉES

L'insuffisance des données disponible nous oblige à considérer certaines hypothèses: tout d'abord nous conviendrons que les visiteurs étrangers de l'Ichkeul ont tous atterri à l'aéroport de Tunis-Carthage et une fois en Tunisie, le District de Tunis est leur point de départ en destination du Parc National de l'Ichkeul.

2.3 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Soit l'estimation suivante (annexe 5):

$$(3) Q_i = 0.18354 - 0.5199E-03 P_i + 0.177673E-04 R_i + 0.5220E-02 A_i,$$

standart error	(0.7410)	(0.3214E-03)	(0.2167E-04)	(0.9766E-02)
statistique t	0.2477	-1.618	0.8197	-0.5878

$R^2 = 0.1144$ $i = 1, \dots, 40$

$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$

2.3.1 Analyse des résultats

Tout d'abord, à première vue, c'est la faiblesse du R^2 qui frappe le lecteur. Ce dernier d'une valeur de 0.1144 signifie clairement que la proportion de la variation totale expliquée par la régression $\pm 11\%$ n'est vraiment pas élevée. Toutefois, cette faiblesse peut s'expliquer (i) par le type de donnée agrégée à coupe transversale, (ii) par le fait qu'on ne sache rien des visiteurs de ce parc: sont-ils résidents en Tunisie? Quel est le motif de leur séjour en Tunisie? A quelle saison leur visite a eu lieu? etc... (iii) mais aussi par la considération dans notre régression de certains pays non-représentatifs. On se propose de partiellement remédier à cette faiblesse en considérant dans notre régression que des pays représentatifs. L'analyse du tableau des effectifs annuels, disponible en annexe 4, indique certaines observations, que l'on pourrait considéré comme non représentatives. La Chine en est un parfait exemple, puisqu'en 3 ans le Parc National de l'Ichkeul n'a été visité que par 3 représentants de ce pays. C'est également le cas des écossais, des bosniaques, des roumains etc. A cet égard, nous nous

proposons d'évaluer l'impact sur la régression de la non considération de certains pays susceptibles de biaiser les résultats.

$$(4) Q_i = 0.30753 - 0.022062 P_i + 0.00061132 R_i + 0.062632 A_i$$

standart error 1.127 0.9131E-04 0.3821E-04 0.1347E-01

statistique t 0.2729 -2.416 1.6 0.4649

$$R^2 = 0.2091$$

$$i = 1, \dots, 27^{43}$$

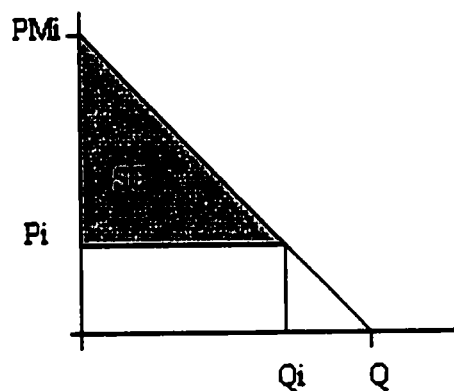
$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Le R^2 est relativement meilleur quoique toujours très faible. Néanmoins, pour les fins de notre évaluation, nous nous baserons sur ces derniers résultats. Il est évident à cette étape que la faiblesse observée du R^2 s'explique notre choix de variables. Malheureusement, nous n'avons pas pu mieux faire, étant donné le manque évident de données disponible auquel nous avons été confrontés. Relativement aux signes des paramètres, nous remarquerons qu'ils correspondent aux signes que l'on avait anticipé: une relation négative entre le prix et le nombre de visite, une relation positive entre le revenu et le nombre de visite et un coefficient également positif pour la variable d'alphabétisation. Toutefois, il s'agit d'être prudent quand à l'interprétation puisque les statistiques t de ces coefficients ne sont pas significatifs à 5%. Mentionnons par ailleurs que cette régression ne semble pas suggérer d'évidence d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation.

⁴³ Les 14 pays non considérés sont: Bahrein, Colombie, Chine, Egypte, Iran, Jordanie, Japon, Koweït, Maroc, Russie, Roumanie, Ukraine, Argentine et Irak

2.3.2 Surplus du consommateur pour le groupe i , $i=1, \dots, 27$

L'évaluation du surplus du consommateur constitue la dernière étape de l'évaluation économique du tourisme écologique à l'Ichkeul. Le graphique 5.1 présente le modèle théorique que nous allons appliquer à notre estimation du tourisme écologique à l'Ichkeul pour tous les pays concernés.



$$(4) Q_i = 0.30753 - 0.022062 P_i + 0.00061132 R_i + 0.062632 A_i$$

- PM_i : est le prix maximal (choke price), au delà duquel le nombre de visite tombe à zéro,

$$(5) PM_i = (0.30753 + 0.00061132 R_i - 0.062632 A_i) / 0.022062$$

- P_i : est le prix actuel (soit le prix du billet d'avion de capitale à capitale), plus le coût de transport du district de Tunis au Parc National de l'Ichkeul,

- Q_i : correspond à la valeur estimée en substituant les valeurs R_i , P_i et A_i , dans l'équation

$$(4) Q_i = 0.30753 - 0.022062 P_i + 0.00061132 R_i + 0.062632 A_i$$

- (6) $SC_i = (P_{Mi} - P_i)Q_i / 2$

Le tableau 5.3 disponible en Annexe 6 présente la valeur de Q_i obtenu en substituant respectivement les valeurs de R_i , P_i et A_i dans l'équation (4). Le prix maximal au delà duquel le nombre de visite à l'Ichkeul de chaque pays tombe à zéro (estimé en substituant les différentes valeurs de R_i et A_i dans l'équation (5)). La différence qui existe entre le prix maximal et le prix actuel. Et enfin, ce même tableau présente le surplus du consommateur de chaque pays tel que: $SC_i = Q_i (P_{Mi} - P_i) / 2$ en substituant les valeurs nécessaires dans l'équation (6). Nous portons à l'attention du lecteur que le prix maximum au delà duquel le nombre de visiteurs d'un pays tombe à zéro est parfois inférieur au prix actuel, ceci est par exemple le cas de l'Arabie Saoudite, plusieurs raisons peuvent expliquer cette situation: (i) tout d'abord la faiblesse du R^2 que l'on a obtenu avançait déjà l'hypothèse d'éventuelles difficultés ultérieures, par ailleurs (ii) nous expliquons également cela par le fait que lors de nos calculs nous n'avons pas tenu compte du terme d'erreur de l'équation originale. Terme qu'on ne peut considérer lorsqu'on évalue des relations exactes. Auquel cas, nous avons estimé un terme d'erreur de 0 alors que selon toute probabilité le terme d'erreur est positif dans certains cas, finalement, (iii) nous expliquerons cela par le fait que nous n'avons aucune indication précise quand au contexte de visite des touristes étrangers à l'Ichkeul. Est-ce dans le contexte d'un tourisme balnéaire? D'affaire? Ou alors se sont-ils déplacés spécialement

pour avoir le privilège de visiter un tel site? Face à tant de points d'interrogations nous admettrons l'idée que certains visiteurs étrangers de l'Ichkeul, étaient déjà en Tunisie.

Ayant admis cette hypothèse, il s'agit de considérer à cette étape, la somme de tous les surplus du consommateur. Le total obtenu de l'ordre de 48,356.49 \$US correspond au surplus total de tous les consommateurs en l'occurrence de tous les visiteurs internationaux (soit 3586 visiteurs si l'on tient compte de ceux que l'on n'a pas considéré), soit une moyenne de 13.48 \$US par touriste international toute origine confondue. Supposons parallèlement à cela que le touriste national soit prêt à payer le tiers⁴⁴ de la valeur estimée soit approximativement 4.5 \$US ($13.48 / 3$). Sachant qu'en 1994 il y a 42 863 touristes nationaux, on estime à 192 883.5 \$US ($42\ 863 \times 4.5$) le surplus du consommateur du tourisme national à l'Ichkeul en 1994. Soit un bénéfice brut pour le tourisme national et international de 241 240 \$US ($192\ 883.5 + 48\ 356.49$).

2.3.6 Modèle théorique de l'évaluation du tourisme national

L'évaluation du tourisme national⁴⁵ correspondait à notre objectif initial. Cependant le manque de donnée auquel nous avons eu à faire face, nous a poussé à évaluer le tourisme internationale. Toutefois, nous allons au cours de cette section présenter le modèle théorique originale pour l'année 1994 que nous jugeons particulièrement intéressant. La Tunisie comptait en 1994 près de 8,735 555 habitants pour une superficie totale de 163, 610 000

⁴⁴ le tiers du tourisme internationale nous semble être raisonnable lorsqu'on tient compte du coût d'opportunité, du coût du litre d'essence en Tunisie et de la distance en kilomètre.

⁴⁵ Dave Tobias and Robert Mendelsohn, Valuing Ecotourism in a tropical Rain Forest Reserve, Ambio Vol, 20 NO.2 April 1991.

km², sa densité de population était de 57 habitants au km². Géo-politiquement, le pays se divise en 21 gouvernorats (7 régions majeurs) soient: *le district de Tunis* (Tunis, Ariana, Ben Arous), *la région du Nord-Est* (Nabeul, Zaghouan, Bizerte), *du Nord-Ouest* (Jendouba, le Kef, Siliana), *du Centre-Ouest* (Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid), *du Centre-Est* (Sousse, Monastir, Mahdia, Sfax), *du Sud-Ouest* (Gafsa, Tozeur, Kébili) et enfin *la région du Sud-est* qui comprend les gouvernorats de Gabés, de Medenine et de Tataouine. Le tableau 5.4 de l'annexe 7 met de l'avant les superficies, populations, densité et taux d'analphabétisation des différents gouvernorats cités. Aux fins de l'évaluation économique du tourisme national à l'Ichkeul, il s'agit d'utiliser chacun des 21 gouvernorats définit, comme étant une observation représentative. Le tourisme à l'Ichkeul s'est élevé en 1994 à 42 863 visiteurs, cependant ne disposant d'aucune indication précise sur l'origine géographique des visiteurs de ce parc, nous allons nous baser sur une proportion de visiteurs par gouvernorat et par région définie. Ainsi par exemple, nous avons considéré que 4325.42 ⁴⁶ visiteurs du gouvernorat de Tunis auront visité l'Ichkeul soit environ 10% des 42863 touristes nationaux. Mais, il s'avérait alors que l'effet de distance, d'éducation et de richesse ne sont plus compatibles. En effet, nous savions intuitivement qu'il était plus difficile de venir au parc lorsqu'on habite à Nefta qu'à Tunis (voir distance en km dans le tableau 5.4). En fait, c'est ce manque de données relatif à l'origine géographique des visiteurs nationaux qui pose le handicap majeur jusqu'à empêcher l'évaluation économique du tourisme national. Relativement aux distances, il s'agit d'évaluer la distance en km qui sépare les différentes régions et gouvernorats du Parc National (en ayant recours à une carte conventionnelle), puis de convertir cette distance en

⁴⁶ (nombre total de visiteurs * population d'une région) / la population tunisienne totale.

terme monétaire en utilisant un coût moyen estimé par km et par personne de 0.100 DT⁴⁷. Ce coût moyen nous semble représentatif de la réalité dans la mesure où il inclut le prix de l'essence et le coût d'opportunité perdu suite à ce voyage. Mais, le lecteur peut toutefois s'il le désire ajuster ce coût puisque le surplus du consommateur est directement proportionnel au coût par km. Dès lors, il est possible de dériver la fonction de demande que nous supposons linéaire:

$$(3) \quad Q = a_0 + a_1P + a_2X_1 + a_3X_2 + \varepsilon \quad \text{où;}$$

- ε est le terme d'erreur que nous supposons indépendant et normalement distribué;
- a_0 est la constante;
- P est le coût de transport soit la distance converti en terme monétaire. Par exemple le prix serait pour le district de Tunis de $0.100 \times 78,67 = 7.867$ DT;
- X_1 est la variable socio-économique de la densité de population par gouvernorat et par région. Cette variable expliquerait la relation entre la densité de la population et le taux de visite à l'Ichkeul;
- X_2 est la variable socio-économique du taux d'analphabétisation par gouvernorat et par région. Cette variable expliquerait le lien entre le taux de visite à l'Ichkeul et le niveau d'éducation du gouvernorat concernée.

⁴⁷ Ce montant approximatif a été estimé en tenant compte du prix de l'essence, du prix des transports publics et du coût d'opportunité.

Équation à estimer selon la méthode des MCO (moindres carrés ordinaires).

2.4 L'EFFORT TOURISTIQUE

De nombreux investissements aussi bien humain que matériel ont été fait en vue d'assurer l'administration du Parc National de l'Ichkeul. Il est nécessaire aux fins de notre évaluation de comptabiliser tous les coûts qui entrent en ligne de compte en 1994 (de l'ordre de 53299 \$ US) et de déduire ce montant des bénéfices de l'écotourisme que nous avons calculé au cours de la partie précédente. Rappelons à cet égard que l'administration et la gestion du Parc concerné relève de l'arrondissement des forêts du CRDA de Bizerte (Centre Régional de Développement Agricole).

2.4.1 Investissement humain

Le Parc National de l'Ichkeul emploie: 31 employés qui se décomposent en 5 catégories comme indiquées dans le tableau suivant. .

Nombre	Titre	Salaires Journalier	Coût Total en DT	Coût annuel
1	Commis administratif	10	10	3650
1	Responsable de l'écomusée	8	8	2920
1	Responsable du centre d'accueil	8	8	2920

Nombre	Titre	Salaires Journalier	Coût Total en DT	Coût annuel
16	Ouvriers occasionnels	7	112	4704*
11	Gardiens permanents	7	77	28 105
	TOTAL		215	42 299 DT

Tableau 5.5: Coûts salariaux en 1994

2.4.2 Équipements et entretien

L'administration du Parc National de l'Ichkeul possède: 1 voiture, 3 moto-cyclettes, 5 chevaux, 1 presse-paille, 1 piste carrossable de 7 km, 1 écomusée, 1 logement pour le conservateur, 1 bureau, 7 aires de détente autour de l'écomusée et 1 centre d'accueil. Il s'agit à ce niveau de comptabiliser les différents frais qui entrent en considération pour l'année 1994. Relativement en frais de carburant, on estime une consommation équivalente à 2000 DT. En frais d'entretien des bureaux pistes, aires de détente approximativement 7000 DT ont été investi en ce sens. Et près de 2000 DT ont été investi pour tout ce qui va de pair avec l'entretien (alimentation...) des chevaux. Le tout pour un total de: $2000 + 7000 + 2000 = 11000$ DT, soit environ 11000 \$US.

2.5 BÉNÉFICES DU TOURISME ÉCOLOGIQUE

	Montant
Surplus total du consommateur (tourisme national et international)	241 240
Investissements en équipement et en entretien	- 11 000
Investissements humain	- 42 299
Bénéfices nets du tourisme écologique	187 941

Tableau 5.6: Bénéfices nets du tourisme écologique.

3. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Nous mentionnerons dans cette conclusion que nous avons au cours de notre recherche procédé à de nombreux essais en vue de choisir la meilleure régression. Nous avons considéré l'introduction de différentes variables binaires qui capteraient l'attrait linguistique. La première variable binaire, prenait la valeur de 1 pour tout pays arabophone ou francophone et 0 autrement tandis que la deuxième valeur binaire prenait la valeur de 1 pour la langue italienne, germanique et anglaise et 0 autrement. Mais, les résultats obtenus n'étaient pas concluants étant donné le manque de précisions des données disponible quand à la saison , du motif de visite.... Nous pouvons néanmoins en conclusion affirmer que cette nouvelle tendance touristique prend de plus en plus d'ampleur. De plus en plus de pays investissent dans ce type de tourisme, et de plus en plus d'agence de voyage offrent des panoplies de suggestions répondant au thèmes "voyage nature". La Tunisie riche de la diversité de ces paysages: oasis, Sahara, mer, montagnes lac et marais peut faire face à cette concurrence mondiale en s'équipant en conséquence et en investissant dans ce type de tourisme. Nous allons au cours de cette partie essayer de mettre de l'avant certaines propositions qui agiraient en faveur du tourisme

écologique national et international. Nous ne prétendons en aucun cas détenir la Solution, mais nous espérons tout de même trouver écho de nos propos quelque part. Les rendements touristique nets de l'ordre de 187941 \$US en 1994 mérite très certainement un meilleur effort de valorisation et de conservation. Tout d'abord, il serait grandement temps d'améliorer davantage l'image extérieure du Parc National. En effet, la fermeture des carrières en décembre 93 a soulagé tous ceux qui s'intéressaient à ce parc. Cependant, il est clair aux premiers abords que les versants Sud et Ouest ont été très atteints. Les versants concernés, offrent un spectacle navrant qui ne correspond pas à l'image qu'un visiteur se fait d'un parc national. Cette situation rend difficile la promotion d'un tourisme écologique à l'Ichkeul qui nécessite rappelons-le, une présentation irréprochable. Il est probablement trop tard voire impossible de régénérer la végétation d'origine, mais il est encore temps d'agir et d'embellir l'aspect extérieur du site. Il serait possible d'exploiter les dégâts du passé en expliquant aux visiteurs la richesse des roches du Djebel, de leur montrer comment se faisait l'extraction de matière brute, comment la traiter pour produire des produits finis... Il est grand temps d'agir, la réhabilitation des carrières doit absolument figurer en première ligne dans les projets futurs de la sauvegarde du Djebel Ichkeul. Relativement à la promotion touristique il est primordial d'investir pour ce type de tourisme encore très mal connu et de ne pas lésiner sur la valorisation aussi bien nationale qu'internationale. A l'échelle internationale, il s'agirait par exemple d'associer la visite d'un jour d'un touriste à l'Ichkeul à une visite de tout le Nord-Ouest tunisien: Tabarka, la côte du corail, site unique est dotée d'une morphologie sous marine très complexe d'une richesse faunistique et floristique exceptionnelle; Ain-Draham, pour sa part, offre un paysage de montagne seulement à 30 km du littoral de Tabarka, ect. Relativement au tourisme national, il est indéniable que le parc national de l'Ichkeul est

encore très mal connu au sein même des tunisiens, ceci révèle une lacune dans la promotion, idéalement chaque tunisien le moins éduqué devrait avoir une idée sur la richesse écologique tunisienne, l'introduction dans le système d'éducation primaire d'un programme écologie nationale inciterait les différents instituteurs à organiser des excursions scolaires si la distance le permet ou si ce n'est pas possible, tout du moins les élèves connaîtront l'existence de ce parc. Le territoire tunisien n'est pas vaste. Il est par conséquent incompréhensible de nos jours qu'un(e) élève, étudiant(e) ou fonctionnaire ne connaisse pas l'existence de ce parc. Parmi les efforts faits on mentionnera l'effort de l'administration postale tunisienne qui a émis le 24 décembre 1994 une série de timbres consacrés au Parc National de l'Ichkeul, représentant quatre espèces représentatives de la faune de ce site: l'oie cendrée, le fuligule milouin, le buffle d'eau et la loutre⁴⁸. Cette contribution, tout en servant un intérêt économique promeut une partie du patrimoine nationale à l'échelle internationale.

⁴⁸Article de «La Presse» du 26 Mars 1995, intitulé *le Parc National de l'Ichkeul*.

CHAPITRE 6

Les aménagements hydrauliques de l'Ichkeul: une évaluation économique.

1. INTRODUCTION

Un plan national décennale de rationalisation et de mobilisation des eaux envisageant la construction de 22 grands barrages, 102 barrages collinaires, 1000 lacs collinaires⁴⁹ et 2000 unités d'épandage des eaux sur la grandeur du territoire a été mis en place en Tunisie par le plan directeur des eaux. La Tunisie, dont les 4/5 du territoire sont situés en région arides ou semi-arides, ne peut négliger l'importance de la ressource eau. Les demandes sans cesse croissantes du secteur urbain et agricole confirment l'urgence de la gestion efficace de cette ressource. Naturellement certaines régions, les plus humides seront davantage affectées par ces grands aménagements hydrauliques. Le gouvernorat de Bizerte en général et le Parc National de l'Ichkeul en particulier sont concernés par ces aménagements hydrauliques... Lors de notre présentation, nous avons particulièrement insisté sur la riche alimentation en eau douce du lac Ichkeul (il reçoit annuellement et en moyenne 405 Millions de m³ dont 63 issues des précipitations et environ 342 des oueds).

Dans la zone de l'Ichkeul, le plan directeur des eaux du Nord a entrepris trois projets majeurs:

(i) la construction de barrages, (ii) le projet d'assainissement de la plaine de Mateur et (iii) la

⁴⁹Étude de la pression urbaine sur les terres agricoles, Tunisia Agriculture, notre agriculture au summum de sa mutation qualitative, M'Hamed Ben Rejeb Ministre de l'agriculture, N.9 Mai, Juin, Juillet 1995, p5.

construction de l'écluse de Tinja. Nous allons au cours de ce chapitre présenter ces aménagements en mettant l'emphasis sur les coûts et les bénéfices qui ont été générés. Par là même, il s'agira de discuter le dilemme du gouvernement tunisien qui doit, tout en prônant des actions pour le développement, préserver l'environnement naturel qui entoure les zones concernées par les aménagements hydrauliques.

2. LES AMÉNAGEMENTS DE L'ICHKEUL

La richesse hydraulique du site de l'Ichkeul a suscité l'intérêt du Plan Directeur des eaux du Nord qui y a prévu la construction des barrages de: Joumine, Ghézala, Sejnane, Douimis, Melah et Tine aux abords des oueds qui alimentent le lac. Ces barrages ont pour objectif de stocker le débit du bassin versant en vue d'alimenter en eau potable les gouvernorats de Tunis, de Bizerte et du Cap Bon, et de satisfaire certains besoins agricoles en ayant recours à l'irrigation. Une fois fonctionnels ces barrages devraient contrôler près de 70% de l'apport total des eaux. A ce jour, trois barrages (Joumine, Ghézala et Sejnane) sur les six prévus ont été construits.

