

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ÉTUDE PRÉALABLE POUR UNE
GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES DU BASSIN VERSANT
DU LAC TONGA AU NORD-EST ALGÉRIEN

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN GÉOGRAPHIE

PAR
MOHAMED LAMINE RAACHI

OCTOBRE 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes vifs remerciements, à Monsieur Mohamed Berraja mon directeur de mémoire - Professeur au département de géographie de l'UQAM - pour son encadrement académique, ses conseils enrichissants, ses orientations pertinentes, et sa patience enthousiasmée.

Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur Ammar Boumazbeur - sous-directeur de la protection de la faune et de la flore des Parcs Nationaux au sein de la direction générale des forêts -Algérie - pour son appui, ses conseils et ses recommandations.

Je remercie également Monsieur El Bahi ingénieur à la Chambre d'agriculture – wilaya d'El Taref, Monsieur Helal et Mademoiselle Tlemsani Zineb ingénieurs à la Direction de l'Hydraulique - wilaya d'El Taref, Monsieur Abdelhak chef de circonscription des forêts d'El Kala, et Monsieur Abdiouene A. directeur de l'institut national de recherche forestière, pour l'appui et le dévouement qu'ils m'ont offerts au cours de ma prospection de terrain.

Merci pareillement à Monsieur Salim et Mademoiselle Sihem du Parc National d'El Kala, pour leurs efforts sincères et leur amitié.

Je voudrais aussi remercier ma famille pour son soutien, sa patience, et sa compréhension dans les moments les plus difficiles de cette expédition. Merci encore.

À tous et à toutes, merci beaucoup,

Mohamed Lamine

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	p.vii
LISTE DES TABLEAUX	p.viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	p.ix
RÉSUMÉ	p.xii
INTRODUCTION	p.1
Problématique	p.3
Les objectifs	p.4
Les différentes parties de l'étude	p.4
Hypothèse de recherche	p.4
Présentation de la recherche	p.5
Démarche méthodologique	p.6
CHAPITRE I	p.10
CONDITIONS GÉNÉRALES DU BASSIN VERSANT DU LAC TONGA	p.10
1.1 Conditions physiques et naturelles	p.10
1.1.1 Localisation	p.10
1.1.2 Délimitation	p.12
1.1.3 Conditions du milieu physique	p.14
1.1.3.1 Topographie	p.14
1.1.3.2 Géologie	p.14
1.1.3.3 Hydrogéologie	p.17
1.1.3.4 Pédologie	p.18
1.1.3.5 Hydrographie	p.22
1.1.3.6 Climatologie	p.25
1.1.4 La Biodiversité	p.37
1.1.4.1 La Flore	p.37
1.1.4.1.1 Les peuplements forestiers	p.38
1.1.4.1.2 La végétation du Lac	p.41
1.1.4.2 La Faune	p.42
1.2 Conditions humaines	p.44
1.2.1 Population du bassin versant du lac Tonga	p.44
1.2.2 Les activités	p.45
1.2.2.1 L'agriculture	p.45
1.2.2.2 Élevage et pastoralisme	p.47
1.2.2.3 Développement forestier	p.49
1.2.2.4 Pêche	p.49
1.2.2.5 Apiculture	p.49
1.2.2.6 Activités traditionnelles	p.50
1.2.2.7 Industrie	p.50

CHAPITRE II	p.51
ANALYSE DE LA SITUATION ET DÉFINITION DES ENJEUX DU BASSIN VERSANT DU LAC TONGA	p.51
2.1 Analyse de la situation relative aux acteurs et au cadre de gestion de la ressource en eau	p.51
2.1.1 Les acteurs	p.51
2.1.1.1 Les acteurs locaux des usages et de la gestion de l'eau	p.51
2.1.1.2 Les acteurs régionaux de la gestion de l'eau	p.59
2.1.2 Cadre institutionnel, juridique et conventions internationales, régissant la ressource en eau et sa gestion	p.60
2.1.2.1 Cadre institutionnel	p.61
2.1.2.2. Cadre juridique et réglementaire	p.61
2.1.2.2.1 La réglementation nationale	p.61
2.1.2.2.2 La réglementation internationale	p.64
2.1.2.2.3 La contrainte de la non-application de la réglementation relatives à la protection de la ressource en eau	p.64
2.2 Définition des enjeux	p.67
2.2.1 Enjeux écologiques et de conservation	p.67
2.2.1.1 Caractéristiques écologiques	p.67
2.2.1.2 Statut de conservation de la biodiversité du bassin versant du lac Tonga	p.71
2.2.1.3 Mesures de conservation et de protection des ressources	p.72
2.2.1.3.1 Mesures nationales de protection	p.72
2.2.1.3.2 Mesures internationales de protection	p.73
2.2.1.4 Les outils de planification et de gestion sectorielle actuelle du PNEK	p.74
2.2.2 Enjeux et usages agro-pastoraux	p.75
2.2.2.1 Cadre foncier des terres	p.75
2.2.2.2 L'agriculture	p.77
2.2.2.2.1 Les Périmètres irrigués	p.78
2.2.2.2.2 Les plans d'assainissement de la plaine de Oum Teboul et Oued El Hout	p.78
2.2.2.3 Élevage et pastoralisme	p.78
2.2.3 Enjeux forestiers	p.80
2.2.3.1 Enjeux liés aux changements climatiques et à l'hydrologie	p.81
2.2.3.2 Enjeux liés aux et la reconstitution de la subéraie	p.82
2.2.4 Enjeu de gestion de la ressource en eau et d'hydraulique du lac, et d'hydrologie du bassin versant	p.83
2.2.4.1 Historique des aménagements du lac Tonga	p.84
2.2.4.2 Évaluation de la ressource hydrique	p.85
2.2.4.3 Hydraulique et gestion quantitative et qualitative de l'eau	p.88
2.2.4.4 Facteurs d'altération du lac Tonga et contraintes de gestion	p.88

2.2.4.4.1 L'érosion et l'atterrissement du lac	p.88
2.2.4.4.2 L'eutrophisation	p.94
2.2.4.4.3 Envahissement des plantes aquatiques	p.95
CHAPITRE III	p.98
RECOMMANDATIONS, ET MESURES D'URGENCE PRÉALABLES À L'ÉLABORATION D'UNE PROCÉDURE DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES PAR BASSIN VERSANT	p.98
Introduction	p.98
3.1 Les principes de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant	p.99
3.1.1 Définitions et concepts	p.100
3.1.2 Objectifs de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant	p.104
3.1.3 Facteurs de succès de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant	p.104
3.1.4 Éléments clés pour la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant	p.105
3.1.5 Planification de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant	p.106
3.2 Discussion et proposition de mesures d'urgence	p.109
3.2.1 Mise en évidence des apports d'une approche écosystémique de gestion	p.109
3.2.1.1 Importance de l'équilibre de l'hydrosystème du bassin versant du lac Tonga pour la ressource en eau	p.109
3.2.1.2 Importance de la couverture végétale pour l'équilibre des sols et des ressources hydriques du bassin versant du lac Tonga	p.111
3.2.2 Les enjeux majeurs et prioritaires du bassin versant et du lac Tonga	p.115
3.2.2.1 Rétablissement et maintien de l'équilibre écologique et hydrologique du bassin versant et du lac du lac	p.116
3.2.2.1.1 Amélioration de la gestion de la ressource en eau	p.116
3.2.2.1.2 Amélioration de la gestion forestière pour la protection des sols et de la ressource hydrique	p.119
3.2.2.2 Amélioration des activités agro-sylvo-pastorales dans une perspective de développement durable	p.122
3.2.2.2.1 Développement des activités agropastorales au niveau du bassin versant du Tonga	p.123
3.2.2.2.2 Propositions de mesures de développement des systèmes de production et de préservation des ressources	p.124
3.2.3 Renforcement des capacités et mesures complémentaires	p.127
3.2.3.1 Renforcement des capacités	p.127
3.2.3.1.1 Application de la réglementation relative à la protection de la ressource en eau	p.127
3.2.3.1.2 Renforcement du Cadre institutionnel et organisationnel	p.130

3.2.3.1.2.1	Le comité de bassin	p.132
3.2.3.1.2.2	Amélioration du processus de participation publique	p.132
3.2.3.1.2.3	Amélioration de la formation, l'éducation et la sensibilisation	p.134
3.2.3.1.2.3.1	Formation des cadres techniques des autres structures administratives	p.134
3.2.3.1.2.3.2	Formation des élus locaux	p.134
3.2.3.1.2.3.3	La formation académique	p.135
3.2.3.2	Mesures complémentaires : Mise en place d'un système de contrôle, de suivi, et d'évaluation	p.135
3.2.3.2.1	Adoption d'un nouveau zonage au niveau du bassin versant du Tonga	p.135
3.2.3.2.2	Le dispositif de suivi et de surveillance : La modélisation	p.140
3.2.3.2.2.1	Régime hydrologique	p.140
3.2.3.2.2.2	Érosion hydrique	p.141
3.2.3.2.3	Détermination des indicateurs pour l'évaluation de la ressource	p.143
3.2.3.2.4	La recherche appliquée et fondamentale	p.146
3.2.3.2.4.1	Banque de données	p.146
3.2.3.2.4.2	Études complémentaires	p.147
3.2.3.2.4.3	Recherche et inventaires	p.148
3.2.4	ESSAI DE SYNTHÈSE	p.150
	CONCLUSION	p.154
	ANNEXE A	p.156
	ANNEXE B	p.163
	BIBLIOGRAPHIE	p.167

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1 Carte de localisation de la zone d'étude	11
1.2 Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga	13
1.3 Carte géologique de la zone d'étude	16
1.4 Carte pédologique des sols du bassin versant du lac Tonga	21
1.5 Carte illustrant le réseau hydrographique de la région d'étude	24
1.6 Carte climatique de la région étudiée	30
1.7 Histogramme illustrant la variation mensuelle de la pluviométrie dans la région d'El-Kala (période :1985-2005)	31
1.8 Courbe illustrant la variation annuelle des précipitations au cours de la période 1985-2005	32
1.9 Déficit hydrique au niveau de la station météorologique d'El-Kala de la zone d'étude	37
1.10 Carte forestière de la zone d'étude	39
2.1 Carte d'occupation des sols de la zone d'étude	76
2.2 Carte d'érosion de la zone d'étude	93
2.3 Organigramme	96
3.1 Passage d'une approche autocratique à une approche participative	102
3.2 Cycle de gestion intégrée de l'eau par bassin versant	107
3.3 Carte du zonage du PNEK	138
3.4 Carte des priorités d'interventions sur le bassin versant du lac Tonga	139

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1.1 Données climatiques de la région d'El Kala (source BNEF, 1979)	26
1.2 Température de l'air (station météorologique d'El Kala) période : 1985-2005	26
1.3 Pluviométrie mensuelle en (mm) (Station météorologique d'El Kala, Période : 1985-2000)	29
1.4 Précipitations annuelles et températures moyennes pour la période (1985-2005)-Station météorologique d'El Kala	33
1.5 Humidité relative (station météorologique d'El Kala)période : 1985-2005	34
1.6 Évaluation mensuelle de la vitesse, direction des vents (Station météorologique d'El Kala)- 1990	35
1.7 Fréquence des vents -(station météorologique d'El Kala)-1990-	35
1.8 Variation mensuelle de l'évapotranspiration potentielle Station d'El-Kala	36
1.9 Déficit hydrique au niveau de la station d'El-Kala (Source : HYDRO-PROJETS-EST,....)	36
1.10 Superficie, population, et densité de la population dans les quatre communes.	44
1.11 Pourcentages des terres cultivées par commune (Compagne 1993-94, 1994-95, 1996-97)	46
1.12 Spéculations agricoles par commune (Compagne 1993-94, 1994-95, 1996-97)	47
1.13 Effectifs de bovins, ovins et caprins (à l'échelle du bassin versant du lac Tonga)	48
2.1 Principales sources du bassin versant	86
2.2 Récapitulatif des ressources en eau	87
2.3 Surfaces des forêts et maquis incendiés dans la circonscription d'El Kala.	91
2.4 Estimation de l'érosion au niveau du bassin versant	92
3.1 Indicateurs d'évaluation des menaces et des pressions	145

LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES, ACRONYMES ET SYNONYMES

ABH : Agence des bassins hydrographiques

ABHCSM : Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellegue

ANF : Agence Nationale des Forêts

ANN : Agence Nationale de Protection de la Nature

ANRH : Agence nationale des ressources hydriques

BNEDER : Bureau National des Études de Développement Rural.

BNEF : Bureau national d'études forestières

CAW : Chambre d'agriculture de wilaya

CFW : Conservation des forêts de la wilaya d'El Tarf

DGF : Direction générale des forêts

DHW : Direction de l'Hydraulique de la Wilaya d'El Tarf

DRS : Défense et Restauration des sols.

DSA : Direction des Services Agricoles

EMIFOR : Entreprise de Matériaux d'infrastructure forestière

ENL : Entreprise Nationale du Liège.

EPA : Établissement public à caractère administratif

EPIC : Établissement public à caractère industriel et commercial

FMVTC : Fonds de la Mise en Valeur des Terres par la Concession

FNDA : Fonds National de Développement de l'Agriculture

FNRDA : Fonds National de Régulation et de Développement de l'Agriculture

INA : Institut national agronomique

ITBO : Institut technologique de la production bovine et ovine

ITGC : Institut technologique des grandes cultures

INPV : Institut national de protection des végétaux

INRF : Institut National des Recherches Forestières

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement rural.

ONA : Office national de l'assainissement

ORDF : Office Régional de Développement Forestier

ONF : Office National des Forêts

ONID : Office national de l'irrigation et du drainage

ONTF : Office National des Travaux Forestiers.

PDAU : plan d'aménagement et d'urbanisme

PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux

PIB : Produit Intérieur Brut

PME : Petite et Moyenne Entreprise

PMI : Petite et Moyenne Industrie

PNEK : Parc national d'El Kala

PNDA : Plan National de Développement Agricole.

PNDRA : Plan national du développement agricole et rural

PNEK : Parc National d'El-Kala.

PNR : Plan National de Reboisement

POS : plan d'occupation des sols

PPDR : Projet de Proximité de Développement Rural

RAMSAR : Ville en Iran, lieu de la convention sur les zones humides

SCDA : Schéma directeur d'aménagement

TUPHIMO : Travaux d'Utilité Publique à Haute Intensité de Main - d'œuvre

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

ZET : Zone d'extension touristique

SYNONYMES

Djebel : Montagne, forêt

Oued : court d'eau

Châaba : ravin

Mechta : regroupement d'habitations de familles ou de tribus

Ain : sources

Founda ; excavation

Kef : Mont

Arouche : Tribus

Wilaya : Département administratif

RESUME

La gestion des ressources en zones protégées et en particulier les zones humides d'importance internationale « zone Ramsar », s'oriente de plus en plus vers une gestion intégrée et globale par bassin versant. Par contre, en Algérie, l'application de ce processus quoi qu'il soit débattu depuis plus d'une décennie, progresse timidement, et l'emphase est toujours mise sur la gestion sectorielle.

L'état de dégradation et la menace qui pèse sur le site Ramsar du lac Tonga sont un exemple concret de l'échec de cette gestion. Nous émettons l'hypothèse qu'une telle approche est inefficace et que dans ces conditions, le classement du lac en site Ramsar et son inclusion dans une aire doublement protégée sont tout à fait inutiles.

L'approche écosystémique de gestion, déjà largement appliquée et qui fait ses preuves au niveau des zones Ramsar euro-méditerranéennes, est le modèle que nous proposons pour sauver la situation et définir les enjeux majeurs et prioritaires sur le bassin versant. Elle fait également mention des orientations pour l'adoption et la mise en place d'un organisme capable de coordonner les actions d'un schéma d'aménagement et de gestion intégrée du bassin versant du lac Tonga qui tiendrait compte du caractère protégé du territoire et en même temps des impératifs du développement socio-économique de la population riveraine du lac, dans une perspective de développement durable. Cette étude pionnière dans son genre au niveau de la région pourrait être un précurseur pour favoriser la réflexion sur l'adoption d'une démarche intégrée de gestion de la ressource en eau, qui pour une première étape pourrait être effectuée à titre pilote au niveau du bassin versant du Tonga, car l'adoption définitive d'une telle démarche dans le contexte de l'Algérie génère beaucoup d'hésitation, ce qui constitue la principale contrainte quant à sa mise en oeuvre.

Mots clés : gestion intégrée par bassin versant, approche écosystémique, ressource en eau, zone humide, atterrissement, enjeux.

INTRODUCTION

Les zones humides acquièrent à travers toute la planète une importance de plus en plus grande. Ces milieux sont non seulement exceptionnellement riches en biodiversité et extrêmement productifs, mais ils jouent également un rôle capital dans la conservation et la gestion des eaux douces.

En outre, ces zones humides présentent à travers tout le globe une source non négligeable de revenus pour une population croissante, et ont de ce fait une importance socio-économique significative pour les populations locales.

Les zones humides sont des écosystèmes très complexes, vulnérables, et dont le fonctionnement n'est cependant ni bien connu ni bien compris. Notamment dans les zones subhumides de la méditerranée méridionale.

Le manque de maîtrise ou de compréhension des processus impliqués, s'explique souvent par l'absence d'analyses et d'évaluations adéquates assises sur des données fiables, d'un suivi régulier et itératif imposé par les réactions dans le temps, des systèmes naturels ou par la fréquence des événements à observer. N'étant pas correctement alimentés par des données, les modèles d'évolution des sols, des réseaux hydrographiques, du climat ou des écosystèmes reposent souvent sur des hypothèses insuffisantes pour représenter avec fiabilité l'évolution de la situation que ce soit au sein de la zone humide ou au niveau du bassin hydrographique (Hoffman.L, 1994).

Cet état de la connaissance qui est un cas de figure qui se répète dans tous les pays en voie de développement, influence et affecte amplement la gestion des bassins hydrographiques. Ses répercussions sont considérables non seulement sur les zones humides, mais aussi sur l'ensemble du bassin versant auquel elles appartiennent.

Le plus souvent et surtout dans les pays en développement, qui sont aussi les pays qui souffrent le plus de la rareté de la ressource en eau, la valeur écologique de ces écosystèmes et la complexité du fonctionnement de leurs bassins versant ne sont pas prises en considération lors de l'élaboration de plans ou la réalisation de projets de développement

En Algérie, l'emprise croissante de l'homme sur ces zones humides et leurs bassins versants, introduit des risques qui suscitent des craintes à l'échelle de seulement quelques années pour ce pays afro-méditerranéen, dont les ressources en eau sont limitées et très dépendantes de l'influence du climat.

Malgré les nombreux efforts fournis par ce pays pour la mise en œuvre d'une gestion durable de la ressource au niveau des bassins versants et la conservation de ces zones humides, la situation pour la majorité de ces écosystèmes fragiles reste à désirer. L'exemple du parc national d'El-Kala est illustratif, car il s'agit d'une zone classée depuis 1983 comme Parc National, qui comprend un complexe de zones humides lui-même classé site RAMSAR et réserve de la biosphère, vu sa grande richesse faunistique et floristique. En parallèle, ce territoire continue à subir une dégradation intense, causée par l'action humaine surtout mais aussi par des facteurs naturels.

Pour ce pays comme pour bon nombre de pays en développement, la faiblesse ou l'inexistence, des systèmes de gestion des bassins versant, pénalisent fortement à la fois les gestionnaires, les décideurs, les professionnels et les praticiens concernés par la gestion des bassins hydrographiques.

En revanche, les acteurs traitant des écosystèmes humides et forestiers, des sols, des eaux, qui jusqu'à l'heure, moins unifiés et structurés, n'ont pas encore suffisamment développé des systèmes de gestion intégrée des ressources naturelles, de suivi et d'évaluation, qui permettraient d'aborder les grandes problématiques qui les concernent :

- Compréhension, modélisation et prévisions des modifications du fonctionnement des bassins hydrographiques. Notamment celui des cycles biogéochimiques, sous l'influence des changements climatiques et la composition atmosphérique, ou de l'occupation et de l'usage des espaces.
- Évaluation et maîtrise des impacts et notamment les impacts cumulatifs sur les ressources naturelles : disponibilité et qualité des eaux de surface et souterraines, dégradation physique et chimique des sols, variation de la biodiversité, etc.
- Évolution et prévention des risques environnementaux : contamination chimique des hydrosystèmes, des écosystèmes et des chaînes alimentaires, risques écotoxicologiques, catastrophes naturelles (crues, inondations, glissements de terrain, incendies).

PROBLÉMATIQUE

La gestion des ressources naturelles du bassin hydrographique du lac Tonga, situé dans la partie nord-est du parc national d'El-Kala, est un modèle type qui reflète l'échec de la gestion sectorielle en Algérie. Ce mode de gestion s'est répercuté négativement sur le fonctionnement hydrologique du lac Tonga, qui est aujourd'hui menacé de disparition par effet de synergie de plusieurs processus, tel que l'atterrissement, l'eutrophisation, la perte d'écosystèmes forestiers et des zones humides, et la dévalorisation des habitats d'espèces typiques et très rares, notamment l'avifaune aquatique.

Plusieurs facteurs ont contribué à cette dégradation dont :

- L'apport hydrique de sédiments a accentué la sédimentation du lac, donc son atterrissement.
- Le colmatage de plusieurs tronçons de Oued-El-hout principal affluent alimentant le lac, ce qui a privé ce dernier d'un apport considérable en eau.
- L'obstruction du chenal de la Messida qui permettait en saison pluvieuse l'évacuation du trop-plein du lac vers la mer. Ce canal est doublement obstrué, par la dune vive de la Messida en aval et par la végétation en amont.
- La pollution d'origine agrosylvopastorale, favorisée par l'augmentation des terres agricoles, du cheptel et les aménagements forestiers.
- Une forte croissance démographique accompagnée d'une action anthropique sur l'ensemble du bassin versant du Tonga, traduite sur le territoire par une vague de transformations au niveau de l'occupation de l'espace du bassin versant.
- Ouverture des brèches au niveau de la digue Nord – Sud du lac, qui le sépare de la plaine (jadis marécage) d'Oum Teboul.
- L'absence d'un plan de gestion des ressources intégrant toutes les connaissances, et impliquant tous les intervenants sur le territoire à commencer par la population riveraine.
- Le chevauchement des prérogatives entre les gestionnaires de l'espace, à savoir les services des secteurs de l'hydraulique, des forêts, de l'agriculture, et du parc national d'El-Kala qui est chargé d'une mission de conservation.

Devant cet état de fait, et inspiré des nombreuses expériences à travers le monde notamment les expériences française et québécoise de gestion de l'eau par bassin versant et conforté par notre expérience personnelle, nous proposons les conditions préalables à l'application d'une gestion intégrée par bassin versant appliquée au bassin versant du lac Tonga.

Les objectifs

L'originalité de notre étude c'est qu'elle se distingue des expériences développées dans des zones tempérées par la spécificité de la zone étudiée, qui est située dans une région subhumide de la rive-Sud du bassin méditerranéen. Nous essaierons d'élaborer les grandes orientations pour l'application d'une gestion intégrée par bassin versant pour notre région d'étude

Notre recherche est une étude holistique préalable de la situation du bassin versant du lac Tonga; qui tentera de mettre en évidence la nécessité d'adopter une approche écosystémique de gestion, qui elle-même exige la connaissance globale et structurée de l'ensemble des écosystèmes du bassin versant, afin de pouvoir proposer l'outil de gestion intégrée des ressources le mieux adapté au territoire, pour sauver le lac Tonga.

Les différentes parties de l'étude

1 - Faire l'état des lieux des ressources naturelles et des usages de chaque secteur. Mettre en évidence les manques de connaissances dans certains domaines, identifier les besoins antagonistes, les éventuels conflits d'usages, et les insuffisances de la gestion sectorielle actuelle.

2- Déterminer les enjeux majeurs, spécifiques au lac et au bassin versant, auxquels une politique de gestion intégrée basée sur l'adoption d'une approche écosystémique pourrait répondre.

3 - Proposition d'orientations pour une procédure de gestion globale la mieux adaptée au contexte du bassin versant du lac Tonga. Et discussion de la validité de l'application du modèle de gestion intégrée par bassin versant.

Hypothèse de recherche

Il est donc important de connaître les failles de la gestion sectorielle actuelle, qui ne prévoit aucune vision globale d'aménagement et de développement durable.

L'hypothèse que nous posons est la suivante : la gestion des ressources naturelles et notamment de la ressource en eau au sein du bassin versant du Tonga qui est une zone théoriquement triplement protégée, n'est pas possible avec une approche sectorielle. Une approche qui pourrait concilier les impératifs de la conservation et du développement socio-économique est une approche intégrée de gestion du bassin versant. En effet, la gestion intégrée des bassins lacustres nécessite la prise en compte, par des décideurs informés, de

l'ensemble des usages et ressources du bassin, dans une approche écosystémique. Elle vise à assurer la pérennité des collectivités humaines qui dépendent du bassin par le développement de relations harmonieuses entre les usagers eux-mêmes et entre l'homme et le lac (Burton, 2001)

Présentation de la recherche

Afin de répondre aux objectifs de cette recherche, le travail a été organisé et présenté en trois parties comme suit :

L'introduction de l'étude expose la problématique de notre mémoire en décrivant les limites inhérentes à la gestion sectorielle actuelle et son impact sur le lac Tonga, et la nécessité de changer de vision pour adopter une gestion cohérente globale, ainsi que la méthodologie appliquée.

Le premier chapitre présente les conditions générales et l'état des lieux de l'aire d'étude et rassemble de façon non exhaustive la majorité des données existantes.

Le deuxième chapitre décrit le résultat de l'analyse, définit et explique en détail les enjeux liés aux milieux naturels, et aux usages anthropiques tout en mettant en évidence les manques de connaissances dans certains domaines, et l'identification des éventuels conflits d'usage, et leur importance par rapport à l'application d'une gestion intégrée de la ressource en eau.

Le troisième et dernier chapitre introduit les principes et les approches de la gestion intégrée par bassin versant, afin d'appliquer ces grandes orientations et les mesures préalables à l'adoption d'une gestion intégrée adaptée au contexte.

Démarche méthodologique

Pour atteindre nos objectifs et confirmer ou infirmer notre hypothèse de recherche, il s'est avéré utile de nous doter de ressources d'informations pertinentes et variées, que nous avons actualisé à partir d'enquêtes et d'observations directes sur le terrain. Notre travail était fondé sur trois principales étapes, à savoir : la recherche bibliographique, la prospection de terrain, et le traitement des données récoltées.

Technique de collecte de données

- Examen des documents

Recherche bibliographique

Cette étape a été primordiale, elle nous a permis de faire le point sur l'état de la question, avant d'engager le travail sur le terrain.

Il a fallu recenser le maximum d'ouvrages et travaux pertinents exécutés sur le sujet, les consulter puis compiler toute l'information. Pour cela, il était impératif de consulter le fond documentaire existant au sein des divers organismes scientifiques, aussi bien au Québec (UQAM, Université de Montréal, CRDI, ...etc.) qu'en Algérie, tels que : l'université de Annaba, l'INA, la DGF, le PNEK, l'ANRH, l'INRF, la DHW, la DSA, la chambre d'agriculture, la conservation des forêts, sans pour autant négliger les recherches par Internet.

La bibliographie s'est axée essentiellement sur les aspects de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, l'approche écosystémique de gestion des bassins versants, la conservation de la biodiversité, la gestion des zones humides, le multi-usage des zones humides, les activités agrosylvopastorales et l'érosion hydrique, les stratégies d'acteurs, et la gestion participative et le développement durable de manière générale.

- Prospection du terrain et observation directe

Cette approche concerne les outils et les moyens mis en oeuvre pour aborder le travail de terrain, en vue de confirmer la validité de l'hypothèse émise.

Nous nous sommes basés sur l'analyse et l'interprétation des cartes établies et les photos aériennes des missions de 1972 et 1990, nous avons pris soin de compléter les

informations à travers la prospection de terrain, l'observation directe et les enquêtes.

Choix du site d'étude

Notre étude a eu pour cadre global le Parc National d'El Kala (PNEK), et spécifique le bassin versant du Tonga sur la base des données théoriques recueillies sur l'importance écologique de la zone humide du lac Tonga ; et de la ressource en eau dans la région NE de l'Algérie, et son usage par les collectivités et les riverains. Ce choix a été motivé par notre propre expérience de gestion au sein du PNEK, une gestion qui tout au long de notre exercice n'a pas donné de fruit pour sauvegarder et préserver le lac Tonga et de l'ensemble du complexe humide de la région.

- Les entretiens

Déroulement des enquêtes

En raison de la nature qualitative dominante des données récoltées au cours de nos enquêtes, nous avons opté pour la méthode semi-directive.

Selon Treppoz et Vais (1988), ce type de méthode permet à la personne interrogée d'aborder des thèmes et sous-thèmes que l'enquêteur lui propose ouvertement ou bien qu'il aborde lui-même. Dans ce cas, les questions posées s'enchaînent en fonction des informations apportées par l'interviewé. Au cours de notre investigation sur le terrain, nous avons donc jugé inutile de passer par des enquêtes formelles basées sur des questionnaires structurés, dans le but de qualifier la situation.

Nous nous sommes inspirés des guides MedWet (1998) d'inventaire qui nous ont semblé les plus pertinents selon notre longue expérience du contexte physique et socio-économique de la région.

A l'échelle administrative, nos recherches ont concerné la Direction Générale des Forêts, et à l'échelle régionale les instances administratives visitées et citées plus haut.

Concernant les enquêtes établies avec la population riveraine, elles nous ont été rendues faciles par notre bonne connaissance du terrain, et notre expérience de travail de proximité avec cette population tout au long de notre exercice de fonction au sein du parc entre 1997 et 2003. Connaissant dès le départ, les personnes vecteurs et clés de l'information au sein de chaque regroupement cité ci-dessus. Les entretiens menés ont concerné

majoritairement les chefs de famille, généralement le père ou le grand-père, mais aussi les jeunes qui exercent la profession d'agriculteur ou d'éleveur. L'intervention auprès des femmes reste cependant non négligeable vu leur participation massive surtout dans l'usage de la forêt au sein du bassin versant.

Procédure d'enquête

Afin de mieux cerner la relation entre la zone humide et la population riveraine du bassin versant, et de comprendre en particulier le fonctionnement de cet ensemble écologiquement cohérent et soumis à un usage multiple par la population rurale et les collectivités locales, nous avons mené des enquêtes de terrain personnelles.