2.1 LES BARRAGES

2.1.1 Joumine

Le premier barrage à avoir été construit dans la région de l'Ichkeul est celui de Joumine et sa mise en eau remonte au 6 Octobre 1983. L'aire de son bassin versant est de 418 km² et les apports annuels moyens de l'oued du même nom sont de 74,000,000 m³. Le barrage de Joumine dispose d'une capacité de rétention de 130 Mm³ (million de m³) d'eau douce, le

débit d'eau contrôlé par ce dernier sert à contribuer au transfert d'eau destiné à l'irrigation du Cap Bon et du gouvernorat de Bizerte et à alimenter en eau potable le Grand Tunis, la région de Bizerte.

2.1.2 Ghézala

Le barrage de Ghézala est le second barrage à avoir été construit et sa mise en eau date du 6 octobre 1984. Il est de taille beaucoup plus modeste que le précédent avec une aire de bassin versant de 48 km² et une capacité de rétention d'eau de 11,7 Mm³. L'eau retenue par le barrage de Ghézala est strictement réservé à l'irrigation.

2.1.3 Sejnane

Sejnane dont la mise en eau remonte à Mai 1994 dispose d'une capacité de rétention de 122 Mm³, avec près de 367 km² d'aire de bassin versant et plus de 100 Mm³ en apport annuel moyen. Le débit d'eau stocké annuellement depuis sa mise en eau vise également à répondre aux besoins hydrauliques urbains et agricoles: (i) en alimentant en eau potable les gouvernorats de Tunis, du Cap Bon et de Bizerte, (ii) en irriguant de nouvelles surfaces agricoles, (iii) en assurant le transit des eaux de l'extrême nord régularisé vers la partie centrale du pays⁵⁰.

2.1.4 Tine, Melah et Douimis

Tine, Melah et Douimis correspondent aux trois derniers barrages que le Plan Directeur des eaux du Nord avait envisagées sur le site de l'Ichkeul. Ils ont respectivement une capacité de

⁵⁰ Idem.,

réention de 10.8 Mm³, 24.9 Mm³, 34.8 Mm³ d'eau douce. Les coûts de construction s'élèveront respectivement à 40, 15 et 40 millions de DT et l'eau stockée servira surtout à satisfaire les irrigations locales. Toutefois suite aux problèmes environnementaux causés par la mise en eau de Joumine, Ghézala, Sejnane et les années de sécheresse qui ont durement frappé la Tunisie, la construction de ces barrages a été reportée à une date ultérieure⁵¹.

2.2 ASSAINISSEMENT DE LA PLAINE DE MATEUR

Les plaines que nous appellerons communément les plaines de Mateur forment avec le lac Ichkeul une vaste dépression d'une superficie totale de 450 km², situées à l'extrême Nord de la Tunisie en bordure Sud du lac et du Djebel Ichkeul. Ces plaines sont alluviales, entourées de montagnes au pied desquelles on trouvait dans les parties basses des marécages, entretenues par les crues. Il prédominait sur environ 16 407 ha une agriculture céréalière et fourragère à faibles rendements essentiellement due aux mauvaises conditions qui prévalaient sur le sol de la région. En effet, le sol manifestait des problèmes de nature hydrographique qui favorisaient les inondations, des problèmes d'ordre hydromorphiques telles la nature lourde des sols (empêchant la bonne infiltration des eaux de surface), les méthodes culturales, en billons qui provoquent un drainage insuffisant tout en limitant la mise en valeur intensive, et aussi par le haut niveau des nappes phréatiques qui affleure par endroit particulièrement durant les saisons humides. Toutes ces raisons influençaient négativement et à des degrés plus ou moins importants la productivité agricole de cette région alors que les aptitudes culturales du sol étaient telles qu'elles pouvaient offrir de meilleurs rendements. Or, la Tunisie se devait pour faire face à sa croissance démographique, d'exploiter tout le potentiel des surfaces agricoles

⁵¹ Idem.,

d'où le besoin d'assainir cette plaine, qui allait une fois aménager, notablement améliorer la productivité de la région tout en protégeant une grande partie des surfaces agricoles.

Relativement à ce dernier aspect, il est vrai que de nombreux experts ont manifesté leurs inquiétudes, suite à la mise en eau des barrages et le manque manifeste d'eau douce qui en découlait. Il s'opérait progressivement une salinité des eaux du lac et par la même une salinité des nappes ce qui, à long terme, se solderait par la perte de près de 1800 ha⁵² agricole. Le projet de drainage des zones basses (aval de Joumine, Ghézala et Melah) porte sur une superficie de 5500 ha. Il est tributaire de la mise en place d'un réseau de drains enterrés dont l'écartement est de 40m. Les eaux de drains seront évacuées vers les canaux de ceinture qui se déverseront dans le lac gravitairement (si le niveau le permet) ou par refoulement à l'aide de cinq stations de pompage. Le projet d'assainissement pour sa part consistait essentiellement à curer les oueds, à créer de nouveaux canaux, construire l'écluse de Tinja, aménager des canaux secondaires et tertiaires pour collecter les eaux d'assainissements et le drainage de la plaine vers les canaux principaux. La mise en valeur finale des périmètres des plaines de Mateur prévoit la création sur les meilleurs sols de 3200 ha destinés à l'irrigation, et une extension de l'assolement betteravier (blé, fourrage et légumineuses) en sec partout où la qualité du sol le permettra. De façon alternative, il y aurait un assolement céréaliier (blé, céréale, grain, légumineuse et tournesol). La superficie des périmètres arboricoles pour sa part ne devrait pas changer avec la mise en place du projet.

⁵² Assainissement agricole des plaines du lac Ichkeul, note de synthèse 000020, République tunisienne, Ministère de l'Agriculture Direction du Génie rural, Mai 1982 p7.

Occupation des sols	avec projet (ha)	sans projet (ha)
En irrigué:		
-Arboriculture	366	0
-Assolement Betteravier	2834	0
total irrigué	3200	0
En sec:		
-Assolement betteravier	8088	9978
-Assolement céréaliier	4044	4988
-Arboriculture	415	781
-Parcours améliorés	660	660
total sec	13207	16407
TOTAL:	16407	16407

Tableau 6.1: Occupation des sols avant et après le projet d'assainissement.

Source: Assainissement agricole des plaines du Lac Ichkeul (000016), Ministère de l'agriculture, Direction du génie rural, Février 82.

2.3 L'ÉCLUSE DE TINJA

Parmi les aménagements hydrauliques majeurs de l'Ichkeul, il y a lieu de citer l'écluse de Tinja. Cette écluse, construite en 1989 avait pour objectif de contrecarrer les effets néfastes du contrôle des eaux suite à la mise en eau des barrages de Joumine et de Ghézala. En effet, graduellement le lac Ichkeul accusait un déficit d'eau douce qu'il s'agissait de compenser à défaut de compromettre sa production halieutique et sa capacité d'accueil en oiseaux d'eau.

Dès lors, les autorités compétentes ont considéré la construction de l'écluse de Tinja entre le canal du même nom et le lac pour pouvoir retenir l'eau douce et contrôler l'entrée de l'eau salée. Cette écluse est également

pourvue de passes artificielles pour la remontée des alevins suivant le principe de l'ascenseur. Mais, l'efficacité d'un tel système dépend des connaissances précises sur les besoins nécessaires en eau douce pour neutraliser au maximum les conséquences de la mise en eau des barrages. De nombreuses études, dont la grande majorité étaient sous la tutelle du Ministère de l'Environnement se sont intéressées à quantifier ces besoins afin d'assurer une meilleure gestion de l'écluse. Une fois ces besoins quantifiés et précisés, un désaccord quant à la gestion de l'écluse a opposé les ministères de l'environnement et de l'agriculture versus l'Office National des Pêches. Puisque la mise en eau de l'écluse réduisait considérablement le flux des poissons migrateurs (d'un grand intérêt économique). La capacité de recrutement du lac était fortement amoindri notamment à cause des forts courants se concentrant à la hauteur de ces portes et contrastant la remontée, mais aussi à cause du phénomène d'ensablement dont est affecté le canal de Tinja qui à son tour provoque une réduction des espèces en transit de la lagune vers le lac. Suite à ce problème de gestion, cette écluse n'a su être fonctionnelle que plusieurs années après sa mise en eau. La mise en eau tardive de l'écluse a affecté au niveau halieutique le recrutement des alevins et par là même la production, tandis qu'au niveau environnemental cela a aggravé la situation déjà critique des biotopes aquatiques de l'Ichkeul. Il s'agira donc à la dernière étape de ce chapitre de déduire des bénéfices des aménagements hydrauliques que l'on aura évalué, la valeur de la perte économique de la production halieutique estimée précédemment.

3. VOCATION DE L'EAU CONTRÔLÉE

Comme nous l'avons brièvement mentionné précédemment, l'eau stockée est utilisée aussi bien au niveau agricole qu'urbain et la distribution au fil des années évolue selon les volumes d'eau disponible, et selon les besoins.

	Volume d'eau le 16/04/95	Volume d'eau le 16/04/96
Joumine	47 millions de m ³	122 millions de m ³
Ghézala	3.6 millions de m ³	11 millions de m ³
Sejnane	31 millions m ³	128 millions de m ³
TOTAL	81.6 millions de m ³	261 millions de m ³

Tableau 6. 2-Volume d'eau disponible en 1995 et en 1996.

Source: SECADENORD, Naassen le 16/04/96.

A la lumière de ce tableau, on peut comprendre en effet que la distribution de l'eau puisse varier d'année en année, ainsi par exemple la distribution de 1996 sera plus souple et plus généreuse que celle de 1995.

Les eaux stockées des barrages de Joumine, Sejnane et Sidi El Barrak ⁵³se déversent dans le principal canal du Nord tunisien soit le canal Medjerda - Cap Bon. Ce dernier est en service depuis 1984 et relève de la juridiction de la SECADENORD (Société d'Exploitation du Canal et d'Adduction Des Eaux du Nord) également créé en 1984. Ce canal est d'une

⁵³ Barrage contrôlant de l'eau salée également situé dans le nord tunisien.

longueur de 120 km, il dispose de deux conduites de longueur égales (50 km) respectivement la conduite Sejnane⁵⁴-Joumine et Joumine Canal (fonctionnelle depuis 1984)⁵⁵, qui permettent le déversement des eaux stockées des barrages de Joumine et Sejnane dans le canal.

La répartition des volumes d'eau entre les différents gouvernorats concernés, à l'exception faite du gouvernorat de Bizerte, se fait à la station de pompage de Béjaoua où le mélange avec l'eau salée du barrage de Sidi El Barrak a déjà été effectué. En effet, le gouvernorat de Bizerte est le seul à directement être alimenté par les barrages de Sejnane et Joumine avant le mélange avec les eaux salées de Sidi El Barrek. Ainsi, nous pouvons pour ce gouvernorat déterminer la proportion exacte de participation de chaque barrage dans son effort urbain et agricole.

⁵⁴ La conduite Joumine canal a été construite en 1987, et la jonction Joumine Sejnane en 1995. Les coûts de ces deux aménagements se sont élevés à 38 Millions chaque.

⁵⁵ Société d'exploitation du canal et d'adduction des eaux du Nord le 16/04/96.

JOUMINE

SEJNANE

	Irrigation en Mm ³	Eau potable en Mm ³	Irrigation en Mm ³	Eau potable en Mm ³
1990	7.5×10 ⁶	5.6×10 ⁶	—	—
1991	42.5×10 ⁶	9.5×10 ⁶	—	—
1992	30×10 ⁶	5.8×10 ⁶	—	—
1993	38×10 ⁶	10×10 ⁶	—	—
1994	8×10 ⁶	11×10 ⁶	—	—
1995	10.5×10 ⁶	6.5×10 ⁶	15×10 ⁶ *	2×10 ⁶ *

Tableau 6.3: Alimentation en eau du gouvernorat de Bizerte à partir du barrage de Sejnane et de Joumine

Source: SECADENORD, Naasen le 16/04/96.

*La mise en eau de Sejnane s'est faite en mai 1995

*Le volume d'eau contrôlé par le barrage de Ghézala est strictement destiné à l'irrigation

L'évolution annuelle que l'on observe dans le tableau 6.3 met de l'avant certains faits qu'il est nécessaire de replacer dans un contexte adéquat. Ainsi, on expliquera la faible proportion en eau de 1990 par l'assainissement de la plaine de Mateur qui a eu cours cette année là, tandis que la faible proportion en eau de Joumine et Sejnane en 1994-1995 s'explique par les aléas climatiques telle la sécheresse qui a durement frappé la Tunisie

depuis 1993. A titre indicatif, puisqu'il est impossible d'utiliser ces données dans le cadre de notre étude, nous mentionnerons que le tableau 6.4 présente la répartition de l'eau par gouvernorat concernée à partir du canal Medjerda - Cap Bon, c'est à dire une fois le mélange avec l'eau salée de Sidi El Barrak effectué. En effet, due à un manque de donnée, il n'a pas été possible d'obtenir ces chiffres strictement pour les barrages pertinents à notre travail à savoir Joumine et Sejnane⁵⁶.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
CRDA Nabeul	28×10 ⁶	23×10 ⁶	2.5×10 ⁶	32×10 ⁶	34×10 ⁶	24.4×10 ⁶
CRDA Ben-Arous	2×10 ⁶	2×10 ⁶	20.4×10 ⁶	3×10 ⁶	3.8×10 ⁶	2.7×10 ⁶
SONEDE Tunis- Cap-Bon	54×10 ⁶	40.5×10 ⁶	36.9×10 ⁶	45×10 ⁶	58.5×10 ⁶	67.5×10 ⁶
SONEDE Cap-Bon- Sahel Sfax	25×10 ⁶	38×10 ⁶	38×10 ⁶	44.8×10 ⁶	3.8×10 ⁶	35.7×10 ⁶
SONEDE Bizerte	5.6×10 ⁶	9.5×10 ⁶	5.8×10 ⁶	10×10 ⁶	10.9×10 ⁶	8.3×10 ⁶

Tableau 6.4: Alimentation par gouvernorat à partir du Canal Medjerda- Cap Bon

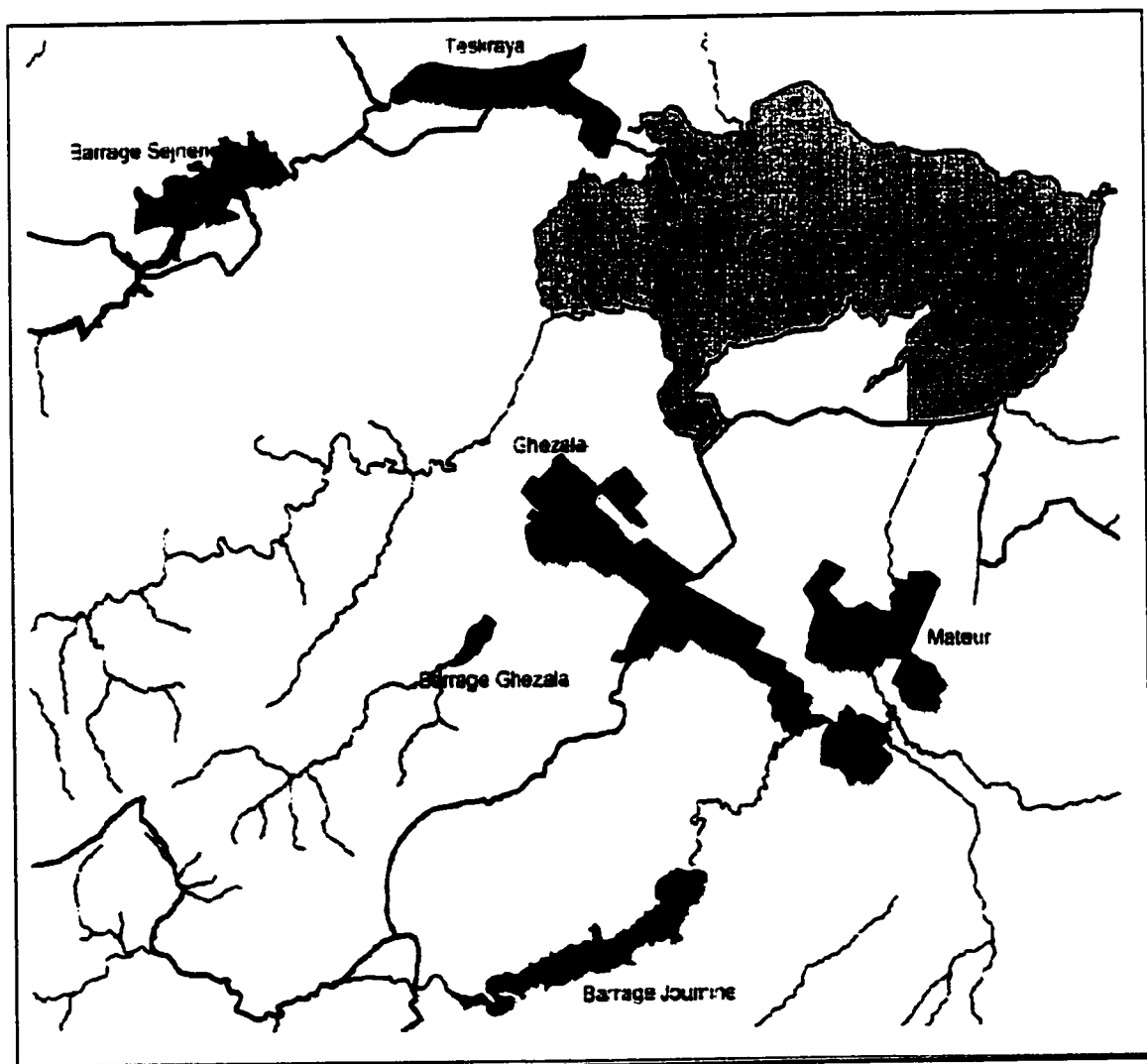
Source: SECADENORD, Naasen, le 16/04/96

⁵⁶ Les eaux du barrage de Ghézala ne se déversent pas dans le canal Medjerda Cap Bon puisqu'elles concernent strictement l'irrigation au sein du gouvernorat de Bizerte.

Les principaux clients d'eau agricole sont les deux Centre Régionaux de Développement Agricole (CRDA) respectivement celui de Ben Arous et de Bizerte, tandis que l'eau potable relève de la juridiction de la SONEDE (Société Nationale d'Exploitation Des Eaux) et cela concerne les tronçons Tunis Cap Bon, Cap Bon Sahel Sfax et Bizerte.

3.1 IRRIGATION

Parmi les 3200 ha destinés à l'irrigation que l'on a identifié au cours de la section relative à l'assainissement de la plaine de Mateur, en 1994, seulement 1739 ha sont irrigués par Joumine depuis 1991 et constituent à proprement parler avec les 289 ha en sec se que l'on a appelé précédemment les Plaines de Mateur. Parmi les 1238 hectares de la localité de Ghézala , 1158



ha sont irrigués depuis 1984 par le barrage du même nom tandis que le reste, soit 80 hectares, sont cultivés en sec. Le barrage de Sejnane pour sa part irrigue près de 780 ha dans la localité de Teskraya depuis Mai 1995.

3.1.1 Productivité agricole de ces superficies, et rendements

3.1.1.1 Avant projet

Le tableau 6.5 présente la vocation par hectare des périmètres de la plaine de Mateur, le rendement par ha, la production totale et le rendement monétaire pour l'année agricole de 1980-1981, soit la situation avant le démarrage du projet d'assainissement de la plaine de Mateur.

	Surface total en ha	Rendement Q/ha	Production en quintal	Rendement monétaire en Dinard/Quintal)	Rendement Total
Blé (dur et tendre)	4928	13.8	68×10 ³	8.04 D/Q	546771.4 DT
Orge (ou céréales secondaires)	1385	9.6	13,3×10 ³	5.950 D/Q	359230 DT
Vesce - Avoine	4052	14.9	60,3 ×10 ³	5.9 D/Q	356211 DT
Betterave	120	260	31,2 ×10 ³	1.7 D/Q	53040 DT
Tournesol (ou autre cultures industrielles)	250	10.6	2650	15.00 D/Q	39750 DT

	Surface total en ha	Rendement Q/ha	Production en quintal	Rendement monétaire en Dinard/Quintal)	Rendement Total
l'arboriculture)					
Sorgho fourrager, féverole ou autres légumineuses	3561	7.9	28,1×10 ³	11.5 D/Q	323516.8 DT
Parcours naturels	930	300 UF	279×10 ³ UF	---	---
Parcours améliorés	400	1200 UF	480×10 ³ UF	---	---

Tableau 6.5: Occupation du sol sur le périmètre d'assainissement avant projet (1980-1981) sur 16407 ha

source, Assainissement Agricole des Plaines du Lac Ichkeul, Note de Synthèse 000020, République tunisienne, Ministère de l'agriculture, Direction du Génie rural, Mai 1982, p 51, p167 et 168.

UF: unité financière

Soit un rendement total pour les 15 077 ha (sans compter les hectares propres aux parcours) de 1,680 692.3 DT pour l'année agricole 1980-81, auquel il s'agira de retrancher les coûts investis en effort agricole que l'on calculera ultérieurement.

3.1.1.2 Après projet

Le drainage qui a pris place sur les plaines de Mateur apportera de profondes modifications dans la structure des sols au fil des années. Durant les premières années, il est clair que les résultats agricoles du projet qui a pris cours dans la zone de l'Ichkeul n'a pas bouleversé l'économie de la région. On estime un minimum de 5 à 7 ans pour voir le sol produire dans sa pleine capacité une fois les travaux d'assainissement effectués; les résultats se manifestent par une meilleure occupation des surfaces agricoles et par de meilleurs rendements. Le tableau

6.6.1 présente la vocation agricole globale ⁵⁷des périmètres de la Plaine de Mateur et de Ghézala en irrigué, le rendement par hectare pour ces superficies, la production totale, ainsi que le revenu total pour l'année agricole 1994-1995, soit 4 à 5 ans après la mise en place du projet d'assainissement. Le tableau 6.6.2 de l'annexe 8, présente la vocation par hectare de façon plus précise.

	Arboriculture	Gds cultures (1)	Gds cultures (2)	P.T saison	CM hiver	CM d'été	Total
En irrigué							
Périmètres de Mateur	275	505	734	12	96	117	1739
Périmètres de Ghézala	356	210	340	56	46	150	1158
surfaces totales	631	715	1074	68	142	267	2897
Production par hectare	23	40	39	17,5	6	350	
Production totale	14513	28600	41886	306,25	852	93450	
En sec							
Périmètres de Mateur	185	50	54	0	0	0	289
Périmètres de Ghézala	40	0	40	0	0	0	80
surfaces totales	225	50	94	0	0	0	
Production par hectare	17	20	19	0	0	0	
Production totale	3825	1000	1786	0	0	0	
PRODUCTION TOTALE	18338	29600	43672	306,25	852	93450	
prix par quintal ou tonne	100	24,5	20	65	65	75	
Revenu total	1833800	725200	873440	19906,25	55380	7006750	10516476,25

(1) blé dur, blé tendre, céréales

(2) fourrages d'été cultures industrielles, ensilage, verdure

CM: Cultures maraichères

Tableau 6.6.1: Vocation par hectare, pour l'année agricole 1994-1995 (du 1er Septembre 1994 au 31 Août 95)

Source: CRDA Bizerte, Avril 1996.

On remarquera à cet égard que la productivité évolue du simple au double selon qu'ils s'agissent de périmètre cultivé en irrigué ou en sec. Par ailleurs, il y a lieu de mentionner à ce niveau que l'amélioration de la productivité agricole à partir des barrages de Joumine et Sejnane ne se limitent pas au gouvernorat de Bizerte. En effet, l'eau contrôlée de ces barrages, une fois le mélange des eaux effectué avec le barrage de Sidi El Barrak, servent à irriguer près de 4 000 ha à Ben Arous (gouvernorat proche du district de Tunis), mais, ne

⁵⁷ La vocation détaillée des superficies cultivées en irriguée et en sec de Mateur et de Ghézala est disponible dans le tableau 6.6.2 de l'annexe.

disposant pas de leur participation exacte dans l'effort d'irrigation, il nous est impossible d'évaluer les bénéfices qui en découlent.

3.1.2 Effort agricole

L'effort agricole comprend tous les investissements matériels et humains qui ont été faits en vue d'assurer un rendement agricole.

3.1.2.1 Pour l'année de référence 1980-81

Relativement à l'effort agricole investi en 1980-81, soit notre année de référence avant le projet d'assainissement, les périmètres de Mateur disposaient alors de 44 tracteurs et de 7 moissonneuses batteuses. Le coût horaire moyen de ces machines était respectivement de 2.03 et de 10.71 DT, chauffeurs et carburants compris⁵⁸. Relativement à l'aspect humain de l'effort agricole, on estime à 600 le personnel employé à un taux journalier moyen de 3.5 DT par personne.

	Coût journalier DT	Coût annuel x365 DT	Coût total DT
Tracteurs	$2.44 \times 5 = 12.2$	4453	$4453 \times 44 = 195932$
Moissonneuses. B	$10.71 \times 12 = 128.52$	$128.52 \times 120 = 15422$	$15422 \times 7 = 107954$
Humain	$3.5 \times 600 = 2100$	766500	766500

Tableau 6.7: Effort agricole avant assainissement

Le tout pour un total de 973 377 DT, qu'il faudra retrancher des revenus de la production agricole.

⁵⁸ République tunisienne, Ministère de l'Agriculture Direction du Génie rural, Assainissement des plaines du lac Ichkeul, note de synthèse 000020, Mai 1982, pp57-59.

3.1.2.2 Pour l'année agricole 1994-95

Relativement à l'investissement matériel, on distingue trois systèmes d'irrigation différents sur les périmètres irrigués de Mateur et de Ghézala (nous ne disposons pas de données sur les périmètres de Teskraya), irrigués à partir du barrage de Sejnane puisque l'irrigation n'a été effective qu'à partir de Mai 1995). Tout d'abord, il y a l'irrigation dite gravitaire qui est plutôt traditionnelle, peu efficace puisqu'elle gaspille beaucoup d'eau et dont le coût d'utilisation par hectare est de l'ordre de 200 DT. Ensuite, on distingue l'irrigation par aspersion qui est indéniablement une méthode plus efficace; son coût par hectare s'élève à 1000 DT. Enfin, la dernière méthode utilisée est celle du goutte à goutte (ou encore irrigation localisée). De plus en plus commune en Tunisie, elle est la méthode la plus efficace particulièrement lorsqu'il s'agit d'irriguer les superficies destinées à l'arboriculture; son coût par hectare s'élève à 2000 DT.

	Les périmètres de Mateur			Les périmètres de Ghézala		
	surface-ha	1739-ha: coût par ha	total en DT	surface-ha	1158-ha: coût par ha	total en DT
Irrigation gravitaire	609	200	123 800	438	200	87 600
Irrigation par aspersion	1100	1000	1100 000	570	1000	570 000
Irrigation goutte à goutte (ou localisée)	30	2000	60 000	150	2000	300 000
TOTAL	1830	1066 (moyenne)	1 283 800	1720	1066 (moyenne)	957 600

Tableau 6.8: Coût investi dans l'irrigation en 1994-1995

L'investissement humain pour sa part concerne essentiellement les agriculteurs privés soit environ 97 sur les plaines de Mateur et pareillement sur les périmètres de Ghézala. Leurs revenus sont directement fonction de leurs productions respectives. Ils disposent de parcelles de terrain dont la taille varie de 5 à 30 ha. On estime à 4 le nombre de travailleurs au salaire journalier de 6.5 DT pour l'exploitation intensive d'un hectare, soit approximativement 940 ouvriers sur les plaines de Mateur et 310 ouvriers à Ghézala. Respectivement pour l'année 1994-95 cela signifie un investissement en capital humain pour les superficies irriguées et en sec de: $940 \times 6.5 \times 365 = 2,230\,150$ DT pour les plaines de Mateur et de $735\,475$ DT ($310 \times 6.5 \times 365$) pour Ghézala. Soit un total de $2\,965\,625$ DT investi en capital humain pour les superficies irriguées à partir des barrages de Joumine et Ghézala. La récapitulation de ces coûts est disponible dans le tableau 6.9 ci-joint:

	Plaines de mateur	Ghézala
Total irrigation	1 281 800	957 600
Total investissement humain	2 230 150	735 475
TOTAL	3 511 950	1 693 075

Tableau 6.9: récapitulatif de l'effort agricole pour l'année 1994-1995.

L'effort agricole total investi en 1994-1995 pour les périmètres de Ghézala et de Mateur s'élève à $5\,205\,025$ DT ($3\,511\,950 + 1\,693\,075$).

3.1.2.3 Récapitulation des bénéfices agricoles

Année	Revenu	Effort	Revenu Réel Net
1980	1680692	93377	1 587 315,30 DT
1994	10516476	5205025	5 311 451,25 DT
Bénéfice			3 724 135,95 DT

Année	Revenu	Effort	Revenu Ajusté Net
1980	1680692	93377	2 642 996,65 DT
1994	10516476	5205025	5 311 451,25 DT
Bénéfice			2 668 454,60 DT

Tableau 6.10: Récapitulation des bénéfices agricoles nets ajustés , à l'année 1994 à un taux de 4% annuel.

L'amélioration notable de la productivité agricole toute proportion gardée comparativement à la situation antérieure, crédite d'autant plus la thèse en faveur de ces aménagements hydrauliques. Par ailleurs, il est important de rappeler à ce niveau que la productivité agricole du tableau 6.5 et par là même le rendement monétaire observé, portent sur 15077 ha tandis que les résultats obtenus au niveau du tableau 6.6.1 portent seulement sur 3266 ha parmi lesquels 2897 sont irrigués tandis que le reste (369 hectares) sont cultivés en sec. Ceci est d'autant plus bénéfique qu'une meilleure production agricole s'accompagne nécessairement d'une plus grande source de revenu pour les agriculteurs privés de la région. Afin d'évaluer cet accroissement, les bénéfices nets de l'année agricole 1980-1981 ont été ajusté à l'année 1994. Ainsi, le bénéfice net entre les deux années considérés est de l'ordre de 2,688 454.60 DT.

3.2 EAU POTABLE

L'alimentation en eau potable constitue tout comme l'irrigation une priorité nationale pour le gouvernement tunisien. Les deux barrages en l'occurrence Joumine et Sejnane respectivement, mis en eau en 1983 et 1995, ont également pour objectif d'améliorer

l'alimentation en eau potable, contrairement au barrage de Ghézala entièrement destiné à l'irrigation. Les tableaux 6.3 et 6.4 que l'on a présenté au début de ce chapitre présente les quantités d'eau potable qui ont été accordées au gouvernorat de Bizerte de 1990 à 1995, mais aussi les quantités une fois l'eau douce des barrages de Sejnane et de Joumine mélangée avec l'eau salée du barrage de Sidi El Barrek.

3.2.1 Bénéfices de l'eau potable

L'évaluation des bénéfices de l'eau potable ne portera que sur le gouvernorat de Bizerte, étant donné que nous ne disposons pas de données précises sur la proportion exacte du volume d'eau provenant de Joumine et Sejnane pour les autres gouvernorats. Afin de calculer les bénéfices monétaires de cette alimentation en eau potable, nous aurons recours à l'équation suivante:

$$\text{Bénéfices} = (Q \times P) - \{(Q \times P_b) + (Q \times C_t)\}, \quad \text{où}$$

- Q est la quantité d'eau brute en millions de m³ achetée par la SONEDE à la SECADENORD,
- P est le prix de vente d'un m³ d'eau traitée par trimestre, de la SONEDE aux consommateurs,
- P_b est le prix par m³ d'eau brute payé par la SONEDE à la SECADENORD,
- C_t est le coût de traitement d'un m³ d'eau.

Nous estimons une moyenne de consommation d'eau par consommateur et par trimestre variant de 21 à 40 Mm³. Sachant que les prix varient selon la quantité d'eau consommé, nous mentionnerons qu'à ce niveau de consommation le coût de l'eau s'élève à 0.139 DT/m³ en 1993 (sans inclure les tarifs d'entretien des branchements, la location et entretien des compteurs)⁵⁹. Soit les données du tableau 6.11 relatives au gouvernorat de Bizerte:

Années	Q	P	Pb	Ct	Bénéfices en DT	
1990	5600000	0,12	0,015	0,08	140000	
1991	9500000	0,12	0,015	0,08	237500	
1992	5800000	0,12	0,015	0,08	145000	
1993	10000000	0,139	0,017	0,08	420000	
1994	11000000	0,139	0,017	0,1	242000	
1995	8500000	0,139	0,017	0,1	187000	
					1371500	

(*) En 1995, nous avons considéré les 6.5 millions de m³ d'eau de Joumine et le:

- Tableau 6.11: Alimentation en eau du gouvernorat de Bizerte de 1990 à 1995
- les 8.5 M en 1995 se décomposent en 6.5 de Joumine et 2 de Sejnane.

Précisons à ce niveau que le prix de vente de la SECADENORD à la SONEDE est uniforme (il ne varie pas selon les distances) et il correspond au prix de revient (incluant l'entretien et l'exploitation) puisque effectivement à 0.17 millimes le m³ d'eau brute (non traitée) il n'y a ni bénéfice ni perte. Nous remarquerons également que le prix de l'eau n'a quasiment pas évolué au fil des années: le coût par m³ était de 0.014, 0.015 et 0.017 millimes respectivement en Janvier 85, en Janvier 1991 et Janvier 1994⁶⁰. Dans le cadre de notre

⁵⁹ Coûts des facteurs de production, Agence de Promotion de L'industrie, 1993, p6.

⁶⁰ SECADENORD, le 16/04/95

thèse, nous considérerons l'année 1994-1995 pour observer une certaine coordination avec l'année agricole considérée précédemment et par conséquent nous prendrons la moyenne de ces deux années. Il y a lieu également de mentionner les bénéfices non quantifiables de l'eau potable à savoir tous les avantages sociaux qui accompagnent ces alimentations. En effet, ces nouvelles alimentations en eau potable, auront permis tout en augmentant la capacité d'alimentation du système, d'améliorer la qualité de l'eau et par là - même d'améliorer la santé des consommateurs.

4. COÛTS ET BÉNÉFICES DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

4.1 COÛTS DES AMÉNAGEMENTS

Tout au long de ce chapitre, nous avons énuméré les différents aménagements hydrauliques qui ont eu cours à l'Ichkeul. Nous avons ainsi cité les barrages (Joumine⁶¹, Ghézala, Sejnane), l'assainissement de la plaine de Mateur, l'écluse de Tinja, le canal Medjerda Cap Bon de même que les jonctions Joumine canal et Sejnane Joumine. Il y a lieu à cette étape de notre travail d'évaluer les coûts de ces aménagements hydrauliques.

⁶¹ Les coûts des barrages de l'Ichkeul se répartissent en coût d'étude, d'expropriation, de construction, et d'équipements. Pour Joumine, ces coûts sont respectivement de l'ordre de 1850000, 1736000, 54950720 et 5640000.

Aménagements hydrauliques	Coûts	
	Coût Réel	Coût Ajusté à 1994
Joumine	64 176 720,00 DT	98 797 111,92 DT
Ghézaia	12 000 000,00 DT	17 762 931,42 DT
Sejnane	100 000 000,00 DT	100 000 000,00 DT
Total (1)	176 176 720,00 DT	216 560 043,34 DT
Assainissement de la plaine de Mateur	11 525 000,00 DT	13 482 619,90 DT
Ecluse de Tinja	250 000,00 DT	304 163,23 DT
Aléas technique 10%	1 177 500,00 DT	1 432 608,79 DT
Équipements pour entretien des ouvrages	500 000,00 DT	608 326,45 DT
Total (2)	13 452 500,00 DT	15 827 718,37 DT
Canal Medjerda Cap Bon	100 000 000,00 DT	148 024 428,49 DT
Jonction Joumine canal	38 000 000,00 DT	56 249 282,83 DT
Jonction Sejnane Joumine	38 000 000,00 DT	38 000 000,00 DT
Total (3)	176 000 000,00 DT	242 273 711,32 DT
GRAND TOTAL (1)+(2)+(3)	365 629 220,00 DT	474 661 473,04 DT

Tableau 6.12: Coûts des aménagements hydrauliques qui ont affecté le site de l'Ichkeul

4.2 BÉNÉFICES DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

Relativement aux bénéfices des aménagements hydrauliques, il s'agit d'ajouter les bénéfices qui ont découlé de l'irrigation avec ceux de l'alimentation en eau potable. Ayant estimé les bénéfices de la production agricole à 2,668 454.60 DT et les bénéfices moyens de l'eau potable de 1994 et 1995 à 214 500.00 DT (242 000+187 000)/2), on obtient un bénéfice net de 2,882 954.6 DT. Il s'agit alors à ce niveau d'escompter à 3%, 5% et 7% les résultats sur 50 ans soit la durée de vie d'un barrage. On obtient ainsi un bénéfice net respectif de 337,826 849.44 DT, 636,600 760.21 DT et 1,256 927 713.16 DT sur 50 ans (le détail des calculs est disponible en annexe 9).

4.2.1 Perte du secteur halieutique

Nous avons au cours du chapitre 4 évaluer la perte dans la production halieutique des muges due aux aménagements hydrauliques qui ont eu cours aux abords du site du lac Ichkeul. Considérons la perte économique que l'on a estimée à 15564.78 DT comme représentative des pertes pour les 50 prochaines années. Alors, les résultats escomptés à 3%, 5% et 7% présentent des pertes économiques totales respectives de 1,823 892.96 DT, 3,436 943.05 DT et 6,786 025.47 DT (le détail des calculs est disponible en annexe 10).

Toutefois, comme nous l'avons brièvement mentionné cette somme ne tient pas compte de la perte dans la production halieutique des autres espèces économiquement importantes telles les anguilles, soles, loups (...) pêchés au moyen de la nasse ou du filet trémail.

4.2.2 Perte économique en matière d'écotourisme

En effet, il s'agirait également de tenir compte de la baisse des revenus de l'écotourisme qui a accompagné ces aménagements hydrauliques. Au cours du chapitre 5, on avait convenu que la réputation nationale et internationale de l'Ichkeul était basée sur la fabuleuse richesse faunistique et floristique de ce site. Cette richesse s'expliquait par la position géographique de la Tunisie et du système hydraulique laguno-lacustre tout à fait exceptionnel. Or, petit à petit, le Parc National de l'Ichkeul est en train de perdre une bonne partie de ce qui faisait son unicité et ce qui a suscité son intérêt national et international⁶². Il est progressivement en train

⁶²Ibid.p.74.

de se transformer en Sebkha⁶³ identique à toutes celles que possèdent déjà la Tunisie. Le Parc National de l'Ichkeul amoindri d'une bonne partie de sa richesse floristique, affecte en un second temps sa richesse faunistique essentiellement celle des peuplements d'oiseaux d'eau. Il saura par conséquent, moins attirer les touristes nationaux et internationaux affectant indéniablement ce que l'on a appelé l'écotourisme.

Année	Bénéfice	Nbr Visiteurs	Coût / Personne
1994	187 941,00 DT	46651	4,03 DT
1995	183 991,14 DT	43914	4,19 DT
Perte/Bénéfice	(3 949,86) DT	2737	

Note: 1DT = 1\$US

Tableau 6.13: Bénéfice / perte net de l'écotourisme.

Nous avons estimé à 4.03 DT le coût par touriste en 1994. À un taux de 4% annuel, nous estimons à 4.19 le coût par touriste en 1995. Par ailleurs, sachant que le Parc National n'a accueilli que 43 914 touristes comparativement à 46 651 en 1994 alors on estime une perte de revenu de 3949.86 DT en 1 ans. Il s'agit également de retrancher ce montant aux bénéfices, une fois escompté sur 50 ans à un taux d'intérêt annuel de 3%, 5% et 7%. La perte totale en 50 ans serait respectivement de 462 847.54 DT, 872 189.69 DT et 1,722 083.06 DT (le détail des calculs est disponible en annexe 11).

⁶³étendue d'eau salée.

4.2.3 Coûts sur la faune et la flore

Il est difficilement envisageable d'évaluer la perte faunistique et floristique du Parc National de l'Ichkeul d'un point de vue économique. A cet égard, nous allons au cours du prochain chapitre traiter ces aspects de façon qualitative.

5.CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons traité la question de l'aménagement hydraulique de l'Ichkeul. Après avoir présenté les réalisations effectuées, ainsi que leurs incidences économiques sur le plan locale et nationale, nous proposons de discuter en conclusion de ce

	<i>Perte/Bénéfice 3%</i>	<i>Perte/Bénéfice 5%</i>	<i>Perte/Bénéfice 7%</i>
Agriculture et Eau	337,826,849.44	636,600,760.21	1,256,927,713.16
Pêche	- 1,823,892.96	- 3,436,943.05	- 6,786,025.47
Eco-Tourisme	- 462,874.54	- 872,189.69	- 1,722,083.06
Total (Bt)	335,540,081.94	632,291,627.47	1,248,419,604.63
Coût Total (Ct)	474,661,473.04	474,661,473.04	474,661,473.04
Rapport B/Ct	0.706903975	1.332089633	2.63012626

Tableau 6.14: Récapitulation

chapitre les pertes et les bénéfices que nous avons obtenus.

D'après les données recueillies (tableau 6.14), nous obtenons un rapport bénéfice/coût inférieur à 1 pour un taux d'escompte de 3%. Auquel cas cela signifie que le projet d'aménagement hydraulique n'est pas économiquement rentable. Un rapport bénéfice/coût

supérieur à 1 peut être obtenu pour un taux d'escompte de plus de 5%, ce qui rendrait rentable ce projet d'aménagement hydraulique.

En fait, selon toute probabilité, le projet d'aménagement hydraulique de l'Ichkeul serait effectivement rentable d'un point de vue économique, lorsqu'on considère un taux d'escompte collectif autour de 7% (ce qui semble être une hypothèse réaliste).

Toutefois, à cette étape de notre conclusion, il est nécessaire de considérer les bénéfices et les pertes que nous n'avons pas pu évaluer au cours de notre rapport, par manque de données chiffrées. A cet effet, il convient de rappeler que les bénéfices qui ont été comptabilisés dans notre travail se rapportent strictement au gouvernorat de Bizerte (à l'exception des périmètres de Teskraya irrigués à partir du barrage de Sejnane). Par ailleurs, nous savons que l'assainissement de la plaine de Mateur a eu cours en 1990, et que les superficies alors irriguées seront à pleine capacité environ 7 années plus tard. Par conséquent, le rendement qui a été observé au cours de l'année agricole 1994-1995 ne représente pas un rendement optimum (se qui a une incidence défavorable sur les bénéfices comptabilisés). Nous devons également tenir compte du fait que cet assainissement a permis de préserver environ 1800 ha qui étaient menacés par la salinité croissante des nappes phréatiques. Les bénéfices estimés de ces aménagements hydrauliques ne tiennent pas compte des bénéfices indirects (en terme social: santé, sédentarisation...) qui découlent d'une meilleure alimentation en eau potable. Il est nécessaire également de mentionner que les pertes estimées du secteur halieutiques ne concernent que la famille des mugilidés sans considération aucune des autres espèces de poissons telles les anguilles, les loups, les soles...

Relativement aux coûts comptabilisés, nous avons considéré le coût de construction du canal Medjerda - Cap Bon dans la mesure où il intervenait dans notre travail. Toutefois, précisons que ce canal sert de déversoir à tous les barrages du Nord tunisien et pas seulement pour les barrages de Joumine et de Sejnane.