Vingt enquêtes ont pu être réalisées, au niveau des villages d'oued El Hout, d'El Aioun, d'Oum Teboul, de Ramel Souk, de Mechta Tonga, de Mechta Melloul, de Mechta Haddada, et ont essentiellement porté sur l'identification du mode de vie de cette population riveraine de la zone périphérique du lac, leurs activités socio-économiques en mettant l'accent sur les activités agro-sylvo-pastorales, et sur les diverses transformations physiques qui ont affecté le bassin versant depuis au moins une cinquantaine d'années.

- Analyse des données

Élaboration d'une grille d'analyse

Pour analyser les informations recueillies, nous avons établi une grille d'analyse, pour laquelle nous avons élaboré des indicateurs à partir desquels nous analyserons et interpréterons les résultats.

Nous avons sélectionné et choisi de travailler sur trois types d'indicateurs pertinents, par rapport aux objectifs que nous nous sommes fixés, et à l'hypothèse émise dans cette recherche, à savoir :

- 1- les indicateurs de gestion :
 - la législation et la réglementation pour la gestion et la conservation du patrimoine naturel des parcs.
 - les programmes et plans de gestion
 - les conflits de gestion

Ces indicateurs, nous permettent d'analyser la situation de la gestion de la ressource en eau, la pertinence, l'efficacité et l'efficience des programmes et plans sectoriels de gestion, et éventuellement les conflits de gestion et d'usages qui en découlent.

2- les indicateurs socio-économiques :

- l'occupation des sols
- les conflits d'usages

3 - les indicateurs du milieu

- la conservation des milieux
- l'état de la ressource en eau
- les impacts de la gestion et des usages

Dès le début de notre réflexion sur le sujet, et au cours de notre investigation préliminaire nous étions conscients de l'absence ou du caractère incomplet des données, et spécifiquement des données relatives aux mesures de la qualité et de la quantité de l'eau dans le bassin versant. Des indicateurs de conservation de la biodiversité, de dynamique et d'évolution écologique des milieux, des impacts des usages, d'occupation des sols, et de la gestion, nous ont semblé les plus pertinents pour analyser et caractériser la situation au niveau du bassin versant, et également au niveau du lac.

CHAPITRE I

CONDITIONS GÉNÉRALES DU BASSIN VERSANT DU LAC TONGA

1.1 Conditions physiques et naturelles

1.1.1 Localisation

Le bassin versant du lac Tonga est localisé dans le Parc National d'El-Kala (PNEK) à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. Ses coordonnées géographiques sont comprises entre 08° 29' et 08° 38' E et 36° 30' N., à environ 3km de la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est, et à l'Ouest d'environ 80 km des complexes industriels d'Annaba.(Figure 1.1)

Sa superficie totale représente environ 15 000 ha, il est constitué de trois sous- bassins:

Le sous- bassin versant de Oued El Eurg au Nord, beaucoup plus important, qui draine les eaux du NE et de l'E, la route d'Oum Tebboul à El Aïoun délimitant la ligne de partage des eaux entre ces deux sous-bassins versants.

Le sous- bassin versant de Oued El Hout au Sud, limité au Nord par une série de Kefs (à altitude variant d'Ouest en Est entre 209 m et 513 m), l'Est par la route d'El Aïoun à Aïn Draham et au Sud par la route d'El Aïoun à la mechta Oued el Hout.

La zone qui s'étend depuis la bordure Sud du massif dunaire de la rive gauche du canal de la Messida jusqu'à la rive Sud du lac.

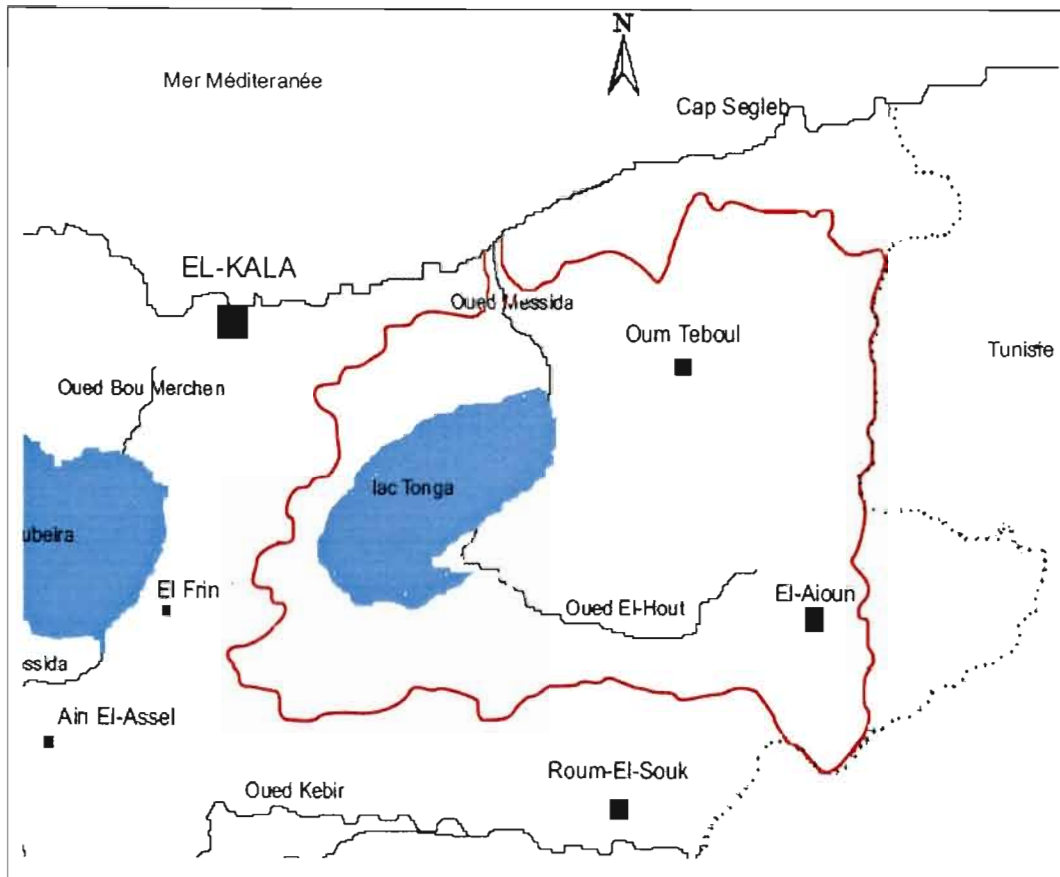
1.1.2 Délimitation

Le bassin versant du lac Tonga est limité au Nord par des crêtes dunaires, variant entre 75 et 100 m et au NW par un mont, culminant à 167 m avec Argoub Erched.

Sa limite Est épouse pour une part la frontière algéro-tunisienne avec le Kef Segleb (327 m) au Nord de la chaâba Dridir, puis le djebel Haddeda (dont les barres de grés affleurantes culminent à une altitude variant entre 530 m (Kef Adjela), Kef Bab Abrik (573 m) et Kef Edmen (594 m), qui se poursuit à la hauteur d'El Aioun (274 m) avec le Djebel Kourima (Kef El Hammam :561 m), puis la route d'El Aioun- Oued El Hout (13 m); cette route emprunte la vallée séparant les deux bassins versants de l'Oued El Hout et de la vallée supérieure de l'Oued El Kebir.(Figure 1.2)

Le bassin est ensuite limité par une série de collines, dont les sommets ne dépassent pas 174 m (signal de Ras El feïd) pour descendre à 112 m au koudiat Medjdour. Notons enfin que les collines de l'Ouest n'excèdent jamais 171 m (signal de la forêt de la calle au NW) et la moyenne se situe entre 50 m (altitude la plus faible au SW) et 110 m (au NW).

Quant au lac Tonga qui s'étend sur 7,5 Km de long et 4 Km de large, il est limité sur toute sa partie Ouest, Sud et Est par les derniers contreforts des montagnes de la Kroumirie, au Nord-Ouest par les collines gréseuses qui le séparent du lac Oubeira et au Nord par le cordon dunaire littoral qui le sépare de la mer méditerranée. D'une profondeur moyenne de 1,5 à 2 m distant de 3 km à la mer et relié à cette dernière par le chenal de la Messida.



Échelle : 1/200 000

- : Limites du bassin versant du lac Tonga
- +++++ : Frontière Algéro-Tunisienne.

Figure 1.2 : Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga

1.1.3 Conditions du milieu physique

1.1.3.1 Topographie

Les principaux éléments qui constituent le relief du bassin versant du lac Tonga sont :

- Un cordon dunaire qui s'étend de l'Est à l'Ouest au Nord du lac Tonga, formé essentiellement de sable quaternaire.
- Des petites éminences de relief gréseux de faibles altitudes (180 à 300 m) qui interrompent dans certains endroits le cordon dunaire (kef El Assa de 203 m, Kef Mechtob de 178 m), ainsi qu'un ensemble de collines ne dépassant pas 600 m.
- Deux plaines alluviales marécageuses, celle d'Oum Teboul délimitée topographiquement entre 10 et 30 m, et celle de Oued El Hout qui monte en pente douce (2%) jusqu'à 40 m.
- Les versants Ouest des montagnes allant du Nord jusqu'au Sud, avec Kef Segleb de 327 m au Nord, kef Radjela de 530 m, Kef Bab Abrik de 573 m, et Kef Edmen de 594 m.
- Enfin, le versant Nord du Djebel Kourima avec Kef Hammam de 561 m.
- Le plan d'eau du Tonga se trouve à une altitude moyenne de 1 à 1,5 m -

1.1.3.2 Géologie

D'après la carte géologique de Joleaud (1935), les différentes formations géologiques rencontrées dans le bassin du lac Tonga sont :

- 1- Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles dont l'imperméabilité est liée aux argiles de Numidie.
- 2- Les alluvions limoneuses au fond des vallées du Pléistocène, formées de sable et limon.
- 3- Les grés à hélices qui par désagrégation ont donné les dunes;
- 4- Les formations du Pontien qui présentent deux faciès argiles sableuses grises, jaunes ou rouges ; conglomérats et sables rouges ou jaunes à Archaelix solignaci et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses; dans le bassin du lac Tonga c'est le premier faciès qui domine.
- 5- Les grés de Numidie, quartzeux, souvent blanchâtres, parfois assez friables, transgressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs abrupts. Ils recouvrent 33 % de la superficie du bassin versant.
- 6- Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation de petits

bancs de grès quartziteux développés surtout sur les pentes des vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie.

7- Les argiles, grès et calcaires noirs à nummulites de l'Éocène moyen.

Le bassin versant du lac Tonga de 150 km² est constitué de diverses formations géologiques: Sols de marécages, formés de limons de bas fonds, alluvions limoneuses formées de sable et limons récents, formations du Pontien, formées de conglomérats à ciments argileux, grès de Numidie qui sont quartzeux, blanchâtres, formant des reliefs abrupts, argiles de Numidie, formées de marnes argilo-schisteuses, argiles, grès et calcaires noirs de l'Éocène moyen qui constituent les contreforts entourant le lac.(Figure 1.3)

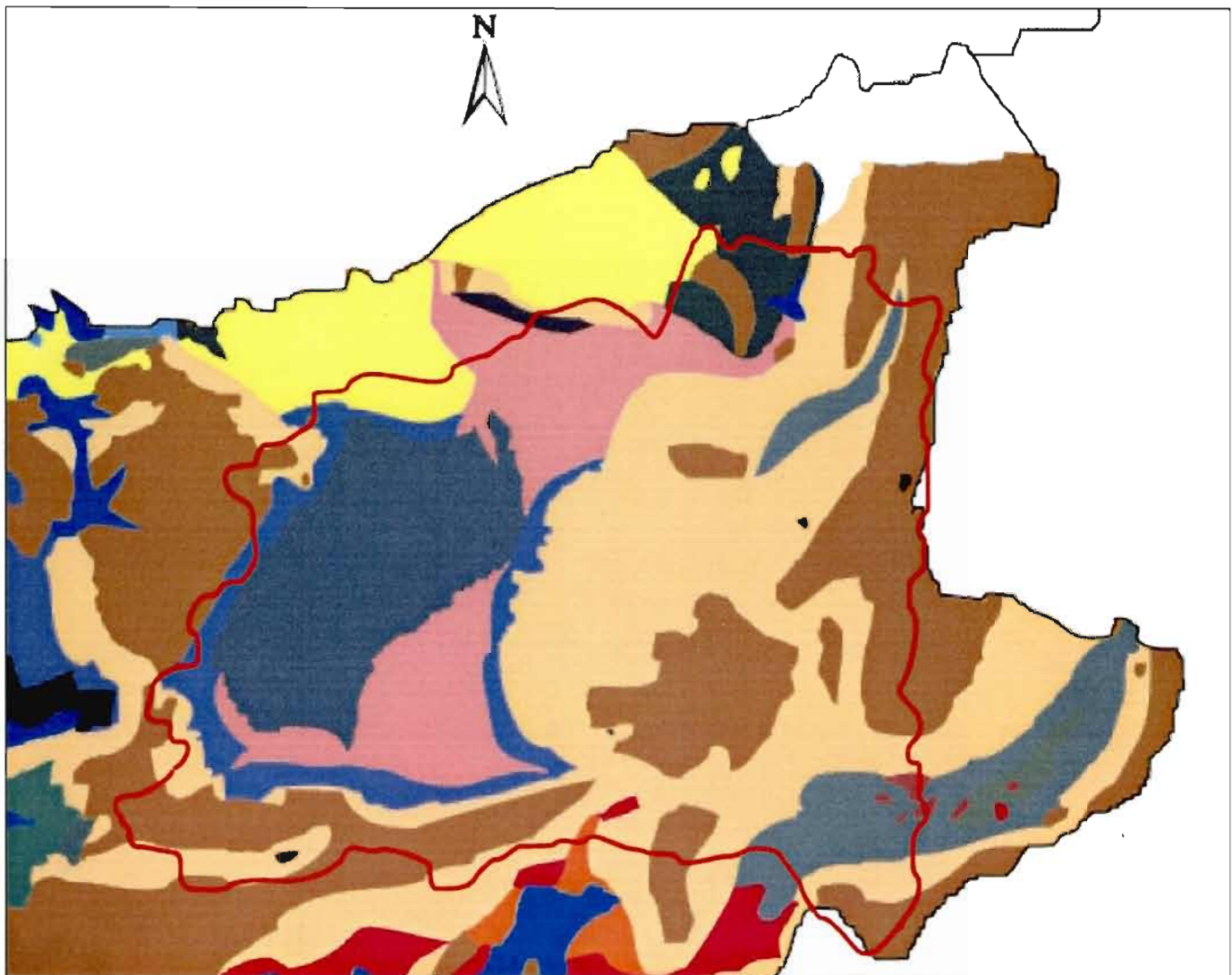
Donc le bassin versant du Tonga présente diverses formations géologiques :

- Sols de marécages : formés de limons de bas-fonds.
- Alluvions limoneuses : formées de sable et limons récents.
- Des argiles, grès et calcaires noirs de l'Éocène moyen qui constituent les contreforts entourant le lac.

D'origine laguno-marine, le lac Tonga occupe une cuvette synclinale dont la bordure Nord correspond au versant Sud de Kef Mechtob (178 m) et la bordure Sud aux versant Nord de Kef Oum-Teboul (315 m) et Kef Dzair (433 m).

L'orientation de cette ride est sud-ouest/nord-est. Le lac Tonga est orienté de même. Ce synclinal est chevauché par celui du lac Oubeira et ce chevauchement correspond à la bordure Nord-Ouest du lac Tonga (à partir du pied du massif dunaire Ouest du chenal de la Messida).

Cette cuvette a été transformée en lac d'eau douce à la suite d'apports limoneux arrachés aux collines par les cours d'eau qui s'y déversent; son évolution n'a pas été commandée par les accidents tectoniques, mais par l'envasement de son fond. Les mouvements tectoniques quaternaires sont seulement à l'origine de son creusement.



— : Limites du bassin versant du lac Tonga

Grès de Numidie et de Kroumirie	Etai brute d'éboue	Alluvions des moyennes terrasses	Molasses calcaires marines et dunaires (Pliocène ancien)	Molasses calcaires marines et dunaires (Pliocène récent)
Argile de Numidie et de Kroumirie	Alluvions (Pliocène récent)	Marnes argilo-schisteuses à gypse	Argile mameuse gypso-salifère	Sols de marécages (limons)
Alluvions limoneuses	Dunes récentes	Calcaire à brèche à Bryozoaires	Sables et limons	
Dunes intérieures	Dunes littorales	Alluvions actuelles	Limons sableux des bas-fonds dunaires	
Lacs (Tonga, Oubeira, Melah)	Delta des tributaires du Tonga	Argile sableuse et conglomérats rouges	Dunes anciennes	

LANDSCAPE AMENAGEMENT Co.- *Projet Plan de Gestion PNEK - 1996.*

Figure 1.2 : Carte géologique du bassin versant du lac Tonga

Creusée dans les argiles de l'Éocène supérieur, la cuvette du lac Tonga avec celle du lac Oubeira, offre l'originalité d'être complètement fermée ce qui lui confère un fonctionnement à écoulement endoréique total, phénomène rare dans l'Atlas Tellien où l'exoréisme est de règle. Son fond argileux assure son imperméabilité.

1.1.3.3 Hydrogéologie

Du point de vue hydrogéologique, deux formations sont observées dans la région : les formations perméables et les formations peu perméables. Les grés, les argiles numidiennes, ainsi que les argiles et les limons appartiennent aux formations peu perméables. Leur perméabilité est faible, elle varie entre 10^{-6} m/s dans les argiles et les grés, et 10^{-5} à 10^{-4} m/s dans les limons et les argiles alluvionnaires.

On peut distinguer trois sous-bassins versant dans la cuvette du Tonga :

- Le bassin versant d'oued El Eurg
- Le bassin versant d'oued El Hout
- La zone qui s'étend depuis la bordure Sud du massif dunaire de la rive gauche de la Messida jusqu'à la rive sud du lac.

Dans cette zone les talwegs, assez courts en raison du faible développement des versants, se déversent séparément dans le lac si ce n'était l'avancée en promontoire du massif dunaire à l'intérieur de la limite Ouest de la plaine d'Oum Teboul, cette zone pourrait constituer le prolongement de celle-ci (Abdiouene, 1998).

À l'inverse d'Oued El Eurg ; Oued El Hout naît de la confluence de deux importantes branches en amont. Son alimentation s'effectue tout au long de son parcours par des talwegs sur ses rives Sud et Nord. Les cônes de déjection des oueds El Eurg et Oued El Hout forment respectivement les plaines d'Oum Teboul et Oued El Hout. Cette dernière reçoit un dépôt d'alluvions important, et les deux oueds ont eu la capacité d'édifier des deltas grâce à un écoulement torrentiel en amont dû au développement de leurs sous bassins versants. Par ailleurs, le reste du pourtour du lac est raviné par un réseau non hiérarchisé.

Compte tenu de la structure géologique du bassin versant, l'alimentation des aquifères du bassin versant se fait à partir des eaux de surface des versants au Nord et au Sud ainsi à partir d'Oued El Eurg, Oued El Hout et des précipitations directes sur les versants qui présentent le même substratum peu perméable que celui des aquifères (Durand, 1946).

Les données sur les forages d'eau (Direction de l'Hydraulique, 1995), montrent qu'au

niveau des plaines, qui sont de faibles débits ne dépassant pas 10 l/s pour des épaisseurs d'aquifères dépassant les quarante mètres, l'aquifère présente une perméabilité modérée dont les coefficients de perméabilité sont de l'ordre de 10^{-5} m/s, ceci est dû à la présence d'éléments fins dans les couches de l'aquifère.

Le niveau d'eau de la nappe en bordure du cordon dunaire se rapprochant de la surface donne naissance à des sources telles que la source d'Aïn Melloun.

1.1.3.4 Pédologie

L'étude des sols du bassin versant du lac Tonga de DURAND (1954) permet de déterminer deux types de sol : (Figure 1.4)

Sols zonaux, dépendants surtout du climat,
Sols azonaux, indépendants du climat.

1- Sols zonaux : ce groupe comprend tous les sols dont la tendance évolutive est le lessivage quelque soient les caractères du produit final.

A. Podzols ferrugineux : ces sols se forment sur les grès de Numidie, leurs éboulis et les bancs gréseux de la partie supérieure des argiles de Numidie. Ils présentent en général un horizon superficiel sableux ou léger, gris sombre, à structure granuleuse, riche en matières organiques; un horizon lessivé brun pâle, sableux sans structure, passant insensiblement à l'horizon d'accumulation du fer puis de l'argile et en fin à la roche mère inaltérée.

Ils sont couverts d'une belle forêt de chênes lièges de région méditerranéenne humide, ou d'une forêt de chêne zéen ou afarès. Dans tous les cas, ces forêts ont un sous-bois épais de plantes acidophiles.

B. Sols oxyhumiques : ces sols pourraient être considérés comme des podzols jeunes. En effet, leur évolution normale tend à les amener au stade podzol, mais pour une raison quelconque cette évolution est freinée, par exemple la mauvaise perméabilité de la roche mère, l'existence d'un plan d'eau plus ou moins temporaire, etc... Leur caractère essentiel est que leur horizon superficiel est assez riche en matières organiques insaturées, ils ne contiennent jamais de calcaire.

Les sols oxyhumiques portent, en général, une végétation de chênes lièges sans sous-bois.

C. Sols insaturés acides : ces sols se forment sur les argiles et les cailloutis du Pontien, dont les cailloux sont enrobés d'argile. Ils présentent en général un horizon brun gris sombre, argileux à structure granuleuse, friable, dépourvu de calcaire. Ces sols présentent un complexe absorbant suffisamment insaturé (le pH peut descendre jusqu'à 6).

D. Sols insaturés : ce sont des sols à complexe absorbant insaturé, mais dont l'insaturation n'est pas suffisante pour abaisser le pH. Ils présentent en général un horizon supérieur argileux, légèrement enrichi en matières organiques à structure polyédrique, reposant sur la roche mère inaltérée ou très légèrement enrichie en fer qui se condense en taches rouges. Formés sur les argiles de Numidie, ces sols passent souvent insensiblement aux sols oxyhumiques.

E. Sols décalcifiés : ce sont des sols formés sur roche mère marneuse du complexe de l'Éocène moyen ou sur les grès calcaires qui apparaissent au NW de l'aulnaie, ils présentent un horizon superficiel brun plus ou moins sombre, enrichi en matières organiques, plus ou moins décalcifiées.

Ces trois derniers types de sols ont des végétations identiques formées de plantes herbacées dans les terrains lourds (ce qui est le cas général), buissonnantes dans les terrains plus légers.

2- Sols azonaux : ce groupe comprend les sols qui dépendent d'un autre facteur que le climat qui joue cependant un certain rôle.

A. Sols des marais : ces sols occupent la partie centrale de la cuvette inondée le plus longtemps. Les caractères essentiels de ces sols sont, leur teneur en matières organiques et en argile, leur forte acidité, leur complexe absorbant saturé, mais surtout leur humidité permanente qui ne permet qu'une vie microbienne anaérobie.

B. Sols de prairies marécageuses : la différenciation de ces sols est en général récente et due aux travaux d'assèchement du lac, ce sont en réalité des sols de marais asséchés dont les horizons superficiels peuvent sécher jusqu'à 40 cm. Ils présentent toujours une forte teneur en argile, un pH très acide et surtout une teneur en matières organiques assez faible, le complexe absorbant est insaturé.

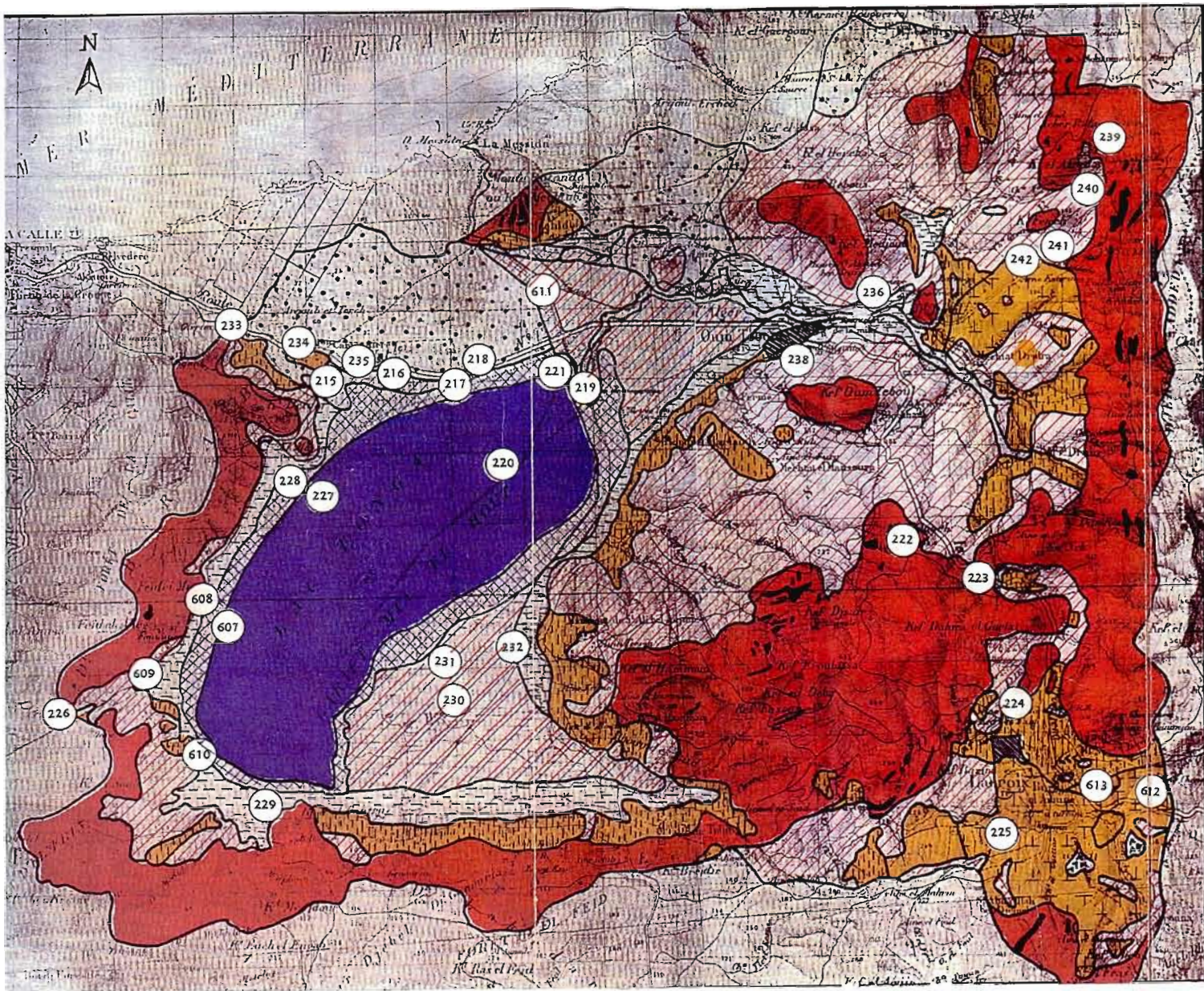
C. Sols tourbeux non inondés : Ce sont des sols de marais, mais jamais inondés, les arbres peuvent s'y installer et prospérer, c'est ainsi que ces sols supportent une belle forêt d'aulnes (*Alnus glutinosa*) avec un sous-bois formé de plantes variées. L'horizon superficiel de ces sols est très riche en matières organiques et repose sur une argile fine gris-sombre bariolée de rouge. Si l'acidité de l'horizon superficiel est très franche, l'argile sous-jacente est presque neutre. Ils renferment un niveau d'eau à 60 cm alimenté par les dunes voisines et l'horizon qui le contient est très légèrement calcaire.

D. Solods : ce sont des solods classiques à complexe absorbant insaturé à pH par-


fois acide et relativement riche en silice soluble. La végétation qu'ils supportent est saine et surtout formée de graminées auxquelles viennent parfois s'ajouter des aulnes et des joncs.

E. Sols alluviaux : ces sols ne présentent aucun horizon différencié, ils peuvent être sableux ou argileux, acides ou non suivant l'origine de la roche mère qui les constitue. Leur végétation est toujours herbacée.

F. Sols dunaires : à côté des sols alluviaux, ces sols sont formés de dunes non fixées ou fixées sporadiquement par des chênes kermès ou des lentisques. Les sables provenant des grès à hélices sont peu acides sauf sous les buissons de chêne kermès ou le lentisque où le pH devient franchement acide.



**Fig. 1.4 CARTE DES SOLS
DU BASSIN VERSANT
DU LAC TONGA**
(Echelle : 1/50,000)

-  Roches nues, sans végétation, ni sol.
-  Sols tourbeux non inondés.
-  Sols de prairies marécageuses
-  Sols de marais.
-  Solods.
-  Podzols.
-  Sols oxyhumiques.
-  Sols décalcifiés.
-  Sols insaturés.
-  Sols insaturés acides.
-  Sols dunaires.
-  Zones urbaines ou profondément modifiées par l'homme.
-  Sols alluviaux.

1.1.3.5 Hydrographie

Le réseau hydrographique du bassin versant inclus l'ensemble des cours d'eau drainant le territoire du bassin versant. Il comprend tous les canaux et les ruisseaux pour aboutir au cours d'eau principal appelé dans notre cas Oued.

Le bassin versant du lac Tonga présente deux cours d'eau majeurs qui coulent toute l'année (Oued El Hout, long de 14 km, et Oued El Eurg qui fait 10 km de longueur), donc deux sous bassins versants : (Figure 1.5)

- Celui d'Oued El Eurg qui naît en amont de l'amorce de l'ouverture de la plaine d'Oum Teboul à partir du point de confluence entre Chaabet Dridir et Oued Dridra au pied de Djebel Djibil (97 m). Les branches amont des deux cours d'eau s'étalent en un réseau réparti sur toute la paroi du versant. Les extrémités de ces deux branches coulent en parallèle, jusqu'au point 130 m à partir duquel elles contournent, chacun de son côté le petit massif de Djebel Djibil qui termine la ligne de crête avant de converger à son pied pour former Oued El Eurg qui a pu construire le cône de déjection qui est la plaine d'Oum Teboul.

- Celui d'Oued El Hout qui naît en amont de la plaine d'El Aïoun, au niveau du col qui le sépare d'Oued Djenane qui coule en sens inverse vers la Tunisie.

À l'inverse d'Oued El Eurg, qui naît de la confluence de deux importantes branches en amont, le cours d'eau principal d'Oued El Hout trace son lit dès son départ du col qui se sépare d'Oued Djenane; le lit d'Oued El Hout coule dans la zone comprise entre la terminaison Nord du Djebel Oum Skek et la ligne de crête formée par la limite Nord de son sous bassin versant. Son point de départ atteint la vallée formée par Djebel Kourima et le versant Nord de Djebel Oum Skek.