Malgré tout, une question demeure! Est ce que la rentabilité économique est un argument suffisant pour justifier la dégradation de l'environnement? A cette question, on est tenté de répondre instinctivement par la négative (comme on tentera de le montrer dans le prochain chapitre). Mais la position du gouvernement tunisien a été toute autre. Toutefois, et avant tout jugement, il est nécessaire au préalable de se replacer dans le contexte de ces aménagements. En effet, dans le contexte national tunisien où les questions environnementales n'étaient pas d'actualité comme elles le sont aujourd'hui, ils apparaissaient que ces aménagements allaient de pair avec les priorités nationales tunisiennes qui essayaient d'assurer le développement économique du pays. Au lendemain de l'indépendance tunisienne, le gouvernement en charge se devait d'être capable de subvenir aux besoins de ses citoyens. L'eau, richesse naturelle par excellence faisait défaut dans certaines régions éloignées du pays. Le lac Ichkeul, abondamment alimenté en eau douce d'excellente qualité, a été le centre d'intérêt de la Direction des Grands Travaux hydraulique. Celle ci a décidé la construction de 6 barrages aux abords des oueds qui alimente le lac, et d'assainir par la même occasion la plaine de Mateur. L'effet combiné des barrages fonctionnels, maîtrise aujourd'hui près de 150 Mm³ d'eau douce (soit 50% des apports du bassin versant de cette zone en année moyenne et

probablement 80% des apports en année sèche) ⁶⁴. Malheureusement, ces aménagements ont eu des retombées négatives sur l'environnement...

⁶⁴ (Rapport de la première partie. Synthèse, Résumé et Conclusion, septembre 1994)

CHAPITRE 7

Dommmages environnementaux

L'exploitation hydraulique, industrielle et humaine qui ont eu cours à l'Ichkeul durant ces trois dernières décennies, pour répondre à un accroissement démographique et à une augmentation des besoins individuels de la société, ont eu des conséquences environnementales désastreuses. En effet, l'Ichkeul, site d'une exceptionnelle beauté: 12 000 ha de milieu humide, riche et diversifié, est aujourd'hui menacé de disparition. Or, dans la nature tout est question d'équilibre! De par l'interdépendance complexe qui lie toutes les différentes formes de vie sur terre (à travers ce que l'on appelle communément la chaîne alimentaire), il est difficile de prévoir les implications qui peuvent résulter d'une "agression" de quelques natures que ce soit à un équilibre écologique. Malheureusement dans le cas de l'Ichkeul cet équilibre a été rompu. Aujourd'hui, il n'existe aucune théorie économique disponible qui permettrait d'évaluer les pertes en biodiversité. A défaut, les chercheurs sont à la recherche d'indice de biodiversité, biologiques et économiques, forts utiles à l'établissement de politiques de conservation. Un rapport du World Resources Institute nous fait la liste de 22 indicateurs de biodiversité. Ces indicateurs sont des statistiques qui fournissent une information essentielle à l'établissement de politiques de conservation. Ils permettent aussi d'évaluer l'efficacité de ces politique *a posteriori*, c'est-à-dire si elle ont eu les effets escomptés sur la biodiversité une fois mises en application. Cette liste (voir annexe 12) est particulièrement appropriée pour l'élaboration de politiques de préservation nationale et internationale. Treize des indicateurs se rapportent aux espèces sauvages et à la diversité génétique, quatre sont

en rapport avec les niches écologiques et les écosystèmes, tandis que les cinq derniers concernent les espèces domestiquées (Aouididi S. et Chevalier M.. 1994). Par ailleurs, nous référons le lecteur aux écrits de Faith, DP. 1992a, 1992b et 1994a, de Polansky, S, & Broadus, J. 1993a et 1993b, et de Weitzman, ML.1992b et 1992c. Pour notre part, nous allons au cours de ce chapitre présenter de façon qualitative les différentes conséquences environnementales sur les écosystèmes (lac, marais et Djebel) de ces agressions humaines.

1. CONSÉQUENCES SUR LA FLORE

1.1 CONSÉQUENCES SUR LA FLORE DU LAC

La flore du lac a directement été affectée par les barrages qui ont été construits sur le site de l'Ichkeul. Lorsque nous avons présenté le système laguno-lacustre de ce Parc National, deux variables importantes caractérisaient la flore spécifique du milieu aquatique de ce site, à savoir: la salinité du lac et son niveau d'eau. Or, avec la mise en eau des trois barrages et la raréfaction de l'eau douce qui s'en est suivie, il s'est avéré que ces deux éléments ont été affectés (M.Ennabli, 1990). En effet, d'une part le niveau moyen du lac a baissé de 20 à 30 cm et d'autre part sa salinité moyenne est passée de 17.2 à 38 g/l. Les herbiers de Potamogéton sont les principales végétations du lac. Ils évoluent principalement en eau douce et peuvent s'adapter à une salinité temporaire de 9 à 20 g par litre. On peut alors aisément comprendre qu'avec le changement de milieu qui a eu lieu une disparition progressive de ces herbiers est inéluctable. Conséquence d'autant plus attendue dès lors que la construction des barrages aux abords des

oueds limite la quantité de sédiments et de nutriments qui contribuaient à la pousse de ces herbiers.

1.2 Conséquences sur la flore des marais

La flore des marais a particulièrement été atteinte par le projet d'assainissement de la plaine de Mateur. Comme mentionné précédemment, il est nécessaire que ces derniers soient inondés durant 3 à 7 mois par année pour produire des scirpes: principale végétation. En effet, l'inondation des marais par de l'eau douce en hiver favorise leur dessalage nécessaire à la germination de ces plantes aquatiques. Or, le projet d'assainissement qui visait à mettre en relief les terres fertiles avoisinantes au parc de l'Ichkeul a interféré avec le système hydrologique du parc en asséchant les marais (essentiellement ceux de Joumine et de l'Ouest), jusqu'à déplorer la disparition de cette espèce végétale essentielle pour l'avifaune aquatique. Parallèlement à la disparition de plus en plus prononcée de cette flore, on distingue deux autres conséquences majeures. Tout d'abord, il y a lieu de mentionner que la construction des digues de protection prévenant les inondations ont également détruit les actions auto-épuratrice des marais en empêchant l'épandage des eaux. La deuxième conséquence de taille concerne les marais de Joumine qui sont de plus en plus piétinés et sur-pâturés puisque les hauts niveaux d'eau ne pose plus problème au cheptel des habitants. On assiste alors au remplacement de la végétation naturelle par une plante coriace qui menace même d'envahir les nouveaux champs de céréales.

1.3 CONSÉQUENCES SUR LA FLORE DU DJEBEL

La principale menace de la flore du Djebel vient de la forte pression de sa population rurale pauvre (concentrée sur le versant Sud) qui utilise de façon intensive les différentes

ressources que le Djebel a à offrir (nourriture, chauffage...). Les gourbis sont bordés par de petites cultures surexploitées. Au lendemain de la fermeture des carrières en décembre 1993, la population locale s'est retrouvée avec une source de revenu en moins. Certains ont choisi de quitter le Djebel; d'autres ont cherché à compenser leur manque de revenu en s'orientant davantage vers l'élevage (ovin, bovin et caprin), en braconnant et en pêchant. Relativement à l'élevage, les habitants ont achetés s'ils en avaient les moyens de nouvelles bêtes. Autrement et de façon complémentaire, ils se proposent d'assurer le gardiennage de troupeaux appartenant à de non-résidents (le Parc National de l'Ichkeul de par la protection dont il bénéficie est plus riche en fourrage naturel que les zones voisines). A cet égard, il est important de mentionner que ces animaux sont libres de leurs mouvements avec pour seules contraintes les endroits qui leurs sont inaccessibles. Les sous-bois du versant Sud du Djebel ont été particulièrement affecté par ce pacage non contrôlé.

Par ailleurs, nous rappellerons que la végétation du Djebel, a été particulièrement affectée par l'exploitation des carrières. En effet, les versants dégradés par les dynamitages disposent d'un couvert végétal presque inexistant et voire même totalement absent sur les fronts de taille. Ensuite, les couches de quelques millimètres de poussière qui se sont déposées sur la végétation naturelle des zones avoisinantes, l'ont partiellement ou totalement brûlées jusqu'à provoquer la disparition de plusieurs hectares de verdure. Pour avoir davantage d'information sur l'exploitation de la flore du Djebel, nous référons le lecteur au chapitre 1, 2 et 3 de cette thèse.

2. CONSÉQUENCES SUR LA FAUNE

En fonction de ce que l'on a appelé précédemment la chaîne alimentaire, on peut sans peine comprendre que les dommages observés sur la flore se répercutent forcément sur la faune de ce site.

2.1 CONSÉQUENCES SUR L'AVIFAUNE DE L'ICHKEUL

Le site de l'Ichkeul, le plus grand plan d'eau permanent du Maghreb est l'un des principaux lieux d'hivernage des oiseaux d'eau de l'Ouest paléarctique. Il constitue à cet effet une zone tampon pour une grande partie des zones humides de la Méditerranée et de la Tunisie, particulièrement durant les années sèches. Jadis, se trouvait une chaîne de lac à travers l'Afrique du Nord. Ces derniers ont été asséchés pour la mise en valeur agricole et, le lac Ichkeul est pratiquement le dernier vestige des grands lacs Maghrébins à eau assez douce et ne séchant pas en été. Cet état des faits ne rehausse que plus l'importance écologique internationale, du lac et des marais de l'Ichkeul. En effet, le site de l'Ichkeul était jusqu'à ces dernières années un des plus grands centres d'accueil d'oiseaux d'eau à l'échelle internationale et cette particularité lui a valu les différentes mesures de protection que l'on a mentionnées au cours de l'introduction (1977: Réserve de Biosphère, 1979: Inscription sur la liste du patrimoine Mondial Naturel de l'UNESCO, 1980: Décret présidentiel de Parc National, 1980: Inscription sur la liste des sites protégés par la Convention de RAMSAR). Les oiseaux d'eau de l'Ichkeul constituaient la partie la plus visible et certainement la plus spectaculaire du monde animal qui y est représentée. Ce n'est pas tant la diversité des

espèces qui frappait le visiteur mais c'est surtout leur abondance. Nous rappellerons à ce propos qu'on relevait la présence de plus d'une centaine de milliers d'oiseaux d'eau (100 000 à 200 000), soit une densité jusqu'à 5 à 7 fois plus grande que celles des quartiers d'hiver les plus connus. Parmi lesquels nous citerons les marismas de Guadalquivir (qui ont perdu la moitié de leurs surfaces en milieux naturels au profit de l'agriculture), le delta de l'Ebre en Espagne, et la Camargue (qui perd depuis 40 ans, 1000 ha par an soit un total de 40 000 ha de milieux naturels) Tamisier (1987). La qualité de la végétation dans le lac et les marais est la caractéristique essentielle de cette grande capacité d'accueil. Cependant, comme nous l'avons mentionné, cette végétation dépend des fluctuations du niveau du lac et de la salinité des eaux. Le Potamogeton par exemple ne peut se développer que dans des conditions très particulière pas plus de 9 grammes de sel par litre en hiver et 20 grammes de sel par litre en été. Mais la raréfaction de l'eau douce dans le lac en raison des barrages construits sur les oueds qui l'alimentent impose des conditions défavorables au bon développement de ces herbiers. Or ces derniers représentent la base alimentaire de la plupart des canards, foulques, fuligules milouin qui sont progressivement en train de disparaître. Les marais pour leur part témoignent depuis le projet d'assainissement et de dessèchement des plaines de Mateur d'une perte de leur végétation spécifiques les scirpes au profit de plantes halophiles. Cette perte se traduit par une baisse notable des effectifs des amatiés hivernants.

2.2 CONSÉQUENCES SUR LA POPULATION HALIEUTIQUE

Le chapitre 4 de cette thèse s'intéressait spécifiquement à la production halieutique du lac Ichkeul d'une espèce migratrice de poissons: les muges, soit l'espèce disposant d'une plus grande valeur économique. Relativement aux autres espèces migratrices telles les

anguilles, soles ou loupes, nous supposons que les aménagements hydrauliques les avaient affectés de la même manière. Cependant, l'ichtyofaune du lac Ichkeul ne se limite pas seulement à cette catégorie de poissons. Comme mentionné, la faune aquatique du lac Ichkeul comme celle de toutes les lagunes se répartit en trois espèces majeures: il y a (i) les espèces sédentaires, (ii) les espèces d'eau douce dont la présence dans le lac est conditionnée par le degré de salinité des eaux, et enfin (iii) les espèces migratrices d'origine marine. Par ailleurs, nous rappellerons que la plupart des poissons du lac Ichkeul présentent des particularités morphologiques les différenciant des autres populations (comme le demi-bec *Hyporhamphus picarti*). Or, les nouvelles conditions hydrauliques du lac limitent les espèces existantes aux plus résistantes en menaçant la diversité écologique de la faune aquatique. En effet, un degré de salinité de plus en plus important condamne les poissons d'eau douce, les espèces sédentaires ainsi que les poissons à particularités morphologiques. C'est dans ce contexte que les autorités compétentes ont ordonné la construction de l'écluse de Tinja en 1989. Cette écluse, une fois fonctionnelle, moyennant une gestion étudiée, avait pu compenser le manque d'eau douce occasionné par les barrages de Joumine et de Ghézala, mais n'a pas su être efficace une fois le barrage de Sejnane fonctionnel. Situation d'autant plus critique avec la sécheresse qui a sévit en Tunisie...

2.3 CONSÉQUENCES SUR LA FAUNE DU DJEBEL

Les animaux du Djebel qui vivent en bordure du lac et des marais, les oiseaux sédentaires qui nichent à l'Ichkeul sont également menacés par tous les changements que manifestent l'écosystème de ce site. Malgré une forte capacité d'adaptation ce sont eux qui subissent directement les fortes variations de conditions environnementales du lac et des marais.

Ainsi par exemple, le dessèchement des marais qui a accompagné l'assainissement de la plaine de Mateur a affecté les buffles d'eau de l'Ichkeul. Ces derniers, sont désormais obligés d'aller prendre leur bains de boue plus loin dans le lac et surtout, ils ont perdu une grande partie de leur végétation naturelle favorite qui poussait dans les marais: les scirpes. La réduction de ces herbiers s'est traduite par un manque de ressources fourragères pour eux, les rendant de plus en plus faibles et de moins en moins nombreux et oblige les espèces les plus résistantes à satisfaire leurs besoins dans la végétation accessible du Djebel (lentisque). Il s'opère donc par la force des choses une concurrence alimentaire entre le cheptel domestique et la faune du Parc National de l'Ichkeul et une agression d'autant plus marquée au niveau de la végétation du Djebel. Cette situation est également celle des oiseaux du Djebel (les rapaces) qui ont de plus en plus de difficultés à se nourrir de par le manque de proies occasionné par les conséquences des aménagements, de la sécheresse, d'un cheptel domestique de plus en plus important, de la concurrence alimentaire observée ...

CONCLUSION

L'ampleur des désastres environnementaux à l'échelle mondiale qui ont été observés ces dernières années a administré à chaque gouvernement un nouveau rôle, soit celui de gardien de la nature. La Tunisie qui, jusque là comme bien des pays, manquait de considération face aux problèmes environnementaux, a répondu à cet appel international en faveur de la protection des sites naturels, en multipliant les efforts en vue d'assurer la stabilité de son écosystème national. La Tunisie, pionnière parmi ses semblables dans le domaine environnemental a compris qu'il fallait agir, l'importance de la protection des sites comme celui de l'Ichkeul ne se limite pas strictement à une question d'oiseaux à protéger mais plutôt à une question de défense de l'environnement. A cet égard, les autorités compétentes ont agi en différant le projet de construction des trois derniers barrages malgré que la mise en eau des six barrages permettrait de satisfaire l'équivalent de 71% des besoins en eau du grand Tunis et près de 80% des besoins des agglomérations du gouvernorat de Bizerte en 2010. Elles ont organisé en février 1990 un séminaire international sur la sauvegarde de l'Ichkeul. Ce faisant les autorités compétentes faisaient plus que toujours face à un dilemme de taille opposant l'écologie aux impératifs de développement (alimentation en eau potable et en eau agricole).

Au lendemain du séminaire internationale de février 1990 et devant la situation actuelle il s'agissait de trouver un moyen de protéger le système écologique de l'Ichkeul en lui assurant un approvisionnement suffisant en eau douce. Le gouvernement tunisien, pleinement conscient que la survie de l'Ichkeul reste tributaire de la quantité d'eau douce qui continuera à

alimenter le lac, a entrepris une étude approfondie qui consiste à tenir compte des nombreux paramètres qui régissent l'écosystème, encore mal connu, et à identifier les mesures nécessaires qui permettraient de concilier les impératifs de développement et la protection de cette réserve internationale. Il a été suggéré (parallèlement à une gestion efficace de l'écluse pour ne pas compromettre la capacité halieutique du lac) de compenser le manque d'apport d'eau douce par un programme de ré-injection des eaux épurés des stations de l'ONAS (Organisation Nationale de l'Assainissement Sanitaire) en provenance des villes et agglomérations avoisinantes. Cette solution, tout en compensant le manque flagrant d'eau douce, permettrait d'assainir le lac de Bizerte micro-système avec le lac Ichkeul. Actuellement le lac de Bizerte est le déversoir des eaux usées de nombreuses usines. A long terme cette situation mettrait en danger le lac Ichkeul.

L'intérêt de la sauvegarde de l'Ichkeul dépasse largement l'aspect esthétique et écologique si l'on pense à la valeur d'option que ce parc a à offrir. Cette valeur est énorme. Elle concerne toutes les richesses inconnues que les plantes ont à offrir (produits pharmaceutiques), aux secrets génétiques qu'elles renferment. La valeur d'option s'applique plus particulièrement à la biodiversité car elle prend son sens dans l'offre et la demande future d'une ressource naturelle. La perte de biodiversité signifie une perte potentielle de produits pharmaceutiques, de ressources génétiques pour la biotechnologie, de fonctions environnementales irremplaçables. Cette valeur d'option constitue très certainement une composante majeure de la valeur économique totale d'une ressource naturelle, bien qu'elle ne soit pas toujours prise en considération.

L'intérêt de la sauvegarde de l'Ichkeul dépasse largement l'aspect esthétique et écologique si l'on pense aux bénéfices économiques que pourrait rapporter le tourisme

écologique à l'Ichkeul. Au cours du chapitre 5 nous avons estimé un bénéfice brut de 241 240 DT pour l'année 1994. La situation écologique et esthétique n'étaient pas des meilleurs, et pourtant... A supposer que ce niveau se maintient au fil des années, moyennant une valorisation et une promotion adéquate. Alors, nous estimons à un taux d'escompte de 7% un profit net de 105,177,251.67 DT en 50 ans (annexe 13). Progressivement le tourisme écologique à l'Ichkeul, pourrait tout en oeuvrant pour sa préservation s'intégrer (comme le tourisme classique) comme une composante essentielle de l'économie nationale. En effet, la valorisation et en train de disparaître la promotion d'un patrimoine écologique comme celui de l'Ichkeul peut facilement s'accompagner d'un apport non négligeable de devise, puisqu'il complète le tourisme balnéaire classique tunisien aussi bien dans le temps que dans l'espace.

La Tunisie, en agissant en faveur de la préservation de son environnement et en développant son infrastructure de façon à s'adapter à ce nouveau type de tourisme a prouvé au pays tiers qu'elle a compris qu'assurer la protection de son environnement c'est probablement la meilleure façon d'assurer son avenir aussi bien en terme de bien-être mais aussi et surtout en terme d'économie. Dans un contexte internationale, il ne faut pas perdre de vue le fait qu'on rentre de plus en plus dans l'idée que la défense de l'environnement c'est le pétrole du XXI siècle. La survie de la planète c'est la survie de l'environnement, et désormais tous les gouvernements responsables se doivent d'accepter cette idée et s'accorder à penser que l'humanité a un besoin urgent de sauvegarder son avenir.

BIBLIOGRAPHIE

Anderson, G. Lee (1977): *The Economics Of Fisheries Management*, Chapter 6: Practical Applications, Johns Hopkins university Press, Baltimore, pp 187-196.

Aouididi S. et Chevalier M. (1994): "Evaluation économique de la biodiversité à Madagascar", Travail de session, à l'intention de Mme Marcelle Genné, session hiver 95, pp1-35.

Ajmi H (Janvier 1996): "La gestion des lagunes tunisiennes: Monographie, Problématique et perspectives", l'Office National des Pêches, pp 1-5.

Ayadi K (janvier 1990): "Lac is lac, il n'y a plus d'espoir...?", Tunis Hebdo.

Ayache F, Thomas H.L and Hollis G.Edward (summer 1991): "Use and Non-use Values in the Conservation of Ichkeul National Park," Tunisia, *Environmental Conservation*, Vol .18, N°2, pp119-130.

Baccar H, (1992): "Ichkeul irremplaçable!", Ministère de l'Agriculture, Direction Générale des Forêts.

Balick, M, and R. Mendelsohn (1992): "Assessing the Economic Value of Traditional Medicines from Tropical Rain Forests," *Conservation Biology* Volume 6, N° 1, March 1992, pp128-130.

Balick Michael, J., Elaine Elizabeth, and Sarah A.Lavid (1995): "Medicinal Resources of tropical Forest: Biodiversity and its importance to Human Health", New York: Columbia".

Bell Frederick: "Technological Externalities and Common- Property Resources: Empirical Study of the US Northern Lobster Fishery", US Department of Commerce, pp148-158.

Bellakhal M.(février 1990): "Sauver l'Ichkeul" "Le Renouveau du Jeudi 1er Février 1990, p7.

Boukef M.K (1986): "Médecine Traditionnelle et pharmacopée, Les Plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne", pp1- 350.

Faith, DP. 1992a: "Conservation evaluation and phylogenetic diversity". *Biol. Conserv.* 61, pp1-10.

Faith, DP. 1994a: " Phylogenetic diversity: a general framework for the prediction of feature diversity. In *systematics and conservation evaluation* (ed. P.L. Forey, C.J. Humphries & R. I. Vane- Wright), Vol. No. 50, Oxford, pp251-268.

Farnsworth N, and Soejarto D (March 1988): "Global Importance of Medecinal Plants, The conservation of Medecinal plants," Cambridge university Press, 21-27, pp25-51.

Gazbar H:" Présentation générale des lagunes", Direction Générale de la Pêche et de l'aquaculture, document privé.

Ghannouchi- Behi S. (septembre 1995): "De Bizerte à Gabés via l'Ichkeul", Le Renouveau du mardi 12 septembre, p7.

Guides Gallimard, Tunisie, Novembre 1994, pp28-29 et pp218-219.

Kilani E (1990): "Il était une fois un parc", Le Renouveau du mercredi 21 février 1990, p2.

L'État du Monde, Édition 1996, Annuaire économique et géopolitique mondial, Éditions la découverte, Paris 1995.

Le Maghreb N°189, Mochkel Ichkeul, une histoire qui ne manque(ra) pas de sel...Vendredi 16 Février 1990, pp26-28.

Lucas, G. & and Synge, H, 1978), the IUCN Plant Red Data Book, p8. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Morages, Switzerland.

Matera J. (1994-95): "Approche intégrée du Parc National de l'Ichkeul (Tunisie septentrionale)", pp1-97.

Munasinghe, Mohan, Environmental Economics and Natural Resouce Management in developing countries.

Modelling and Managment of the internationally important wetland at Garaet El Ichkeul, Tunisia, Published by the international Waterfowl Research Bureau, Slimbridge, Gloucestershire, England, March 1986, pp1-121.

Polasky, S., Solow, A.& Broadus, J. 1993: " Searching for uncertain benefits and the conservation of biological biodiversity " , Env. Res. Econ. 3, pp171-181.

Poster Scott D (1988): "Biological Diversity and Tropical Forests in Tunisia".

Pottier-Alapetite (1979): "Flore de la Tunisie angiospermes- dicotyledones- apetales- dialypetales", programme flore et végétation tunisiennes, publications scientifiques tunisiennes, pp1-651.

Pottier-Alapetite (1981): "Flore de la Tunisie angiospermes- dicotyledones- gamopetales", programme flore et végétation tunisiennes, publications scientifiques tunisiennes, pp1-1190.

Principe Peter P: "Valuing the biodiversity of Medecinal plants", US. Environmental Protection Agency, Washington, D.C, pp 79-124.

Principe. Peter P: "The Economic Significance of Plants and their Constituents as Drugs", US Environmental Protection Agency Washington, DC 20460, USA, pp1-17.

Reid, V. Walter, McNeely, A. Jeffrey, Tunstall, B.Daniel, Bryant, A.Dirk and Winograd, Manuel, (1993): "Biodiversity indicators for Policy-Makers", IUCN (The World Conservation Union), World Resources institute, pp1-38.

Régence de la Tunisie, Protectorat français, Direction Générale de l'agriculture, du Commerce et de la colonisation, Direction des forêts (1931): "Les Forêts de la Tunisie", Bourg, Imprimerie Victor Berthod.

République tunisienne, Ministère de l'agriculture, Direction du Génie rural, Assainissement agricole des plaines du lac Ichkeul, note de synthèse 000016, Note de présentation du projet, Février 1982, pp1-10.

République tunisienne, Ministère de l'agriculture, Direction du Génie rural, Assainissement agricole des plaines du lac Ichkeul, note 000017, Coût économique du projet, Février 1982, pp2-23.

République tunisienne, Ministère de l'agriculture, Direction du Génie rural, Assainissement agricole des plaines du lac Ichkeul, note de synthèse 000020, Mai 1982, pp1-186.

République tunisienne, Ministère de l'Agriculture Direction Générale de la Pêche et de l'aquaculture, Annuaire des Statistiques des Produits de la pêche en Tunisie, Année 1993, pp1-56.

République tunisienne, Ministère de l'Agriculture Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture, PNUD, Plan Directeur de L'aquaculture, l'exploitation des milieux lagunaires de la Tunisie, Mai 1994, Massa Fabio: consultant., pp3-42.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Rapport National: L'État de l'Environnement 1994, pp13-125.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, Aires Protégées de Tunisie, document réalisé avec le concours du centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement protégées, de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement et de l'Office National de l'Assainissement, Octobre 1994, pp4-39.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Étude pour la sauvegarde de l'Ichkeul, La Végétation du Djebel de l'Ichkeul Cartographie et dynamique, Ghrabi Gammar Zeineb avec la collaboration de Ben Saad Samia et Bouattour Amina, Mars 1995, pp2-35.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Étude pour la sauvegarde de l'Ichkeul, Rapport 2ème partie: Analyse critique diagnostic détaillé des aménagements et actions de développement, 3- Notes de synthèse, Mars 1995, pp1-15.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Étude pour la sauvegarde de l'Ichkeul, partie 5: Plan de Gestion Optimale du Parc de l'Ichkeul *Rapport Provisoire*, 2- Annexes, Juin 1995, pp1-138.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Étude pour la sauvegarde de l'Ichkeul, partie 6: Plan de Gestion Optimale du Parc de l'Ichkeul *Rapport Provisoire*, texte principal, Juin 1995, pp1-138.

République tunisienne, Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire Agence Nationale de Protection de l'Environnement, Étude pour la sauvegarde de l'Ichkeul, partie 5: Plan de Gestion Optimale du Parc de l'Ichkeul *Rapport Provisoire*, Octobre 1995, pp1-202.

République tunisienne, Ministère du tourisme et de l'artisanat, Office National du Tourisme tunisien (1995): "Rapport de la commission sur la promotion du tourisme culturel", pp1-35.

Ruitenbeek, H. Jack (1991): "The rainforest supply price: a tool for evaluating rainforest conservation expenditures", Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, pp57- 78.

Solow, A., Polasky, S & Broadus, J. 1993: "On the measurement of biological diversity. J. envir. Econ. Mang. 24, pp60-68.

Tamisier Alain , La Protection de l'environnement en Méditerranée, pp125-139, document privé.

Tamisier A (1990): "critères de fonctionnement d'une zone humide dans son exploitation par un peuplement d'oiseaux d'eau", Agence Nationale de Protection de l'Environnement, janvier 1990, 37 p.

Tobias D, and Mendelsohn R. (1991): "Valuing Ecotourism in a Tropical Rain-Forest Reserve", *Ambio* Volume. 20 N0.2, pp91-93.

Turner K, Pear D. and, Bateman I (1993): "Environment Economic, an elementary introduction", pp 205-209.

Weitzman, M.L. 1992b: "What to preserve? An application of diversity theory to Crane conservation. Q. J.L Econ. 58, pp157-183.

Weitzman, M.L. 1992c: " Diversity functions". Discussion paper number 1610, Harvard University, Massachussets: Harvard Institute of Economic Research.

Zaouali J. Elloumi M.J et Thlibi J. (1996): "Les lagunes tunisiennes promotion de la pêche dans le cadre d'un développement durable, Thème II la gestion des lagunes le cas du lac Ichkeul", pp1-4.

Zaouali Jeanne I.N.A.T: " Le lac Ichkeul", document privé.

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>
Agrobate rubigineux	<i>Cercotrichas galactotes</i>
Aigle boote	<i>Hieraaetus pennatus</i>
Aigle de Bonelli	<i>Hieraaetus fasciatus</i>
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>
Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i>
Alouette calandrella	<i>Calandrella cinerea</i>
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>
Alouette pipolette	<i>Calandrella rufescens</i>
Amnicole à moustaches noires	<i>Acrocephalus melanopogon</i>
Avocette à manteau noir	<i>Recurvirostra avocetta</i>
Balbusard fluviatile	<i>Pandion haliaetus</i>
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>
bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>
bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>
Bécasseau de Temminck	<i>Calidris Temminckii</i>
Bécasseau cinclé	<i>Calidris alpina</i>
Bécasseau cocorli	<i>Calidris feruginea</i>
Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>
Bécassine double	<i>Gallinago media</i>
Blangios nain	<i>Lxyobrychus minutus</i>
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>
Bulbul	<i>Pycnonotus barbatus</i>
Busard de Montagu	<i>Circus pygargus</i>
Busard harpaye	<i>aeruginosus</i>
Busard pâle	<i>Circus macrourus</i>
Busard St - Martin	<i>Circus cyaneus</i>
Buse bondrée	<i>Pernis apivorus</i>
Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i>
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>
Canard à tête blanche	<i>Oxyura leucocephala</i>
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>
Canard col-vert	<i>Anas platyrhynchos</i>
Canard milouin	<i>Aythya ferina</i>
Canard morillon	<i>Aythya fuligula</i>
Canard nyroca	<i>Aythya nyroca</i>
Canard pilelet	<i>Anas acuta</i>
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
Canard souchet	Anas clypeata
Chardonneret élégant	Carduelis carduelis
Chevalier aboyeur	Tringa nebularia
Chevalier cul-blanc	Tringa ochropus
Chevalier gambette	Tringa totanus
Chevalier guignette	Tringa hypoleucos
Chevalier stagnatile	Tringa stagnatilis
Chevalier sylvain	Tringa glareola
Chevalier arlequin	Tringa erythropus
Chevalier chevêche	Athene noctua
Chouette effraie	Tyto alba
Cigogne blanche	Ciconia ciconia
Cigogne noire	Ciconia nigra
Circaète jean-le-blanc	Circaetus gallicus
Cisticole des joncs	Cisticola juncidis
Cochevis de thekla	Galerida tekhlæ
Cochevis huppé	Galerida cristata
Combattant variable	Philomachus pugnax
Coucou gris	Cuculu canorus
Courlis cendré	Numenius arcuata
Echasse blanche	Himantopus himantopus
Epervier d'Europe	Accipiter nisus
Etourneau sansonnet	Sturnus vulgaris
Faucon crécerelle	Falco tinnunculus
Faucon d'Eléonore	Falco eleonora
Faucon de Barbarie	Falco peregrinus peregrinoideus
Faucon hobereau	Falco subbuteo
Faucon kobez	Falco vespertinus
Fauvette à tête noire	Sylvia atricapilla
Fauvette des jardins	Sylvia borin
Fauvette grisette	Sylvia communis
Fauvette mélanocéphale	Sylvia melanocephala
Fauvette orphée	Sylvia hortensis
Fauvette passerinette	Sylvia cantillans
Flamant rose	Phoenicopterus ruber
Foulque macroue	Fulica atra
Glaréole à collier	Glaréola pratincola
Gobe-mouche gris	Muscicapa striata
Gobe-mouche noir	Ficedula hypoleuca
Goéland argenté	Larus argentatus
Goéland brun	Larus fuscus
Gorge-bleue à miroir	Luscinia svecica
Grand corbeau	Corvus corax
Grand cormoran	Phalacrocorax carbo
Grand gravelot	Charadrius hiaticula
Grande aigrette	Egretta alba

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
Gravelot de Kent	<i>Charadrius alexandrinus</i>
Grebe à cou noir	<i>Podiceps nigrocollis</i>
Grebe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>
Grebe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>
Gueppier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>
Guifette leucoptère	<i>Chlidonias leucopterus</i>
Guifette moustac	<i>Chlidonias hybrida</i>
Guifette noir	<i>Chlidonias niger</i>
Héron bihoreau	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
Héron crabier	<i>Ardeola ralliodes</i>
Héron garde-boeufs	<i>Bubulus ibis</i>
Héron pourpre	<i>Ardea purpurea</i>
Hirondelle de cheminée	<i>Hirundo rustica</i>
Hirondelle de fenêtres	<i>Delichon urbica</i>
Hirondelle de rivages	<i>Riparia riparia</i>
Hirondelle de rochers	<i>Hirundo rupestris</i>
Hirondelle rousseline	<i>Hirundo daurica</i>
Huppe puput	<i>Upupa epops</i>
Hypolais icterine	<i>Hyppolais icterina</i>
Hypolais pâle	<i>Hyppolais pallida</i>
Hypolais polyglotte	<i>Hyppolais polyglota</i>
Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i>
Linotte des vignes	<i>Carduelis cannabina</i>
Locustelle lusciniote	<i>Locustella luscinioides</i>
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>
Martin pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>
Martinet alpin	<i>Apus melba</i>
Martinet noir	<i>Apus apus</i>
Martinet pâle	<i>Apus pallidus</i>
Merle bleu	<i>Monticola solitarius</i>
Merle noir	<i>Turdus merula</i>
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>
Moineau espagnol	<i>Passer hispaniolensis</i>
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephala</i>
Mouette pygmée	<i>Larus minutus</i>
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>
Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>
Oie cendrée	<i>Anser anser</i>
Pernoptère d'Egypte	<i>Neophreon percnopterus</i>
Perdrix gambra	<i>Alectoris barbara</i>

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
Petit gravelot	Charadrius dubius
Phragmite des joncs	Acrocephalus schoenobaenus
Pie-grièche rousse	Labus senator
Pigeon biset	Columba livia
Pinson des arbres	Friongilla coelebs
Pipit à gorge rouge	Anthus cervinus
Pipit des arbres	Anthus trivialis
Pipit des prés	Anthus pratensis
Pipit spioncelle	Anthus spinnoletta
Pluvier argenté	Pluvialis squatarola
Pluvier doré	Charadrius apricarius
Porphyrio bleu	Porphyrio porphyrio
Pouillot fitis	Phylloscopus trochilus
Pouillot veloce	Phylloscopus collybita
Poule d'eau	Gallinula chloropus
Râle d'eau	Ralus aquaticus
Râle de Baillon	Porzana pusilla
Râle des prés	Crex crex
Râle marouette	Porzana porzana
Râle poussin	Porzana parva
Rossignol philomèle	Luscinia megarhynchos
Rouge-gorge familier	Erithacus rubecula
Rouge-queue à front blanc	Phoenicurus phoenicurus
Rouge queue-noir	Phoenicurus ochruros
Rousserole effarvée	Acrocephalus scirpaceus
Rousserole turdoïde	Acrocephalus arundinaceus
Rubiette de Moussier	Phoenicurus moussieri
Sarcelle d'été	Anas querquedula
Sarcelle d'hiver	Anas angustirostris
Sarcelle marbrée	Anas crecca
Serin cini	serinus serinus
Spatule blanche	Platalea leucorodia
Sterne caspienne	Hydroprogne tshegrava
Sterne caugek	Sterna sandvicensis
Sterne Hansel	Gelochelidon
Sterne naine	Sterna albifrons
Tandome de Belon	Tadorna Tadorna
Tarier des prés	Saxicola rubetra
Tarier rubicole	Saxicola torquata
Telephone tchagra	Tchagra senegalus
Tourterelle des bois	Streptopelia turtur
Traquet isabelle	Oenanthe isabellina
Traquet rieur	Oenanthe leucura
Traquet stapazin	Oenanthe hispanica
Traquet-motteux	Oenanthe oenanthe
Troglodytes mignon	Troglodytes troglodytes

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>
Verdier à ventre jaune	<i>Carduelis chloris</i>

ANNEXE 2

RÉSULTAT ÉCONOMÉTRIQUE DE SHAZAM

Date:08/26/96 Time:14:24:01.04

```

*****
* SHAZAM - FOR 386/486 EXTENDED MEMORY SITE NO. 376A4Y
*
* ** Copyright (C) 1992 by K.J. White - All Rights Reserved **
*
* FOR USE ONLY BY: Faculty, Students, and Staff
* AT: University of Ottawa - Ottawa, Ontario
*
*
* If this does not describe you then you have stolen this copy
* and if you type anything except STOP or HELP SHAZAM you
* agree to send payment within 7 days for a software license
*
*
* SITE LICENSE - FOR USE ON ALL COMPUTERS AT ABOVE LOCATION
*****
Hello/Bonjour/Aloha/Howdy/G Day/Kia Ora/Konnichiwa/Buenos Dias/Nee Hau
Welcome to SHAZAM - Version 7.0 - FEB 1993 SYSTEM=PHARLAP PAR= 500
|_MODÈLE ECONOMETRIQUE DE LA PECHE
UNKNOWN COMMAND...MOD
...CHECK OUTPUT CAREFULLY
|_ *Définitions des variables
|_ *Soit H la prise moyenne annuelle de muges de 1982 à 1995
|_ *Soit E l'effort de pêche moyen annuel strictement pour les Muges
|_ *de 1982 à 1995
|_ *Soit S la salinité moyenne annuelle de 1982 à 1995
|_ sample 1 14
|_ file 11 Donpech.txt
UNIT 11 IS NOW ASSIGNED TO: Donpech.txt
|_ read (11) a H E S
      4 VARIABLES AND          14 OBSERVATIONS STARTING AT OBS          1

|_ print a H E S
      A              H              E              S
1982.000      8091.870      29.00000      18.00000
1983.000      8607.030      28.00000      19.00000
1984.000      8500.560      27.00000      21.00000
1985.000      8398.710      27.00000      21.00000
1986.000      8290.340      26.00000      23.00000
1987.000      8243.290      26.00000      26.00000
1988.000      7955.870      25.00000      30.00000
1989.000      7868.080      24.00000      31.83000
1990.000      7813.750      23.00000      25.00000
1991.000      7709.250      25.00000      24.00000
1992.000      5918.080      20.00000      24.00000
1993.000      5303.080      20.00000      29.00000
1994.000      9448.910      33.00000      47.75000
1995.000      9405.160      31.00000      48.75000
|_ genr H1=h*12
|_ *Soit H1 la prise annuelle de 1982 à 1995
|_ genr E1=E*12
|_ *Soit E1 l'effort annuel de pêche de 1982 à 1995
|_ genr UE=H1/E1
|_ *Soit UE l'effort par unité de pêche de 1982 à 1995

```

|_OLS UE E1 S/ ANOVA LIST

REQUIRED MEMORY IS PAR= 2 CURRENT PAR= 500
 OLS ESTIMATION
 14 OBSERVATIONS DEPENDENT VARIABLE = UE
 ...NOTE..SAMPLE RANGE SET TO: 1, 14

R-SQUARE = 0.0228 R-SQUARE ADJUSTED = -0.1548
 VARIANCE OF THE ESTIMATE-SIGMA**2 = 448.45
 STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE-SIGMA = 21.177
 SUM OF SQUARED ERRORS-SSE= 4932.9
 MEAN OF DEPENDENT VARIABLE = 306.66
 LOG OF THE LIKELIHOOD FUNCTION = -60.9175

MODEL SELECTION TESTS - SEE JUDGE ET.AL.(1985, P.242)
 AKAIKE (1969) FINAL PREDICTION ERROR- FPE = 544.54
 (FPE ALSO KNOWN AS AMEMIYA PREDICTION CRITERION -PC)
 AKAIKE (1973) INFORMATION CRITERION- LOG AIC = 6.2932
 SCHWARZ(1978) CRITERION-LOG SC = 6.4301
 MODEL SELECTION TESTS - SEE RAMANATHAN(1992,P.167)
 CRAVEN-WAHBA(1979) GENERALIZED CROSS VALIDATION(1979) -GCV= 570.75
 HANNAN AND QUINN(1979) CRITERION -HQ= 534.07
 RICE (1984) CRITERION-RICE= 616.61
 SHIBATA (1981) CRITERION-SHIBATA= 503.36
 SCHWARTZ (1978) CRITERION-SC= 620.26
 AKAIKE (1974) INFORMATION CRITERION-AIC= 540.88

ANALYSIS OF VARIANCE - FROM MEAN				
	SS	DF	MS	F
REGRESSION	115.30	2.	57.649	0.129
ERROR	4932.9	11.	448.45	
TOTAL	5048.2	13.	388.32	

ANALYSIS OF VARIANCE - FROM ZERO				
	SS	DF	MS	F
REGRESSION	0.13166E+07	3.	0.43888E+06	978.671
ERROR	4932.9	11.	448.45	
TOTAL	0.13216E+07	14.	94398.	