L'alimentation d'Oued El Hout, tout au long de son parcours, s'effectue par des talwegs sur ses rives Sud et Nord. Mais les talwegs de sa rive Nord sont les plus longs en raison de sa position excentrée vers le Sud qui se traduit par des versants plus longs, contrairement aux versants de sa rive Sud.

Néanmoins, le réseau hydrographique amont d'Oued El Hout, qui occupe le tiers restant du versant de Djebel Addeda (e Djebel Edmen à Djebel Kourima), le versant de son point de départ et la terminaison des versants Nord de Djebel Oum Skek, est assez suffisant pour qu'il puisse édifier en aval le cône de déjection qui forme la plaine d'Oued El Hout par un dépôt

d'alluvions important.

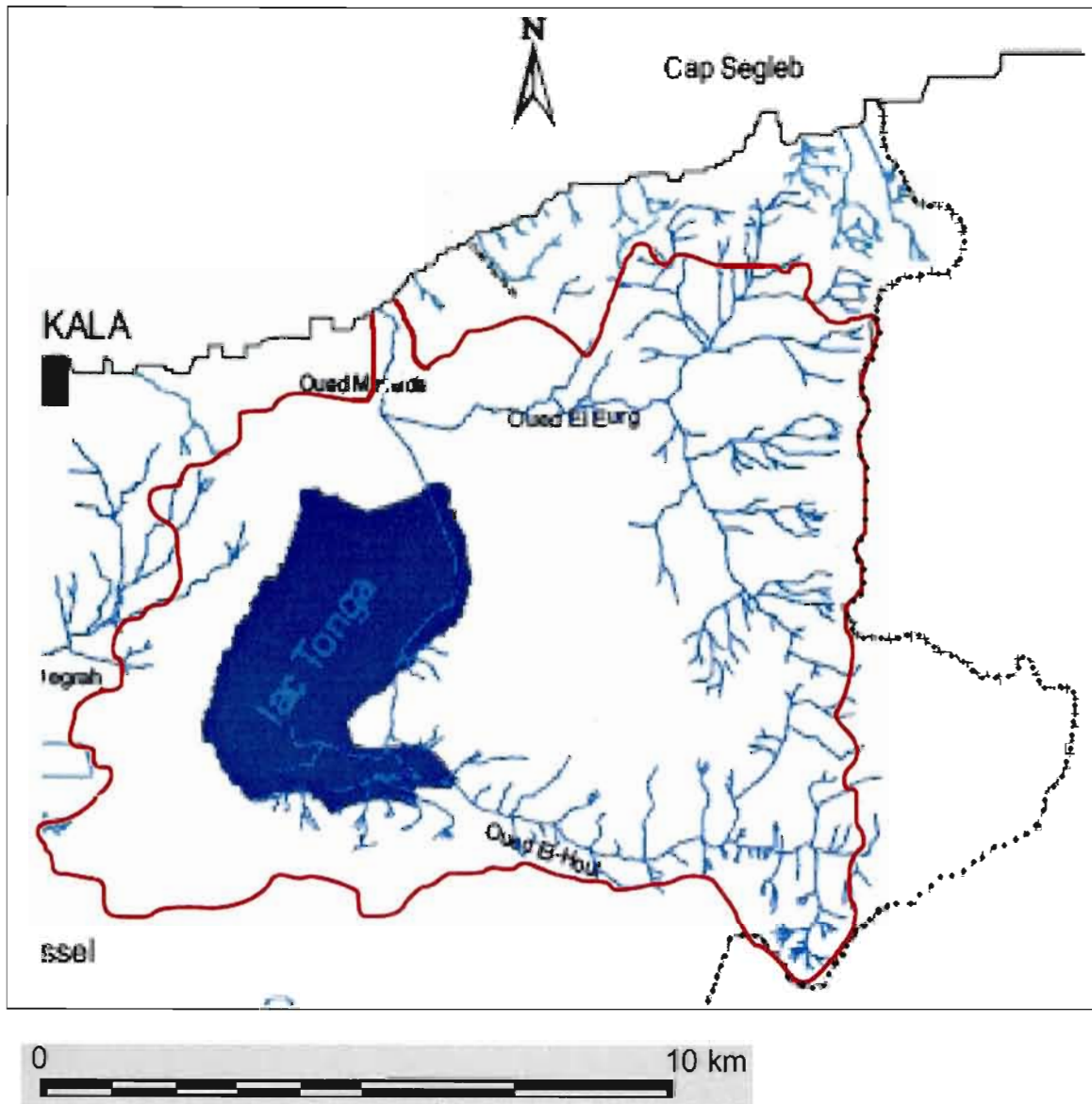
Avant son entrée dans la plaine, Oued El Hout a un cours excentré : son lit est plus proche de la limite Sud de son bassin versant, ce qui explique la densité de ses affluents sur la rive Nord.

La régularité de l'allure d'Oued El Hout est illustrée par l'allure de son bassin versant, qui, légèrement évasé en amont, prend une allure rectangulaire.

Les deux Oueds ont eu la capacité d'édifier des deltas grâce à un écoulement torrentiel en amont dû au développement de leurs sous bassins versants. Tandis que le reste du pourtour du lac Tonga est raviné par un réseau non hiérarchisé.

Les zones situées au Nord et au Sud du lac présentent des talwegs qui ravinent les versants de faibles ampleurs et débouchent séparément sur le lac. Il n'y a pas de construction de deltas.

Le caractère fermé du lac Tonga lui confère un fonctionnement à écoulement exoréique en présence du chenal artificiel de la Messida.



— : Limites du bassin versant du lac Tonga
 +++++ : Frontière Algéro-Tunisienne

Figure 1.5 : Carte du réseau hydrographique de la région d'étude
 (Source : LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)

1.1.3.6 Données climatiques

Les données fragmentaires sur la climatologie de la région ne permettent malheureusement pas de dresser un tableau détaillé des conditions climatiques qui y règnent. Si le mésoclimat reste connu dans ses grands traits, il reste bien des faits, tels que la nature et la répartition de la végétation par exemple, qui ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un climat plus localisé dont nous ne connaissons aucune caractéristique (Benyacoub, 2000). En effet au niveau du bassin versant du Lac Tonga où les reliefs jouent selon leur position, le rôle d'ombre ou d'aimant pluviométrique, où les zones humides en tamponnant localement l'atmosphère, réduisent le caractère xérique de la période estivale et où généralement, la plus petite variation du facteur limitant que constitue l'humidité se répercute immédiatement sur la végétation (Benyacoub, S et Chabbi, Y. 2000).

Dans cette étude nous nous contentons de dresser un tableau nécessairement incomplet, car la plupart des stations d'observation de la région ne publient plus aucune donnée climatologique, et l'unique station qui dispose de données, mais qui restent dans l'ensemble très fragmentaires, mais permettraient néanmoins d'avoir une idée sur les différentes caractéristiques du mésoclimat est celle de la station météorologique de la ville d'El Kala (10 m, 360 54'N et 080 27' E). Tout de même, nous avons pu disposer d'une période complète (1985-2005) relativement courte, mais qui permet d'avoir une idée générale sur le climat régional.

Désirant travailler donc avec des données aussi complètes que possible, nous nous sommes limités à la période entre 1985 et 2005, car avant cette date pour les données en 1971 et 1984 les données sont incomplètes pour l'ensemble des stations de la région. Les données de Seltzer (1946), 1913-1938 nous ont servi aussi pour comparaison.

Données thermiques

Le paramètre température est fonction de l'altitude, de la distance de la mer, et de la position topographique (Toubal, 1986).

À mesure que l'on s'éloigne de la mer, les températures annuelles moyennes s'abaissent. (Tableau 1.1)

Tableau 1.1 Données climatiques de la région d'El Kala (source BNEF, 1979)

paramètres \ zones	Littorale	Sublittoral	Montagneuses
Température en °C (moyenne annuelle)	18	15	10
Précipitation en mm/an (moyenne annuelle)	936,7	879	1191

Cette régression thermique s'explique par le rôle régulateur de la mer, et des lacs (Tonga et Oubeira). Dans la zone montagneuse, les températures varient suivant le gradient altitudinal.

Nous présenterons les températures moyennes annuelles; moyenne des maxima et moyenne des minima par mois; pendant une période de 20 ans (1985-2005) (Tableau 1.2).

Tableau 1.2 Température de l'air (station météorologique d'El Kala)

Période : 1985-2005

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	\bar{x}
Max.	13,3	15,2	16,6	17,3	19,9	23,9	26,3	27,9	27,8	25,2	20,1	15,7	20,7
Min.	6,2	7,4	10,5	12,6	15,5	16,7	20,1	21,8	21,0	18,6	16,9	9,8	14,7
Moy	9,7	11,3	13,5	14,9	17,7	20,3	23,2	24,8	24,4	21,9	18,5	12,7	17,7

Max. : moyenne des maxima

Min. : moyenne des minima

Moy. : moyenne mensuelle

 \bar{x} : moyenne annuelle

De manière générale, (Seltzer, 1946) souligne que « dans toute l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est, de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle; elle lui est supérieure de mai à octobre, et que la moyenne mensuelle atteint sa plus forte valeur aux mois de juillet et août ce qui est généralement lié à la fréquence du sirocco. On peut donc diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud.» dans cette zone littorale les températures descendent rarement à 0 °C, les mois les plus froids sont janvier et

février, alors que juillet et août sont les plus chauds

Données pluviométriques

Les pluies en Algérie étant d'origine cyclonique orographique, le gradient altitudinal va donc fortement conditionner la pluviosité.

La région de l'extrême Nord-Est de l'Algérie compte parmi les plus abondamment arrosées 1300 mm/an (d'après BNEF, 1985).

La pluviosité dans cette région est conditionnée par deux phénomènes météorologiques importants. D'une part, les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest qui, après avoir traversé l'Espagne et une partie de la Méditerranée Occidentale, affectent le Nord-Est algérien et d'autre part les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée Occidentale (de Bélair, 1990).

Une des caractéristiques de la pluviosité dans la région réside dans sa grande variabilité annuelle, saisonnière et mensuelle, c'est une caractéristique du climat méditerranéen avec une concentration de la totalité des précipitations sur quelques mois de l'année, de novembre à avril au cours desquels, les précipitations gagnent sur l'évaporation. Une saison sèche de mai à octobre, où les précipitations sont déficitaires par rapport à l'évaporation et le minimum annuel s'observe toujours en juillet-août.

Ce phénomène de variabilité a pour corollaire une forte intensité et un caractère orageux des chutes de pluie, caractère qui n'est pas sans effet sur le relief du Tonga dont la dissection témoigne d'une érosion intense (Benyacoub, et Chabbi 2000). En effet pour les pluies torrentielles, il est le plus souvent admis que l'intensité optimale pour laquelle l'évaporation et le ruissellement sont minima, est de l'ordre de 1mm par heure (Chaptal, 1941).

Sur les versants, nous remarquons que les quantités des pluies présentent un risque de dégradation des sols (plus particulièrement les sols découverts après le passage d'incendies ou défrichés pour l'agriculture) et de provoquer ainsi une érosion plus ou moins intense. La terre arable et/ou le sol forestier sont alors entraînés vers le lac Tonga, et alors, son plan d'eau se charge de sédiments et devient ocre en retenant les eaux des crues. Pour le Nord de l'Algérie on évalue les pertes de terre arable à 35 000 ha/an.

Le couple latitude/altitude et le facteur vent influencent également les précipitations

de la région qui sont caractérisées par deux types :

- Précipitations littorales
- Pluies orographiques (de relief).

En effet, le littoral freine à sa base le flux d'air maritime rapide, et le perturbe, provoquant ainsi des chutes de pluies appréciables, exemple : la quantité de précipitations à El Kala est de 862,3 mm pour 115 jours de pluie. En revanche, les reliefs montagneux contraignent l'air à s'élever le long de leur pente et créent ainsi des mouvements ascendants favorables en altitude, ainsi El Ghorra (situé à 30 km de la limite sud du bassin versant) reçoit le maximum de pluies : 1191 mm/an.

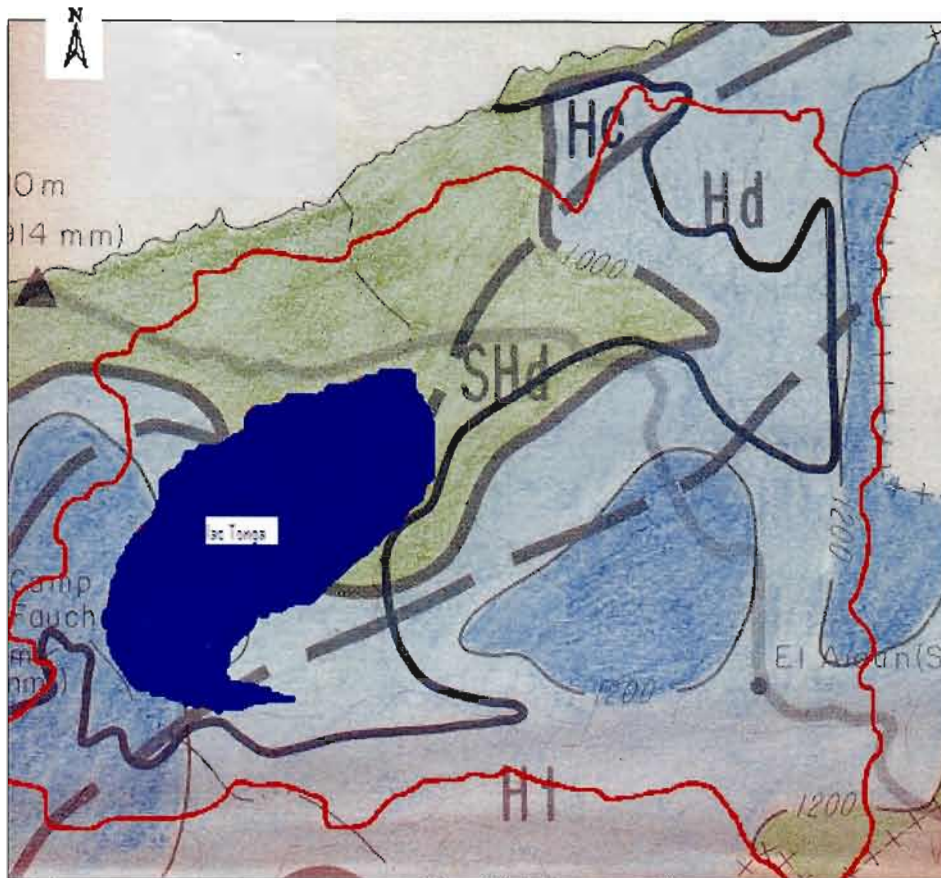
Les valeurs mesurées à la station météorologique d'El-Kala sont inférieures à celles mesurées dans le bassin versant, la carte climatique (figure 1.6) de la zone étudiée montre que cette dernière reçoit entre 1000 et 1200 mm par an.

Le Tableau 1.3 résume la situation pluviométrique mensuelle de la période (1985-2005) et démontre que cette région a reçu pendant cette période une moyenne annuelle de 859,2 mm ceci est dû généralement aux vents de direction NO-SE. Le maximum des pluies se situe en hiver, aux mois de janvier et décembre surtout. Il faut noter que nous pouvons scinder cette période en deux, une période sèche qui s'est étalée entre 1985 et 1996 et une autre humide qui s'est étalée entre 1997 et 2005 (Figure 1.8), ce qui n'était pas sans conséquence positive sur l'hydrologie du lac, la dynamique de la végétation aquatique et l'agriculture et la gestion des parcours au cours de ces dernières années.

Tableau 1.3 Pluviométrie mensuelle en (mm)

(Station météorologique d'El Kala, Période : 1985-2000)

Mois Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
1985	15,6	41,9	52,2	66,2	62,3	43,5	77	41,3	41	00	00	00	441
1986	44	99,6	134,4	189	146	103	53	39,7	0,8	00	00	00	809,5
1987	63	28,3	133,4	42,9	131,2	126,6	110,2	46,6	77,4	0,3	2,8	traces	762,7
1988	70	19,4	120	115	99,8	99,8	61	22,8	18,9	27	traces	2,6	656,3
1989	20	133	74	75	39	55	26	119	12	2,5	00	0,2	555,7
1990	10	49	106	311	144	15	51	60	55	12	02	02	817
1991	14,9	47,9	88,8	202	90,9	101,2	54,6	80,3	76,9	10,1	00	00	541,8
1992	8,7	45,9	100,3	98,9	88,8	102,3	29,4	77,9	60,8	traces	00	3,1	616,1
1993	12,7	67,9	102	198,5	101,2	98,9	55	46,6	42	00	00	00	724,8
1994	15	78,3	76,9	140,4	100,9	108,9	89	99	35,9	01,1	00	00	745,4
1995	15	68,9	102,3	99,1	142,9	188,9	66,6	88,3	60,1	28,9	02	00	863
1996	68,2	27,8	74,9	230	102,1	89,9	43,7	109,2	98	15	2,7	traces	861,5
1997	2,2	98,9	122	230	189,6	102,1	80,8	93,7	59,6	12,9	traces	00	991,8
1998	89,0	68,1	188,2	109,7	128,9	100,1	99,9	39,5	68,9	25,5	traces	traces	917,8
1999	98,8	79,2	100,3	145,9	224,8	330,2	103,7	189,9	69,3	39,2	traces	10,2	1391,5
2000	68,8	15,9	290	340	98,2	139,9	99,1	103,2	78,4	45,6	1,1	traces	1280,2
2001	18,8	122	187,3	222,2	132,5	202,9	99,2	58,9	45,9	29,6	traces	00	1119,3
2002	102,2	94,2	194,4	106,7	40,6	124,9	88,1	102,1	51,2	18,3	traces	00	922,7
2003	75,6	34,4	378,1	150,1	105,9	96,6	88,9	102,8	29	23,9	00	00	1085,3
2004	56,4	86,4	290	104,9	123,3	190	71,4	99,2	43,4	20,1	traces	traces	1085,1
2005	98,1	67,2	100,2	167,9	220,8	201,2	79,9	108,3	12,4	22,2	traces	10	920,3
Moyennes mensuelles	46,0	65,4	143,6	158,8	121,1	124,8	73,6	82,4	49,3	15,9	0,53	1,3	862,3



Echelle : 1/200 000

— : Limites du bassin versant du lac Tonga.

ÉTAGE	VARIANTE À HIVER (m)				
	FROID 0°	FRAIS 3°	TEMPÉRÉ 5°	DOUX 7°	CHAUD
HUMIDE	HF	Hf	Hi	Hd	Hc
SUB-HUMIDE	SHF	SHf	SHi	SHd	SHc

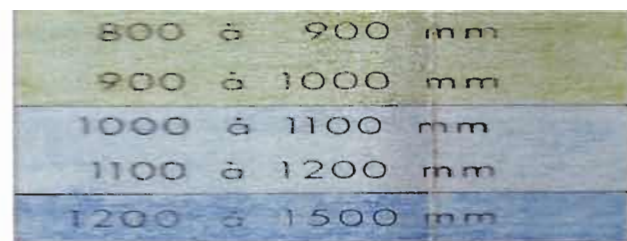


Figure 1.6 Carte climatique de la région étudiée (Source : BNEDER, 1979)

**Histogramme de la variation moyenne mensuelle de la
pluviométrie dans la région d'El-Kala (1985-2005)
-année hydrologique-**

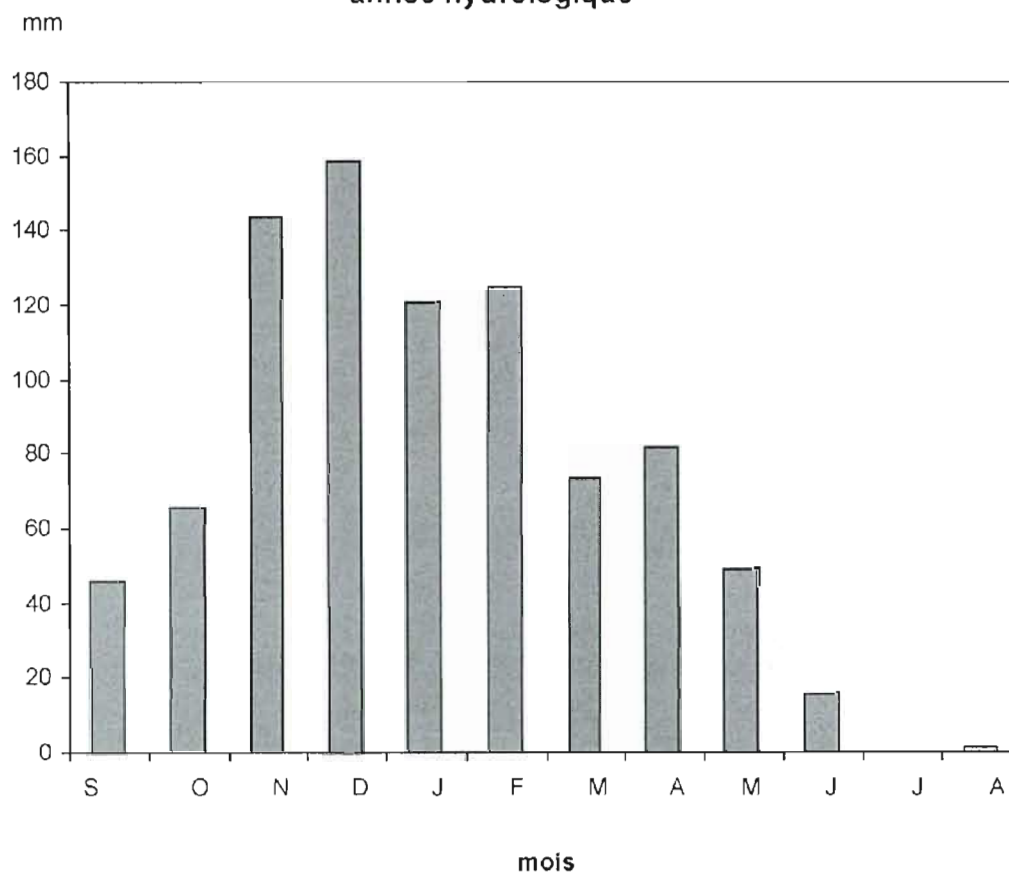


Figure 1.7 Histogramme illustrant la variation moyenne mensuelle de la pluviométrie dans la région d'El-Kala (période : 1985-2005)



Figure 1.8 Courbe illustrant la variation annuelle des précipitations au cours de la période 1985-2005

Tableau 1.4 Précipitations annuelles et températures moyennes pour la période (1985-2005)- Station météorologique d'El Kala

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	121,1	124,8	73,6	82,4	49,3	16,7	0,8	1,7	46	65,4	143,6	158,8	882,7
Tmoy(C)	9,7	11,3	13,5	14,9	17,7	20,3	23,2	24,8	24,4	21,9	18,5	12,7	212,9

Tableau 1.4 Précipitations annuelles et températures moyennes pour la période (1985-2005)- Station météorologique d'El Kala

Brouillard

La formation du brouillard est liée aux conditions locales et en premier lieu au micro-climat. Le maximum observé durant la période estivale de mai à août est de 64 % au littoral. Par exemple, pour le mois de mai 1992, on a enregistré 13 jours de brouillard à El Kala.

Dans la zone littorale, ce nombre atteint 48 % à Aïn Karma, le maximum se situe au printemps, 50 % dans l'ensemble.

Dans notre région d'étude, il est présent surtout dans les altitudes.

Humidité relative (HR %)

Dans la région d'El Kala, le degré d'hygrométrie est très élevé tout au long de l'année et il est presque constant durant toute l'année. La variation de l'humidité d'une année à une autre est très faible (Tableau 1.5)

La mer, les nombreux plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuses), contribuent au maintien d'une humidité élevée pendant toute l'année [voir l'année 1990 qui est bien marquée].

Ce paramètre, dont les valeurs sont relativement élevées (proximité du littoral), atteint

ses valeurs les plus fortes au lever et au coucher du soleil. Cette humidité de l'air, élevée même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume; ce dernier est propice, en fin de compte, aux cultures d'été et à la végétation naturelle : véritable compensation pour les végétaux ne bénéficiant d'aucune précipitation durant l'été.

Tableau 1.5 Humidité relative (station météorologique d'El Kala)

Période : 1985-2004

Mois Années	Mois												Moy HR%
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1985	71	67	74	71	77	72	73	73	80	74	69	69	72,5
1986	71	68	73	69	72	71	73	71	71	72	71	77	71,5
1987	68	74	76	73,3	78	72	68	70,8	71	65	70	75	71,7
1988	65	77	68	76	76	76,8	75	77	73	70	81	83	74,8
1989	83	76	74	71	79	79,5	74,6	81,5	78	80	73	74,4	77,2
1990	80	80	80,9	80	81	85,8	80	75	75	77,9	78,8	79,8	79,5
1991	65	84	77	66	80,4	80,3	80,3	80,3	80,3	65	83,7	84,9	77,2
1992	73,2	76,1	65,8	78,2	82,4	80,3	85	81	79	74,3	72,1	80,7	77,3
1993	70,8	81,2	75,4	78,9	80	68	66,2	71,9	70	80	80	82	75,5
1994	73,9	77	78	73,3	80,7	71	68	73	73	73	80,8	79,9	74,7
1995	78,2	78	72	76	81	72	75	74,7	78	67,9	78,8	80	75,9
1996	70,5	80	79	71	76	76,8	74,6	69,9	75	76,9	76	76,6	75,1
1997	68	84	81	80	78,3	79,5	80	72	80,3	78,8	76,7	82	78,3
1998	69	76,1	80,4	66	75,1	85,8	80,3	74,1	79	72,1	70,2	68	74,6
1999	84,4	81,2	69,9	78,2	80,3	78	85	75	70	76	80,2	81	78,2
2000	74,6	78,9	72	78,9	75	80,3	66,2	74,6	75	70	79,8	82	75,6
2001	75	80	74,1	80	78	68	73	80	80,3	65,2	78	79	75,8
2002	80	84	76	74	77	74	80,3	79	78	75,5	79,9	81	78,2
2003	83	76,1	68	78,2	78	76,8	75	78,2	75	69	77,4	82	76,3
2004	79	81,2	74	78,9	76	79,5	74,6	80	78,9	70,6	80,3	83	78
Moyennes mensuelles	74,1	77,9	74,4	74,8	78,0	76,3	75,3	75,6	75,9	72,6	76,8	78,9	75,9

Vents

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse. Les données relatives à la force des vents et leurs fréquences concernent l'année 1992 (Tableau 1.6, et Tableau 1.7)

Tableau 1.6 Évaluation mensuelle de la vitesse, direction des vents
(Station météorologique d'El Kala)- 1992

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Direction (degré)	40	280	100	120	100	180	340	200	260	360	/	300
Vitesse max. (m/s)	17	21	17	23	16	19	15	9	20	18	22	20

Tableau 1.7 Fréquence des vents -(station météorologique d'El Kala)
- 1992-

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence des vents	1	1	0	3	1	2	0	3

Pendant la saison froide, les vents de direction N- O prédominent. Pendant la saison chaude, la vitesse des vents s'affaiblit. Elle atteint 9 m/s au mois d'août, le vent souffle alors du NE en donnant une brise de mer importante.

Ce sont les vents du NW, souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. À l'opposé, on note la manifestation d'un vent chaud, le sirocco du S-E principalement en été, assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées, les incendies de forêt (incendie de l'été 1983 et celui de 1993).

Evapotranspiration Potentielle et Bilan hydrique

L'évapotranspiration potentielle (E.T.P) représente la quantité d'eau évaporée par la surface du sol et la transpiration des plantes dans un milieu couvert d'une végétation dense et bien pourvue en eau.

L'E.T.P est directement liée à l'influence des facteurs climatiques (température, humidité, insolation, radiation, etc.) aux caractères physiologiques du couvert végétal et à la réserve en eau du sol. Le tableau 1.8 résume les valeurs calculées de l'E.T.P par la méthode de TURC (1960), au niveau de la station d'El-Kala

Tableau 1.8 Variation mensuelle de l'évapotranspiration potentielle (station d'El-Kala)
(mm)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
E.T.P	111	73	48	35	37	51	73	85	116	140	162	150	1081

(Source : HYDRO-PROJETS-EST)

D'après les résultats, il en ressort que l'E.T.P devient très importante à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre, la période de pointe s'étale de juin à août (été).

Le déficit hydrique d'une période donnée est la différence entre les précipitations et les E.T.P calculées ou mesurées.