VARIABLE NAME	ESTIMATED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-RATIO	P-VALUE	PARTIAL CORR.	STANDARDIZED COEFFICIENT	ELASTICITY AT MEANS
			11 DF				
E1	-0.35915E-02	0.1482	-0.2424E-01	0.491-0.007	-0.0080	-0.0037	
S	-0.30383	0.6842	-0.4441	0.333-0.133	-0.1474	-0.0275	
CONSTANT	316.20	41.91	7.545	1.000 0.915	0.0000	1.0311	
OBS. NO.	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	CALCULATED RESIDUAL				
1	279.03	309.49	-30.455	*	I		
2	307.39	309.22	-1.8306		*		
3	314.84	308.66	6.1756		I*		
4	311.06	308.66	2.4034		I*		
5	318.86	308.10	10.764		I *		
6	317.05	307.18	9.8657		I *		
7	318.23	306.01	12.223		I *		
8	327.84	305.50	22.338		I *		
9	339.73	307.62	32.111		I *		
10	308.37	307.83	0.53535		*	I	
11	295.90	308.05	-12.146		*	I	
12	265.15	306.53	-41.377	*	*	I	
13	286.33	300.27	-13.943		*	I	
14	303.39	300.06	3.3360			I*	

DURBIN-WATSON = 0.8586 VON NEUMANN RATIO = 0.9246 RHO = 0.47665
 RESIDUAL SUM = 0.96589E-12 RESIDUAL VARIANCE = 448.45
 SUM OF ABSOLUTE ERRORS= 199.50
 R-SQUARE BETWEEN OBSERVED AND PREDICTED = 0.0228
 RUNS TEST: 4 RUNS, 9 POSITIVE, 5 NEGATIVE, NORMAL STATISTIC = -2.0926

|_AUTO UE E1 S

REQUIRED MEMORY IS PAR= 3 CURRENT PAR= 500

DEPENDENT VARIABLE = UE

..NOTE..R-SQUARE, ANOVA, RESIDUALS DONE ON ORIGINAL VARS

LEAST SQUARES ESTIMATION 14 OBSERVATIONS
BY COCHRANE-ORCUTT TYPE PROCEDURE WITH CONVERGENCE = 0.00100

ITERATION	RHO	LOG L.F.	SSE
1	0.00000	-60.9175	4932.9
2	0.47665	-58.5474	3451.9
3	0.56326	-58.3937	3347.2
4	0.58722	-58.3737	3327.8
5	0.59441	-58.3698	3322.9
6	0.59662	-58.3688	3321.4
7	0.59730	-58.3685	3321.0

LOG L.F. = -58.3685 AT RHO = 0.59730

	ESTIMATE	ASYMPTOTIC VARIANCE	ASYMPTOTIC ST.ERROR	ASYMPTOTIC T-RATIO
RHO	0.59730	0.04594	0.21435	2.78661

R-SQUARE = 0.3421 R-SQUARE ADJUSTED = 0.2225
VARIANCE OF THE ESTIMATE-SIGMA**2 = 301.91
STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE-SIGMA = 17.375
SUM OF SQUARED ERRORS-SSE= 3321.0
MEAN OF DEPENDENT VARIABLE = 306.66
LOG OF THE LIKELIHOOD FUNCTION = -58.3685

VARIABLE NAME	ESTIMATED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-RATIO 11 DF	P-VALUE	PARTIAL CORR.	STANDARDIZED COEFFICIENT	ELASTICITY AT MEANS
E1	0.17928E-01	0.1455	0.1233	0.548	0.037	0.0402	0.0182
S	0.21117	0.9038	0.2336	0.590	0.070	0.1025	0.0191
CONSTANT	292.15	38.28	7.631	1.000	0.917	0.0000	0.9527

|_SAMPLE 1 12

|_OLS UE E1 S/ ANOVA LIST

REQUIRED MEMORY IS PAR= 2 CURRENT PAR= 500

OLS ESTIMATION

12 OBSERVATIONS

DEPENDENT VARIABLE = UE

...NOTE..SAMPLE RANGE SET TO: 1, 12

R-SQUARE = 0.1801 R-SQUARE ADJUSTED = -0.0022
VARIANCE OF THE ESTIMATE-SIGMA**2 = 417.09
STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE-SIGMA = 20.423
SUM OF SQUARED ERRORS-SSE= 3753.8
MEAN OF DEPENDENT VARIABLE = 308.62
LOG OF THE LIKELIHOOD FUNCTION = -51.5009

MODEL SELECTION TESTS - SEE JUDGE ET.AL.(1985, P.242)

AKAIKE (1969) FINAL PREDICTION ERROR- FPE = 521.36

(FPE ALSO KNOWN AS AMEMIYA PREDICTION CRITERION -PC)

AKAIKE (1973) INFORMATION CRITERION- LOG AIC = 6.2456

SCHWARZ (1978) CRITERION-LOG SC = 6.3668

MODEL SELECTION TESTS - SEE RAMANATHAN(1992,P.167)

CRAVEN-WAHBA(1979) GENERALIZED CROSS VALIDATION(1979) -GCV= 556.12

HANNAN AND QUINN(1979) CRITERION -HQ= 493.11

RICE (1984) CRITERION-RICE= 625.63

SHIBATA (1981) CRITERION-SHIBATA= 469.22

SCHWARTZ (1978) CRITERION-SC= 582.22

AKAIKE (1974) INFORMATION CRITERION-AIC= 515.75

	SS	DF	MS	F
REGRESSION	824.29	2.	412.14	0.988
ERROR	3753.8	9.	417.09	
TOTAL	4578.1	11.	416.19	

ANALYSIS OF VARIANCE - FROM ZERO				
	SS	DF	MS	F
REGRESSION	0.11438E+07	3.	0.38126E+06	914.111
ERROR	3753.8	9.	417.09	
TOTAL	0.11475E+07	12.	95629.	

VARIABLE NAME	ESTIMATED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-RATIO	9 DF	P-VALUE	PARTIAL CORR.	STANDARDIZED COEFFICIENT	ELASTICITY AT MEANS
E1	0.28758	0.2293	1.254		0.879	0.386	0.4839	0.2795
S	2.3242	1.818	1.278		0.883	0.392	0.4931	0.1831
CONSTANT	165.82	102.5	1.617		0.930	0.475	0.0000	0.5373
OBS. NO.	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	CALCULATED RESIDUAL					
1	279.03	307.74	-28.708		*		I	
2	307.39	306.61	0.78222				*	
3	314.84	307.81	7.0264				I *	
4	311.06	307.81	3.2542				I *	
5	318.86	309.01	9.8527				I *	
6	317.05	315.98	1.0704				*	
7	318.23	321.83	-3.5902				*I	
8	327.84	322.63	5.2093				I *	
9	339.73	303.30	36.426				I	*
10	308.37	307.88	0.49019				*	
11	295.90	290.62	5.2790				I *	
12	265.15	302.25	-37.092		*		I	

DURBIN-WATSON = 1.3924 VON NEUMANN RATIO = 1.5190 RHO = 0.01697
 RESIDUAL SUM = 0.85265E-13 RESIDUAL VARIANCE = 417.09
 SUM OF ABSOLUTE ERRORS = 138.78
 R-SQUARE BETWEEN OBSERVED AND PREDICTED = 0.1801
 RUNS TEST: 5 RUNS, 9 POSITIVE, 3 NEGATIVE, NORMAL STATISTIC = -0.4179

|_AUTO UE E1 S

REQUIRED MEMORY IS PAR= 3 CURRENT PAR= 500

DEPENDENT VARIABLE = UE
 ..NOTE..R-SQUARE,ANOVA,RESIDUALS DONE ON ORIGINAL VARS

LEAST SQUARES ESTIMATION 12 OBSERVATIONS
 BY COCHRANE-ORCUTT TYPE PROCEDURE WITH CONVERGENCE = 0.00100

ITERATION	RHO	LOG L.F.	SSE
1	0.00000	-51.5009	3753.8
2	0.01697	-51.4986	3752.2
3	0.03236	-51.4963	3750.5
4	0.04702	-51.4937	3748.6
5	0.06163	-51.4907	3746.2
6	0.07679	-51.4872	3743.4
7	0.09316	-51.4828	3739.7
8	0.11155	-51.4769	3734.9
9	0.13305	-51.4687	3728.1
10	0.15928	-51.4565	3718.1
11	0.19268	-51.4369	3702.2
12	0.23713	-51.4027	3675.0
13	0.29860	-51.3382	3625.0
14	0.38497	-51.2115	3529.5
15	0.50074	-50.9806	3360.1
16	0.63116	-50.6815	3138.8
17	0.73976	-50.4852	2966.7
18	0.80887	-50.4488	2883.2

LOG L.F. = -50.4854 AT RHO = 0.84736

	ESTIMATE	ASYMPTOTIC VARIANCE	ASYMPTOTIC ST.ERROR	ASYMPTOTIC T-RATIO
RHO	0.84736	0.02350	0.15329	5.52775

R-SQUARE = 0.3770 R-SQUARE ADJUSTED = 0.2386
 VARIANCE OF THE ESTIMATE-SIGMA**2 = 316.89
 STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE-SIGMA = 17.801
 SUM OF SQUARED ERRORS-SSE= 2852.0
 MEAN OF DEPENDENT VARIABLE = 308.62
 LOG OF THE LIKELIHOOD FUNCTION = -50.4854

VARIABLE NAME	ESTIMATED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-RATIO 9 DF	P-VALUE	PARTIAL CORR. COEFFICIENT	STANDARDIZED ELASTICITY AT MEANS
E1	-0.13498	0.2496	-0.5408	0.301-0.177	-0.2271	-0.1312
S	-1.2424	1.771	-0.7016	0.250-0.228	-0.2636	-0.0979
CONSTANT	360.90	96.06	3.757	0.998 0.781	0.0000	1.1694
_END						

CALCUL DE L'EFFORT

$$h_i/E_i = 360.9 - 0.1349 E_i - 1.2424 S_i$$

$$\Downarrow (12) \quad h_i = 360.9 E_i - 0.1349 E_i^2 - 1.2424 S_i E_i$$

$$\Pi(E) = Ph - cE$$

Revenu total moins le coût total

$$= P (360.9 E_i - 0.1349 E_i^2 - 1.2424 S_i E_i) - cE$$

Les années choisies sont respectivement 1982 (l'année représentative avant les aménagements) et 1992 (notre année de référence). Au cours de l'année de référence, le prix moyen d'un kilogramme de muges est de 6.00 DT et le coût par unité d'effort de pêche était de 328.40 DT¹.

$$\Pi(E) = 6 (360.9 E_i - 0.1349 E_i^2 - 1.2424 S_i E_i) - 328.4 E$$

$$= 1837 E - 0.80908 E^2 - 7.4544 SE$$

A ce niveau, il s'agit de considérer les salinités de 1982 et 1992 telles que:

$$\Pi(E_{1982}) = 1837 E - 0.80908 E^2 - 134.1792 E$$

$$= E (1837 - 0.80908 E - 134.1792)$$

S'agissant d'une parabole, 2 solutions. La première $E=0$, la seconde telle que l'intérieur de la parabole égale 0.

$$E = 1052.31$$

(Sachant que le maximum est atteint au milieu)

$$\Pi(E_{1992}) = 1837 E - 0.80908 E^2 - 178.9056 E$$

$$= E (1837 - 0.80908 E - 178.9056)$$

S'agissant d'une parabole, 2 solutions. La première $E=0$, la seconde telle que l'intérieur de la parabole égale 0.

$$E = 1024.67$$

¹ Ne disposant pas de données sur le coût par unité d'effort soit l'équivalent par hypothèse à une sortie, il a été estimé par approximation à partir du coût par unité d'effort de 1995 estimé au cours de la section 2.3, ajustée à la baisse par un taux de 4% annuel.

Remplaçons les valeurs de E en 1982 et en 1992 respectivement dans les équations suivantes

$$\Pi(E\ 1982) = 1837 E - 0.80908 E^2 - 134.1792 E$$

$$\Pi(E\ 1992) = 1837 E - 0.80908 E^2 - 178.9056 E$$

Nous obtenons ainsi un profit respectif de 895 955.4916 DT et de 849 507.1695 DT soit une perte net de 46 448.3221 DT entre les 2 années.

ANNEXE 4

	Le nombre de visiteurs en 1993	Le nombre de visiteurs en 1994	Le nombre de visiteurs en 1995
Allemagne	1151	920	1555
Arabie Saoudite	9	—	—
Angleterre	133	105	61
Algérie	104	14	17
Autriche	28	63	32
Argentine	—	16	—
Belgique	141	167	81
Bahrein	—	12	—
Canada	—	14	5
Colombie	—	7	13
Chine	—	3	—
Danemark	—	22	44
Espagne	49	44	43
Ecosse	—	6	—
Emirats Arabe unis	—	10	6
Egypte	—	13	—
France	1283	1659	1427
Finlande	—	4	4
Grèce	—	4	—
Hongrie	—	18	—
Italie	237	263	128
Irak	33	4	—
Iran	—	12	—
Irlande	—	6	4
Japon	—	18	5
Jordanie	—	8	—
Koweït	—	10	—
Lybie	23	24	22
Maroc	5	31	10
Malte	—	16	—
Palestine	50	21	22
Portugal	31	4	—
Pologne	—	4	—
Pays-Bas	—	75	43
Quatar	—	2	—
Roumanie	—	3	—
Russie	91	26	8
Suisse	96	46	59
Suède	—	9	—
Tchékoslovaquie	—	9	—
Tunisie	50395	42863	40320
USA	179	75	5
Ukraine	—	10	—
Total	3634	3788	3594

Répartition par pays des visiteurs de l'Ichkeul de 1993 à 1995

Source: Ministère de l'Agriculture Direction des Parcs Nationaux

RÉSULTATS ÉCONOMÉTRIQUE

Date:08/26/96 Time:14:43:30.24

```

*****
* SHAZAM - FOR 386/486 EXTENDED MEMORY SITE NO. 376A4Y
*
* ** Copyright (C) 1992 by K.J. White - All Rights Reserved **
*
* FOR USE ONLY BY: Faculty, Students, and Staff
* AT: University of Ottawa - Ottawa, Ontario
*
*
* If this does not describe you then you have stolen this copy
* and if you type anything except STOP or HELP SHAZAM you
* agree to send payment within 7 days for a software license
*
*
* SITE LICENSE - FOR USE ON ALL COMPUTERS AT ABOVE LOCATION
*****
Hello/Bonjour/Aloha/Howdy/G Day/Kia Ora/Konnichiwa/Buenos Dias/Nee Hau
Welcome to SHAZAM - Version 7.0 - FEB 1993 SYSTEM=PHARLAP PAR= 500
_*MODELE ECONOMETRIQUE DE L'ECOTOURISME
_ *Définitions des variables
_ *Soit V le nombre de visiteurs du PNI en 1994
_ *Soit P le prix du billet d'avion de capitale à capitale
_ *Soit R le revenu per capita de tous les pays concernés en 1994
_sample 1 40
_file 11 DONEco.txt
UNIT 11 IS NOW ASSIGNED TO: DONEco.txt
_read (11) V R P P1 N A
6 VARIABLES AND 40 OBSERVATIONS STARTING AT OBS 1

```

|_print V R P

V	R	P
9.000000	10850.00	560.0000
920.0000	19279.00	607.0000
105.0000	18036.00	662.0000
63.00000	19756.00	660.0000
167.0000	20449.00	559.0000
14.00000	20257.00	1200.000
22.00000	20587.00	600.0000
44.00000	13791.00	400.0000
10.00000	23390.00	800.0000
1659.000	19403.00	350.0000
4.000000	16327.00	600.0000
4.000000	8360.000	225.0000
18.00000	6260.000	450.0000
263.0000	18520.00	300.0000
24.00000	7000.000	173.0000
16.00000	7575.000	150.0000
31.00000	3270.000	341.0000
75.00000	18252.00	400.0000
4.000000	12313.00	450.0000
4.000000	5010.000	443.0000
2.000000	22910.00	800.0000
46.00000	23850.00	600.0000
6.000000	14785.00	563.0000
9.000000	17473.00	1053.000
14.00000	4390.000	100.0000
75.00000	25572.00	1000.000
9.000000	7700.000	443.0000

12.000000	13480.00	1000.000
7.000000	5630.000	1500.000
3.000000	2120.000	1900.000
13.000000	3530.000	370.0000
12.000000	4670.000	771.0000
8.000000	4010.000	600.0000
10.000000	13126.00	850.0000
31.000000	3270.000	341.0000
26.000000	5240.000	1100.000
3.000000	2910.000	1400.000
10.000000	4030.000	1900.000
16.000000	9130.000	1495.000
4.000000	3500.000	835.0000

|_PRINT P1 N A

P1	N	A
7.867000	17.90000	64.10000
7.867000	81.60000	99.00000
7.867000	58.30000	99.00000
7.867000	8.000000	99.00000
7.867000	10.10000	99.00000
7.867000	29.50000	99.00000
7.867000	5.200000	99.00000
7.867000	39.60000	98.00000
7.867000	1.900000	65.00000
7.867000	58.00000	99.00000
7.867000	5.100000	99.00000
7.867000	10.50000	93.80000
7.867000	10.10000	99.00000
7.867000	57.20000	97.40000
7.867000	5.400000	66.50000
7.867000	0.3660000	87.00000
7.867000	27.00000	52.50000
7.867000	15.50000	99.00000
7.867000	9.800000	86.20000
7.867000	38.40000	99.00000
7.867000	0.5500000	79.00000
7.867000	7.200000	99.00000
7.867000	3.600000	99.00000
7.867000	8.800000	99.00000
7.867000	27.00000	60.60000
7.867000	263.3000	99.00000
7.867000	10.30000	99.00000
7.867000	0.5600000	79.00000
7.867000	35.10000	87.40000
7.867000	1221.500	80.00000
7.867000	62.90000	50.00000
7.867000	67.28000	56.00000
7.867000	5.400000	82.10000
7.867000	1.500000	73.90000
7.867000	27.00000	52.50000
7.867000	147.0000	98.70000
7.867000	22.80000	96.90000
7.867000	51.40000	95.00000
7.867000	34.60000	95.50000
7.867000	20.40000	62.50000

_genr N1=N*1000000

_*Soit N1 la population en millions

_genr N2=N1/100000

_*Soit N2 une nouvelle unité de mesure

_GENR N3=V/N2

_*Soit N3 la variable dépendante

_*où

_*Soit N la population totale des pays concernés en 1994

_*(Soit L1 une variable dichotomique prenant la valeur de 1 pour

_*les pays francophones et arabophones et la valeur 0 autrement).

_*(Soit L2 une variable dichotomique prenant la valeur de 1

_*pour les pays anglophones, hispaniques, germaniques et pour l'italien

_*et la valeur de 0 autrement)

```

_*Soit E le nombre moyen d'années d'études par pays
_*Soit Y le nombre de visiteurs étrangers par pays en Tunisie
_*Soit U le taux d'urbanisation par pays
_*Soit P1 le coût de transport du District de Tunis
_*Soit N2 une nouvelle unité de mesure des visiteurs du PNI
_*(Soit P2 le prix du billet d'avion de capitale à capitale
_*plus le coût de transport jusqu'au PNI ALLER RETOUR)
_genr P2=P+2*P1

```

|_ols N3 P2 R A/ ANOVA LIST

REQUIRED MEMORY IS PAR= 6 CURRENT PAR= 500
 OLS ESTIMATION
 40 OBSERVATIONS DEPENDENT VARIABLE = N3
 ...NOTE..SAMPLE RANGE SET TO: 1, 40

R-SQUARE = 0.1144 R-SQUARE ADJUSTED = 0.0406
 VARIANCE OF THE ESTIMATE-SIGMA**2 = 0.73971
 STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE-SIGMA = 0.86006
 SUM OF SQUARED ERRORS-SSE= 26.629
 MEAN OF DEPENDENT VARIABLE = 0.46685
 LOG OF THE LIKELIHOOD FUNCTION = -48.6203

MODEL SELECTION TESTS - SEE JUDGE ET.AL.(1985, P.242)
 AKAIKE (1969) FINAL PREDICTION ERROR- FPE = 0.81368
 (FPE ALSO KNOWN AS AMEMIYA PREDICTION CRITERION -PC)
 AKAIKE (1973) INFORMATION CRITERION- LOG AIC = -0.20686
 SCHWARZ (1978) CRITERION-LOG SC = -0.37972E-01
 MODEL SELECTION TESTS - SEE RAMANATHAN(1992,P.167)
 CRAVEN-WAHBA(1979) GENERALIZED CROSS VALIDATION(1979) -GCV= 0.82190
 HANNAN AND QUINN(1979) CRITERION -HQ= 0.86433
 RICE (1984) CRITERION-RICE= 0.83217
 SHIBATA (1981) CRITERION-SHIBATA= 0.79888
 SCHWARTZ (1978) CRITERION-SC= 0.96274
 AKAIKE (1974) INFORMATION CRITERION-AIC= 0.81313

	ANALYSIS OF VARIANCE - FROM MEAN			F
	SS	DF	MS	
REGRESSION	3.4387	3.	1.1462	1.550
ERROR	26.629	36.	0.73971	
TOTAL	30.068	39.	0.77098	

	ANALYSIS OF VARIANCE - FROM ZERO			F
	SS	DF	MS	
REGRESSION	12.157	4.	3.0392	4.109
ERROR	26.629	36.	0.73971	
TOTAL	38.786	40.	0.96966	

VARIABLE NAME	ESTIMATED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-RATIO	PARTIAL CORR. COEFFICIENT	STANDARDIZED ELASTICITY AT MEANS
			36 DF	P-VALUE	
P2	-0.51996E-03	0.3214E-03	-1.618	0.057-0.260	-0.2644 -0.8125
R	0.17767E-04	0.2167E-04	0.8197	0.791 0.135	0.1487 0.4567
A	0.52203E-02	0.9706E-02	0.5378	0.703 0.089	0.0986 0.9627
CONSTANT	0.18354	0.7410	0.2477	0.597 0.041	0.0000 0.3931
OBS. NO.	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	CALCULATED RESIDUAL		
1	0.50279E-01	0.41158	-0.36130	* I	
2	1.1275	0.71908	0.40837	I *	
3	0.18010	0.66840	-0.48830	* I	
4	0.78750	0.70000	0.87499E-01	I*	
5	1.6535	0.76483	0.88864	I	*
6	0.47458E-01	0.42813	-0.38067	* I	
7	0.42308	0.74596	-0.32289	* I	
8	0.11111	0.72399	-0.61288	* I	
9	0.52632	0.51428	0.12035E-01	*	
10	2.8603	0.85492	2.0054	I	*
11	0.78431E-01	0.67028	-0.59184	* I	

12	0.38095E-01	0.69657	-0.65847	*	I
13	0.17822	0.56941	-0.39119	*	I
14	0.45979	0.85687	-0.39708	*	I
15	0.44444	0.55693	-0.11248	*	I
16	4.3716	0.68612	3.6855		I
17	0.11481	0.33022	-0.21541	*	I
18	0.48387	0.80847	-0.32460	*	I
19	0.40816E-01	0.61013	-0.56932	*	I
20	0.10417E-01	0.55084	-0.54043	*	I
21	0.36364	0.57884	-0.21520	*	I
22	0.63889	0.80394	-0.16505	*	I
23	0.16667	0.66212	-0.49545	*	I
24	0.10227	0.45510	-0.35282	*	I
25	0.51852E-01	0.51771	-0.46586	*	I
26	0.28485E-01	0.62655	-0.59806	*	I
27	0.87379E-01	0.59864	-0.51126	*	I
28	2.1429	0.30731	1.8356		I
29	0.19943E-01	-0.48289E-01	0.68232E-01	*	
30	0.24560E-03	-0.35726	0.35751		I *
31	0.20668E-01	0.30671	-0.28604	*	I
32	0.17836E-01	0.14978	-0.13195	*	I
33	0.14815	0.36322	-0.21507	*	I
34	0.66667	0.35239	0.31428		I *
35	0.11481	0.33022	-0.21541	*	I
36	0.17687E-01	0.21175	-0.19407	*	I
37	0.13158E-01	0.49737E-02	0.81842E-02	*	
38	0.19455E-01	-0.24502	0.26448		I *
39	0.46243E-01	0.58778E-01	-0.12536E-01	*	
40	0.19608E-01	0.12965	-0.11004	*	I

DURBIN-WATSON = 2.0743 VON NEUMANN RATIO = 2.1275 RHO = -0.03986
 RESIDUAL SUM = 0.76328E-15 RESIDUAL VARIANCE = 0.73971
 SUM OF ABSOLUTE ERRORS= 19.871
 R-SQUARE BETWEEN OBSERVED AND PREDICTED = 0.1144
 RUNS TEST: 15 RUNS, 12 POSITIVE, 28 NEGATIVE, NORMAL STATISTIC = -1.0733
 |_SAMPLE 1 27

|_OLS N3 P2 R A/ ANOVA LIST

REQUIRED MEMORY IS PAR= 5 CURRENT PAR= 500
 OLS ESTIMATION
 27 OBSERVATIONS DEPENDENT VARIABLE = N3
 ...NOTE...SAMPLE RANGE SET TO: 1, 27

R-SQUARE = 0.2091 R-SQUARE ADJUSTED = 0.1059
 VARIANCE OF THE ESTIMATE-SIGMA**2 = 0.85612
 STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE-SIGMA = 0.92527
 SUM OF SQUARED ERRORS-SSE= 19.691
 MEAN OF DEPENDENT VARIABLE = 0.57136
 LOG OF THE LIKELIHOOD FUNCTION = -34.0495

MODEL SELECTION TESTS - SEE JUDGE ET.AL.(1985, P.242)
 AKAIKE (1969) FINAL PREDICTION ERROR- FPE = 0.98295
 (FPE ALSO KNOWN AS AMEMIYA PREDICTION CRITERION -PC)
 AKAIKE (1973) INFORMATION CRITERION- LOG AIC = -0.19395E-01
 SCHWARZ(1978) CRITERION-LOG SC = 0.17258
 MODEL SELECTION TESTS - SEE RAMANATHAN(1992,P.167)
 CRAVEN-WAHBA(1979) GENERALIZED CROSS VALIDATION(1979) -GCV= 1.0050
 HANNAN AND QUINN(1979) CRITERION -HQ= 1.0384
 RICE (1984) CRITERION-RICE= 1.0364
 SHIBATA (1981) CRITERION-SHIBATA= 0.94537
 SCHWARTZ (1978) CRITERION-SC= 1.1884
 AKAIKE (1974) INFORMATION CRITERION-AIC= 0.98079

ANALYSIS OF VARIANCE - FROM MEAN				
	SS	DF	MS	F
REGRESSION	5.2054	3.	1.7351	2.027
ERROR	19.691	23.	0.85612	

TOTAL 24.896 26. 0.95754

ANALYSIS OF VARIANCE - FROM ZERO					F
	SS	DF	MS		
REGRESSION	14.020	4.	3.5049		4.094
ERROR	19.691	23.	0.85612		
TOTAL	33.710	27.	1.2485		

VARIABLE NAME	ESTIMATED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T-RATIO	P-VALUE	PARTIAL CORR.	STANDARDIZED COEFFICIENT	ELASTICITY AT MEANS
P2	-0.22062E-02	0.9131E-03	-2.416	0.012	-0.450	-0.6060	-2.1328
R	0.61132E-04	0.3821E-04	1.600	0.938	0.316	0.4210	1.6063
A	0.62632E-02	0.1347E-01	0.4649	0.677	0.096	0.0947	0.9882
CONSTANT	0.30753	1.127	0.2729	0.606	0.057	0.0000	0.5382
OBS. NO.	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	CALCULATED RESIDUAL				
1	0.50279E-01	0.10211	-0.51831E-01			*	
2	1.1275	0.73229	0.39516			I *	
3	0.18010	0.53496	-0.35486			* I	
4	0.78750	0.64452	0.14298			I *	
5	1.6535	0.90971	0.74376			I	*
6	0.47458E-01	-0.51619	0.56364			I *	
7	0.42308	0.82769	-0.40461			* I	
8	0.11111	0.84721	-0.73610			* I	
9	0.52632	0.34486	0.18146			I *	
10	2.8603	1.3069	1.5535			I	*
11	0.78431E-01	0.56727	-0.48884			* I	
12	0.38095E-01	0.87498	-0.83688			* I	
13	0.17822	0.28278	-0.10456			* I	
14	0.45979	1.3532	-0.89337			* I	
15	0.44444	0.73557	-0.29113			* I	
16	4.3716	0.94986	3.4217			I	X
17	0.11481	0.49229E-01	0.65586E-01			*	
18	0.48387	1.1262	-0.64231			* I	
19	0.40816E-01	0.57264	-0.53183			* I	
20	0.10417E-01	0.22181	-0.21139			* I	
21	0.36364	0.40320	-0.39566E-01			*	
22	0.63889	1.0272	-0.38828			* I	
23	0.16667	0.55463	-0.38797			* I	
24	0.10227	-0.36207	0.46434			I *	
25	0.51852E-01	0.70012	-0.64826			* I	
26	0.28485E-01	0.24997	-0.22148			* I	
27	0.87379E-01	0.38625	-0.29887			* I	

DURBIN-WATSON = 1.9785 VON NEUMANN RATIO = 2.0546 RHO = 0.00847
 RESIDUAL SUM = 0.60507E-14 RESIDUAL VARIANCE = 0.85612
 SUM OF ABSOLUTE ERRORS = 15.064
 R-SQUARE BETWEEN OBSERVED AND PREDICTED = 0.2091
 RUNS TEST: 11 RUNS, 9 POSITIVE, 18 NEGATIVE, NORMAL STATISTIC = -0.8876
 |_DIAGNOS / HET

REQUIRED MEMORY IS PAR= 7 CURRENT PAR= 500
 DEPENDENT VARIABLE = N3 27 OBSERVATIONS
 REGRESSION COEFFICIENTS
 -0.220617249123E-02 0.611319463987E-04 0.626321023878E-02 0.307525580995

HETEROSKEDASTICITY TESTS

E**2 ON YHAT: CHI-SQUARE = 2.050 WITH 1 D.F.
 E**2 ON YHAT**2: CHI-SQUARE = 2.541 WITH 1 D.F.
 E**2 ON LOG(YHAT**2): CHI-SQUARE = 1.854 WITH 1 D.F.
 E**2 ON X (B-P-G) TEST: CHI-SQUARE = 3.458 WITH 3 D.F.
 E**2 ON LAG(E**2) ARCH TEST: CHI-SQUARE = 0.228 WITH 1 D.F.
 LOG(E**2) ON X (HARVEY) TEST: CHI-SQUARE = 8.397 WITH 3 D.F.
 ABS(E) ON X (GLEJSER) TEST: CHI-SQUARE = 9.864 WITH 3 D.F.

|_END

ANNEXE 6

	<i>Rev.</i>	<i>Educ.</i>	<i>Prix Max.</i>	<i>Prix</i>	<i>Q</i>	<i>Diff.</i>	<i>Surp. Cons.</i>	<i>Tx alpha.</i>
Arable S	\$ 10,850.00	3.9	\$ 496.47	\$ 560.00	23.3077434	-63.5344302	(740.42)	64.1
Allemagne	\$ 19,279.00	11.6	\$ 829.03	\$ 600.00	31.5273118	229.0323555	3,610.39	99
Grande-B	\$ 18,036.00	11.7	\$ 794.60	\$ 662.00	32.1355188	132.600433	2,130.59	99
Autriche	\$ 19,756.00	11.4	\$ 842.25	\$ 660.00	33.1425418	182.2455712	3,020.04	99
Belgique	\$ 20,449.00	11.2	\$ 861.44	\$ 559.00	31.3377943	302.4421298	4,738.93	99
Canada	\$ 20,257.00	12.2	\$ 856.12	\$1,200.00	45.3621989	-343.876397	(7,799.49)	99
Danemark	\$ 20,587.00	11	\$ 865.26	\$ 600.00	32.3266725	265.2648211	4,287.56	99
Espagne	\$ 13,791.00	6.9	\$ 674.17	\$ 400.00	23.6983874	274.1722152	3,248.72	98
Emirats A	\$ 23,390.00	5.6	\$ 942.91	\$ 800.00	38.4520755	142.9097761	2,747.59	65
France	\$ 19,403.00	12	\$ 827.92	\$ 350.00	25.987381	477.924984	6,210.01	99
Finlande	\$ 16,327.00	10.9	\$ 655.00	\$ 600.00	27.6877102	54.99547475	761.35	99
Grèce	\$ 8,360.00	7	\$ 492.50	\$ 225.00	15.8295275	267.5019273	2,117.21	93.8
Hongrie	\$ 6,270.00	9.8	\$ 411.90	\$ 450.00	19.0151556	-38.1037241	(362.27)	99
Italie	\$ 18,520.00	7.5	\$ 808.01	\$ 300.00	24.4448626	508.0075533	6,209.09	97.4
Libye	\$ 7,000.00	3.5	\$ 452.56	\$ 173.00	13.8010584	279.5579005	1,929.10	66.5
Malte	\$ 7,575.00	6.1	\$ 504.82	\$ 150.00	14.4467229	354.8238102	2,563.02	87
Quatar	\$ 22,910.00	5.8	\$ 929.61	\$ 800.00	38.1587321	129.6134584	2,472.94	79
Pays Bas	\$ 18,252.00	11.1	\$ 800.58	\$ 400.00	26.4872793	400.5837759	5,305.19	99
Portugal	\$ 12,313.00	6.4	\$ 636.07	\$ 450.00	23.9608663	186.0695456	2,229.19	86.2
Pologne	\$ 5,010.00	8.2	\$ 324.76	\$ 443.00	16.9382665	-118.242475	(1,001.41)	99
Suisse	\$ 23,850.00	11.6	\$ 955.65	\$ 600.00	34.3207962	355.6520805	6,103.13	99
Irlande	\$ 14,785.00	8.9	\$ 704.55	\$ 563.00	27.9645906	141.5455815	1,979.13	99
Suède	\$ 17,473.00	11.4	\$ 778.15	\$1,053.00	40.3989038	-274.846712	(5,551.75)	99
Algérie	\$ 4,390.00	2.8	\$ 410.64	\$ 100.00	11.2656403	310.6354945	1,749.75	60.6
USA	\$ 25,572.00	12.4	\$ 992.00	\$1,000.00	43.9474375	-8.00301405	(175.86)	99
Tchéque	\$ 7,700.00	9.2	\$ 498.35	\$ 443.00	20.7680684	55.35021304	574.76	99
Russie	\$ 5,240.00	9	\$ 336.52	\$1,100.00	31.6925617	-763.477396	(12,098.28)	98.7
Romanie	\$ 2,910.00	7.1	\$ 318.82	\$1,400.00	37.9206521	-1081.17795	(20,499.49)	96.9
Ukraine	\$ 4,030.00	6	\$ 373.69	\$1,900.00	50.1622288	-1526.30637	(38,281.46)	95
Argentine	\$ 9,130.00	9.2	\$ 493.96	\$1,495.00	43.8804152	-1001.04092	(21,963.05)	95.5
Irak	\$ 3,500.00	5	\$ 252.84	\$ 835.00	23.999862	-582.162905	(6,985.91)	62.5
Bahrein	\$ 13,480.00	4.3	\$ 546.32	\$1,000.00	34.1149814	-453.676849	(7,738.59)	79
Colombie	\$ 5,630.00	7.5	\$ 402.97	\$1,500.00	41.9832904	-1097.03153	(23,028.50)	87.4
Chine	\$ 2,120.00	5	\$ 353.72	\$1,900.00	49.7214978	-1546.2833	(38,441.76)	80
Egypte	\$ 3,530.00	3	\$ 321.52	\$ 370.00	15.2562708	-48.4819708	(369.83)	50
Iran	\$ 4,670.00	3.9	\$ 292.34	\$ 771.00	23.4594984	-478.655859	(5,614.51)	56
Jordanie	\$ 4,010.00	5	\$ 125.02	\$ 600.00	15.9953693	-474.980994	(3,798.75)	82.1
Japon	\$ 21,091.00	10.8	\$ 598.17	\$1,600.00	48.496115	-1001.82599	(24,292.33)	99
Koweït	\$ 13,126.00	5.5	\$ 377.54	\$ 850.00	27.0819486	-472.461761	(6,397.59)	73.9
Maroc	\$ 3,270.00	3	\$ 104.52	\$ 341.00	9.82907364	-236.479483	(1,162.19)	52.5

Constante: 0.30753
 Coef. Rev.: 0.000611132
 Coef. Prix: -0.022062
 Coef. Educat: 0.062632

Total

48,356.49
 \$ 13.48
 3586

Annexe 7

<i>Tunis</i>	881 560	4325,42	75	7,500	32 441	346	2547,8613	
<i>Ariana</i>	566 247	2778,32	75	7,500	20 837	1558	363,4448	
<i>Ben Arous</i>	369 552	1813,23	86	8,600	15 594	761	485,6137	
District de Tunis	1 817 359	8916,97	76,57	7,667	70 147	2 625	692,3272	28
<i>Nabeul</i>	577 813	2835,07	140	14,000	39 691	2788	207,2500	
<i>Zaghuan</i>	143 010	701,69	132	13,200	9 262	2768	51,6655	
<i>Bizerte</i>	475 053	2330,87	25	2,500	5 827	3685	128,9153	
Nord-Est	1 195 876	5867,63	99,00	9,900	58 090	9 241	129,4098	41
<i>Beja</i>	301 898	1481,28	72	7,200	10 665	3558	84,8505	
<i>Jendouba</i>	402 487	1974,82	130	13,000	25 673	3102	129,7508	
<i>Le Kef</i>	270 996	1329,66	185	18,500	24 599	4965	54,5813	
<i>Siliana</i>	243 536	1194,92	195	19,500	23 301	4631	52,5882	
Nord-Ouest	1 218 917	5980,68	145,50	14,550	87 019	16 256	74,9826	49
<i>Kairoun</i>	528 879	2594,97	230	23,000	59 684	6712	78,7960	
<i>Kasserine</i>	385 450	1891,23	360	36,000	68 084	8066	47,7870	
<i>Sidi Bouzid</i>	374 835	1839,15	385	38,500	70 807	6994	53,5938	
Centre-Ouest	1 289 164	6325,35	325,00	32,500	205 574	21 772	59,2120	50
<i>Sousse</i>	432 312	2121,16	215	21,500	45 605	2621	164,9416	
<i>Monastir</i>	363 126	1781,70	258	25,800	45 968	1019	356,3553	
<i>Mahdia</i>	334 208	1639,81	280	28,000	45 915	2966	112,6797	
<i>Sfax</i>	732 471	3593,91	345	34,500	123 990	7545	97,0803	
Centre-Est	1 862 117	9136,58	274,50	27,450	250 799	14 151	131,5891	35
<i>Gafsa</i>	304 665	1494,86	430	43,000	64 279	8990	33,8893	
<i>Tozeur</i>	89 088	437,12	550	55,000	24 041	4719	18,8786	
<i>Kebili</i>	131 661	646,00	545	54,500	35 207	22084	5,9618	
Sud-Ouest	525 414	2577,97	508,33	50,833	131 047	35 793	14,6792	40
<i>Gabes</i>	310 643	1524,19	440	44,000	67 064	7175	43,2952	
<i>Mednine</i>	382 699	1877,73	515	51,500	96 703	8588	44,5621	
<i>Tataouine</i>	133 676	655,89	540	54,000	35 418	38889	3,4374	
Sud-Est	827 018	4057,81	498,33	49,833	202 214	54 652	15,1324	40
Grand Total	8 735 865	42 863	1 929	200,651	1 045 085	154530,00		41
Moyenne	1 247 981	6 123	276	27,56	143 556			

	Mateur	Ghézala	Mateur	Ghézala
Spéculations	sec	irrigué	sec	irrigué
ARBORICULTURE	185	275	40	356
GRANDES CULTURES	104	1239	40	550
céréales	35	505	—	170
légumineuses	10	—	—	—
foin	—	—	—	40
verdure	36	269	—	—
fouillage d'été	—	290	40	180
ensilage	5	60	—	140
autres fourrages	18	—	—	—
cultures industrielles	—	115	—	20
CULTURE MARAICHÈRE	0	225	0	252
pomme de terre saison	—	12	—	30
pomme de terre arrière saison	—	—	—	26
pomme de terre primeurs	—	—	—	—
CM D'HIVER	0	96	0	46
artichauts	—	—	—	4
Légumes feuilles	—	—	—	7
Légumes racines	—	—	—	5
autres cultures	—	—	—	30
CM D'ETE	0	117	0	150
tomate	—	20	—	80
piment	—	7	—	25
cucurbitacées	—	90	—	45
divers	—	36	—	25
TOTAL	289	1739	80	1158

TABLEAU 6.6.2: VOCATION PAR HECTARE.

ANNEXE 9

Année	Bénéfice Agricole 3%	Bénéfice Eau Potable 3%	Bénéfice Agricole 5%	Bénéfice Eau Potable 5%	Bénéfice Agricole 7%	Bénéfice Eau Potable 7%
1994	2 668 454,60 DT	214 500,00 DT	2 668 454,60 DT	214 500,00 DT	2 668 454,60 DT	214 500,00 DT
1995	2 748 508,24 DT	220 935,00 DT	2 801 877,33 DT	225 225,00 DT	2 855 248,42 DT	229 515,00 DT
1996	2 830 963,49 DT	227 563,05 DT	2 941 971,20 DT	236 486,25 DT	3 055 113,67 DT	245 581,00 DT
1997	2 915 892,39 DT	234 389,84 DT	3 089 069,76 DT	248 310,56 DT	3 268 971,63 DT	262 771,70 DT
1998	3 003 369,16 DT	241 421,64 DT	3 243 523,24 DT	260 726,09 DT	3 487 799,64 DT	281 165,70 DT
1999	3 083 470,24 DT	248 664,29 DT	3 405 699,41 DT	273 762,40 DT	3 742 645,62 DT	300 847,30 DT
2000	3 186 274,34 DT	256 124,22 DT	3 575 984,36 DT	287 450,51 DT	4 004 530,81 DT	321 906,60 DT
2001	3 281 862,57 DT	263 807,94 DT	3 754 783,60 DT	301 823,04 DT	4 284 954,97 DT	344 440,10 DT
2002	3 380 318,45 DT	271 722,18 DT	3 942 522,78 DT	316 914,19 DT	4 584 901,82 DT	368 550,90 DT
2003	3 481 728,00 DT	279 873,85 DT	4 139 648,91 DT	332 759,90 DT	4 905 844,94 DT	394 348,50 DT
2004	3 586 179,84 DT	288 270,06 DT	4 346 631,36 DT	349 397,90 DT	5 249 254,09 DT	421 953,90 DT
2005	3 693 765,24 DT	298 918,17 DT	4 563 962,93 DT	366 867,79 DT	5 616 701,87 DT	451 490,70 DT
2006	3 804 578,20 DT	305 825,71 DT	4 792 161,07 DT	385 211,18 DT	6 009 871,01 DT	483 085,10 DT
2007	3 918 715,54 DT	315 000,48 DT	5 031 769,13 DT	404 471,74 DT	6 430 561,98 DT	516 911,70 DT
2008	4 036 277,01 DT	324 450,50 DT	5 283 357,58 DT	424 686,33 DT	6 880 701,31 DT	553 085,50 DT
2009	4 157 365,32 DT	334 184,01 DT	5 547 525,46 DT	445 930,09 DT	7 362 350,41 DT	591 812,20 DT
2010	4 282 086,28 DT	344 209,53 DT	5 824 901,74 DT	468 226,60 DT	7 877 714,93 DT	633 239,10 DT
2011	4 410 548,87 DT	354 535,82 DT	6 116 146,82 DT	491 637,93 DT	8 429 154,98 DT	677 565,80 DT
2012	4 542 865,33 DT	365 171,89 DT	6 421 954,16 DT	516 219,83 DT	9 019 195,83 DT	724 985,40 DT
2013	4 679 151,29 DT	376 127,05 DT	6 743 051,87 DT	542 030,82 DT	9 650 539,54 DT	775 745,10 DT
2014	4 819 525,83 DT	387 410,86 DT	7 080 204,47 DT	569 132,36 DT	10 326 077,30 DT	830 047,30 DT
2015	4 964 111,61 DT	399 033,19 DT	7 434 214,69 DT	597 588,98 DT	11 048 902,72 DT	888 150,60 DT
2016	5 113 034,96 DT	411 004,18 DT	7 805 925,42 DT	627 468,42 DT	11 822 325,91 DT	950 321,10 DT
2017	5 266 426,00 DT	423 334,31 DT	8 196 221,70 DT	658 841,85 DT	12 649 888,72 DT	1 016 843,60 DT
2018	5 424 418,78 DT	436 034,34 DT	8 606 032,78 DT	691 783,94 DT	13 535 380,93 DT	1 088 022,70 DT
2019	5 587 151,35 DT	449 115,37 DT	9 036 334,42 DT	726 373,13 DT	14 482 857,59 DT	1 164 184,30 DT
2020	5 754 765,89 DT	462 588,83 DT	9 488 151,14 DT	762 691,79 DT	15 496 657,63 DT	1 245 677,20 DT
2021	5 927 408,86 DT	476 466,49 DT	9 962 558,70 DT	800 826,38 DT	16 581 423,66 DT	1 332 874,60 DT
2022	6 105 231,13 DT	490 760,49 DT	10 460 686,83 DT	840 867,70 DT	17 742 123,32 DT	1 426 175,50 DT
2023	6 288 388,06 DT	505 483,30 DT	10 983 720,96 DT	882 911,09 DT	18 984 071,95 DT	1 526 008,00 DT
2024	6 477 039,71 DT	520 647,80 DT	11 532 807,01 DT	927 056,64 DT	20 312 956,98 DT	1 632 828,00 DT
2025	6 671 350,90 DT	536 267,23 DT	12 109 552,36 DT	973 409,47 DT	21 734 863,97 DT	1 747 126,00 DT
2026	6 871 491,42 DT	552 355,25 DT	12 715 029,98 DT	1 022 079,95 DT	23 256 304,45 DT	1 869 425,00 DT
2027	7 077 636,17 DT	568 925,91 DT	13 350 781,48 DT	1 073 183,94 DT	24 884 245,76 DT	2 000 285,00 DT
2028	7 289 965,25 DT	585 993,69 DT	14 018 320,55 DT	1 126 843,14 DT	26 626 142,97 DT	2 140 305,00 DT
2029	7 508 664,21 DT	603 573,50 DT	14 719 236,58 DT	1 183 185,30 DT	28 489 972,97 DT	2 290 126,00 DT
2030	7 733 924,14 DT	621 680,70 DT	15 455 198,41 DT	1 242 344,56 DT	30 484 271,08 DT	2 450 435,00 DT
2031	7 965 941,86 DT	640 331,12 DT	16 227 958,33 DT	1 304 461,79 DT	32 618 170,06 DT	2 621 966,00 DT
2032	8 204 920,12 DT	659 541,06 DT	17 039 356,25 DT	1 369 684,88 DT	34 901 441,96 DT	2 805 503,00 DT
2033	8 451 067,72 DT	679 327,29 DT	17 891 324,06 DT	1 438 169,12 DT	37 344 542,90 DT	3 001 888,00 DT
2034	8 704 599,75 DT	699 707,11 DT	18 785 690,26 DT	1 510 077,58 DT	39 958 660,90 DT	3 212 021,00 DT
2035	8 965 737,74 DT	720 698,32 DT	19 725 184,78 DT	1 585 581,46 DT	42 755 767,17 DT	3 436 862,00 DT
2036	9 234 709,88 DT	742 319,27 DT	20 711 444,01 DT	1 664 860,53 DT	45 748 670,87 DT	3 677 443,00 DT
2037	9 511 751,17 DT	764 588,85 DT	21 747 016,22 DT	1 748 103,56 DT	48 951 077,83 DT	3 934 864,00 DT
2038	9 797 103,71 DT	787 526,51 DT	22 834 367,03 DT	1 835 508,73 DT	52 377 653,28 DT	4 210 304,00 DT
2039	10 091 016,82 DT	811 152,31 DT	23 976 085,38 DT	1 927 284,17 DT	56 044 089,01 DT	4 505 025,00 DT
2040	10 393 747,32 DT	835 486,88 DT	25 174 889,65 DT	2 023 648,38 DT	59 967 175,24 DT	4 820 377,00 DT
2041	10 705 559,74 DT	860 551,48 DT	26 433 634,13 DT	2 124 830,80 DT	64 164 877,50 DT	5 157 804,00 DT
2042	11 026 726,54 DT	886 368,03 DT	27 755 315,84 DT	2 231 072,34 DT	68 656 418,93 DT	5 518 850,00 DT
2043	11 357 528,33 DT	912 959,07 DT	29 143 081,63 DT	2 342 625,96 DT	73 462 368,25 DT	5 905 169,00 DT
2044	11 698 254,18 DT	940 347,84 DT	30 600 235,71 DT	2 459 757,25 DT	78 604 734,03 DT	6 318 531,00 DT
Total	312 681 573,57 DT	25 136 275,87 DT	589 236 867,88 DT	47 364 902,33 DT	1 163 408 725,92 DT	93 518 987,00 DT
Grand Tot.	337 826 849,44 DT		636 600 760,21 DT		1 256 827 713,16 DT	