Tableau 1.9 Bilan hydrique au niveau de la station d'El-Kala

(Source : HYDRO-PROJETS-EST) 1996

Paramètre Mois	E.T.P (mm)	Précipitation (mm)	Déficit (mm)	Excédent (mm)
Septembre	111	37	-74	/
Octobre	73	91	/	+18
Novembre	48	142	/	+94
Décembre	35	167	/	+132
Janvier	37	154	/	+17
Février	51	122	/	+71
Mars	73	73	/	/
Avril	85	52	-33	/
Mai	116	39	-77	/
Juin	140	17	-123	/
Juillet	162	2	-160	/
Août	150	6	-144	/
Année	1081	902	-611	+432

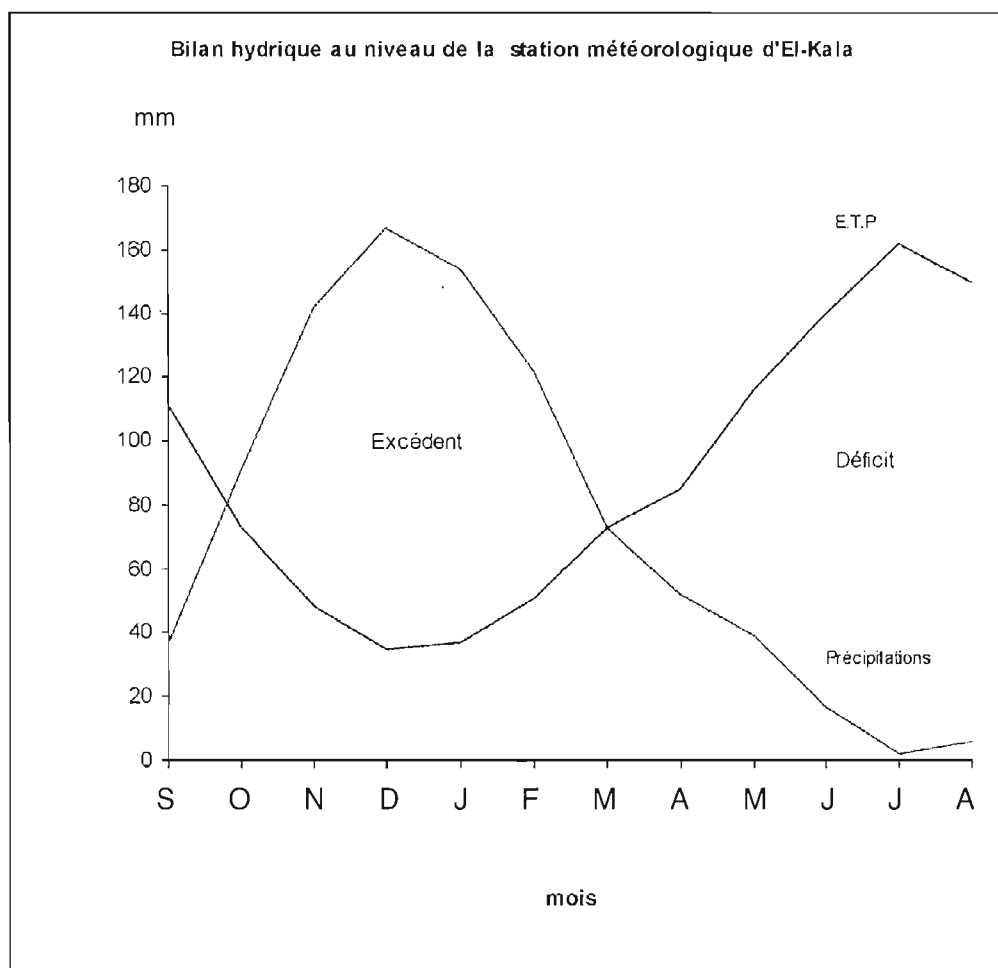


Figure 1.9 Bilan hydrique au niveau de la station météorologique d'El-Kala

D'après le tableau 1.9 et la figure 1.9, on note un déficit hydrique s'étendant du mois d'avril au mois de septembre et qui s'élève à 611 mm, la durée du déficit hydrique étant de 6 mois. Alors qu'un excédent de 432 mm s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois de mars pour El Kala, le déficit pourrait être moins prononcé que dans le bassin versant à cause de l'élévation, la diminution des températures et de l'ETP et l'augmentation des précipitations.

1.1.4 La Biodiversité

1.1.4.1 La Flore

Le bassin versant du lac Tonga se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord-Est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeïra (de Belair, 1990)

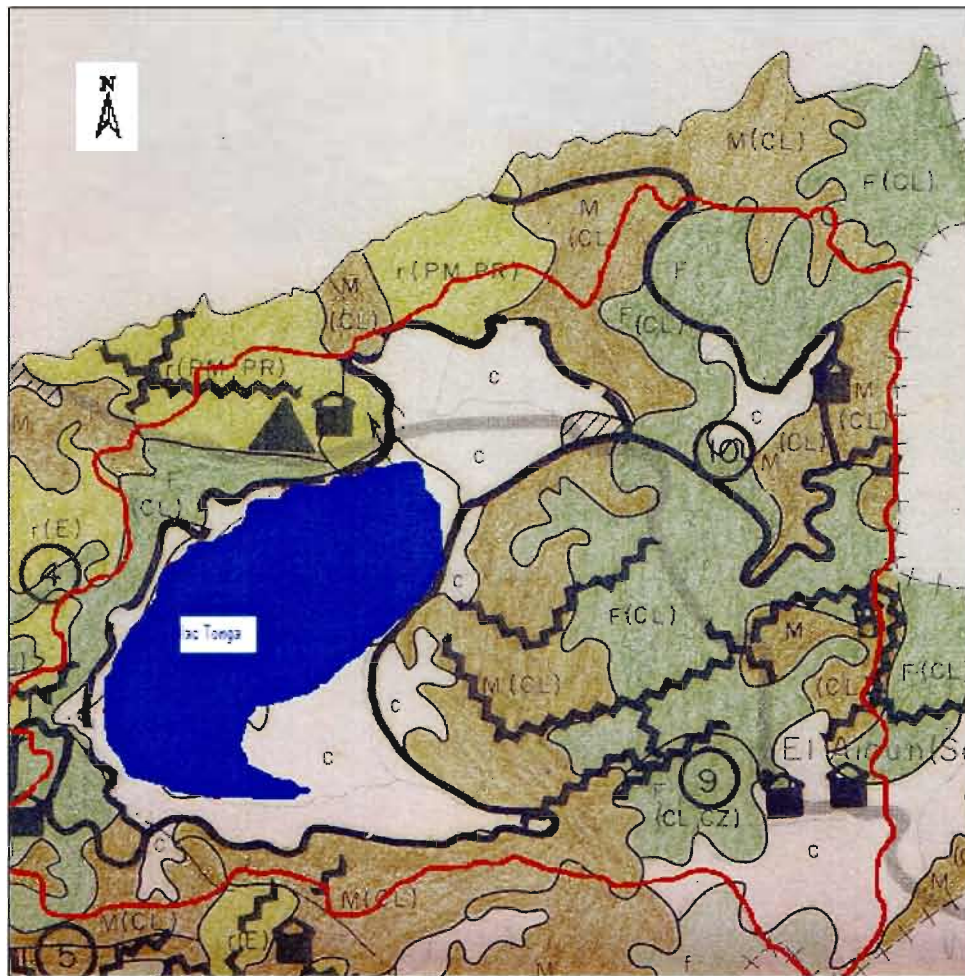
Ce milieu bioclimatique conditionne la répartition du couvert végétal, et d'après les zones du bassin versant du lac Tonga (littorale, sub-littorale et montagneuses), la végétation se répartit comme suit :

- Dans la zone littorale (le cordon dunaire) : se développe convenablement le pin maritime et le maquis à chêne kermes.
- Dans la plaine : on trouve l'aulnaie, qui comporte des ormes, des frênes et des saules.
- Dans les massifs montagneux : se développent le chêne liège, le chêne zeen et maquis dégradé de chêne liège.

Les facteurs orographiques, les conditions climatiques, édaphiques, et hydrologiques exceptionnelles du bassin versant du Tonga, ont beaucoup contribué en faveur du maintien d'un degré élevé d'endémisme végétal.

1.1.4.1.1 Les peuplements forestiers

La flore forestière (Figure 1.10) se répartit en trois strates, les essences arborées, buissonnantes et herbacées. Le chêne liège est l'espèce arborée dominante par excellence, suivi des peuplements naturels ou plantés de résineux : pin maritime, pin pignon et pin d'Alep. L'aulne glutineux espèce relique rare, le frêne, le peuplier blanc et noir, et l'orme champêtre sont peu abondants et confinés aux milieux humides.



Échelle : 1/ 200 000

UNITÉS FORESTIÈRES	
m	Maquis clair
f	Forêt claire
M	Maquis dense
F	Forêt dense
r	Reboisement

ESSENCE	
CL	Chêne liège
CZ	Chêne Zéen et aforès
CV	Chêne vert
PE	Peuplier
PA	Pin d'Alep
PM	Pin Maritime
C	Cèdre
G	Génévrier
AU	Aulne
FR	Frêne
E	Eucaliptus
Cy	Cyprès
O	Olivier
SN*	Sapin de numidie
PR	Pinus radiata

⚡ : Tranchée pare - feu

Figure 1.10 Carte forestière de la zone d'étude (Source : BNEDER, 1979).

Hormis la ronce *Rubus ulmifolius* et l'aubépine *Crataegus monogyna*, qui ont une répartition euro-méditerranéenne, l'élément strictement méditerranéen domine incontestablement pour la majorité des espèces arbustives notamment *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*, *calycotome villosa*, *Phillyrea angustifolia* et *Genista ferox*.

La flore herbacée est de loin la plus riche et diversifiée. Elle est surtout représentée par des Astéracées, des Fabacées, des Brassicacées, des Cypéracées et des Renonculacées. (voir listing en annexe A)

Deux particularités de ce couvert forestier sont à signaler :

- La première au NE jusqu'au Cap Segleb (ex-Roux), la châaba Dridir faisant la limite vers l'Ouest, le chêne liège est soit en mélange soit supplanté par le pin maritime (*Pinus pinaster*), ce dernier se présente en véritables coulées de peuplement pur le long des pentes surmontant la mechta Segleb), ce pin forme une véritable association (ou sous-association) climacique. Selon (Aouadi, 1986), ce pin coloniserait l'aire géographique du pin mésogéen, qui se prolonge en Tunisie à la même latitude.

- La seconde, c'est la présence sporadique (parfois en micropeuplement purs) de chêne zeen (*Quercus faginea*) le long du djebel Haddeda et jusqu'au djebel Kourima, toujours en exposition Nord et dans les vallons frais.

Le cordon dunaire est occupé à 60% par une végétation naturelle climacique formée par le chêne kermes (*Quercus coccifera*) et le reste de la dune littoral formant la partie nord du bassin versant, est occupée par un peuplement artificiel de pin maritime (*Pinus pinaster*) et de pin pignon (*Pinus pinea*), mis en place depuis 1925 pour contrer le processus d'érosion éolienne au niveau de la dune vive de la Messida située à l'Est du kef Mechtob (Monte Rotundo). Mais depuis 2000, la dune a été rasée par exploitation de sablière.

Une petite formation d'eucalyptus et de frêne (*Fraxinus angustifolia*) jalonne parfois en peuplement dense le canal de la Messida. La strate herbacée est formée surtout par *Halium halimifolium* et *Retama retam* présents par taches dispersées.

Quant à la rive Sud de l'oued El Eurg, une plantation de peuplier a été mise en place par les services des forêts en 1987.

Nous ne clôturons pas ce paragraphe sans aborder (mais sans détailler en raison de l'information disponible limitée), les plantations d'eucalyptus à l'est du lac qui ont été intro-

duites pendant les périodes de colonisation française pour pomper et assécher les zones marécageuses de Oum Teboul. Quant aux peuplements d'eucalyptus de l'Ouest du Tonga, ils ont été plantés après 1962 (après l'indépendance), pour lancer des projets d'industrie papetière, avortés après 1978. Actuellement ils sont très peu exploités et même abandonnés en l'absence d'un marché solide pour l'écoulement du produit.

1.1.4.1.2 La végétation du Lac

La végétation périphérique du Lac

Enfin, au niveau de la périphérie Nord du lac et couvrant les terrasses du quaternaire récent, sur les sols marécageux hydromorphes se développe une des plus belles aulnaies de la région. C'est une formation naturelle relique d'aulnes glutineux *Alnus glutinosa* et d'orme *Ulmus campestris*, et *Ilex aquifolium*. Les études pédologiques au sein de cette aulnaie ont confirmé qu'elle est entrain d'évoluer en tourbière (96,26% de fibres et pH = 4,32, sol de couleur marron à noir, structure lamellaire spongieuse humide à saturé en eau).

Cette aulnaie est prolongée au nord-ouest par l'arboretum du Tonga formé par des plantations de peuplier de virginie (*Populus virginica*), peuplier blanc (*Populus alba*), peuplier noir (*Populus nigra*), d'*Acacia melanoxylon* et de cyprès chauve (*Taxodium distichum*). Ces plantations exotiques ont parfaitement réussi. Le climat quasi-tropical (Joleaud, 1936) de cette forêt inondée et particulièrement favorable au cyprès chauve (dont la hauteur moyenne dépasse les 30 m). L'aulnaie permet aussi le développement d'un sous-bois sciaphile. Au sud de l'aulnaie se trouve la saulaie dense du Tonga formée par plus de 6 espèces de saules ; *Salix alba*, *Salix nigra*, *salix pedicellata*, *salix cinerea*, *salix triandra*.

Au niveau des plaines, l'emprise agricole est très forte : la presque totalité des terres alluvionnaires est utilisée par l'agriculture, particulièrement celles des deux estuaires des oueds El Eurg au NE et El Hout au SE, de même que les colluvions argileuses et les marnes du sud d'El Aïoun : Le fourrage naturel (excellent mélange de graminées et de légumineuses *Paspalum distichum*, *Cynodon dactylon*, *trifolium arvens*, *Lolium italicum*, *festuca onina*, particulièrement sur les alluvions de l'Oued El Hout), la culture de l'arachide, les cultures maraîchères pour des fins d'auto-consommation ou de commercialisation, de petits vergers d'arbres fruitiers se partagent les sols.

Il reste à signaler qu'au niveau de la plaine marécageuse de l'arboretum, de l'aulnaie, la pinède, et la subéraie on enregistre, un envahissement marquant par *eurginéa maritima* ...

indiquant ainsi une nitrification croissante des sols.

Comme la topographie et le climat, le substratum géologique conditionne dans une large mesure la répartition du couvert végétal et sa croissance, le chêne liège (*Quercus suber*) par exemple occupe l'ensemble des collines gréseuses, car il s'adapte bien sur ces sols siliceux profonds et perméables issus de l'altération des grés, le chêne liège s'adapte également sur les dunes sableuses. Le chêne zeen (*Quercus faginea*) a aussi une préférence pour les sols siliceux des grés de Numidie. Le pin maritime (*Pinus pinaster*) est bien situé dans son aire écologique parce qu'on le trouve sous forme de forêts claires dans un milieu humide à 4 km de la côte au Nord du lac Tonga.

La végétation aquatique du Lac

Le lac présente une physionomie dominée par la présence des scirpes *Cyrpus lacustris*, les phragmites *typha angustifolia*, de nénuphar blanc *nymphéa alba*, et d'iris *Iris pseudoacorus*, (Kadid, 1999). sa surface est recouverte à 90 % par cette végétation émergente, il y existe 14 groupements dont dix associations, 82 espèces végétales recensées qui appartiennent à 31 familles botaniques, dont 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes (Kadid, 1989). Parmi les espèces rares nous citons *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta*.(Cf , tableau 5 en annexe A)

En résumé et dans l'ensemble, la spécificité du complexe des zones humides d'El kala (qui viendrait en troisième position après ceux du Delta de l'Ebre en Espagne et la Camargue en France), est liée à l'originalité de la formation géomorphologique, où la juxtaposition des forêts de montagne, des dunes littorales et de plan d'eau constitue une mosaïque d'écosystèmes dont l'organisation est étroitement liée au gradient d'humidité du substrat

1.1.4.2 La Faune

La mosaïque d'écosystèmes du bassin versant du Tonga, constitue un habitat remarquable et un biotope favorable à l'installation ou la transition d'une faune riche et diversifiée à savoir :

L'avifaune aquatique

La qualité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège

de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier.

Il est également le site de nidification pour le busard des roseaux *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrioporphyrus*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula*.

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (Boumezbeur, 1993).

Les mammifères

La faune mammalienne du bassin versant du Tonga, tous écosystèmes confondus est représentée par 37 espèces. Certaines de ces espèces sont rares et localisées. La loutre *Lutra lutra* espèce rare et menacée d'extinction, confinée au lac Tonga reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi, 1997). Le cerf de barbarie *Cervus elaphus barbarus*, seul grand mammifère du Maghreb tellien du Maroc à la Tunisie, en Algérie il est confiné au nord de la région frontalière Algéro-tunisienne et occupe donc toute la subéraie, la pineraie et la cocciferaie de bassin versant du Tonga et sa présence à l'intérieur des frontières algériennes est fortement liée à la présence d'eau dans le bassin versant, et le lac Tonga en périodes de sécheresse est l'unique point d'eau des deux côtés de la frontière. Le caracal *Caracal caracal* est le plus grand félin d'Afrique du Nord. Grand prédateur, très rare, sa survie est conditionnée par la disponibilité de territoires forestiers de grande taille.

L'entomofaune

Le lac Tonga recense 22 espèces d'odonates qui appartiennent à quatre familles taxonomiques : Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae. (Saouèche, 1993).

L'herpétofaune et les amphibiens

Plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens vivent dans le bassin versant du Tonga: *Emys orbicularis*, emyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la grenouille verte *Rana saharica*, le discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le crapaud de Mauritanie *Bufo mauritanicus*, le triton de poiret *Pleurodels poireti*, le psammodrome algiré *Psammodromus algerus*, le sep ocellé *Chalcides ocellatus*, le lézard ocellé *Lacerta pater* et la couleuvre vipérine *Natrix maura* *Testudo graeca* (Rouag, 1999).

L'ichtyofaune

Les données dans ce domaine ne sont pas disponibles, car aucune étude n'a été entreprise dans ce sens, mais il reste que l'anguille *Anguilla anguilla* est l'espèce migratrice par excellence qui peuple les eaux du lac Tonga et ses principaux cours d'eau.

1.2 Conditions humaines

1.2.1 Population du bassin versant du lac Tonga

Tableau 1.10 Superficie, population, et densité de la population dans les quatre communes.

Commune	Superficie (km ²)	Population en 2002	Densité (habitants/km ²)
El Kala	292,00	27 511	94,2
Oum Teboul	87,35	8 144	93,2
El Aïoun	45,85	5 051	110,1
Ramel El Souk	50,00	3 990	79,8

Les limites naturelles du bassin hydrographique comme décrites ci-dessus, ne coïncident pas avec les limites administratives. Le bassin en question se trouve en fait partagé entre quatre communes, la commune d'El Kala, la commune d'Oum Teboul, la commune de Ramel El Souk et la commune d'El Aïoun. (Tableau 1.10)

Les chefs lieux des communes d'El Kala dont 1% seulement de sa population vit sur le territoire du bassin versant du lac Tonga, et la commune de Ramel El Souk, sont à l'extérieur du territoire d'étude, les deux autres sont inclus dans l'espace étudié. Il est aussi à noter

que la majorité de la population est concentrée dans les chefs lieux de commune, érigés en centres d'activité pour le commerce et l'administration.

Durant la décennie 1985-1995, il y a eu retour à la terre favorisé par l'ouverture de routes, l'électrification rurale qui atteint une couverture des besoins proche de 100%, la disponibilité de l'eau potable et le rapprochement des structures de santé et d'éducation.

D'après les chiffres fournis par la Chambre d'Agriculture de la Wilaya d'El Tarf, la population qui vit sur le bassin versant peut donc être estimée à : 17 460 habitants.

1.2.2 Les activités

1.2.2.1 *L'agriculture* (Données Chambre d'agriculture d'El Tarf)

La région est incontestablement à vocation agricole (BNEF, 1984), c'est le secteur qui est le plus gros pourvoyeur d'emplois permanents et saisonniers (36% en 1995, plus de 50% en 1987, et près de 65% dans la décennie 70)

Depuis quelques années, le désenclavement des ruraux par un réseau routier de plus en plus dense favorise les échanges et donc les approvisionnements en semence, engrais et, de manière plus préoccupante pour l'évolution des milieux, en tracteur. Ces derniers en s'attaquant aux dunes, font rapidement disparaître l'humus et n'ouvrent la voie qu'à de maigres rendements. Seule l'arachide, sur les piémonts des dunes, donne des rendements économiquement intéressants, elle laisse le sol nu pendant l'hiver.

La surface agricole utilisée (S.A.U.) représente 3 509 ha, c'est-à-dire 2,33% du bassin versant.(Tableau 1.11)

Tableau 1.11 Pourcentages des terres cultivées par commune
(Compagne 1993-94, 1994-95, 1996-97)

Communes	Terres utilisées annuellement (ha)	Jachère (ha)	Surface Agricole Utilisée (S.A.U) (ha)	% de terres utilisées (ha)
El Kala	656	406	1062	61
Oum Teboul	412	524	936	44
El Aïoun	430	181	611	70
Ramel El Souk	837	63	900	93
Total (B.V)	2335	1174	3509	66

Les cultures sont nettement dominées par le maraîchage (12,11% de la S.A.U.), et l'arachide (14,8% de la S.A.U.) (DSA, El Tarf 1990), pratiquées aux abords des sources d'eau facilement accessibles comme les Oueds, le lac, «fonda», excavations qui mettent à nu la nappe phréatique proche de la surface.

Les cultures spéculatives de l'arachide, du melon et de la pastèque prennent de l'extension dans les zones dunaires de plus en plus défrichées et proches des points d'approvisionnement en eau, au détriment de la végétation qui protège les dunes et les aulnaies. Lorsque l'irrigation est utilisée, c'est le plus souvent aux dépens des nappes dunaires, réserves renouvelables à plus ou moins longue échéance (Thomas, 1975 soulignait déjà ces dangers, dont l'importance ne fait que croître) .

Dans les zones montagneuses, la céréaliculture est pratiquée sur les piémonts où les programmes de développement suggèrent plutôt aux agriculteurs d'opter pour l'arboriculture qui pour l'instant se limite, à quelques parcelles.(Tableau 1.12)

Tableau 1.12 Spéculations agricoles par commune
(Compagne 1993-94, 1994-95, 1996-97)

Communes	Céréales (ha)	Légumes Secs (ha)	Arachide (ha)	Tomate Industrielle (ha)	Tabac (ha)	Arboriculture			Cultures Marafchères (ha)
						Vigne (ha)	Noyaux Pépin(ha)	Olivier (ha)	
El Kala	80	15	290	-	-	13	38	30	190
Oum Teboul	-	10	180	-	12	-	10	160	40
El Atoum	250	70	-	-	10	-	10	60	30
Ramel El Souk	300	180	50	30	20	-	32	60	165
Total (B.V)	630	275	520	30	42	-	90	310	425

Autour et dans les zones inondables sont pratiquées les cultures fourragères, et de plus en plus, parce que bénéficiant d'aide et de subvention, des cultures industrielles comme la tomate et le tabac.

L'agriculture telle que pratiquée, mais encore telle qu'elle est envisagée dans les programmes de développement, exige une forte utilisation d'eau d'irrigation. La part de celle-ci est mal connue parce qu'elle échappe à tout contrôle, et est puisée anarchiquement et illicitement dans les cours d'eau qui sont souvent carrément détournés, dans le lac et les trous d'eau.

La jachère généralement associée à l'élevage devient également une pratique courante qui prend de l'extension au niveau des forêts (vides labourables) des plaines et dépressions dunaires (aulnaies, oueds et lac).

Avec une population de 17 460 habitants, et une S.A.U. de 3 509 ha, la densité de la population selon la surface agricole utilisée est de 5 habitants / ha ou 1 habitant / 2 000 m², ce qui dévoile une grande pression démographique sur les parcelles agricoles.

1.2.2.2 Élevage et pastoralisme

Les systèmes d'élevage qui sont pratiqués dans la région d'El Kala ont une importance considérable pour l'économie rurale. Les 35% de la population totale, y compris des citadins dépendent d'un soutien de famille dont la principale source de revenus est l'élevage. Dans les zones essentiellement rurales, cette proportion passe à 50% et atteint 80% dans des régions comme Ramel El Souk.

Le troupeau existant sur le territoire du bassin versant du lac Tonga s'élève à 22 080 têtes (bovins, ovins et caprins), ce qui explique les effets négatifs sur les massifs forestiers et les zones humides, et distinctement les ripisylves et aulnaies où le potentiel fourrager offert est énorme. (Tableau 1.13)

Tableau 1.13 Effectifs de bovins, ovins et caprins (à l'échelle du bassin versant du lac Tonga)

Élevage Commune	Bovins	Ovins	Caprins
El Kala	2750	2080	400
Oum Teboul	2050	1300	1150
El Aioun	1750	3400	2000
Ramel El souk	2450	2300	450
Total (B.V)	9000	9080	4000

La conduite de ces troupeaux est spéculative et n'obéit à aucune norme de parcours. Les éleveurs conduisent généralement leurs troupeaux pendant la période hivernale pour les abandonner en forêt. A la fin du printemps, les troupeaux sont ramenés à la plaine au niveau des jachères, du pourtour du lac, des aulnaies et ripisylves, dont les parties inondées offrent un pâturage à haute valeur nutritive. Les ripisylves et les aulnaies sont particulièrement saccagées par l'abattage des arbres (frêne, peuplier, zeen) sur lesquels adhère une importante masse de lierre et de smilax préférés par les bêtes (ovins et caprins surtout).

Dans la partie des terres basses, les plaines et autour du lac, l'élevage est complémentaire aux cultures, le troupeau est généralement constitué d'une douzaine ou une vingtaine de bovins qu'accompagnent fréquemment un nombre équivalent d'ovins ou de caprins et qui ne sont pas systématiquement destinés à la vente. Le troupeau constitue au contraire une forme de thésaurisation par la viande où sont placés les gains des éleveurs, des propriétaires ou des spéculateurs citadins qui placent leurs bêtes chez les éleveurs.

Ce type de production intègre la jachère et les sous produits des cultures, les fourrages naturels des pelouses autour de la zone humide (le lac et sa zone périphérique) jusqu'à la fin de l'été, époque à laquelle le troupeau se déplace pour aller se nourrir dans les massifs forestiers montagneux. Dans la zone montagneuse, la taille des troupeaux est plus grande et peut atteindre la centaine de bêtes.

1.2.2.3 Développement forestier

Le développement forestier constitue un élément essentiel et très important dans l'économie locale. Il contribue à la stabilité du monde rural, à l'amélioration du niveau de vie des populations riveraines des forêts et surtout au maintien et à l'utilisation durable des ressources forestières (Oulmouhoub, 2005). Par conséquent pour la population riveraine du bassin versant du lac Tonga, le chômage et la pauvreté justifient amplement leur forte dépendance des forêts, c'est pourquoi leurs sources de revenus proviennent essentiellement de la forêt. En effet, cette population est composée d'agriculteurs, éleveurs, coupeurs de bois, cueilleurs, vanniers, potiers, braconniers et enfin les saisonniers qui sont recrutés provisoirement et périodiquement dans les chantiers de liège et de bruyère.

Toutefois, en plus des activités agro-pastorales pratiquées au sein de la forêt, cette dernière autant que son sous-bois ou sol procure des activités traditionnelles diverses largement pratiquées par plusieurs membres d'une même famille à savoir :

- l'exploitation du liège ;
- l'exploitation des plantes fourragères (lierre, glands de chêne liège, feuilles d'olivier, calycotum, graminées, ...etc.);
- l'exploitation intense de la souche de bruyère ;
- l'exploitation du bois, d'aulne, orme, chêne liège, eucalyptus, pin ;
- l'exploitation de l'olivier et du lentisque pour l'extraction d'huile,
- l'exploitation des autres produits de la forêt tels que les cones de pin pignon, les champignons, l'arbousier, le myrte, feuilles de laurier, palmier nain, etc.
- l'exploitation de plantes médicinales et aromatiques
- la cueillette de miel sauvage.

1.2.2.4 Pêche

Malgré le statut de conservation du lac Tonga, triplement classé comme : une zone de protection intégrale d'un Parc National, un site RAMSAR, et une réserve de la Biosphère, un exploitant privé exerce en extensif, l'activité de pêche d'anguille destinée à l'exportation, sachant que le premier classement proscrie toute activité économique.

1.2.2.5 Apiculture

L'apiculture prend également de l'ampleur sur le territoire étudié. Elle est surtout adoptée par de jeunes apiculteurs récemment formés par la Chambre d'Agriculture de la Wilaya. Cette activité est à prendre avec beaucoup de considération dans le cadre d'une stratégie de développement durable, dans la mesure où elle peut substituer certaines activités agricoles

qui portent préjudice à l'environnement.

1.2.2.6 Activités traditionnelles

Les activités artisanales traditionnelles connues dans la région sont représentées par la poterie au niveau de la commune d'Oum Teboul et El Aïoun , la vannerie au niveau de la commune d'El Kala. La production de ces activités artisanales en ustensiles, chapeaux, couffins, nattes, est destinée beaucoup plus à l'utilisation personnelle. La vente de ces produits reste occasionnelle.

La bruyère est une richesse naturelle considérable utilisée essentiellement dans la sculpture et la fabrication des pipes (à partir de la souche de la bruyère) au niveau d'une unité de transformation dont la capacité est de 90 quintaux/an.

1.2.2.7 Industrie

L'industrie au sens propre du terme est pratiquement inexistante sur l'aire du bassin versant, à l'exception d'une petite unité de fabrication de Siporex (brique silico-calcaire) à Oum Teboul, partiellement à l'arrêt.

La région a été ainsi préservée par les choix faits dans les années 70, et la création du Parc National d'El Kala dont la principale mission est la conservation.

Dans ce chapitre nous avons essayé de donner un descriptif des conditions générales du bassin versant, nous reviendrons à une analyse plus détaillée et plus complète de la situation dans le chapitre qui suit.

CHAPITRE II

ANALYSE DE LA SITUATION ET DÉFINITION DES ENJEUX DU BASSIN VERSANT DU LAC TONGA

Dans ce chapitre nous tenterons avec les données que nous avons pu collecter, et qui restent très insuffisantes pour permettre de dresser une analyse fiable de la situation, Néanmoins, nous avons essayé de nous rapprocher le plus possible de la réalité.

Dans un premier lieu, nous essayerons d'apporter une analyse de la situation des acteurs de la gestion de la ressource en eau, et des cadres juridiques, réglementaires et institutionnels qui régissent leurs interventions sur la ressource.

Dans un second lieu, nous aborderons les différents enjeux de la gestion du bassin versant du lac Tonga.

2.1 Analyse de la situation relative aux acteurs et aux cadres de gestion de la ressource en eau

2.1.1 Les acteurs

À l'issue de notre investigation, nous avons distingué deux grandes catégories d'acteurs: les acteurs locaux agissant directement sur la ressource et les acteurs régionaux dont le rôle commence à être défini en raison du caractère récent de leur mise en place.

2.1.1.1 Les acteurs locaux des usages et de la gestion de l'eau

1. La population riveraine

La description du bassin versant faite précédemment nous a permis de distinguer plusieurs groupes d'usagers fortement dépendants de la ressource en eau à savoir : les agriculteurs, les éleveurs, les spéculateurs citadins, les exploitants des produits forestiers, les bra-

conniers, les pêcheurs et enfin les saisonniers recrutés pour les récoltes agricoles, dans les chantiers de faucardages des canaux du lac, d'installation de forages et le creusement de puits, de travaux de DRS, de sylviculture, de chantier de liège et de bruyère, ...etc.

Selon les entretiens semi-dirigés réalisés nous avons constaté que trois types de rapport conflictuel et de chevauchement :

Le premier est détecté entre la population riveraine et les gestionnaires identifiés ci-dessous ;

Le second entre les usagers mêmes, où certains d'entre eux peuvent à la fois faire de l'agriculture, pâturer leurs bêtes, exploiter l'eau et la forêt, braconner, ...etc.

le troisième type de rapport conflictuel et de chevauchement des prérogatives, est enregistré entre les différents gestionnaires. Nous l'aborderons plus explicitement plus loin.

Tous ces usagers sont conscients des intérêts que leur fournit la zone humide et l'ensemble du bassin versant, certains d'entre eux avouent n'avoir aucune source de revenu en dehors des activités pastorales, agricoles vivrières ou d'exploitation de la forêt, le chômage et la pauvreté justifient amplement leur forte dépendance de ces trois systèmes.

Cet état de fait nous amène à donner une considération à la population riveraine du bassin versant en général et celle de la périphérie du lac plus particulièrement, qu'on peut classer comme acteur principal si nous étions en mesure d'organiser des négociations avec les gestionnaires.

Désormais, le devenir du lac Tonga dépend de la politique à envisager par les gestionnaires du bassin versant et du comportement des riverains à l'égard des mesures établies. Dans ce cas, il faudrait peut-être faire appel à une gestion participative où les riverains seront plutôt responsabilisés que marginalisés et réprimés par des mesures coercitives.

2. Le Parc National d'El Kala (PNEK)

Le bassin versant du lac Tonga représente plus de 20 % du territoire du PNEK qui a été créé en 1983 par décret présidentiel 83-460 du 23 juillet 1983 à l'initiative du vice ministre algérien de l'environnement¹, une prise de conscience des richesses biologiques que recèle ce territoire a été à l'origine de son classement en parc national et donc il lui a été conféré un statut de protection légale.

1 : Les parcs nationaux en Algérie sont sous la tutelle de la DGF, Ministère de l'agriculture et du développement rural.

Le PNEK a fait l'objet d'une délimitation² qui a cependant négligé un bon nombre de facteurs de nature écologique et humaine.

Une première étude a été réalisée par le BNEF, qui a visé une délimitation et un zonage fondés sur les limites spatiales des unités écologiques ou des habitats naturels en prenant en compte l'unique critère de leur valeur patrimoniale, en ignorant la réalité socio-économique et en occultant un certain nombre de considérations liées aux propriétés territoriales et fonctionnelles des bassins versants, alors qu'il s'agit du territoire le plus drainé au pays et que la présence de nombreuses et diverses zones humides était l'une des premières causes ayant suscité ce classement.

Le schéma directeur d'aménagement du PNEK, élaboré aussi par le BNEF en 1984 et approuvé à l'unanimité par les acteurs de l'administration locale et les élus locaux en 1987 sur la base d'une évaluation purement descriptive des différents milieux naturels et de leur richesse faunistique et floristique. Il ignore complètement les activités agro-sylvo-pastorales les prévisions démographiques dans la région et ce qu'elle suscite comme programme de développement.

La délimitation et le zonage ainsi fixés sont toujours d'actualité. Cette situation n'a pas manqué d'être la source de difficultés d'application du schéma directeur d'aménagement et de gestion (SCDA), ce qui était d'une lourde conséquence sur la conservation des milieux et notamment les milieux humides.

Considéré comme le moteur du développement durable dans la région, le PNEK à l'inverse des forestiers, du secteur de l'hydraulique ou de l'agriculture, possède un champ d'action plus vaste qui s'étend à l'ensemble des écosystèmes. Ses missions n'étant pas définies explicitement, dans l'article 3 du décret 83-458 du 23 juillet 1983 fixant le statut-type des Parcs Nationaux.), ses prérogatives et ses interventions sont donc tacites et limitées. Cet état de faits qui persiste jusqu'à présent est à l'origine de nombreux conflits d'usages et de gestion.

Article 3 : Les parcs nationaux ont pour objet :

La conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et en général, tout milieu naturel présentant un intérêt particulier à préserver;

La préservation de ce milieu contre toutes les interventions anthropiques et les effets de la dégradation naturelle, susceptibles d'altérer son aspect, sa composition et son évolution ;

2 : Voir la carte du Zonage du PNEK, p.138

L'initiation et le développement avec les autorités et organismes concernés, par toutes activités de loisirs et sportive en rapport avec la nature ;

L'implantation avec les autorités et organismes concernés, d'une infrastructure touristique dans la zone périphérique.

Ils sont en outre chargés :

- d'observer et d'étudier le développement de la nature et de l'équilibre écologique,
- de coordonner toutes les études entreprises au sein du parc,
- de participer aux réunions scientifiques, colloques et séminaires se rapportant à son objet.

En effet, l'existence d'activités économiques diverses, récentes et ancestrales, et les orientations et objectifs des différents programmes et plans de développement de la wilaya notamment les POS et les PDAU se confrontaient au SCDA du PNEK malgré son approbation officielle, et discréditaient ce dernier au regard des populations riveraines qui n'étaient pas consultées sur le contenu du SCDA du parc.

Selon les gestionnaires du PNEK, et contrairement à ce que pensent les autres usagers ou gestionnaires, le Parc n'est pas érigé pour seulement interdire, mais lutter pour une exploitation rationnelle de ses ressources afin d'en garantir la durabilité, ce qui lui vaut bien les prérogatives et les missions qui lui sont assignées dans le statut-type des Parcs Nationaux.

À cet effet, depuis 1995, date du lancement d'un projet de plan de gestion de la Banque mondiale et du GEF, le PNEK tente de s'impliquer dans des programmes de développement rural. Aidé par des organisations internationales notamment la convention de RAMSAR et le WWF, il commence à accorder une attention particulière à la sensibilisation puis à l'intégration des riverains dans la concrétisation de projets pilotes de développement durable.

Par ailleurs, au niveau central (DGF) le PNEK est largement soutenu par la tutelle s'occupant du dossier des zones humides. Cette dernière est très convaincue, après une longue expérience, que l'avenir du PNEK et des zones humides qui le caractérisent, est entre les mains des riverains. Par conséquent, des projets pilotes récents ont pu être initiés au sein du PNEK, concernant surtout l'amélioration des prairies autour des lacs, la culture hors-sol du chêne liège, le développement de l'apiculture et l'arboriculture pour tenter de diminuer la pression sur la ressource en eau et la forêt. Ces actions illustrent une gestion multi usage, qui a pour objectif d'aider les riverains à diversifier leurs revenus en élargissant leurs activités et en

contrepartie ils pourront réduire le pâturage, cesser les défrichements, et les cultures spéculatives consommatrices d'eau.

3. La conservation des forêts

Les forestiers sont considérés comme étant à la fois les gestionnaires et les usagers légitimes de la forêt. Lors de notre investigation nous avons visité la conservation des forêts de la wilaya d'El Tarf, et la circonscription des forêts d'El Kala.

La direction générale des forêts (DGF) qui est l'organisme central des forêts, est sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), elle a pour principaux rôles, en relation avec la protection de ressource en eau de :

- Contribuer au développement des zones de montagne menacées par l'érosion physique,
- Protéger et valoriser les zones humides nationales,
- Contribuer à la protection des périmètres irrigués,
- Administrer, protéger et valoriser le domaine forestier national,
- Valoriser les terres à vocation forestière,
- Contribuer à la lutte contre la désertification dans les zones steppiques, présahariennes et côtières ;
- Inventorier, préserver et développer la faune et la flore des zones naturelles et conserver la biodiversité notamment dans les Parcs nationaux, les réserves naturelles et les zones humides;
- Promouvoir les formes d'organisation nécessaires à l'association des populations riveraines à la protection et au développement des forêts ;
- Élaborer et proposer les projets de textes législatifs et réglementaires relatifs aux forêts et à la protection de la nature.

L'ensemble de ces fonctions qui s'inscrivent dans le cadre de la politique forestière du pays, intègrent les préoccupations essentielles d'ordre écologique, économique et social et s'inspirent également du respect des conventions et accords internationaux que l'Algérie a ratifié.

Au niveau opérationnel, les structures décentralisées, les conservations des forêts des wilayas, sont dotées de larges prérogatives tant administratives que techniques et judiciaires leur permettant de mettre en oeuvre localement la stratégie de développement forestier et de définir les moyens nécessaires à cette mise en oeuvre. Ces conservations de wilaya se prolongent par des circonscriptions des forêts au niveau de la daïra, des districts et des triages au niveau de la commune. Cette organisation permet d'assurer une présence permanente d'une autorité publique capable à tout moment de mobiliser les différents acteurs et de porter sur le terrain les préoccupations de l'État.

En outre, aux côtés de la DGF, existent des EPA tel que, l'Institut National de la Recherche Forestière (INRF), qui est en charge de la recherche forestière ; une autre institution, l'Agence Nationale de la Conservation de la Nature (ANN) est chargée quant à elle de l'inventaire et du suivi de la faune et de la flore et de contribuer à la conservation de la biodiversité. Des EPIC auxquels sont confiés les exploitations et à savoir : les ORDF et les EMIFOR.

Par ailleurs, face à l'ampleur du problème d'érosion hydrique engendrant une grande perte pour les secteurs économique, social et la biodiversité, et dans le cadre de ses missions et/ou des programmes multisectoriels, l'administration des forêts a pris en charge depuis plusieurs années :

- La réalisation des études de schémas directeur d'aménagement, faisant ressortir les zones d'intervention prioritaires au niveau des bassin versant, avec et sans barrage ou plan d'eau naturel.
- La mise en place des programmes d'aménagement anti-érosif par des actions de :
 reboisements,
 fixation des berges d'oueds,
 correction torrentielle des ravines,
 confection d'ouvrages et de conservation des sols et des eaux

Cependant, le secteur des forêts est un acteur entièrement impliqué dans divers projets et programmes de gestion des bassins versants, notamment la lutte contre l'érosion hydrique. Il est directement impliqué dans :

Les Programmes d'interventions sectorielles et multisectorielles

- Les projets d'aménagement de périmètres de bassins versants,
- Le projet de périmètre de travaux déclarés d'utilité publique : Le périmètre est dans la partie du bassin versant reconnue prioritaire, identifiée à partir d'études portant sur la sensibilité à l'érosion des terres concernées
- Place des zones humides dans le Plan National de développement agricole et rural (PNDRA): L'objectif pour la sous direction des parcs nationaux est de trouver le moyen d'insérer la gestion rationnelle des zones humides comme action éligible au financement du PNDRA, et à prioriser les zones humides d'importance internationale. Actuellement les études ne seraient pas éligibles, ce qui exclut d'office l'élaboration des plans de gestion des zones humides. Mais si les conservations des forêts concernées arrivaient à les inscrire sur leurs programmes d'équipement sectoriels, la mise en œuvre des plans de gestion ainsi élaborés pourrait alors bénéficier du programme de financement du PNDRA.

- Le Programme de conservation de la nature

La préservation des zones humides constituées des lacs, des estuaires, des barrages et de retenues qui sont des sites importants de vie ou de passage d'espèces animales est une autre nécessité et une autre préoccupation du programme de conservation de la nature.

4. La direction des services agricoles (DSA)

De manière générale, les rôles affectés à l'administration agricole auquel est étroitement associée la chambre d'agriculture, concernent non seulement l'analyse et le renforcement des mesures et des stratégies du développement agricole et rural, mais aussi l'évaluation de la mise en oeuvre des programmes de développement agricole et ce au niveau de toutes les structures de l'administration centrale (MADR) et ses représentations locales (Directions des services agricoles, Subdivisions agricoles, délégations communales, Conservation des Forêts et circonscriptions forestières).

Les responsables avec lesquels nous nous sommes entretenus ont basé leur discours sur les problèmes de l'agriculture de manière générale et sur les nouvelles mesures apportées par le MADR dans le cadre du plan national du développement agricole et rural (PNDR).

En effet, pour faire face aux problèmes de chômage et de pauvreté dont souffrent particulièrement les populations rurales depuis au moins la fin de la décennie 1980, les pouvoirs publics ont initié un certain nombre de programmes en vue de leur venir en aide. Certains de ces programmes rentrent dans le cadre de ce qu'on appelle le filet social et sont de caractère transitoire, destinées aux populations les plus démunies. Les principaux programmes de soutien concernent l'agriculture, le développement rural et la protection de l'environnement. Ces programmes sont financés principalement par deux fonds

- Fonds National de Développement de l'Agriculture (FNDA) institué en 1990 et remplacé en 2000 par le Fonds National de Régulation et de Développement de l'Agriculture (FNRDA) ;
- Fonds de la Mise en Valeur des Terres par la Concession (FMVTC) qui a succédé en 1998 au programme dit des "Grands Travaux" destiné aux zones de montagne, aux zones, steppiques et sahariennes.

Ces programmes visent, à travers le développement agricole et rural, une augmentation de l'emploi en milieu rural, l'amélioration des revenus et du niveau de vie de la population ainsi que la protection de l'environnement naturel.

Le FMVTC finance la création d'exploitations agricoles sur les terres privées de l'État appartenant au domaine public et données en concession à des particuliers (généralement agriculteurs sans terre ou petits exploitants). Ces terres, souvent marginales, subissent des travaux de mise en valeur (défonçage, épierrage, irrigation, électrification,...) réalisés sous la direction de la Générale des Concessions Agricoles (GCA) qui est une entreprise publique économique.

Le FNRDA, sur lequel repose également le PNDRA, est destiné à l'ensemble des exploitants agricoles quelque soit le statut des terres qu'ils exploitent et quelque soit leur potentiel économique. Il n'y a pas à ce niveau de dispositions particulières en direction des agriculteurs pauvres dont la principale ressource disponible est le travail. Le FNRDA soutient trois types d'activités.

Comme nous le constatons, les informations apportées par l'administration agricole restent théoriques et générales, la mise en application (démarrage des chantiers, suivis...) des projets actuels a été confiée au PNEK, qui est l'agent réceptacle de ces projets. Cela ne cause en aucun cas des conflits entre le Parc et l'administration agricole, qui se sent allégée en quelque sorte de cette responsabilité. Par contre, les services agricoles s'occupent beaucoup plus des démarches administratives (contrats, agréments...), à ce titre les rapports sont souvent tendus entre les agriculteurs et l'administration. Les riverains n'assimilent pas facilement les mesures qui leurs sont dictées par les autorités, ce qui révèle leur manque de compréhension des programmes ou projets de développement.

Toutefois, de meilleures relations sont entretenues entre le PNEK et la chambre d'agriculture. Cette dernière est plus proche de la population et joue un rôle important dans l'organisation des agriculteurs et éleveurs, à travers ses programmes de vulgarisation et de sensibilisation. Toutefois, il faut souligner que d'après les entrevues réalisées avec la population, la chambre d'agriculture est de loin la seule et unique administration crédible, largement acceptée par la population dans toute la région.

5. La direction de l'hydraulique (DHW)

Cette direction est sous la tutelle du ministère de la ressource en eau. Elle chapeaute généralement les projets d'assainissement des eaux, de la gestion hydraulique des plans et réseaux hydriques, et régleme l'intervention et l'investissement dans ces milieux.

Cette institution, et en raison de l'instabilité politique de sa tutelle, enregistre une grande faiblesse dans la gestion malgré qu'elle dispose d'un personnel très qualifié. Son inter-

vention réelle se limite au suivi de construction et de gestion des barrages et plans d'eau artificiels. Toutefois son intervention au niveau des zones humides naturelles ou au sein de leurs bassins versants est très peu convaincante, malgré qu'elle se trouve renforcée par l'existence de structures étatiques connexes sous tutelle du ministère de la ressource en eau. Des conflits de gestion et de chevauchement des prérogatives aux niveaux des zones humides ont été enregistrés tout au long de notre terrain entre d'une part la DHW et le PNEK, et d'autre part entre la DHW et la population riveraine en raison des prélèvements illicites d'eau, pratiqués par cette dernière durant la saison sèche au niveau du lac, des sources, des pompages, des oueds et même dans la nappe phréatique. Des déversements à ciel ouvert des eaux usées domestiques ont également causé de nombreux accrochages entre la population riveraine et la police de l'eau.

6. les associations et regroupements professionnels

Les informations que nous avons pu recueillir à ce sujet nous ont révélé l'absence d'une culture associative au sein de la population autour de la question de l'eau. Nous avons pu identifier trois associations que nous avons contactées :

- L'association du camp de jeunes du Tonga à caractère récréatif. Elle s'intéresse vaguement à la question de la protection des ressources du lac.
- L'association de la découverte de la nature à caractère récréatif et éducatif, s'intéresse à l'ornithologie, mais en raison de ses faibles capacités, son intervention au sein du lac s'est révélée pendant 14 ans de son existence, peu efficace.
- L'association des amis du lac Tonga, à caractère scientifique, cette association a été agrémentée en 2002, et malgré que la majorité de ses membres fassent partie du corps enseignant et chercheurs universitaires, son action n'a pas encore vu le jour.
- Le regroupement corporatif des agriculteurs et éleveurs : Selon la chambre d'agriculture de la wilaya d'El Tarf, la majorité des agriculteurs au niveau du bassin versant du Tonga adhèrent à cette corporation. En plus de défendre leurs intérêts, les agriculteurs bénéficient à travers cette corporation de programmes de vulgarisation agricole. En effet le programme le plus remarquable est l'amélioration des parcours autour du lac.

2.1.1.2 Les acteurs régionaux de la gestion de l'eau

Au niveau régional, des structures connexes au ministère des ressources hydriques ont été récemment mises en place à l'échelle nationale et régionale mais qui ne jouent pas encore pleinement leurs rôles. Nous citons les plus importantes qui sont notamment : L'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH), l'office nationale de l'irrigation et du drainage (ONID), l'office national de l'assainissement (ONA), et l'agence des bassins hydrographiques (ABH). (Voir annexe B)

Cette dernière qui est un EPIC et plus précisément sa filiale régionale ABHCSM (Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellegue), créée par le décret exécutif 96-280 du 26 août 1996, a pour mission :

- D'élaborer et de mettre à jour le cadastre hydraulique du bassin dont elle a la charge.
- De participer à l'élaboration des schémas directeurs d'aménagement en matière de mobilisation et d'affectation des ressources en eau ainsi que d'assainissement.
- D'inciter l'ensemble des usagers à une meilleure utilisation des ressources en eau et à la lutte contre la pollution.
- De financer des projets entrant dans le cadre de l'économie de l'eau et de la préservation de sa qualité.

Actuellement, des projets d'assainissement des plans et cours d'eau, de mise à jour du cadastre hydraulique, sont en phase d'élaboration au sein du bassin versant du Tonga.

Par ailleurs d'autres instances à caractère consultatif ont été aussi mises en place tel que le comité de Bassin qui a pour mission de débattre et de formuler un avis sur toutes les questions liées à l'eau à l'intérieur du bassin hydrographique, et notamment :

- L'opportunité des travaux hydrauliques envisagés dans le bassin.
- Les différends de toutes natures liés à l'eau.
- La répartition de la ressource en eau.
- Les actions à envisager pour la protection de la ressource.

Le Comité de Bassin, qui comprend vingt quatre membres, est composé à part égales de représentants :

- De l'administration.
- Des collectivités locales.
- Des différents usagers.

Mais comme nous l'avons relaté plus loin, ces structures issues de la nouvelle politique de l'eau en Algérie, ne jouent pas encore pleinement leurs rôles aussi bien au niveau du bassin versant du lac Tonga ou ailleurs, en raison leur récente et fraîche implication. À cet effet nous n'avons pas pu avoir les données qui auraient pu enrichir notre recherche.

2.1.2 Cadre institutionnel, juridique et conventions internationales, régissant la ressource en eau et sa gestion

Dans ce paragraphe, nous passerons en revue les institutions de l'état ayant une relation directe avec la conservation de la nature et bénéficiant de prérogatives claires dans le domaine.

2.1.2.1 Cadre institutionnel

Les institutions se subdivisent en deux grandes catégories :

- Les institutions représentant les collectivités territoriales à savoir : La wilaya et la commune, leurs prérogatives sont définies par la loi.
- Les institutions publiques technico-administratives, représentation locale des différents départements ministériels. Chaque institution est dotée de ses propres prérogatives.

L'organisation verticale

A l'échelle locale, il s'agit de la wilaya et de la commune avec leurs assemblées populaires respectives.

L'organisation horizontale

Les institutions publiques de la wilaya sont constituées par les différentes directions exécutives de chaque ministère (dont la DHW, DSA, CFW,...etc). Elles sont dotées de prérogatives qui définissent les domaines de compétence sectorielle de chacune. Ces directions sont décentralisées au niveau local.

Par ailleurs, le PNEK qui est un E.P.A, n'est pas une direction de l'exécutif de wilaya, il est donc dépourvu du caractère de puissance publique. Ses missions, clairement définies par la loi, ses statuts et son plan directeur, sont malheureusement soumises à d'importantes difficultés d'application à cause d'un environnement sociologique, économique voir politique animé exclusivement par un souci de développement économique. Par conséquent la direction du PNEK n'est consultée que de manière épisodique et sporadique et du reste, ses avis n'ont que peu d'effet sur les prises de décision sectorielle en matière de réalisation de projets d'aménagement et d'équipement, initiées par les différentes directions et exécutées à l'intérieur du PNEK.

2.1.2.2. Cadre juridique et réglementaire

2.1.2.2.1 La réglementation nationale

La réglementation nationale en matière de protection de la ressource en eau, de l'environnement, de la nature est en vigueur depuis plus d'une décennie.

Loi n° 83- 17 du 16. Juillet 83 portant code des eaux et décrets d'application

La présente loi à pour objet la mise en œuvre d'une politique nationale de l'eau, tendant entre autre à :

Article 1 : Assurer la protection des eaux contre la pollution, le gaspillage, et la surexploitation [extrait].

Article 2 : Le domaine public hydraulique se compose entre autre des lits des cours d'eau, des lacs, des étangs, des sebkhas, et chotts ainsi que les terrains et végétation compris dans leurs limites [extrait].

Article 99. Il est interdit d'évacuer, de jeter ou d'injecter dans les fonds du domaine public hydraulique des matières de toute nature et notamment, des effluents urbains et industriels, contenant des substances solides, liquides ou gazeuses, des agents pathogènes, en qualité et en concentration de toxicité susceptible de porter atteinte à la santé publique, à la faune et la flore ou nuire au développement économique.

Loi n°05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau. (183 articles)

La présente loi a pour objet de fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale.

Article 2 : Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :

- La maîtrise des crues par des actions de régulation des écoulements d'eaux superficielles pour atténuer les effets nuisibles des inondations et protéger les personnes et les biens dans les zones urbaines et autres zones inondables.

Article 3 : Les principes sur lesquels se fondent l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau sont :

- La planification des aménagements hydrauliques de mobilisation et de répartition des ressources en eau dans le cadre de bassins hydrographiques ou de grands systèmes aquifères constituant des unités hydrographiques naturelles, et ceci, dans le respect du cycle de l'eau et en cohérence avec les orientations et les instruments d'aménagement du territoire et de protection de l'environnement;
- La concertation et la participation des administrations, des collectivités territoriales, des opérateurs concernés et des représentants des différentes catégories d'usagers, pour la prise en charge des questions liées à l'utilisation et à la protection des eaux et à l'aménagement hydraulique, au niveau des unités hydrographiques naturelles et au niveau national.

Article 4 : En vertu de la présente loi, font partie du domaine public hydraulique naturel :
 - Les eaux superficielles constituées des oueds, lacs, étangs, sebkhas et chotts ainsi que les terrains et végétations compris dans leurs limites;
 - Les alluvions et atterrissements qui se forment naturellement dans les lits des oueds.

Article 30 : La protection et la préservation des ressources en eau sont assurées par :
 - des périmètres de protection quantitative;
 - des plans de lutte contre l'érosion hydrique;
 - des périmètres de protection qualitative;
 - des mesures de prévention et de protection contre les pollutions;
 - des mesures de prévention des risques d'inondations.

Loi N° 87- 03. Du 27-01-87 relative à l'aménagement du territoire et décrets d'application
 Les dispositions de la présente loi définissent le cadre de mise en œuvre de la politique nationale d'aménagement du territoire contenue dans la charte nationale.

Article 28 : Le schéma national d'aménagement du territoire, sur la base des objectifs principaux assignés au développement, des contraintes prévisibles et des lignes de forces des politiques sectorielles, fixe les paramètres fondamentaux déterminants

Alinéa 7 : la protection du patrimoine écologique naturel

Alinéa 8 : La protection du patrimoine culturel

Loi n° 83-03. Du 05 02 83 relative à la protection de l'environnement et décrets d'application.

Cette loi a pour objet la mise en œuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement.

Titre II	Chapitre 2	Douze articles sont relatifs à la protection de l'eau
	Chapitre 2	Seize articles se rapportent aux réserves naturelles et parcs nationaux
Titre	Chapitre 1	Quatre articles sont relatifs à la protection de l'atmosphère
III		
	Chapitre 1	Dix articles sont consacrés à la protection de la faune et de la flore
	Chapitre 3	Sept articles pour la protection de la mer
Titre	Chapitre 1	Il concerne la police chargée de la protection de l'environnement
IV		

Loi n° 84- 12. Du 23 06 84 portant régime général des forêts et décrets d'application.

Cette loi définit les modalités de protection, de développement d'extension de gestion et d'exploitation des forêts, des terres à vocation forestières et autres ainsi que la conservation des sols et la lutte contre toutes formes d'érosions.

Article 26 : Le pâturage dans le domaine forestier national est organisé par voie réglementaire. Il est cependant interdit :

- Dans les jeunes reboisements,
- Dans les zones incendiées,
- Dans les régénérations naturelles,
- Et dans les aires protégées.

2.1.2.2.2 La réglementation internationale

L'Algérie a signé, adhéré ou ratifié plusieurs conventions et protocoles internationaux relatifs à la protection des espèces et des milieux (habitats). Les plus importants sont :

- Ordonnance n° 73 – 38. Du 25 juillet portant ratification de la convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, fait à Paris le 23/11/1972.
- Décret n° 82 - 439 du 11/12/1982 portant adhésion de l'Algérie à la convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats de la sauvagine, signée à Ramsar (Iran) le 02/02/1971
- Décret n° 82- 440 du 11/12/1982 portant ratification de la convention de la nature et des ressources naturelles, signée à Alger le 15/09/1968
- Décret n° 85 01 du 05/01/85 portant ratification du protocole relatif aux aires spécialement protégées de la mer Méditerranée, fait à Genève le 03.04.1982.
- Décret n° 95- 163 du 06/06/1995 portant ratification de la convention sur la diversité biologique, signée à Rio de Janeiro le 05/05/1992.

2.1.2.2.3 La contrainte de la non-application de la réglementation relatives à la protection de la ressource en eau

1. Au niveau de l'assemblée populaire de wilaya :

Aucune mesure significative n'a été prise dans le cadre de ses prérogatives pour favoriser les actions en direction de la préservation de la ressource en eau et la protection de l'environnement au sens large. En général, l'initiative ne vient pas de cet organe.

2. Au niveau municipal :

Au niveau municipal, le problème de non application de la réglementation est davantage important car cette collectivité de base bénéficie de larges prérogatives en matière de protection des richesses naturelles cependant sur le terrain, on enregistre le déversement dans des milieux naturels protégés des eaux usées non traitées, la défectuosité du réseau d'AEP, la défectuosité du réseau d'assainissement et des stations d'épuration des eaux, la multiplication des décharges sauvages, et l'urbanisation anarchique, ...etc.

3. Au niveau de l'application des lois de la République par les secteurs:

À la lecture des textes, une confusion générale des missions des différents secteurs, liée à un chevauchement et à la double attribution des prérogatives a été constaté et est à l'origine d'un problème organisationnel des structures chargées de la préservation, de l'exploitation ou de la gestion des ressources en eaux.

En effet, en dépit de l'existence d'un nombre important de textes réglementaires en vigueur (lois, codes, ordonnances, et décrets d'application) et d'organes de contrôle, cette réglementation n'est pas appliquée sur le terrain. Assez souvent, les opérateurs ignorent son existence et génèrent de ce fait un problème de chevauchement des prérogatives entre les divers secteurs opérant dans le domaine de la gestion, de la protection ou de l'exploitation de la ressource en eau globalement, et du lac Tonga plus spécifiquement. Dans le secteurs de la gestion et la protection de la ressource, nous attribuons la question de chevauchement de prérogative au faite que cette gestion est contingentée plus par la force du droit à certains secteurs tel que la DHW, qu'au PNEK qui par la force du droit reste également le responsable exclusif de la conservation et la protection de la biodiversité et des habitats.

Par ailleurs, dans certains cas, même si cette réglementation est connue, elle n'est pas respectée lors de l'élaboration des programmes d'aménagement et de gestion des milieux naturels et d'exploitation des ressources. En effet, des secteurs tel que la DSA et la CFW agissent sur terrain le plus souvent, en réplique à des situations conjoncturelles de développement socio-économique mal planifié, définies et dictées au niveau central par des politiques qui tentent de répondre aux exigences des programmes d'ajustement structurel et aux institutions financières internationales sans toutefois tenir compte des exigences de l'équilibre écologique naturel des milieux. En effet la plupart des mesures spécifiques de politique développement-environnement ne sont pas élaborées et mises en œuvre dans des cadres parallèles aux PAS. Ceci explique que leurs impacts sur l'environnement ne soient pas mitigés. Il est donc évident, que la dichotomie économie-environnement se traduit par des défaillances institutionnelles, génératrices d'externalités environnementales (Njomgang, 2003).

Notre analyse de la situation nous a également conduit à constater que l'urgence des besoins économiques des populations a souvent conduit à la négligence de la réglementation en matière d'environnement par les structures même de l'État.

Effectivement, si le statut d'aire protégée du PNEK se justifie pleinement par les richesses écologiques qu'il recèle, il n'en demeure pas moins, compte tenu du contexte socio-économique local, que celui-ci génère un certain nombre de situations conflictuelles. La considération des besoins légitimes et urgents de développement économique et social des populations, à la mesure de l'effort engagé depuis plus de 30 ans par le pays, relègue souvent au second plan la proximité immédiate de la richesse en zones humides à la base d'une importante diversité biologique qui n'a été considérée jusque là, soit comme nocive, soit comme une provende à exploiter sans ménagement

À titre indicatif, nous citons quelques exemples :

1. Non application de la loi portant code des eaux.

Les plus importants articles, à savoir l'article 1 et 99 ne sont pas pris en considération, ni par les collectivités locales ni par les pouvoirs publics chargés des eaux.

2. Non application de la loi sur l'aménagement du territoire.

L'article 24 n'est pas respecté car plusieurs sablières et carrières, tracés de route, urbanisation, etc... sont programmées sans tenir compte de l'impact de ce type de projet sur l'environnement.

3. Non application de la loi portant régime général des forêts.

Ce qui se passe sur le terrain laisse croire qu'il n'y a aucune loi forestière. Celle qui existe est considérée presque comme lettre morte. L'article 26 n'est pas respecté dans sa totalité.

4. Non application de la loi sur l'environnement.

Plusieurs articles de cette loi ne sont pas respectés : articles 37, article 41 alinéa 1, article 48 alinéa 4 ; article 90 etc.