Année	Perte escomptée 3%	Perte escomptée 5%	Perte escomptée 7%
1992	(15,564.78) DT	(15,564.78) DT	(15,564.78) DT
1993	(16,031.72) DT	(16,343.02) DT	(16,654.31) DT
1994	(16,512.68) DT	(17,160.17) DT	(17,820.12) DT
1995	(17,008.06) DT	(18,018.18) DT	(19,067.52) DT
1996	(17,518.30) DT	(18,919.09) DT	(20,402.25) DT
1997	(18,043.85) DT	(19,865.04) DT	(21,830.41) DT
1998	(18,585.16) DT	(20,858.29) DT	(23,358.54) DT
1999	(19,142.72) DT	(21,901.21) DT	(24,993.64) DT
2000	(19,717.00) DT	(22,996.27) DT	(26,743.19) DT
2001	(20,308.51) DT	(24,146.08) DT	(28,615.21) DT
2002	(20,917.76) DT	(25,353.39) DT	(30,618.28) DT
2003	(21,545.30) DT	(26,621.06) DT	(32,761.56) DT
2004	(22,191.65) DT	(27,952.11) DT	(35,054.87) DT
2005	(22,857.40) DT	(29,349.71) DT	(37,508.71) DT
2006	(23,543.13) DT	(30,817.20) DT	(40,134.32) DT
2007	(24,249.42) DT	(32,358.06) DT	(42,943.72) DT
2008	(24,976.90) DT	(33,975.96) DT	(45,949.78) DT
2009	(25,726.21) DT	(35,674.76) DT	(49,166.26) DT
2010	(26,498.00) DT	(37,458.50) DT	(52,607.90) DT
2011	(27,292.94) DT	(39,331.42) DT	(56,290.46) DT
2012	(28,111.72) DT	(41,298.00) DT	(60,230.79) DT
2013	(28,955.08) DT	(43,362.89) DT	(64,446.94) DT
2014	(29,823.73) DT	(45,531.04) DT	(68,958.23) DT
2015	(30,718.44) DT	(47,807.59) DT	(73,785.30) DT
2016	(31,639.99) DT	(50,197.97) DT	(78,950.28) DT
2017	(32,589.19) DT	(52,707.87) DT	(84,476.80) DT
2018	(33,566.87) DT	(55,343.26) DT	(90,390.17) DT
2019	(34,573.87) DT	(58,110.43) DT	(96,717.48) DT
2020	(35,611.09) DT	(61,015.95) DT	(103,487.71) DT
2021	(36,679.42) DT	(64,066.74) DT	(110,731.85) DT
2022	(37,779.81) DT	(67,270.08) DT	(118,483.08) DT
2023	(38,913.20) DT	(70,633.59) DT	(126,776.89) DT
2024	(40,080.60) DT	(74,165.27) DT	(135,651.27) DT
2025	(41,283.01) DT	(77,873.53) DT	(145,146.86) DT
2026	(42,521.50) DT	(81,767.21) DT	(155,307.14) DT
2027	(43,797.15) DT	(85,855.57) DT	(166,178.64) DT
2028	(45,111.06) DT	(90,148.34) DT	(177,811.15) DT
2029	(46,464.40) DT	(94,655.76) DT	(190,257.93) DT
2030	(47,858.33) DT	(99,388.55) DT	(203,575.98) DT
2031	(49,294.08) DT	(104,357.98) DT	(217,826.30) DT
2032	(50,772.90) DT	(109,575.88) DT	(233,074.14) DT
2033	(52,296.09) DT	(115,054.67) DT	(249,389.33) DT
2034	(53,864.97) DT	(120,807.40) DT	(266,846.59) DT
2035	(55,480.92) DT	(126,847.77) DT	(285,525.85) DT
2036	(57,145.35) DT	(133,190.16) DT	(305,512.66) DT
2037	(58,859.71) DT	(139,849.67) DT	(326,898.54) DT
2038	(60,625.50) DT	(146,842.15) DT	(349,781.44) DT
2039	(62,444.26) DT	(154,184.26) DT	(374,266.14) DT
2040	(64,317.59) DT	(161,893.47) DT	(400,464.77) DT
2041	(66,247.12) DT	(169,988.15) DT	(428,497.30) DT
2042	(68,234.53) DT	(178,487.55) DT	(458,492.11) DT
	(1,823,892.96) DT	(3,436,943.05) DT	(6,786,025.47) DT

Année	Perte Eco-Tourisme 4%	Perte Eco-Tourisme 5%	Perte Eco-Tourisme 7%
1994	(3 949,86) DT	(3 949,86) DT	(3 949,86) DT
1995	(4 068,35) DT	(4 147,35) DT	(4 226,35) DT
1996	(4 190,41) DT	(4 354,72) DT	(4 522,19) DT
1997	(4 316,12) DT	(4 572,46) DT	(4 838,75) DT
1998	(4 445,60) DT	(4 801,08) DT	(5 177,46) DT
1999	(4 578,97) DT	(5 041,13) DT	(5 539,88) DT
2000	(4 716,34) DT	(5 293,19) DT	(5 927,67) DT
2001	(4 857,83) DT	(5 557,85) DT	(6 342,61) DT
2002	(5 003,56) DT	(5 835,74) DT	(6 786,59) DT
2003	(5 153,67) DT	(6 127,53) DT	(7 261,65) DT
2004	(5 308,28) DT	(6 433,90) DT	(7 769,97) DT
2005	(5 467,53) DT	(6 755,60) DT	(8 313,87) DT
2006	(5 631,55) DT	(7 093,38) DT	(8 895,84) DT
2007	(5 800,50) DT	(7 448,05) DT	(9 518,55) DT
2008	(5 974,52) DT	(7 820,45) DT	(10 184,85) DT
2009	(6 153,75) DT	(8 211,47) DT	(10 897,79) DT
2010	(6 338,36) DT	(8 622,05) DT	(11 660,63) DT
2011	(6 528,52) DT	(9 053,15) DT	(12 476,87) DT
2012	(6 724,37) DT	(9 505,81) DT	(13 350,26) DT
2013	(6 926,10) DT	(9 981,10) DT	(14 284,77) DT
2014	(7 133,88) DT	(10 480,15) DT	(15 284,71) DT
2015	(7 347,90) DT	(11 004,16) DT	(16 354,64) DT
2016	(7 568,34) DT	(11 554,37) DT	(17 499,46) DT
2017	(7 795,39) DT	(12 132,09) DT	(18 724,42) DT
2018	(8 029,25) DT	(12 738,69) DT	(20 035,13) DT
2019	(8 270,13) DT	(13 375,62) DT	(21 437,59) DT
2020	(8 518,23) DT	(14 044,41) DT	(22 938,23) DT
2021	(8 773,78) DT	(14 746,63) DT	(24 543,90) DT
2022	(9 036,99) DT	(15 483,96) DT	(26 261,97) DT
2023	(9 308,10) DT	(16 258,16) DT	(28 100,31) DT
2024	(9 587,34) DT	(17 071,06) DT	(30 067,33) DT
2025	(9 874,96) DT	(17 924,62) DT	(32 172,05) DT
2026	(10 171,21) DT	(18 820,85) DT	(34 424,09) DT
2027	(10 476,35) DT	(19 761,89) DT	(36 833,78) DT
2028	(10 790,64) DT	(20 749,98) DT	(39 412,14) DT
2029	(11 114,36) DT	(21 787,48) DT	(42 170,99) DT
2030	(11 447,79) DT	(22 876,86) DT	(45 122,96) DT
2031	(11 791,22) DT	(24 020,70) DT	(48 281,57) DT
2032	(12 144,96) DT	(25 221,74) DT	(51 661,28) DT
2033	(12 509,31) DT	(26 482,82) DT	(55 277,57) DT
2034	(12 884,59) DT	(27 806,96) DT	(59 147,00) DT
2035	(13 271,13) DT	(29 197,31) DT	(63 287,29) DT
2036	(13 669,26) DT	(30 657,18) DT	(67 717,40) DT
2037	(14 079,34) DT	(32 190,04) DT	(72 457,62) DT
2038	(14 501,72) DT	(33 799,54) DT	(77 529,65) DT
2039	(14 936,77) DT	(35 489,51) DT	(82 956,72) DT
2040	(15 384,87) DT	(37 263,99) DT	(88 763,69) DT
2041	(15 846,42) DT	(39 127,19) DT	(94 977,15) DT
2042	(16 321,81) DT	(41 083,55) DT	(101 625,55) DT
2043	(16 811,47) DT	(43 137,73) DT	(108 739,34) DT
2044	(17 315,81) DT	(45 294,61) DT	(116 351,10) DT
Total	(462 847,54) DT	(872 189,69) DT	(1 722 083,06) DT

Nous décrivons brièvement ci-dessous les indicateurs de biodiversité ² et leurs caractéristiques.

3.3.1 Indicateurs pour les espèces sauvages et la diversité génétique

1. *Species richness (number of species, number of species per unit area, and number of species per habitat type)*

La richesse des espèces demeure un des indicateurs les plus importants. Il s'agit généralement du nombre d'espèces par unité de surface. On peut également mesurer le nombre d'espèces par type d'habitat. Cet indicateur relève des indices de mesure biologique mentionnés plus haut.

2. *Species (populations) threatened with extinction (in percent)*

3. *Species (populations) threatened with extirpation (in percent)*

Le nombre d'espèces menacées d'extinction est l'indicateur le plus connu et donne un bon aperçu de l'état de la biodiversité. La menace d'extinction, cependant, est peut-être moins importante que la menace d'éradication au niveau national, du point de vue des pays. Sans être menacé d'extinction à l'échelle mondiale, l'aigle à tête blanche américain était menacé d'éradication des États-Unis avant la mise sur pied de politiques de protection. La menace d'éradication est plus palpable au niveau de la politique nationale - ce qui accélère considérablement les décisions.

4. *Endemic species (in percent)*

5. *Endemic species threatened with extinction (in percent)*

Toutes les espèces sont en quelque sorte indigènes à une région. Il faut se méfier des résultats que donne cette statistique. Par exemple, le Cameroun, avec seulement 156 de ses 8000 espèces de plantes qui sont indigènes (2%) a une proportion d'espèces indigènes moindre que celle du Zaïre (3200 des 11000 espèces de plantes, soit 29%). Mais vu la superficie fort différente des deux pays (le Zaïre est cinq fois plus grand), il est normal que le Zaïre contienne sur son territoire une plus vaste proportion d'espèces indigènes. La proportion d'espèces indigènes donne plutôt un bon aperçu de la répartition géographique des écosystèmes ou des communautés biologiques. Bien évidemment, les écosystèmes transcendent les frontières politiques.

6. *Species risk index*

Cet indicateur, comme son nom l'indique, en est un de risque. Si une région contient beaucoup d'espèces indigènes, une éventuelle destruction de cette région menacera directement d'extinction les

² Biodiversity indicators for Policy-Makers, IUCN, The World Conservation Union, World Resources Institute, p10.

espèces de la communauté. L'indice de risque est calculé en multipliant le nombre d'espèces indigènes par le pourcentage de la communauté naturelle déjà perdue. Plus le résultat est élevé, plus grande est la menace pour les espèces indigènes.

7. Species with stable or increasing populations (in percent)

8. Species with decreasing populations (in percent)

Ces indicateurs informent sur le pourcentage d'espèces dont la population croît ou décroît. Ils sont très utiles - d'ailleurs certains pays ont déjà leur liste d'espèces menacées.

9. Threatened species in protected areas (percent)

10. Endemic species in protected areas (percent)

11. Threatened species maintained in ex-situ collections (percent)

12. Threatened species with viable (reproducing) ex-situ populations (percent)

Ces quatre indicateurs servent à évaluer la protection accordée aux espèces menacées. Il y a ici une différence à faire entre la protection *in situ* et *ex situ* respectivement à l'intérieur du site écologique ou à l'extérieur. On peut en effet préserver une espèce en l'entretenant en dehors de son milieu naturel, par exemple dans un zoo, en attendant que la population mondiale de cette espèce se stabilise. Il est important de compléter la conservation *in situ* c'est-à-dire dans des réserves écologiques, par des plans de conservation *ex situ*.

13. Species used by local residents (percent)

La dépendance des habitants locaux à la biodiversité est un facteur important à considérer lorsque vient le temps d'établir des politiques de préservation.

3.3.2 Indicateurs de diversité des niches écologiques

14. Percentage of area (province nation ecoregion) dominated structurally by nondomesticated species

15. Rate of change from structural dominance of nondomesticated species to domesticated species

16. Percentage of area (province nation ecoregion) dominated by nondomesticated species occurring in patches greater than 1000 sq km

Traditionnellement, la situation des niches écologiques a été évaluée par des mesures de ce que l'on appelle les sites naturels. Un milieu naturel est, généralement parlant, un milieu qui n'a pas été changé par l'activité humaine. Cependant, tous les milieux ont été changés d'une manière ou d'une autre

par l'être humain au cours du dernier millénaire. C'est la raison pour laquelle nous parlons ici, dans ces indicateurs, de superficies dominées par des espèces non domestiques. Dans le langage populaire, nous parlerons de milieux naturels. Ces pourcentages sont significatifs car ils montrent la progression régression des aires cultivées versus non cultivées.

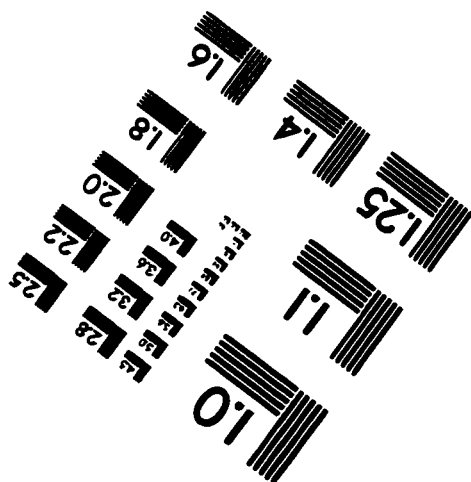
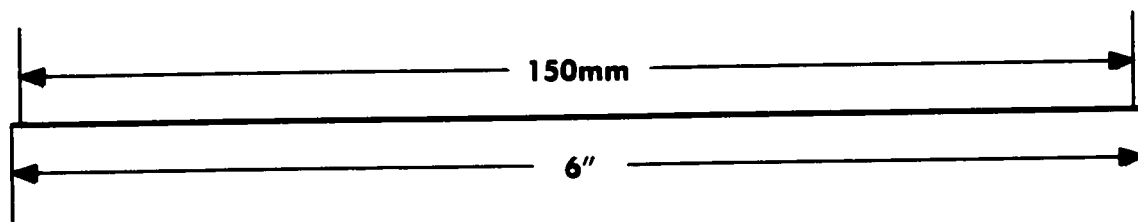
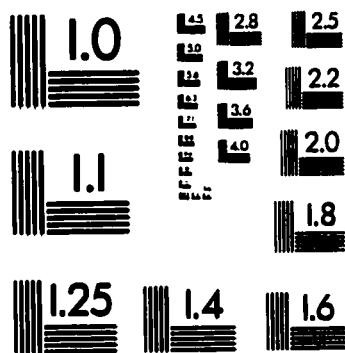
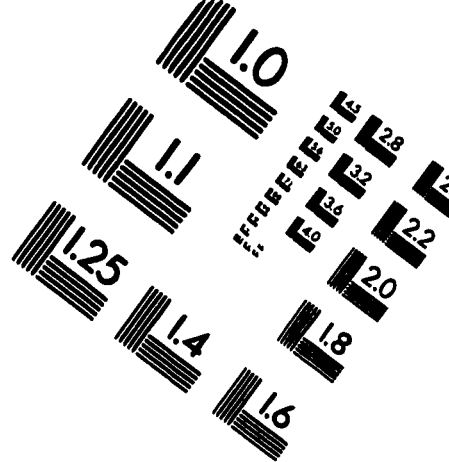
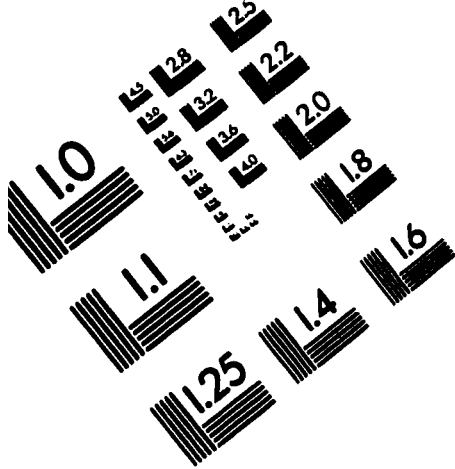
17. Percentage of area (province nation ecoregion community type) in strictly protected status

Un des buts de l'établissement de parcs nationaux et autre aires protégées est de maintenir intactes des niches écologiques et les communautés biologiques. Cet indicateur mesure le pourcentage de la superficie qui est protégée.

En ce qui concerne les indicateurs domestiques, il n'est pas dans notre intention d'en faire la démonstration ici. Les espèces domestiques, qui ne font pas partie des espèces les plus menacées, sont déjà très bien surveillée par d'autres mesures. Étant donné leur valeur d'usage voire leur valeur sur les marchés - la conservation des espèces domestiques relève d'instances différentes.

Année	Escompté à 7%
1994	241 240,00 DT
1995	258 126,80 DT
1996	276 195,68 DT
1997	295 529,37 DT
1998	316 216,43 DT
1999	338 351,58 DT
2000	362 036,19 DT
2001	387 378,72 DT
2002	414 495,23 DT
2003	443 509,90 DT
2004	474 555,59 DT
2005	507 774,48 DT
2006	543 318,70 DT
2007	581 351,01 DT
2008	622 045,58 DT
2009	665 588,77 DT
2010	712 179,98 DT
2011	762 032,58 DT
2012	815 374,86 DT
2013	872 451,10 DT
2014	933 522,68 DT
2015	998 869,27 DT
2016	1 068 790,12 DT
2017	1 143 605,42 DT
2018	1 223 657,80 DT
2019	1 309 313,85 DT
2020	1 400 965,82 DT
2021	1 499 033,43 DT
2022	1 603 965,77 DT
2023	1 716 243,37 DT
2024	1 836 380,41 DT
2025	1 964 927,03 DT
2026	2 102 471,93 DT
2027	2 249 644,96 DT
2028	2 407 120,11 DT
2029	2 575 618,52 DT
2030	2 755 911,81 DT
2031	2 948 825,64 DT
2032	3 155 243,44 DT
2033	3 376 110,48 DT
2034	3 612 438,21 DT
2035	3 865 308,88 DT
2036	4 135 880,51 DT
2037	4 425 392,14 DT
2038	4 735 169,59 DT
2039	5 066 631,46 DT
2040	5 421 295,66 DT
2041	5 800 786,36 DT
2042	6 206 841,41 DT
2043	6 641 320,30 DT
2044	7 106 212,73 DT
	105 177 251,67 DT

TEST TARGET (QA-3)



APPLIED IMAGE, Inc.
1653 East Main Street
Rochester, NY 14609 USA
Phone: 716/482-0300
Fax: 716/288-5989

© 1993, Applied Image, Inc., All Rights Reserved