5. Non application de la loi sur l'aménagement du territoire et du développement durable

6. Non application du décret fixant le statut type des parcs nationaux et notamment les articles 3 et 4.

2.2 Définition des enjeux

Le lac Tonga comme toute autre zone humide semblable, constitue un milieu spécifique en matière de gestion des ressources naturelles et de conservation, de par la fragilité et la richesse de ce milieu entre terre, eau et mer (supports essentiels d'une grande biodiversité et de régulation hydrique), de par l'irrégularité des flux et la saisonnalité très marquées (entre inondation et assèchement) qui font la complexité des dynamiques de fonctionnement de cet écosystème et des équilibres naturels en jeu. Ce plan d'eau est également interdépendant du reste du bassin versant d'un point de vue spatial et écologique, et connaît une multitude d'activités et d'usages qui déterminent des enjeux forts pour le contrôle de l'accès à la ressource en eau par les différents groupes d'utilisateurs. Par ailleurs, des menaces très intenses pèsent sur ce milieu, situé dans une des régions des plus convoitées dans le pays.

Dans notre recherche, et en raison de la multiplicité des enjeux nous nous limitons qu'aux enjeux les plus importants. Mais aussi au plus important en vue d'adopter une gestion intégrée de la ressource en eau dans le bassin versant.

2.2.1 Enjeux écologiques et de conservation

2.2.1.1 Caractéristiques écologiques

Au niveau du bassin versant du Tonga nous pouvons distinguer nettement deux grands écosystèmes : le système lacustre et marécageux riverain et les systèmes forestiers.

À l'intérieur du premier, on pourrait distinguer :

- un système aquatique qui concerne le plan d'eau proprement dit,
- un système semi aquatique, marqué par la présence des héliophytes,
- un système proprement riverain marqué par les pelouses plus au moins anthropisées.

Dans le second, trois systèmes apparaissent :

- un écosystème forestier dunaire à chêne kermès et pin maritime - pin parasol,
- un écosystème forestier collinaire à chêne liège,
- un écosystème forestier de plaine inondée très réduit, marqué par l'aulne glutineux.

Par ailleurs divers groupements dispersés au sein de ces formations (ripisylves, saulaies, scirpaies, ...etc.) forment des écotones entre milieu franchement aquatique et milieu

franchement terrestre et pour les classer il faut d'abord connaître la dynamique de végétation et comprendre le fonctionnement du système hydrique (Thomas, 1975).

- Cet éco-complexe se caractérise par une diversité structurelle ce qui lui confère une certaine complémentarité fonctionnelle (de Bélair, 1990). Au sein de cet éco-complexe, le lac Tonga joue du point de vue écologique et hydrologique, un rôle important ; dans la maîtrise des crues en période hivernale et évitant de ce fait de grandes catastrophes d'inondation pour les cultures et les populations riveraines ; dans le captage des sédiments et des matières arrachés dans le bassin versant par les crues en amont et charriés par les émissaires d'eau vers le lac.

Cette zone humide, de par son étendue et son orientation N-E, S-O forme un barrage pour les sables des dunes littorales et contribue fortement à la stabilisation de cette dune mobile en maintenant un taux assez élevé d'humidité relative qui favorise le maintien et l'évolution du chêne kermès en peuplement climacique très dense (100% de recouvrement).

Le lac Tonga est aussi un site d'hivernage pour une dizaine de milliers de l'avifaune du paléarctique occidentale, et de nidification et de mue pour plusieurs espèces d'Ardeides, Anatides, Rallides et même des rapaces qui se trouve en haut de la chaîne alimentaire). Ces trois fonctions sont donc assurées par la grande diversité du lac Tonga qui renferme de grandes surfaces d'eau libre peu profondes, grandes plages de nénuphar blanc et îlots de scirpes de phragmites, typha, et forêts flottantes de saules pédicellés.

Effectivement selon les études qui ont été menées (Boumezbeur, 1993 ; Chalabi, 1990 ; Benyakoub, 1996 ; et Bakaria, 1997), la qualité des habitats au niveau du Tonga permet un taux de réussite élevée de la reproduction allant jusqu'à 93% pour l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*³ Les conditions de quiétude⁴ favorisent une bonne transformation morphologique des individus telle que la mue.

D'autre part, le lac Tonga constitue l'unique point d'approvisionnement en eau pendant la saison sèche pour toute la faune des autres niches écologiques au niveau du bassin versant et même celle qui vient de plus loin. Or, toutes ces fonctions, qui confèrent au lac son

3 : *Oxyura leucocephala* et *Aythya nyroca* tous deux inscrits sur la Liste Rouge de l'IUCN, la première comme espèce en voie de disparition et la deuxième comme espèce vulnérable.

4 les conditions de quiétude sont favorisées par le taux élevé de recouvrement du plan d'eau par la végétation et la mobilité de ces îlots flottants de végétation qui limitent l'accès aux nids et confère un grand avantage face à la prédation.

classement en site Ramsar, pourraient être entravées par une longue période de décrue.

- Les écosystèmes strictement terrestres représentés par les forêts collinaires du chêne liège et la forêt climacique dunaire du chêne kermes, présentent également un enjeu majeur dans le maintien d'un équilibre écologique au sein du bassin versant.

En effet, la subéraie avec ses maquis hauts et bas couvre une superficie d'environ 7 200 ha, soit 48 % de la superficie totale du bassin versant. Cette forêt héliophile prospère essentiellement aux niveaux des collines et des montagnes. Essence silicole, le chêne liège trouve son optimum sur les grès et argiles numidiens du bassin versant. Le jeu de combinaison sol/climat permet à cette espèce sclérophylle sempervirente de se développer au niveau des plaines où elle forme un faciès thermophile, en altitude où elle forme un faciès plus humides. Grâce à l'existence de sources permanentes au niveau de certains bas fonds, il se développe des subérais humides qui ressemblent aux subérais d'altitude.

La subéraie du bassin versant du Tonga se caractérise par :

- Forêt héliophile, irrégulière, parsemée de taches de feuillus ou envahi par des peuplements de résineux tel que le pin maritime ou le pin d'Alep, ou l'eucalyptus (Cf. Figure 1.10), le plus souvent ouverts formés d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange parfois désordonné.
- Présence en altitude (forêt d'El Aioun et Haddada) d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant la visibilité et l'accessibilité et favorisant la propagation des feux en période très sèche (Boudy, 1955) ; mais aussi c'est grâce à son feuillage, et à ce sous bois dense qu'elle protège les sols les plus fragiles sur les pentes les plus abruptes (Greco, 1966) contre l'érosion hydrique en période humide et de crues.

En outre, la formation climacique à Oleo-lentisque d'amplitude altitudinale 50-400 m, occupe préférentiellement les argiles de Numidie, mais se trouve également sur dépôts récents du lac Tonga, sur les marnes et les grès. Elle joue un rôle important dans le fonctionnement hydrologique du bassin versant car c'est à l'intérieur de cet écosystème que naît tout le réseau hydrologique (de Bélair, 1990) ; d'innombrables ravins naissent dans ces grès et soit rejoignent directement le lac, soit grossissent les deux grands affluents du lac par des vallées plus ou moins encaissées, creusées dans les grès. D'où l'importance de la couverture végétale par le développement d'un humus forestier, pour régulariser le débit de ces torrents en hiver, vite redevenus ravins secs dès que cessent les pluies. (de Bélair, 1990).

Or, à des basses altitudes où l'indice d'anthropisation est moyennement fort, ces grou-

pements sont assez dégradés. Nous nous étalerons sur les causes de cette dégradation plus loin, quand nous abordons l'enjeu agro-sylvo-pastoral.

Le chêne kermes qui forme un groupement climacique, est une espèce sclérophylle sempervirente qui croît préférentiellement sur sol dunaire où il s'accommode fort bien avec des embruns marins. Il déborde souvent au niveau des subéraies voisines avec une abondance très moyenne. C'est sous forme de broussailles de 0,5 à 3 m que l'on rencontre le chêne kermes, mais lorsque les conditions hydriques stationnelles le permettent, ce chêne peut atteindre des hauteurs de 5 à 6 m et prend une forme arborescente.

Cette formation, contribue pendant la période de grandes chaleurs à minimiser les risques d'incendies au niveau des subéraies du bassin versant qui souffrent d'un enrésinement progressif. Ce phénomène d'enrésinement d'après des observations faites par (Aouadi, 1990), a vu son apogée au niveau de la subéraie pendant la période sèche entre 1980 et 1996 où le lac était presque à sec.

Par ailleurs, le long des cours d'eau et des zones marécageuses limitrophes du lac, on rencontre les ripisylves et les aulnaies qui constituent des habitats dont la principale caractéristique réside dans la superposition de l'élément aquatique et de l'élément forestier (Benyacoub et al, 1998). Ce dernier constitue un biotope favorable pour l'avifaune forestière. L'élément aquatique favorise la présence de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau d'où une richesse avifaunistique importante (Picidées, Bouscarle de Cetti, Rossignol, Pigeon ramier, étourneau unicolore, et Rapaces). Les ripisylves quant à elles, jouent pour la faune mammalienne et l'avifaune un rôle de couloir de circulation (Chabbi, et Benyacoub, 2000) assurant ainsi la connexion des différentes formations forestières à travers les milieux ouverts, limitant de ce fait l'effet de morcellement des grands massifs forestiers originels.

Par ailleurs, la survie des grands mammifères comme le cerf de Barbarie, la hyène rayée, le serval ou le caracal est conditionnée par la disponibilité de territoires forestiers de grande taille. La disponibilité de tels territoires est fortement liée aux facteurs pluviométriques et à la gestion du réseau hydrographiques dans le bassin versant.

En résumé, les caractéristiques hydrographiques et méso climatique de la région, associées à une géomorphologie propice à la constitution de vastes étendues au niveau du Tonga ainsi que les divers épisodes de perturbations des massifs forestiers par l'action des incendies, ont imprimé au territoire du bassin versant une physiographie hétérogène. Cette biodiversité du milieu, assimilable à une structure en mosaïque des habitats, est à l'origine de l'importante diversité faunistique et floristique.

En effet l'équilibre de cette mosaïque de milieux étroitement liés et dépendants de l'abondance de l'élément aquatique, constitue une condition et un enjeu majeur pour la sauvegarde et la protection d'une faune et flore rares, endémiques, relictuelles. Les résultats obtenus (voir également les listes des espèces protégées) sont révélateurs de l'importance du potentiel d'accueil et de la qualité actuelle des habitats, et surtout de leur diversité structurale et fonctionnelle.

Par exemple, par sa présence permanente et le caractère spectaculaire que lui confère son abondance, surtout durant l'hivernage, l'ornithofaune du bassin versant du Tonga constitue incontestablement un élément clé de la valeur patrimoniale de ce territoire. Outre le rôle qu'elle joue dans le maintien de la diversité globale des écosystèmes locaux, elle assure également une fonction de reconstitution de populations par des phénomènes de migration-recolonisation des milieux adjacents à l'échelle régionale (Benyacoub et al, 1998).

2.2.1.2 Statut de conservation de la biodiversité du bassin versant du lac Tonga

Les mammifères

Les mammifères protégés par le décret présidentiel du 20/08/83 au niveau du bassin versant du Tonga sont au nombre de 14, soit 30% de l'ensemble des mammifères protégés par la loi en Algérie et constituent de ce fait un enjeu réel de préservation. (Cf. Tableau 1, Annexe A)

L'avifaune

Le bassin versant du Tonga compte 170 espèces d'oiseaux dont 12 rapaces. 69 espèces sont protégées par décret présidentiel du 20/08/83 complété le 17/01/95. Certaines d'entre ces espèces protégées sont des migratrices strictes à savoir : Oie cendrée, Grue cendrée, tadorne de belon, grande aigrette et ibis falcinelle. Certaines autres considérées comme très rares dans le bassin méditerranéen, et pour lesquelles le lac Tonga constitue la zone de nidification privilégiée, elle sont contraintes par le recul de leurs habitats et figurent sur la liste rouge de l'UICN comme l'erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) le fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) où la première est considérée comme espèce en voie de disparition et la deuxième comme espèce vulnérable (Boumezeur, 1993). La poule Sultane (*Porphyrio porphyrio*), la guifette moustac (*Chlidonias hybridus*), l'étourneau unicolor, rares en méditerranée sont en revanche en expansion dans la région. (Cf. Tableau 2, Annexe A)

La Flore

Voir la flore rare endémique et protégée, Espèces très rares et rarissimes aux niveau de l'annexe A : Tableau 3, 4, 5, 6 et 7.

2.2.1.3 Mesures de conservation et de protection des ressources

2.2.1.3.1 Mesures nationales de protection

Le zonage actuel au niveau du bassin versant du lac Tonga inclus intégralement dans le PNEK rejoint les cinq classes de protection fixées conformément au statut-type des Parcs Nationaux par le décret 83-458 du 23 juillet 1983 :

Classe 1 : Zone de protection intégrale ou réserve intégrale comprenant des ressources à caractère unique ou particulier, est celle qui mérite une attention spéciale, en vue de conserver certaines ressources particulières ou uniques. Entrent dans cette zones, notamment la plupart des lieux historiques, préhistoriques, des tourbières, des marais salants, des estuaires. Cette zone sert de laboratoire pour les observations scientifiques et éléments de comparaisons avec d'autres zones naturelles soumises à divers traitements (exploitations forestières, utilisation de l'eau, chasses aux animaux, ...)

Classe 2 : zone primitive ou sauvage où sont interdites toutes constructions de routes, d'ouvrages, ainsi que toutes autres transformations, susceptibles d'altérer l'ambiance naturelle.

Classe 3 : zone à faible croissance est celle où quelques transformations peuvent être réglementées.

Classe 4 : zone tampon servant à protéger la zone primitive ou sauvage et la zone à faible croissance. Elle peut servir de lieu de camping.

Classe 5 : À l'exception de la zone primitive ou sauvage, la zone périphérique du parc peut faire l'objet d'une mise en valeur dans le respect des dispositions de l'article 3 du présent décret.

2.2.1.3.2 Mesures internationales de protection

La réserve de la biosphère

En 1990 dans le cadre du programme MAB cette aire protégée a été classée par l'UNESCO « Réserve de la Biosphère ». Ces initiatives ont grandement contribué à la renommée nationale et internationale de ce territoire.

Site RAMSAR d'importance internationale

La même année de la création du PNEK, et pour marquer l'adhésion de l'Algérie en faveur d'une action internationale pour la protection des zones humides, deux sites lacustres du PNEK : le lac Tonga et le lac Oubeira ont été inscrits sur la liste RAMSAR.

La réserve intégrale du lac Tonga est un bon exemple d'une zone humide représentative, rare et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne se situant dans un complexe de zones humides qui viendrait en troisième position après ceux du Delta de l'Ebre en Espagne et la Camargue en France.

- Type de zone humide : Continentale Tp. W. X Artificielle, 3. 4
- Justification des Critères RAMSAR

Critère de RAMSAR : 1, 2, 3, 5, 6. Critère le plus représentatif :

Critère 1 : Zone humide d'importance internationale unique dans la région méditerranéenne.

Critère 2 : Nidification de l'erismature à tête blanche et du fuligule nyroca, espèces vulnérables sur la Liste Rouge de l'IUCN, sans oublier la talève sultane, des colonies d'ardéidés et de guifette moustac.

Critère 3 : Du fait de la qualité et de la diversité de ses habitats, le site abrite une diversité biologique très importante. C'est le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour au moins deux espèces vulnérables l'erismature à tête blanche et le fuligule nyroca dont il abrite les populations les plus importantes de Méditerranée.

Critère 5: Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau hivernants.

Critère 6: Le lac accueille 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'erismature à tête blanche et le fuligule nyroca.

Les inventaires MedWet : Les outils MedWet sur les méthodes d'inventaires des zones humides sont constitués par des fiches types de recueil des données, un système de classification des habitats, une base de données et une procédure cartographique. Ces méthodes d'inventaires sont très importantes pour la planification de la gestion et pour la cohérence d'inventaires de zones humides au niveau du site, à l'échelle régionale ou nationale.

L'Algérie étant membre actif du réseau MedWet, la sous direction des parcs nationaux a organisé en 1998 avec MedWet un atelier de formation pour renforcer les capacités en matière d'inventaire des gestionnaires des zones humides à l'échelle nationale.

2.2.1.4 Les outils de planification et de gestion sectorielle actuelle du PNEK

En tenant compte de l'enjeu de conservation que présente ce territoire et notamment ses zones humides, un projet de plan de gestion du PNEK et du complexe des zones humides a été financé par le GEF et la banque mondiale. Ce projet a été monté en 1988 et a démarré en 1995, mais la participation publique a été une seconde fois occultée par les instances centrales et décentralisées qui ont participé au montage du projet, par conséquent ce plan était beaucoup plus descriptif et ne répondait toujours pas aux exigences d'une gestion écosystémique des bassins versants des zones humides, tandis que le zonage de 1983 est toujours en vigueur.

Objectifs du plan de gestion du PNEK à long terme

- Conservation des habitats.
- Conservation des espèces sensibles : faune et flore.
- Utilisation rationnelle des ressources pour un développement durable.
- Recherche, éducation.

Objectifs du plan de gestion du PNEK à moyen terme

Les objectifs à atteindre à moyen terme visent essentiellement la maîtrise des situations incontrôlées qui tendent à réduire le potentiel écologique du territoire du Parc National. À ce propos, il est impératif, au risque d'atteindre des seuils d'irréversibilité, de freiner, voire d'arrêter la majorité des facteurs d'altération susceptibles de détruire des habitats naturels ou

de conduire à l'extinction d'espèces sensibles. Dans une autre perspective, il est important d'inciter une partie de la population locale à adopter des activités de production alternatives.

Objectifs du plan de gestion du PNEK à court terme

Mettre à disponibilité les instruments efficaces de mise en œuvre, notamment les instruments d'ordre financiers, juridiques et scientifiques.

Conclusion

Ces différentes caractéristiques confèrent donc à la gestion du lac une complexité et exigent des actions jouant autant sur les champs techniques de la conservation, les champs sociaux de la négociation, que les champs politiques de l'aménagement de l'espace.

2.2.2 Enjeux et usages agro-pastoraux

2.2.2.1 Cadre foncier des terres

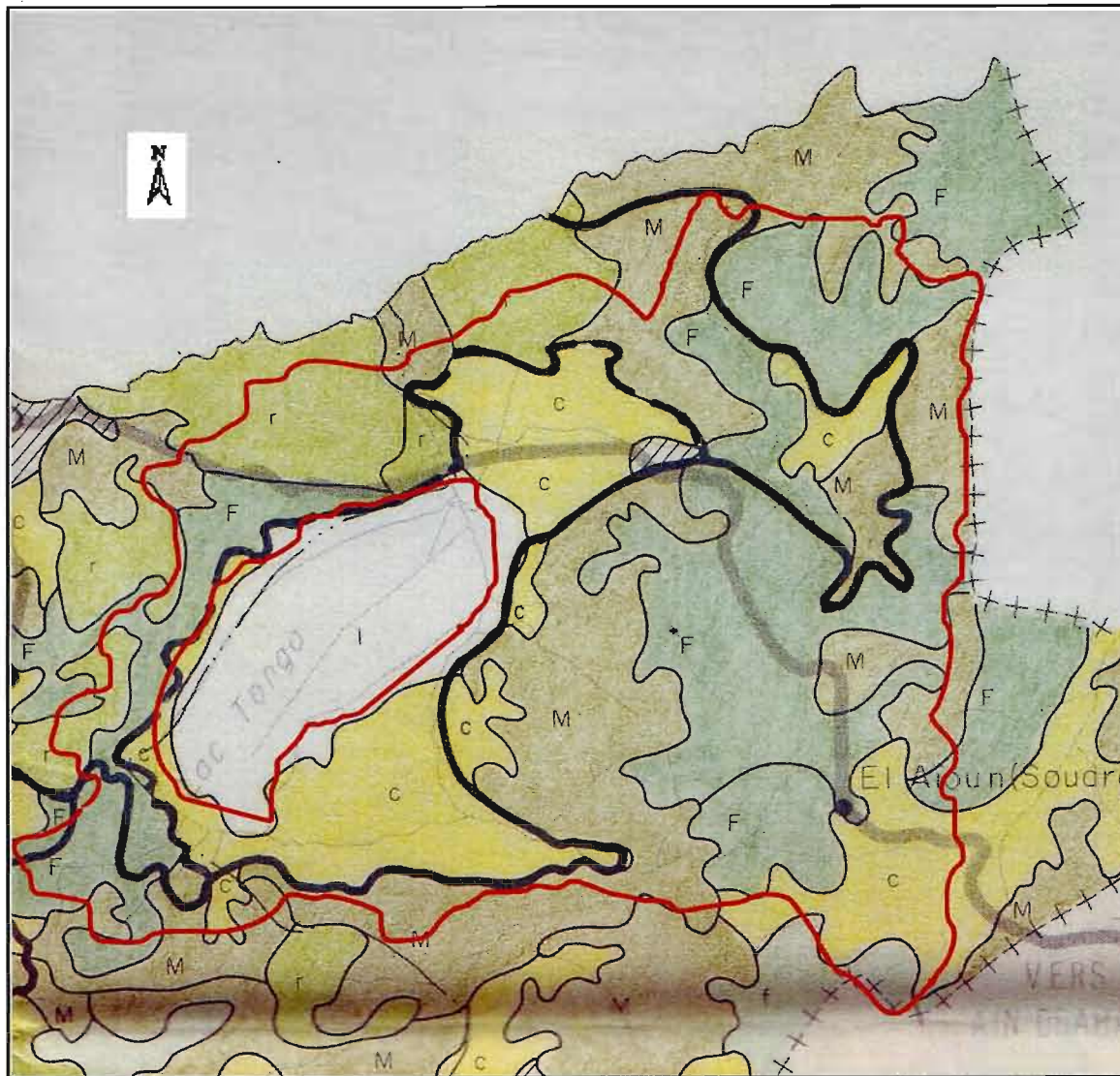
Afin de mieux comprendre cet enjeu majeur, nous avons jugé nécessaire d'aborder le problème du foncier qui relève certains conflits dans le secteur de l'agriculture et de l'élevage. En effet, jusqu'à présent les quatre communes au niveau du bassin versant du Tonga comme toutes les autres de la Wilaya, ne disposent pas de plans de cadastre proprement dit. Les opérations ont débuté en 1990 dans certaines communes mais ne seront pas achevées avant quelques années. Les communes ne disposent donc que de plans anciens (fin du 19^{ème} siècle), qui ne sont pas mis à jour. Ainsi, si on procède à une classification des terres en excluant celles relevant du domaine public forestier qui représente 54% de la superficie totale du bassin versant, la région apparaît occupée par trois grandes catégories de terres :

- les terres de statut privé,
- les terres relevant des EAC, EAI, FNRA,
- les terres ex-communales.

Les terres privées

Juridiquement, elles sont de statut varié : les unes avec titres ayant un plan cadastral, les autres sans titre, reconnues propriétés «Melk», depuis des générations.

Ces terres sont présentes dans toutes les communes du bassin versant. Une partie est en jachère ou couverte d'espèces fourragères naturelles, tandis que l'autre partie est cultivée et pâturée alternativement.



m	Maquis clair
f	Forêt claire
M	Maquis dense
F	Forêt dense
r	Reboisement
p	Parcours
c	Culture annuelle et jachère

Échelle : 1/200 000

Figure 2.1 : Carte d'occupation des sols de la zone d'étude (Source : BNEDER, 1979)

Les terres relevant des EAC, EAI, FNRA

Elles correspondent à d'anciennes terres coloniales, passées au domaine public puis aux EAC, EAI. Les caractères majeurs de ces terres sont :

- Organiquement, elles appartiennent à l'État mais sont confiées à des exploitants privés avec condition de les travailler personnellement ou collectivement. Ces unités disposent depuis plusieurs années d'une autonomie complète.

- Agronomiquement, ce sont de bonnes terres agricoles, fonds de vallées des oueds, bourrelets au niveau des massifs dénudés de la commune d'El Aïoun, et alluviaux de l'oued El Eurg et El-Hout au Nord-Est et au Sud-Est.

- Juridiquement, la situation de ces unités n'est pas claire. Elle risque d'être remise en cause par des restitutions de terres ou par une organisation fluctuante soumise à des changements.

Les terres ex-communales

Elles relèvent juridiquement de la propriété publique, comme les terres des EAC, mais l'origine en est différente : il s'agit non pas de terres coloniales mais d'anciennes terres communales. Ces terres étaient occupées depuis longtemps par des exploitants pratiquant l'agriculture et l'élevage. Les communes leur ont cependant, régularisé la situation en leur faisant payer un droit de location.

Le PNEK n'a pas les prérogatives de concéder ou louer des terres, par ailleurs il se trouve chargé de les maintenir et de contrôler toute exploitation qui pourrait porter atteinte au statut de conservation ou à la pérennité des ressources naturelles.

Les plans d'eau sont sous juridiction de la DHW, cependant leur gestion crée des situations conflictuelles entre les différents secteurs, découlant d'un problème de chevauchement des prérogatives.

2.2.2.2 L'agriculture

Le bassin versant du Tonga est un territoire incontestablement à vocation agricole, 40,75% de sa population totale dépend de l'agriculture (BNEDER 1989). C'est le secteur qui est le plus gros pourvoyeur d'emplois permanents et saisonniers (36% en 1995, plus de 50% en 1987, et près de 65% dans la décennie 70), après les secteurs de la fonction publique, le commerce et la pêche⁵.

5 : L'activité de pêche se limite à la seule commune d'El Kala

Depuis le début des années 90, l'État dans le cadre de la promotion du secteur agricole et l'emploi de jeunes a mobilisé de grandes ressources financières à ces fins (voir programmes du ministère de l'agriculture). Par conséquent, le bassin versant du Tonga, était parmi les zones les plus convoitées pour la mise en place de projets de développement de l'agro-pastoralisme en raison de ses ressources hydriques et édaphiques mais également, en raison du taux de chômage élevé au sein de la population. Par ailleurs le PNEK, pour des considérations de conservation, s'oppose à ces projets et reproche à la DSA et à la CFW l'absence d'études d'impacts environnementales et socio-économiques sérieuses.

2.2.2.2.1 Les Périmètres irrigués

Selon la DHW, l'agriculture représente plus de 95% des prélèvements en eau de surface réalisés sur le bassin versant du Tonga. La quantité d'eau prélevée pour cet usage a été estimée à environ 940 000 m³ en 1990. Ces prélèvements s'effectuent pour l'irrigation de 3509 ha sur différents types de sols (Figure 1.4), principalement en aval dans le lac, au niveau des deux affluents principaux Oued El Eurg et Oued El Hout. Par ailleurs en amont et en altitude à partir des affluents secondaires pour l'irrigation des périmètres d'El Aioun, où deux retenues collinaires ont été aménagées en 1986.

2.2.2.2.2 Les plans d'assainissement de la plaine de Oum Teboul et Oued el Hout

En l'an 2000 la DSA a lancé des études de projets d'assainissement et de mise en valeur des deux plaines de Oum Teboul et Oued El Hout. Dans cette perspective, les tentatives d'assèchement du lac Tonga et de ses zones marécageuses, n'ont jamais été abandonnées et font toujours l'actualité dès que des projets de développement sont remis à l'ordre du jour au niveau central (ministère de l'agriculture et du développement rural).

Les dossiers techniques ont inclus des études d'impacts ne tenant pas compte des facteurs de la périodicité de la sécheresse et des périodes humides.

En outre, des études pour relancer le réaménagement des retenues collinaires d'El Aioun mis à sec pendant la période sèche entre 1985 et 1996 ont été élaborées sans tenir compte des causes d'assèchement de ces retenues et leur désaffectation totale.

2.2.2.3 Élevage et pastoralisme

Les systèmes d'élevage qui sont pratiqués dans le bassin versant du Tonga ont une importance considérable pour l'économie rurale. Dans ces zones essentiellement rurales 50%

de la population totale dépendent d'un soutien de famille dont la principale source de revenus est l'élevage. Cette proportion atteint 80% dans des régions comme Ramel El Souk (Tableau 1.13)

L'élevage, particulièrement celui des bovins, prend sur les plans socio-économiques et écologiques des dimensions qui dépassent le cadre de notre région d'étude. En effet au titre de « Réservoir de viande rouge » dont la production locale de la wilaya est estimée à 4000 tonnes/an, dont 80% sont destinées au marché national. Mais également en tant que zone de parcours avec utilisation des pâturages par un cheptel incontrôlé provenant des régions voisines de l'ouest et du sud pour être engraisé, puis récupéré et vendu ou échangé en Tunisie contre d'autres biens matériels à travers des réseaux illégaux transfrontaliers (contre-bande). Cette situation est l'une des conséquences des limites économiques et sociales du système de production cité plus haut.

Les systèmes d'élevage varient entre deux extrêmes. Dans la partie des terres basses, les plaines autour du lac Tonga où l'élevage est complémentaire aux cultures, le troupeau est généralement constitué d'une vingtaine de bovins accompagnés fréquemment d'équivalent d'ovins ou de caprins et qui ne sont pas systématiquement destinés au marché. Dans ce cas le troupeau constitue une forme de thésaurisation par la viande où sont placés les gains de l'éleveur, de sa famille, des propriétaires ou des spéculateurs citadins qui placent leurs bêtes chez des éleveurs. Sans conteste l'élevage vise le veau, l'agneau et le chevreau plus que la production de lait, laine ou cuir, mais rarement les trois catégories de bétail sont associés par les éleveurs.

Selon la chambre d'agriculture de la Wilaya d'El Tarf, 70 % des éleveurs sont sans terres mais connaissent parfaitement les cycles des inondations et de sécheresses et prennent en conséquence toutes les dispositions pour assurer le complément de nourriture pour leur bétail. Ce type de production intègre la jachère et les sous produits des cultures, les fourrages naturels des pelouses progressivement exondées autour du lac et au niveau de sa zone périphérique dans l'aulnaie et les ripisylves.

La conduite de ces troupeaux est spéculative et n'obéit à aucune norme de parcours. Les éleveurs conduisent généralement leurs troupeaux pendant la période hivernale pour les abandonner dans les massifs forestiers montagneux. À la fin du printemps, les troupeaux sont ramenés à la plaine au niveau des jachères, du pourtour du lac, l'aulnaie et les ripisylves jusqu'à la fin de l'été. Les parties inondées de ces milieux offrent un pâturage à haute valeur nutritive. Les ripisylves et les aulnaies sont particulièrement saccagées par l'abatage des arbres (frêne, peuplier, zeen) sur lesquels adhère une importante masse de lierre et de

smilax préférés par les bêtes (ovins et caprins surtout).

Dans la zone montagneuse, la taille des troupeaux est plus grande et peut atteindre des centaines de têtes. Par ailleurs l'estimation réelle du cheptel est une tâche difficile, si ce n'est impossible dans la mesure où les éleveurs dissimulent le nombre réel de leurs bêtes en divagation illicite dans la forêts presque à longueur d'année, ce qui n'est pas sans conséquence sur la capacité de régénération de cette forêt.

Sur le plan du développement, peu d'intérêt pour la résolution du problème du parcours notamment au sein de la forêt, est accordé par les pouvoirs publics et plus spécifiquement par l'administration des forêts et le PNEK. Mis à part les grands efforts de sensibilisation et de vulgarisation déployés par la Chambre d'agriculture où des expériences intéressantes ont été menées par cet organisme sur les bords du lac Tonga et aux quelles des cultivateurs ont manifesté leur adhésion. Ces expériences visent la promotion de la race bovine locale et l'amélioration de la productivité des prairies autour du lac pour diminuer la charge sur la forêt à partir de la réduction de la taille des troupeaux et de l'augmentation simultanée de la production animale et laitière par le biais d'une amélioration de la qualité fourragère. Cet objectif peut être atteint en exploitant des prairies artificielles dans lesquelles un fourrage de meilleure qualité pourrait être produit grâce à l'utilisation d'écotypes locaux sélectionnés. Cette démarche consiste également à produire sur les terrains en jachère, des fourrages destinés à l'ensilage et restitués sous forme d'alimentation en vert le plus tardivement possible. De ce fait, la conduite des élevages s'en trouvera profondément modifiée. Elle aura pour effet le retrait des parcours des zones sensibles et l'amélioration des productivités des élevages. En revanche, jusqu'à présent aucune étude sérieuse n'a été entamée pour connaître la capacité de charge de la forêt mais aussi les impacts du pâturage anarchique sur l'écosystème forestier en amont et l'écosystème lacustre en aval.

2.2.3 Enjeux forestiers

Le massif forestier occupe près de 8250 ha, soit près de 54% de la superficie totale du bassin versant, et est en lui-même un enjeu pour la gestion du bassin versant. Pour définir cet enjeu majeur, il est primordial de déterminer d'abord quels sont les enjeux propres à cette forêt à peuplements diversifiés.

Selon les objectifs forestiers élaborés dans la perspective d'un développement durable, nous scindons les enjeux en quatre catégories :

- les enjeux liés à la conservation de la forêt au sein d'une aire protégée,
- les enjeux liés aux changements climatiques et à l'hydrologie,
- les enjeux liés à la gestion,
- les enjeux socio-économiques.

Dans notre recherche et en raison des délais impartis et de l'ampleur du sujet, nous sommes limités au seul enjeu lié aux changements climatiques et à l'hydrologie qui intéresse plus notre problématique mais également à cause des ramifications et de l'enchevêtrement de ces enjeux. D'ailleurs pour cet unique enjeu, les données récoltées sont incomplètes, toutefois nous essayerons de l'aborder en raison de son importance pour la gestion de la ressource en eau au niveau du bassin versant et du lac.

2.2.3.1 Enjeux liés aux changements climatiques et à l'hydrologie

Il est évident que les forêts recèlent une diversité biologique importante par la faune et la flore qu'elles abritent, ce qui leur confère un rôle de conservation important (De Mongolfier, 1985). D'un autre côté, la forêt est une composante des équilibres écologiques, elle intervient pour régulariser les fluctuations de nombreux facteurs de l'environnement global et pour le protéger contre les agressions déstabilisantes (Europarl, 2000).

- Sur le plan climatique, la couverture forestière du bassin versant du Tonga qui est de 54%, contribue à l'atténuation de l'évapotranspiration (de Bélair, 1990), modère la vitesse des vents Nord-Ouest/Sud-est, et favorise des précipitations de l'ordre de 920 mm (en 2005). Elle favorise donc le maintien d'un certain seuil d'humidité atmosphérique (moyenne annuelle de 75%) au sein du bassin versant et contribue naturellement à la lutte contre la sécheresse ;
- Toujours selon de Bélair (1990) la forêt de la région du Tonga, a un indice de recouvrement moyen de 90% par endroits, lui permettant de régulariser les débits d'eau d'une part à travers la réduction du ruissellement et l'augmentation du temps de concentration du bassin versant et d'autre part favorise l'infiltration des précipitations excédentaires.
- La forte densité forestière jouerait un rôle d'atténuation (rôle tampon) de la variabilité hydrologique.
- Sur le plan édaphique, cette forêt et notamment la subéraie permet la cohésion des sols, elle assure une protection physique et une stabilisation en diminuant le risque d'érosion causée par les crues torrentielles et les chutes de pierres. En interceptant les pluies, la partie aérienne des arbres brise la force vive de cette eau et en retient une partie qu'elle relâche progressivement.

Par ailleurs les changements climatiques ont influencé l'évolution de cette forêt où on enregistre actuellement un enrésinement naturel de la subéraie, ont agi sur ses fonctions et modifié sa production, et occasionné une fréquence plus élevée des feux ainsi qu'une prolifération des insectes ravageurs.

De ce fait un enjeu majeur apparaît, à partir de la façon dont sont aménagées ces forêts, la sylviculture et les aménagements forestiers représentant un facteur clé pour l'atténuation des impacts du changement climatique.

2.2.3.2 La sylviculture et la reconstitution de la subéraie

La sylviculture et la reconstitution de la subéraie constituent pour le secteur des forêts, un enjeu clé. En effet la pérennité de la forêt et spécifiquement la subéraie et de ses ressources biologiques et édaphiques, de son équilibre écologique et l'accomplissement de ses fonctions (abordées ci-dessus), dépendent des choix d'aménagement, des choix sylvicoles et des techniques adaptées pour maintenir des conditions d'équilibre optimal.

L'inventaire forestier national établi par le BNEDER en 1984, indique que sur les 230 000 hectares de chêne liège, 61 % sont représentés par de vieilles futaies, 37 % par de jeunes futaies, 1 % par des perchis et 1 % par des taillis. Les vieilles futaies sont les plus abondantes, ce qui explique la difficulté de la régénération naturelle. La situation de la subéraie d'El kala est similaire à la situation à l'échelle nationale (Aouadi, 1986). Pourtant, plus de 90% des subérais appartiennent au domaine public de l'état, ce qui aurait pu permettre une gestion plus aisée, uniforme et rentable du système, étant donné que le pouvoir décisionnel est centralisé (Zeraïa, 1982).

Le manque d'interventions sylvicoles en vue d'un rajeunissement des subérais et l'absence d'un aménagement spécifique, sont justifiés par la CFW, par la difficulté d'intervention au sein de cette forêt délicate. En effet jusqu'à présent les tentatives de rajeunissement à partir du reboisement ou par semis, ont échoué. Cet échec est d'une part dû aux conditions atmosphériques imposées par les changements climatiques et d'autre part, aux pressions exercées par le pacage et l'exploitation de la forêt. Ce qui est à l'origine de son vieillissement et de la régression de sa production.

Globalement la subéraie reste l'une des forêts les plus sensibles et les plus exigeantes en matière de précaution dans les interventions sylvicoles et de reconstitution (Rezzik, 1997). Elle est également le peuplement autochtone, par excellence le plus adapté aux conditions édaphiques et climatiques de la région, et par conséquent la mieux placée pour freiner les processus d'érosion hydrique.

Actuellement des tentatives de sauvegarde de cette forêt, s'effectuent par l'INRF, le PNEK et la CFW.

Le PNEK et l'INRF depuis 1996 ont communément élaboré un programme de rajeunissement de la subéraie qui inclut :

- la mise en défens de parcelles témoins,
- une pépinière de culture hors sol du chêne liège,
- le reboisement,

D'autre part, La CFW accentue son intervention beaucoup plus sur :

- les travaux d'assainissement post-incendie,
- le reboisement,
- la lutte anti-érosive, par la mise en place d'un dispositif de DRS sous formes de gabionnages qui s'est révélé jusque là inefficace.
- la lutte anti-incendie, par la mise en place d'un dispositif anti-incendie par l'élargissement du réseau de pistes et de TPF, réserves d'eau, travaux sylvicoles et d'assainissement et le traitement anti-parasitaire,
- le contrôle de l'enrésinement de la subéraie et la lutte contre la prolifération de pathologies causées par *lymantria* dispar.

L'aménagement forestier et la sylviculture sont donc d'une extrême importance pour la conservation et la sauvegarde de cette forêt. Ils représentent un enjeu de taille pour le maintien de cet écosystème forestier en équilibre et lui permettent de ce fait de remplir ses fonctions au sein du bassin versant car la préservation de l'équilibre écologique de cette forêt en amont, aurait ces répercussions en aval (CEMAGREF, 1999).

2.2.4 Enjeu de gestion de la ressource en eau et d'hydraulique du lac, et d'hydrologie du bassin versant.

Selon Durand, 1954 et de Bélair, 1990 ; le bassin hydrographique du Tonga évolue à un rythme qui dépend des facteurs climatiques, géologiques et biologiques. Depuis le début du 18^{ème} siècle, les communautés riveraines ont introduit des changements dans cette évolution naturelle. L'agriculture, l'élevage, le défrichement, les feux de forêt, les carrières et les structures artificielles ont eu un effet sur la dynamique hydrologique des versants et des plaines de Oum Teboul et Ramel souk.

Avec l'accroissement de la population, surtout depuis l'indépendance de l'Algérie en 1962, les effets de l'intervention humaine au niveau du lac et du bassin versant ont graduellement augmenté en intensité. Le surpeuplement rural (Cf. Chapitre I) et le développement des agglomérations de Oum teboul, de Ramel Souk et El Aioun ont modifié la dynamique de la

topographie et ont accéléré l'exploitation des ressources en eau. Les effets de l'action humaine sur le bassin hydrographique ont été particulièrement intenses durant l'époque française marquée par les nombreuses tentatives d'assèchement du lac, et de défrichage de la forêt.

2.2.4.1 Historique des aménagements du lac Tonga

Au milieu du siècle dernier le lac Tonga, zone humide permanente, était alimenté par Oued El Hout, Oued El Eurg et par les eaux de ruissellement qu'apportaient de petits talwegs situés principalement dans sa partie occidentale. La Messida était l'émissaire qui reliait le Tonga à la mer, son embouchure était située sur une plage dont les sables arrêtaient l'écoulement de ses eaux de façon presque permanente. Avant les tentatives d'assèchement, le système hydrologique du lac Tonga était endoréique, pour ce qui est de son assèchement, nous nous référons à Durand 1954 :

Entre 1860 et 1865, le service du Génie étudia diverses possibilités d'assèchement, et réalisa l'écroulement du seuil rocheux de la Messida.

Vers 1902, les ponts et chaussées établirent un programme de travaux prévoyant :

- l'approfondissement et l'élargissement de la Messida,
- l'ouverture à travers le lac, suivant son grand axe, d'un canal principal de vidange se raccordant à la Messida,
- l'ouverture des canaux secondaires allant collecter les eaux des petits oueds se déversant dans le lac pour les conduire au canal principal,
- la construction de dérivation pour détourner de la dépression les deux affluents principaux : l'Oued El Hout et l'Oued El Eurg.

Ces aménagements, terminés vers 1914, se révélèrent insuffisants et la digue de l'Oued El Hout se rompit en 1915, accident qui se produisit plusieurs fois. En 1919 on envisagea de barrer la vallée de l'Oued El Hout, de renforcer sa déviation basse et de hâter l'assèchement du lac par pompage, réalisé en 1926 avec une usine d'assèchement équipée de pompes capables d'évacuer 2 500 m³/heure sous 4,5 m de charge, puis en 1929 d'une pompe supplémentaire débitant 5 000 m³/heure, ce projet donna des résultats peu encourageants et l'usine fut arrêtée en 1935 et démontée en 1941. Depuis rien n'a été fait à l'exception du curage périodique des canaux.

Les motifs de cet assèchement auraient été :

- lutte contre l'insalubrité des lieux,
- récupération des terres agricoles ou au moins de pâturage.

Actuellement, le lac émet peu d'eau à travers la Messida, les divers canaux ne sont plus entretenus, le système endoréique semble se reconstituer peu à peu spontanément.

2.2.4.2 Évaluation de la ressource hydrique

À la faveur d'une géologie avantageuse formée de la superposition des formations poreuses des grès numidiens dans les reliefs ou des sables dunaires dans les zones basses sur le substratum imperméable des argiles de Numidie, l'eau apportée par les pluies hivernales est emmagasinée pour être ensuite lentement restituée au réseau hydrologique du bassin versant du lac Tonga.

Il tombe en moyenne 862 mm de pluie par an pour la station d'El Kala et sur le littoral où les masses d'air venues du nord-ouest sont freinées et ralenties par le continent. Le bassin versant du Tonga présente un réseau hydrologique d'une densité estimée à 2 km/km², avec les deux principaux oueds alimentant le lac, l'Oued El Eurg long de 10 km et l'Oued El Hout long de 14 km. Par ailleurs, les volumes des ressources hydriques potentielles, superficielles ou souterraines varient considérablement selon l'origine de l'information (Tableaux 2.2) Une moyenne établie sur la base des chiffres disponibles et une appréciation de la situation par des spécialistes sur le terrain donnent le chiffre de 44 hm³ (44 millions de mètres cubes), pour le lac Tonga.

Les documents consultés déplorent en majorité l'inexistence d'études sur le volume de la ressource, de son exploitation ainsi que les parts de l'utilisation qui en est faite. En outre, lorsque celles-ci existent, elles sont incomplètes ou inachevées. Cependant selon les données très fragmentaires recueillies au niveau de la DHW on constate que 40% de l'exploitation des ressources hydriques s'effectue pour les AEP. Par ailleurs nos enquêtes de terrain nous ont également révélés que les sources (Tableau 2.1), les puits creusés par les particuliers et les forages publics sont généralement réservés à l'AEP.

Toutefois, on compte dans le périmètre d'étude 48 puits d'eau⁶ au niveau de la nappe de Oum Teboul et El Kala. Ces puits sont destinés aussi bien à la consommation humaine, que pour l'irrigation. Cependant, les nappes sont aussi mises à nu artificiellement quand elles sont proches de la surface. Les agriculteurs dans les plaines d'El-Kala, Oum-Teboul et Ramel Souk, creusent des excavations que l'on appelle *founda*, qui découvrent la nappe à partir de

6 : notre inventaire est non exhaustif, car certains puits et forages sont réalisés et exploités illicitement et pour l'ensemble de ces puits nous n'avons pu avoir aucune donnée sur leurs débits ou capacités, mais ce qui est certains, pour l'irrigation la majorité des utilisateurs utilisent des motopompes.

Tableau 2.1 : Principales sources du bassin versant

Nom de la source	Débit (l/s)
Ain Dardara	28,5
Ain Khanguet Aoun	29
Ain Melloul	9
Pompage de Melloul	18
Ain Bergougaya	8,5
Ain Haddada	25,3
Ain R'Mel Mahjouba	16,4
Ain Tebbibe	10
Ain Aoum Laioun	11,7
Ain Fej Kahlz	8

laquelle on irrigue des parcelles qui dépassent rarement quelques hectares. L'irrigation agricole s'effectue, à l'aide de motopompes installées autour du lac, au niveau des puits ou des cours d'eau que l'on n'hésite pas à détourner si la nécessité s'en fait ressentir nous avons recensé plus de 24 moto-pompes au niveau seul du lac alors que la DHW ne dispose d'aucune donnée sur les niveaux piézométriques des deux nappes, ni sur les quantités prélevées.

En outre il est important de signaler que certains scientifiques (Benyacoub, 1998 ; de Bélair, 1997 ; Zouini, 1998) estiment que les rabattements peuvent dépasser les 10 mètres or les aquifères côtiers présentent un risque élevé d'intrusion d'eau marine dû au rabattement de l'interface eau douce / eau salée.

D'autre part, quant aux ouvrages de mobilisation des eaux de surface, nous avons recensé deux retenues collinaires au niveau d'El Aioun (retenue collinaires Khaldoune I et Khaldoun II) et une à Fej Kahla (Sud-Est de Oum Teboul), réalisées essentiellement au profit de l'irrigation agricole ne remplissent pas les fonctions pour lesquelles elles ont été conçues et réalisées, en raisons du nombre de brèches au niveau des digues, toutefois la période de sécheresse entre 1985 et 1996 a également laissé son empreinte sur ces ouvrages.

En revanche, les périmètres irrigués souffrent de l'abandon engendré par les défaillances de ses équipements qui ont manqué d'entretien et de maintenance. Les points d'eau au nombre de 05, issus du programme de lutte anti-incendies sont tous confrontés à des difficultés de gestion quand ils ne sont pas simplement hors d'usage et abandonnés. Dans ce

cas, ils deviennent de petits plans d'eau où la nature reprend ses droits.

Globalement notre recherche nous a révélé qu'on connaît mal ou pas assez les proportions de ces ressources, de leurs conditions d'exploitation et de leurs différentes utilisations, même les gestionnaires l'ignorent. Les constats faits suite à notre analyse des études préexistantes et aux enquêtes de terrain, montrent que la plus grande partie de l'eau est destinée à 55% pour l'irrigation agricole et qu'elle provient pour 25% de l'exploitation des eaux souterraines, 45% du lac, et 30% des sources, des oueds, des puits et des nappes mises à nu artificiellement, et ne sont pas toutes réglementaires. En effet il n'y a aucun contrôle de tous ces prélèvements bien que la législation exige que des autorisations préalables soient délivrées avant toute intervention sur les ressources hydriques.

Les volumes des ressources hydriques potentielles, mobilisées et mobilisables, superficielles ou souterraines varient considérablement selon l'origine de l'information. Une moyenne établie sur la base des chiffres disponibles et d'une appréciation de la situation sur le terrain donne globalement les chiffres consignés dans le Tableau 2.2 ci-dessous.

Tableau 2.2 : Récapitulatif des ressources en eau

Types		Ressources potentielles Hm ³	Ressources mobilisées Hm ³	Affectation
Eaux superficielles	Sources	Inconnue	Inconnue	IRR
	Retenues collinaires			
	Lac Tonga	44	Inconnue	IRR
<hr/>				
Eaux souterraines	Nappe côtière Oum Teboul	8,1	-	AEP Oum teboul
	Nappe côtière d'El Kala	5,4	-	AEP Annaba 39,8 %
	Nappe dunaire	40	-	AEP Tarf 80,8%
Total		72,5		

IRR : irrigation ; AEP : Adduction eau potable

2.2.4.3 Hydraulique et gestion quantitative et qualitative de l'eau

Le lac Tonga a subi de nombreux aménagements hydrauliques à des fins agricoles notamment, mais depuis trois décennies, la gestion hydraulique du lac a été abandonnée en raison de l'instabilité des structures qui se sont succédées dans sa gestion. Depuis plus de vingt ans que les canaux principaux et secondaires du lac ainsi que le chenal de la Messida ne sont plus entretenus, les vannes ne sont plus contrôlées et les digues fortement endommagées et ébréchées. Actuellement, nul ne peut prétendre disposer d'un minimum de données sur les quantités et la qualité des eaux qui circulent dans le bassin versant. Notre enquête de terrain nous a révélé qu'aucune des structures les plus concernées de la gestion ou de la protection du lac ne dispose d'un plan de gestion ou d'un dispositif de suivi et de contrôle de la qualité et de la quantité de l'eau au niveau du lac et du bassin versant. Nous faisons allusion aussi bien au PNEK, qu'à la DHW et la Conservation des forêts.

Néanmoins selon des scientifiques et chercheurs qui se sont intéressés à l'étude de la faune, de la flore et de l'écologie du lac, et nous nous référons surtout à Boumezbeur, 1993 ; de Bélair, 1990 ; Chalabi, 1990 ; Kadid, 1989 et Thomas, 1975; on assiste actuellement à un comblement progressif du lac voir même un atterrissement. Trois facteurs principaux sont à l'origine de ce phénomène :

- l'érosion hydrique et l'atterrissement du lac,
- l'eutrophisation,
- la prolifération de la végétation aquatique du lac.

2.2.4.4 Facteurs d'altération du lac Tonga et contraintes de gestion

2.2.4.4.1 L'érosion et l'atterrissement du lac

Processus

Les études récentes sur la vulnérabilité aux changements climatiques dans la région méditerranéenne indiquent une tendance à un accroissement de l'aridité qui accélère l'érosion hydrique (De Ploey et al. 1991 ; Jofitic et al. 1992 ; Shaban et Khawli, 1998).

L'érosion des sols par la pluie et le ruissellement est un phénomène largement répandu en Algérie. Il prend des proportions considérables sur les pentes à cause de la nature torrentielle des pluies, de la forte vulnérabilité des terrains, sols fragiles, pentes raides et couvert végétal souvent dégradé, du surpâturage et de l'impact défavorable des activités anthropiques notamment la déforestation, les incendies, la mauvaise conduite des travaux agricoles, l'exploitation des carrières et l'urbanisation, ...etc. (Boukheir, 2001).

Or toutes ces conditions, sont rassemblées au niveau du bassin versant du Tonga (Cf. cartes d'occupation des sols, carte des pentes et carte climatique).

En revanche des facteurs qui favorisent la stabilité des sols les plus fragiles sont également présents telle que la profondeur du sol, la forte régénération post-incendie de la strate herbacée et arbustive favorisée par des conditions climatiques et édaphiques très favorables.

En présence de cette situation paradoxale, nous ne pouvons nous étaler plus sur ce sujet en l'absence d'études sur l'évaluation de ce processus, sur la pondération des facteurs qui l'influencent le plus, sur leurs effets synergiques car les différents facteurs qui commandent l'érosion hydrique des sols ne sont pas d'égale importance vis-à-vis de la détermination de la quantité de terre érodée (Lenthe et Krone, 1981 ; Luken et Krone, 1989 ; Morgan, 1986).

Facteurs naturels et anthropiques de l'érosion hydrique au niveau du bassin versant du Tonga

- la sécheresse et les intempéries :

La période de sécheresse entre 1985 et 1996 a entraîné de graves perturbations dans l'approvisionnement et la distribution d'eau pour la population d'El-Kala et ses environs ; perturbations aggravées par une gestion inefficace de l'eau.

Elle était à l'origine de l'assèchement du lac et de son envahissement par la végétation qui a avancé vers le centre. Cet assèchement a été précipité par la présence de nombreux pompages agricoles illicites.

Cette période de sécheresse a été entrecoupée, durant les mois de septembre et octobre, par des pluies torrentielles où il a été enregistré par exemple au mois de septembre 1986, 1998, 2002 respectivement 44 mm, 68 mm, et 102 mm en 24 heures. Selon la population enquêtée au niveau du bassin versant, ces pluies torrentielles ont causé des dommages aux terres agricoles dans les deux plaines alluviales d'oued El Hout et Oum Teboul, le comblement du lac par les sédiments charriés, le sapement des parois de l'oued El- Hout, la mise à nue des tranchées par feu (TPF) et carrières sur les versants Ouest, Sud-Ouest et Est.

Par ailleurs aucune étude n'a été entamée sur l'évaluation des apports annuels de sédiments au niveau du lac, ni sur l'ampleur des ravinements, la densité des glissements, et l'intensité des écoulements.

- Les pentes

Tel qu'il a été abordé dans le chapitre I, la topographie du bassin versant du Tonga est variable. Dans le secteur Est au niveau de Djebel Segleb et Haddada, les pentes varient entre 5 et 35 %. Or sur les roches tendres (argiles et marnes) sur pentes douces, les sols sont fragiles (Roose, 1994).

- La perte du couvert végétal

Sous un couvert végétal naturel dépassant 40% et sur fortes pentes, les pertes de terre peuvent être très réduites (Roose et al. 1993 ; Roose et Arabi. 1994 ; Garcia-Ruizet al., 2006).

Les premières causes de la régression du couvert végétal sont les incendies répétés qui ont engendré la disparition de la strate arborée que se soit par brûlage direct ou par le dépérissement sur pied causé par les ravageurs de forêts ; par également les coupes illicites du bois, et le vieillissement des arbres notamment du chênes lièges en l'absence d'une régénération naturelle. À titre d'exemple, nous avons recensé au niveau de la circonscription d'El Kala pour la période entre 1995 et 2000, 1861 délits de coupes.

- Les Incendies

La réduction de la superficie forestière est surtout imputable aux incendies. Elle risque d'entraîner une dévalorisation du patrimoine régional et de ses facteurs de développement. Dans la région Nord-Est de l'Algérie, les incendies sont globalement caractérisés par leur fréquence et leur importance. Sur 183 rapports d'incendies consultés dans cette région, environ 80 % indiquaient « cause volontaire, auteur inconnu ».

Or la fréquence des incendies dans une même zone, modifie la composition et la structure de la végétation et empêche la régénération de certaines espèces : la cocciféraie fréquemment incendiée est, par exemple, progressivement remplacée par des faciès de dégradation où *halimium halimifolium* domine. D'après Boudy, 1955 une subéraie pourrait résister au passage de trois feux successifs, suite aux quels, la plupart de cette formation de chêne liège subit une régression vers l'état de maquis arboré où la densité des arbres diminue. La subéraie est alors envahie d'un sous bois riche en espèces épineuses et thermophiles tels que les genêts et les résineux.

Le tableau 2.3 ci-dessous nous donne un aperçu sur ces superficies dévastées par les incendies et donc exposées à l'érosion.

Tableau 2.3 : Surfaces de forêts et maquis incendiées dans la circonscription d'El Kala.

Années	Superficies (ha)	% de la surface totale	Nombre de foyers
1983	2248	14.76	214
1993	2273	15.15	203
2002	73	0,48	25

- Le surpâturage

Le surpâturage a lourdement contribué dans le compactage des sols et a eu une double action sur :

- la régénération naturelle de la forêt de chêne liège par le pacage des jeunes plants et des glands. Aussi en présence d'un sol compact, les glands ne peuvent s'enfoncer et germer.
- le compactage des sols et notamment les sols argileux et marneux, cause leur imperméabilité or une faible infiltration des roches affleurantes indique qu'une grande quantité d'eau ruisselle, par conséquent, une forte quantité de terre peut être emportée. Les sols marneux lorsqu'ils sont secs, restent non érodables, mais dès qu'ils atteignent une certaine humidité, leur sensibilité à la détachabilité et au ruissellement augmente (Chebbani et al. ,1999).
- Les aménagements forestiers et les carrières

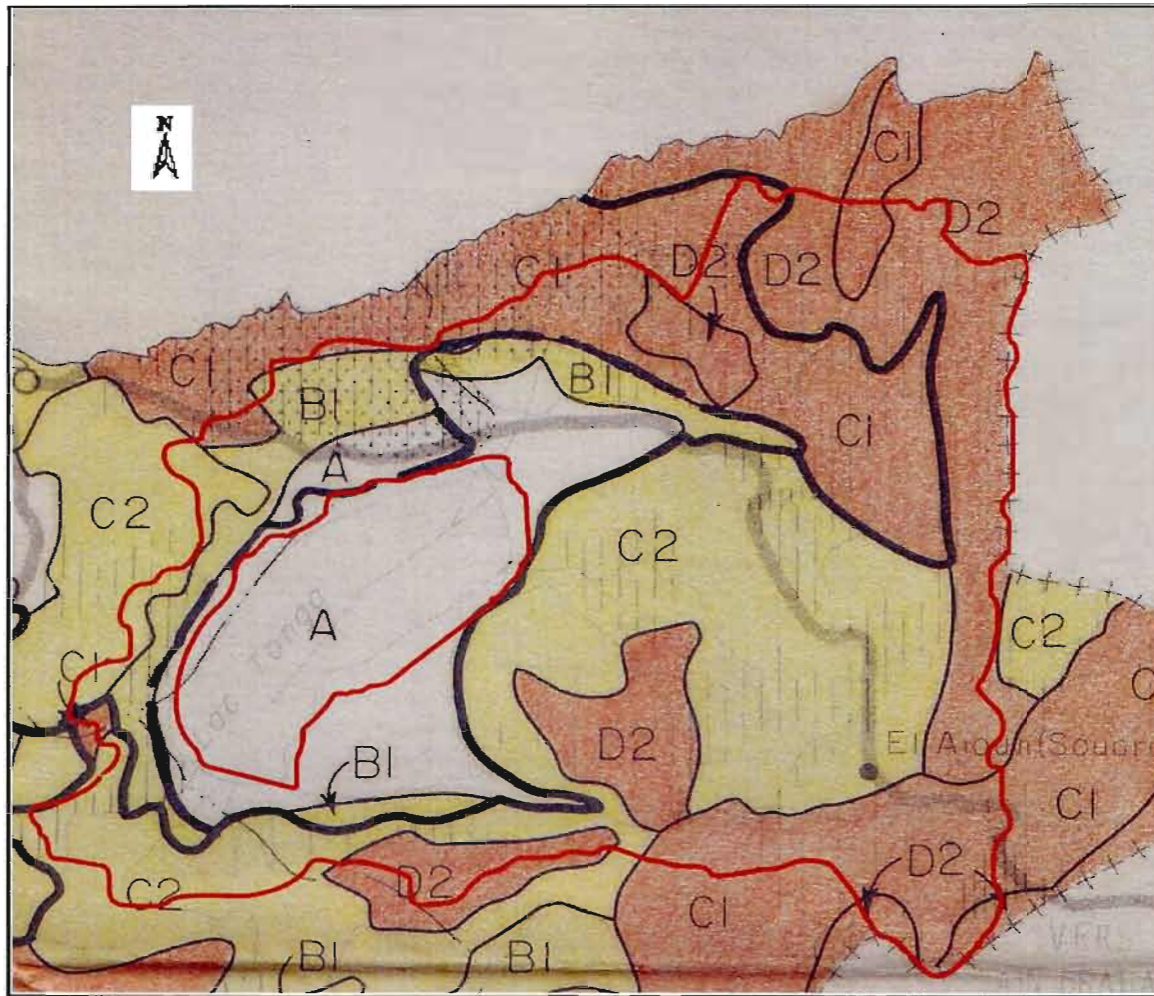
Les aménagements forestiers, favorisent également le processus de ravinement par la mise à nue de larges bandes de TPF et par l'absence d'entretien des pistes forestières. Effectivement la situation est très marquante aux niveaux des TPF de Segleb, Haddada et El Aïoun.

En résumé de la situation, et à partir d'une étude du BNEF relative au plan de gestion forestier élaborée en 1996, nous avons pu établir le tableau 2.4, dressant l'estimation de l'érosion dans les différents secteurs du bassin versant, après vérification et actualisation des informations sur cartes (figure 2.2), photographies aériennes et observation directe sur terrain.

Nous déduisons donc que le lac est confronté à un risque réel d'atterrissement, engendré par l'intensité de charriage en périodes de crues d'éléments solides, ce qui menace son existence même.

Tableau 2.4 Estimation de l'érosion au niveau du bassin versant

Secteur	Pente (%)	Roche mère	sol	Couverture végétale (%)	Incendie	Pâturage	Estimation l'érosion
Est de Oum teboul	05 à 45	Grès	Moyen à profond	45	05	moyen	5
Est El Aioun		Grès	Moyen à profond	65	10	moyen	10
Sud-Est Oued El Hout	03 à 35	Grès	Profond	40	12	intense	20
Secteur Ouest de Maizila	05 à 25	Grès	profond	35	15	faible	10



Échelle : 1/200 000

Classe de sensibilité		Classes de stabilité		
Pente	Lithologie	Peu résistant	Moyenne résistance	Résistant
	0 - 3%		A	A
3 - 12,5%		B1	B2	B3
12,5 - 25%		C1	C2	C3
plus de 25%		D1	D2	D3

- Zone de plaine et ou de plateau sans problème de stabilité
- Zone de bas piedmont avec problèmes de stabilité limités
- B1 - Moyennement stable, mais sujette à érosion intense et diffuse
- B2 - Stable
- B3 - Stable
- Zone de haut piedmont avec forts problèmes de stabilité en roche peu résistante
- C1 - Instable avec forte érosion
- C2 - Moyennement stable avec forte érosion
- C3 - Stable
- Zone de montagne avec forts problèmes de stabilité en roche peu résistante.
- D1 - Très instable avec forte érosion.
- D2 - Instable
- D3 - Moyennement stable

Figure 2.2 : Carte de sensibilité à l'érosion de la zone d'étude (Source : BNEDER, 1979)

2.2.4.4.2 L'eutrophisation

La qualité globale d'une eau est définie à travers les usages et les enjeux auxquels elle doit répondre. Toutefois la qualité de l'eau superficielle du lac se définit à travers ses paramètres organoleptiques (turbidité, odeur, couleur) ; physiques (température, conductivité) ; chimiques (oxygénation, pH, concentration en nutriments et en éléments minéraux) et biologiques (bactériologie, état des végétaux, caractéristiques de la faune aquatique). Malheureusement ces paramètres ne sont pas mesurés au niveau du lac Tonga en raison de l'absence d'une structure mandatée à cet effet.

Par ailleurs, de nombreuses études écologiques se sont intéressées aux populations végétales et animales et de leur écologie, qui sont des indicateurs biologiques de la qualité du milieu aquatique, en l'absence de mesures plus ponctuelles.

Les enquêtes et observations du terrain nous ont renseigné sur une éventuelle eutrophisation du lac. Effectivement de nombreux riverains affirment qu'ils ont senti le dégagement d'odeurs d'ammoniac et de soufre dans la partie Nord-Est du lac. Les études sur la dynamique du lac et de sa population végétale et animale ont confirmé la présence de ce phénomène.

L'eutrophisation est caractérisée par le développement trop important d'algues en suspension, qui donnent une couleur brune ou verte à l'eau. Il est favorisé par :

- la présence de nutriments d'azotes, phosphore et éléments minéraux ; ces éléments ne peuvent provenir que des déchets d'un cheptel important qui pâture à l'intérieur même du lac en période d'étiage et de rabattement des eaux ; de la fertilisation par les engrais azotés et phosphorés des sols sablonneux appauvris par la mise en culture de l'arachide ; et par l'épandage de pesticides tout au long des TPF. Il faut noter également que les eaux usées domestiques de Oum Teboul, oued El Hout, Ramel Souk, et El Aioun, sont déversées à ciel ouvert dans tout le réseau hydrographique du bassin versant, en raison de la défektivité des fosses septiques et des déversoirs ;
- un éclaircissement important ;
- des températures élevées (la moyenne du mois le plus chaud étant égale à 24,8 °C) ;
- des vitesses d'écoulement faible et de faible profondeur. La stagnation des eaux du lac est engendrée par une absence totale de gestion hydraulique. Effectivement depuis plusieurs années, le système de vannes installées entre le lac et le chenal de la Messida est défectueux le niveau des eaux du lac, de ce fait sont hors de contrôle ; la circulation de l'eau dans le lac est également entravée par l'absence d'entretien des canaux à l'intérieur du lac et l'entretien du chenal de la Messida.

L'eutrophisation des plans d'eau est une évolution naturelle des écosystèmes lacustres d'eau douce, mais actuellement au niveau du lac Tonga, et selon des scientifiques on

assiste à un processus accéléré par les conditions des changements climatiques auxquelles s'ajoutent les effets des activités anthropiques.

2.2.4.4.3 *Envahissement des plantes aquatiques*

L'absence de gestion hydraulique du lac est également à l'origine de l'envahissement du plan d'eau par la végétation aquatique. En effet la végétation des groupements climaciques : *Oenanthe globulosa*, *Phragmites communis*, *Nymphéa alba*, *Scirpus maritimus*, *Scirpus lacustris*, *Scirpus littoralis*, et à *Juncus maritimus* ; celle qui est présente dans les dépressions qui bordent les rives et particulièrement les joncs, est parfois favorable au piégeage des eaux, ce phénomène est particulièrement évident au Nord-Est et au Sud-Ouest où apparaissent des îlots de phragmites et de nénuphar. Ce piégeage est accentué, lors des périodes de décrues par la formation d'un bourrelet par accumulation de débris organiques, poussés par les vents dominant NW, pendant l'hiver. Ce phénomène joue en effet un rôle évident sur la dynamique de la végétation du lac (Corre, 1982, in de Bélair). Il revêt une grande importance, lorsque l'accumulation de ces débris organiques se conjugue avec l'apport d'alluvions des oueds intermittents (Nord et sud du lac). On constate alors un comblement progressif du lac où la profondeur moyenne dans certaines zones du centre du lac est passée de 1,5m en 1954 à 0,50 m en 1997 (de Belair, 1990); (Boumezbeur, 1992); (Kadid, 1997); tandis que la végétation aquatique cède progressivement la place à une végétation arbustive et arborée telle que la saulaie qui avance de la rive Nord-Est du lac vers le centre. L'évolution de ces processus entraîne une réduction de la surface du lac qui n'est pas sans influence sur les habitats au sein du lac et notamment pour la faune globalement et l'avifaune spécifiquement et notamment l'avifaune nicheuse.

La figure 2.3 dresse un récapitulatif de la situation au niveau du bassin versant, les facteurs de dégradation, leur interrelation, et leurs impacts cumulatifs sur le lac Tonga.

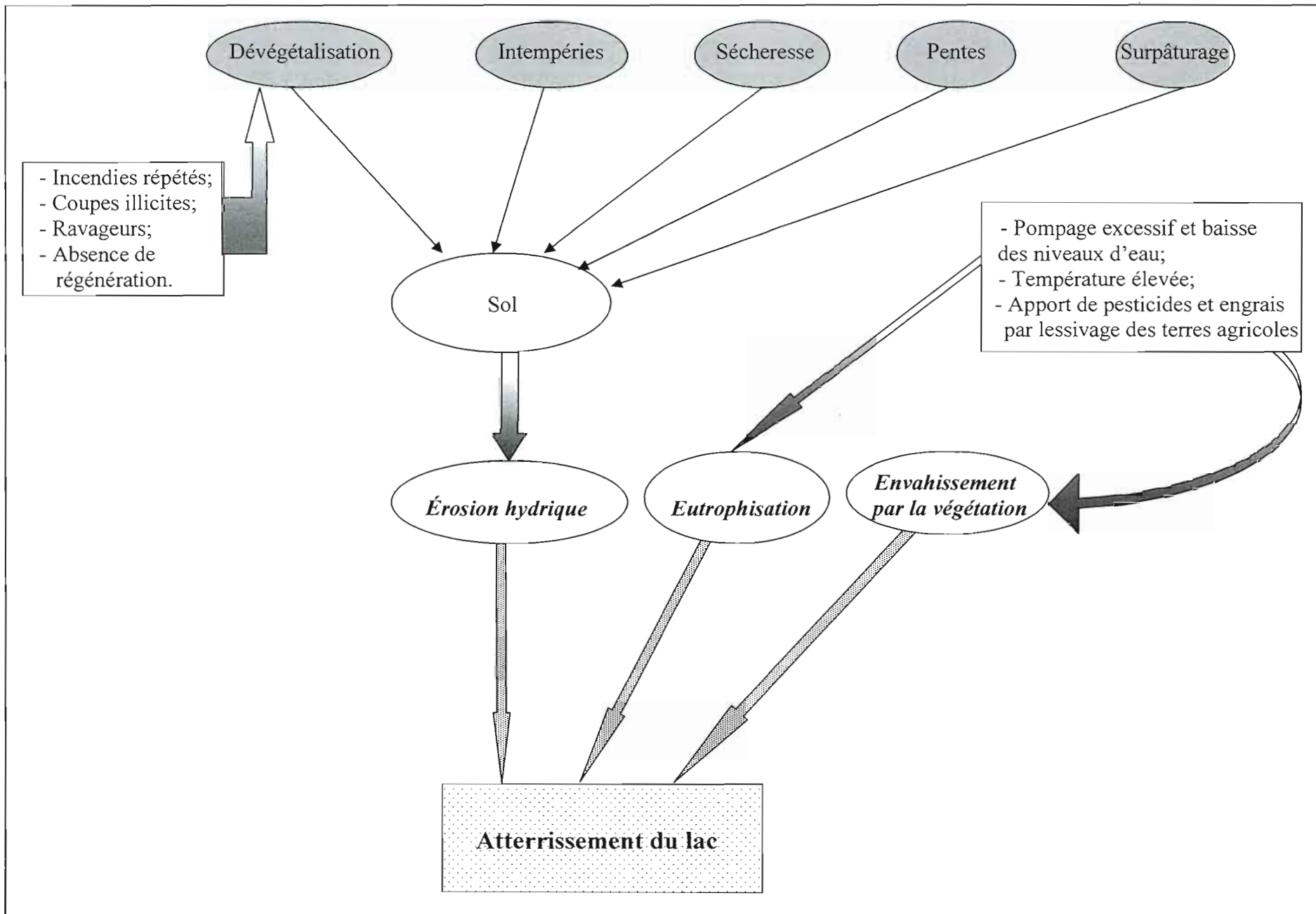


Figure2.3 Interrelation et impacts des facteurs de dégradation sur le lac Tonga

Conclusion :

Notre analyse a donc porté sur les différents enjeux, et notamment l'enjeu de conservation et l'enjeu hydraulique, qui nous ont permis de comprendre et d'aborder les conditions de gestion intégrée du bassin versant notamment la gestion hydraulique du lac et de l'hydro-système mais aussi d'apprécier l'état de la ressource et les conflits d'usages afférents qui sont antagonistes, et proposer les grandes orientations pour une gestion intégrée et durable.

CHAPITRE III

RECOMMANDATIONS, ET MESURES D'URGENCE PRÉALABLES À L'ÉLABORATION D'UNE PROCÉDURE DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES PAR BASSIN VERSANT

Introduction

En Algérie comme ailleurs dans le monde, et particulièrement dans les pays à faibles ressources hydriques, la gestion de l'eau fait l'objet d'une remise en question globale. L'UNESCO dans son rapport mondial de 2003 concernant la mise en valeur des ressources en eau, mentionne :

« La crise de l'eau est essentiellement une crise de gouvernance. Les causes incluent l'absence d'institutions adaptées aux problèmes de l'eau, la fragmentation des structures institutionnelles (une approche de gestion par secteur et des structures de décision qui font double emploi ou qui s'opposent), des intérêts divergents en amont et en aval en ce qui concerne les droits des riverains et l'accès à l'eau, (...) ainsi que les incertitudes concernant l'application des lois et règlement. »

L'eau n'est plus considérée comme une ressource inépuisable que l'Homme exploite à son profit sans soucis. Sous la pression de la croissance démographique accélérée et la détérioration de sa qualité, elle devient de plus en plus rare dans plusieurs régions du monde et par conséquent une source de conflits.

Il est actuellement admis, car évident que, les modèles de gestion sectorielle ne conviennent plus, il faut à présent revoir en profondeur et d'une façon radicale les approches qui permettront de satisfaire à la fois les besoins des populations et les besoins des écosystèmes qui supportent la vie même de ces populations.

Bernard et Côté (1993) mentionnent qu'au cours des prochaines années, le thème de la conservation des sols et de l'eau est appelé à s'imposer avec encore plus d'insistance. En

effet, ces deux problématiques apparaissent de plus en plus inextricablement liées et appellent donc des correctifs et des mesures préventives communes.

Une partie de la solution de la crise actuelle de l'eau réside donc dans une meilleure gestion de son utilisation. (Burton, 2001)

Cette ressource vaut mieux donc être gérée par :

- Une manière de gestion plus intégrée, au lieu d'une gestion par secteur d'activité,
- Une gestion qui garantira sa durabilité, en conciliant les besoins humains et ceux de la nature,
- Une participation concrète des populations, au lieu des modèles de gestion centralisés.

L'approche par bassin versant est souvent mentionnée dans la littérature comme étant la plus appropriée pour la gestion de l'eau (Bernard, 1988, 1991)

Le bassin versant du lac Tonga présente la particularité d'abriter une zone humide écologiquement très riche par sa faune et sa flore : le lac et sa périphérie, ce qui lui confère le classement de réserve intégrale rare et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne se situant dans un complexe de zones humides, abritant des espèces aviaires rares, vulnérables ou en recule dans leurs régions du paléarctique occidental, abritant aussi une diversité biologique très importante.

Pour toutes ces raisons, une attention particulière et immédiate doit être portée pour tenter de préserver ce site qui souffre d'une dégradation continue (atterrissement, eutrophisation, exposant le plan d'eau à la disparition complète à l'instar du lac noir, situé dans la même région.), engendrée par plusieurs lacunes dans le mode de gestion du territoire.

Avant de proposer des mesures d'urgence préalables à l'élaboration d'une procédure de gestion intégrée par bassin versant, et pour mettre de la lumière sur le concept de gestion intégrée par bassin versant, nous avons jugé utile de faire une description de l'expérience québécoise qui pourrait être très inspirante, malgré sa précocité, pour concevoir une ébauche d'un modèle de gestion intégrée par bassin versant, qu'il faudrait évidemment adapter aux spécificités physiques et humaines du bassin versant du lac Tonga.

3.1 Les principes de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant

Les informations de cette section sont largement tirées de « *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant : concepts et application* » (Georges Gangbazo, Environnement Québec, 2004), et de « *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant au Québec : Cadre de référence* »

pour les organismes de bassin versant prioritaires » (Environnement Québec, 2004)

La gestion intégrée de l'eau par bassin versant demeure un but à atteindre, car l'intégration de toutes les facettes de l'eau ainsi que toutes les composantes qui caractérisent un milieu donné, est pratiquement irréalisable encore. Donc il n'existe pas de modèle pratique de gestion intégrée de l'eau par bassin versant dans les régions méditerranéennes de la rive sud, quoique le modèle français soit déjà établi.

Burton (2001), mentionne que la gestion par bassin n'apparaît donc pas comme une règle absolue, mais comme une des voies intéressantes pour promouvoir la coopération.

Pour réaliser cette gestion intégrée, il faut passer d'une approche sectorielle impliquant séparément, un protecteur de la nature, un agriculteur, un consommateur, un gestionnaire hydraulique, un forestier, ...etc. à une approche globale visant collectivement à identifier, comprendre et contrôler tous les éléments qui interviennent dans le système eau/milieu et donc dans sa gestion.

3.1.1 Définitions et concepts

Il est utile de rappeler quelques définitions et concepts à titre indicatif, pour faciliter la compréhension, et écarter toutes confusions.

Bassin versant

En hydrologie, le terme bassin versant, ou bassin hydrographique désigne le territoire sur lequel toutes les eaux de surface s'écoulent vers un même point appelé *exutoire du bassin versant* (Banton et Bangoy, 1997). Il est délimité physiquement par la ligne des crêtes, des collines et des hauteurs du territoire, elle est appelée *ligne de partage des eaux*. (Environnement Québec, 2004) .

Gestion intégrée de l'eau par bassin versant

« La gestion intégrée de l'eau par bassin versant est un processus qui favorise la gestion coordonnée de l'eau et des ressources connexes à l'intérieur des limites d'un bassin versant en vue d'optimiser, de manière équitable, le bien être socio-économique qui en résulte, sans pour autant compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux. »

(Environnement Québec, 2004)

« un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées en vue de maximiser le bien-être économique

et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux»

(Partenariat mondial de l'eau, 2000)

Notion d'intégration

L'intégration dans le contexte de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, implique la nécessité de prendre en compte toutes les composantes physiques du cycle de l'eau, ainsi que leurs interactions, y compris la composante humaine. La gestion intégrée prendra en compte les exigences et les menaces liées à l'eau.

Approche participative de gestion

L'approche participative est basée sur le fait que, nous sommes tous concernés par la gestion de la ressource en eau, et que tous les acteurs ont leurs mots à dire dans le processus décisionnel. Cette approche permet l'intégration de la composante humaine dans la prise de décision, et permet aussi d'établir des consensus et des ententes durables. (Figure 3.1)

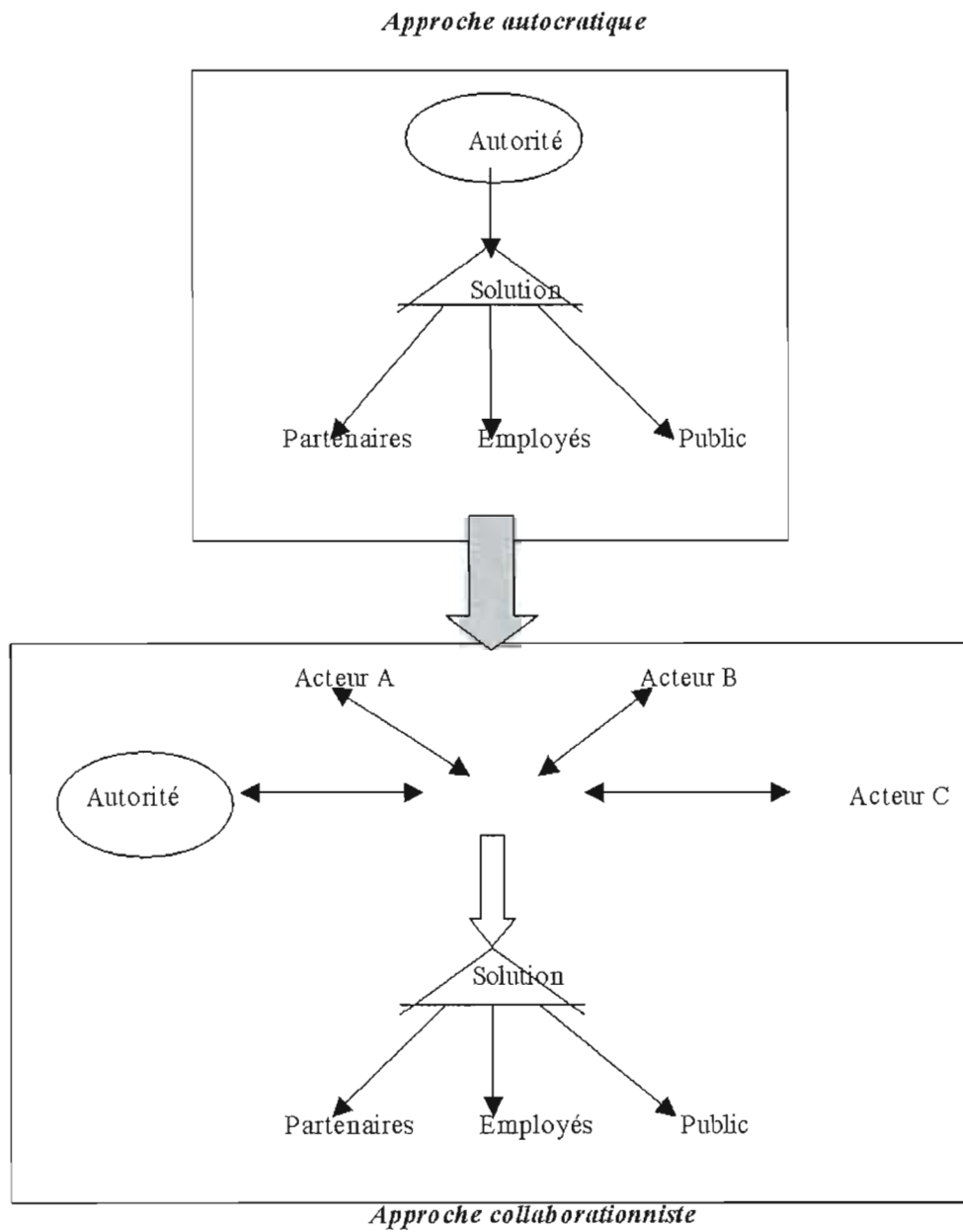


Figure 3.1 : Passage d'une approche autocratique à une approche collaborationniste.
 Inspirée de : Modèles de planification (Committee on Watershed Management, 1999)

Approche écosystémique de gestion

L'approche écosystémique constitue le principal outil d'intégration pour la gestion intégrée de l'eau par bassin versant (Burton, 2001.).

Selon le même auteur, les concepts fondamentaux d'une approche écosystémique sont :

- Étant donné que tous les éléments d'un écosystème (physiques, chimiques et biologiques) sont interdépendants, les ressources doivent être gérées comme des systèmes dynamiques et intégrés et non comme des éléments indépendants et distincts. En pratique, cette gestion suppose que tous les acteurs doivent comprendre les conséquences de leurs gestes sur la durabilité des écosystèmes;
- La nature dynamique et complexe des écosystèmes fait en sorte que l'approche écosystémique doit être souple et adaptable;
- La complexité des problèmes et des enjeux soulevés dans un écosystème exige une approche qui fait appel à l'intégration des questions scientifiques, sociales et économiques. La recherche, la planification, la communication et la gestion environnementale doivent plus que jamais reposer sur la collaboration interdisciplinaire.

Les avantages de l'approche écosystémique Selon Burton (2001) sont :

- Une attention prioritaire est accordée aux interrelations entre les différents éléments d'un écosystème, ce qui favorise la gestion intégrée de ces éléments.
- L'accent est mis sur les questions à long terme ou à grande échelle, ce qui permet d'adopter une stratégie davantage orientée vers «la prévision et la prévention» plutôt que la méthode la plus courante de «réaction et correction».
- On reconnaît le rôle de la culture, des valeurs et des systèmes socio-économiques dans les questions de gestion de l'environnement et des ressources.
- Cette approche offre un mécanisme permettant d'intégrer les sciences et la gestion.

Les buts de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant sont (Environnement Québec, 2004) :

- Maintenir ou récupérer les usages de l'eau,
- Conserver ou restaurer l'intégrité physique, chimique et biologique des écosystèmes,
- Protéger la santé humaine,
- Assurer un climat socio-économique durable.

Selon la même source, la gestion intégrée de l'eau par bassin versant suppose :

- Une approche de gestion ciblée sur l'unité hydrologique (bassin versant),
- Un cadre de travail coordonné et partagé pour favoriser la collaboration et le partenariat,
- Une démarche à long terme qui favorise le développement durable,
- Une vision intégrée qui tient compte de plusieurs dimensions de la gestion de l'eau et des écosystèmes aquatiques (environnementale, économique, social),
- Un processus de résolution de problèmes basé sur de solides connaissances scien-

tifiques et historiques et sur des données fiables,

- Une approche qui privilégie la concertation des acteurs de l'eau, la conciliation des objectifs et la coordination des moyens et des actions,
- Des organisations possédant une structure, des rôles et des pouvoirs taillés sur mesure (adaptés à l'échelle du bassin versant),
- Une approche ascendante basée sur la responsabilisation et la participation des acteurs locaux et régionaux,
- Un processus d'apprentissage continu incluant la formation des acteurs de l'eau et l'éducation du public.

3.1.2 Objectifs de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant

La gestion intégrée de l'eau par bassin versant peut concerner toutes les problématiques que l'on peut trouver dans un bassin versant (Environnement Québec, 2004). Ces problématiques sont souvent interreliées, le processus de prise de décision sera alors complexe et à arbitrage délicat. Et parmi ces problématiques, on peut citer :

- L'approvisionnement en eau : les bassins versants, en recueillant l'eau des précipitations, en emmagasinant une partie dans les nappes d'eau souterraine et en évacuant l'autre partie par leur réseau hydrographique, jouent un rôle primordial dans l'approvisionnement en eau des populations, des agriculteurs et des autres usages de l'eau.
- Contrôle de la qualité de l'eau : La gestion intégrée de l'eau par bassin versant constitue une approche adéquate pour relever le défi de l'assainissement des eaux, le contrôle peut se faire en amont pour réduire la quantité de contaminants (chimique, physique ou biologique) qui peuvent atteindre les eaux superficielles (cours d'eau) ou souterraines (nappes), ou en aval par le traitement des eaux usées à l'aide d'équipements conçus à cet effet.
- Contrôle des sédiments : une des problématiques majeures sur laquelle se penche la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, est le problème d'érosion des sols, par le fait même la sédimentation sera contrôlée. Cette sédimentation est le problème premier qui pose une sérieuse altération à l'état du lac Tonga.
- Préservation de la biodiversité : les zones humides jouent un rôle important dans le maintien de la biodiversité, le fonctionnement hydraulique du bassin versant, et la transition entre les écosystèmes aquatiques et terrestres. La préservation de l'équilibre de leurs écosystèmes comptera aussi parmi les objectifs d'une gestion intégrée de l'eau par bassin versant.

3.1.3 Facteurs de succès de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant

Pour être efficace, et aboutir à un succès dans la résolution des problématiques rencontrées à l'échelle du B.V, un projet de gestion de l'eau par bassin versant dépend de plu-

sieurs facteurs. En voici quelques-uns (Bowner, 1998; Partenariat mondial pour l'eau / Comité technique consultatif, 2000; Davenport, 2003) :

1. Faire du bassin versant l'élément central des efforts de gestion;
Adopter une approche participative;
2. Faire une grande place aux connaissances scientifiques et utiliser des données fiables;
3. Élaborer un bon plan de communication;
4. Élaborer un bon programme de formation et de sensibilisation.

3.1.4 Éléments clés pour la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant

D'après le cadre de référence pour les organismes de bassins versants prioritaires, produit par le ministère de l'Environnement du Québec, la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant se résume en cinq étapes :

- 1- La création d'organisme de bassin versant : L'organisme de bassin versant est l'acteur principal de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Dans les faits, il s'agit d'une table de concertation à laquelle siègent des représentants de tous les usagers et gestionnaires de l'eau, présents sur le territoire d'un bassin versant. Le conseil d'administration de l'organisme doit être représentatif de l'ensemble des acteurs concernés par l'eau, tant ceux des milieux local et régional que ceux des secteurs public et privé.
- 2- La réalisation d'un plan directeur de l'eau (PDE) : ce plan rassemble les données nécessaires pour dresser un portrait du bassin versant et établir un diagnostic, il doit aussi évaluer les coûts et les bénéfices des actions programmées. Le PDE sera l'instrument qui permettra une gestion plus efficace de l'eau, puisque les actions auront été proposées dans un cadre intégré et participatif régi par le schéma d'aménagement directeur.
- 3- La signature de contrats de bassin versant : Le contrat de bassin versant consigne les engagements des acteurs de l'eau et la réalisation d'actions retenues dans le PDE. Il décrit les activités à entreprendre, leur coût, et un calendrier des activités ainsi qu'un programme de suivi afin de mesurer les résultats et d'évaluer la situation. Ce contrat représente un engagement moral et volontaire de la part des participants.
- 4- La mise en œuvre, le suivi et l'évaluation : le suivi des actions permettra d'évaluer l'efficacité du plan d'action en mesurant les résultats obtenus et en les comparant aux objectifs établis. Ce qui servira à réviser le plan d'action initial, en vue d'élaborer le plan d'action suivant.
- 5- L'information et la participation du public : La participation du public fait partie intégrante du processus de prise de décision. Par conséquent, les organismes de bassin versant doivent mettre en place des mécanismes d'information et de consultation destinés à la population.

3.1.5 Planification de la gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant

La mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant nécessite plusieurs types de planifications (O'Riordan, 1983; Ziemer, 1997) :

- *Une planification à l'échelle de l'État* : qui a pour objectifs la mise en place des conditions politiques, administratives et légales, à savoir, le découpage du territoire en grands ensembles de bassins versants, l'élaboration d'un cadre de gestion, l'élaboration d'un cadre financier, l'ajustement des structures administratives et législatives, l'adaptation des politiques et programmes gouvernementaux au contexte de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, et la formation du personnel affecté au soutien des organismes de bassin versant.

- *Une planification à l'échelle des bassins versant* : qui est effectuée par les organismes de bassins versants, et doit déterminer les solutions ou les actions pour la protection, la restauration ou la mise en valeur de l'eau; concevoir les projets réalisables par l'organisme de bassin versant pour le compte de l'ensemble des acteurs de l'eau, y compris les résidents; coordonner les actions de certains projets avec celles des bassins versants adjacents.

- *Une planification à l'échelle du projet* : assurée par les acteurs de l'eau (organismes privés et publics, et les individus), et vise à concevoir et à réaliser les projets déjà déterminés de façon concertée par l'organisme de bassin versant pour la protection, la restauration ou la mise en valeur de l'eau.

Le but de la planification est de faire des choix à partir d'un ensemble d'options qui intègrent les considérations économiques, sociales, politiques et éthiques appropriées. Elle doit être basée simultanément sur l'analyse scientifique et la participation du public (selon le Committee on Watershed Management, 1999).

Avant tout projet de gestion intégrée de l'eau par bassin versant, il est impératif de former un organisme de bassin versant chargé de planifier la gestion intégrée de l'eau, qui concrétisera l'alliance entre le public, les groupes de citoyens, les chercheurs, les institutions de divers ordres de gouvernement (Davenport, 2003). Pour planifier un projet de gestion intégrée de l'eau par bassin versant, USEPA (1995), Browner (1996) et Davenport (2003), proposent plusieurs étapes à franchir : (Figure 3.2]

- 1-Analyse du bassin versant;
- 2-Détermination des enjeux et des orientations;
- 3-Détermination des objectifs et choix des indicateurs;
- 4-Élaboration d'un plan d'action;
- 5-Mise en œuvre du plan d'action;
- 6-Suivi et évaluation du plan d'action.

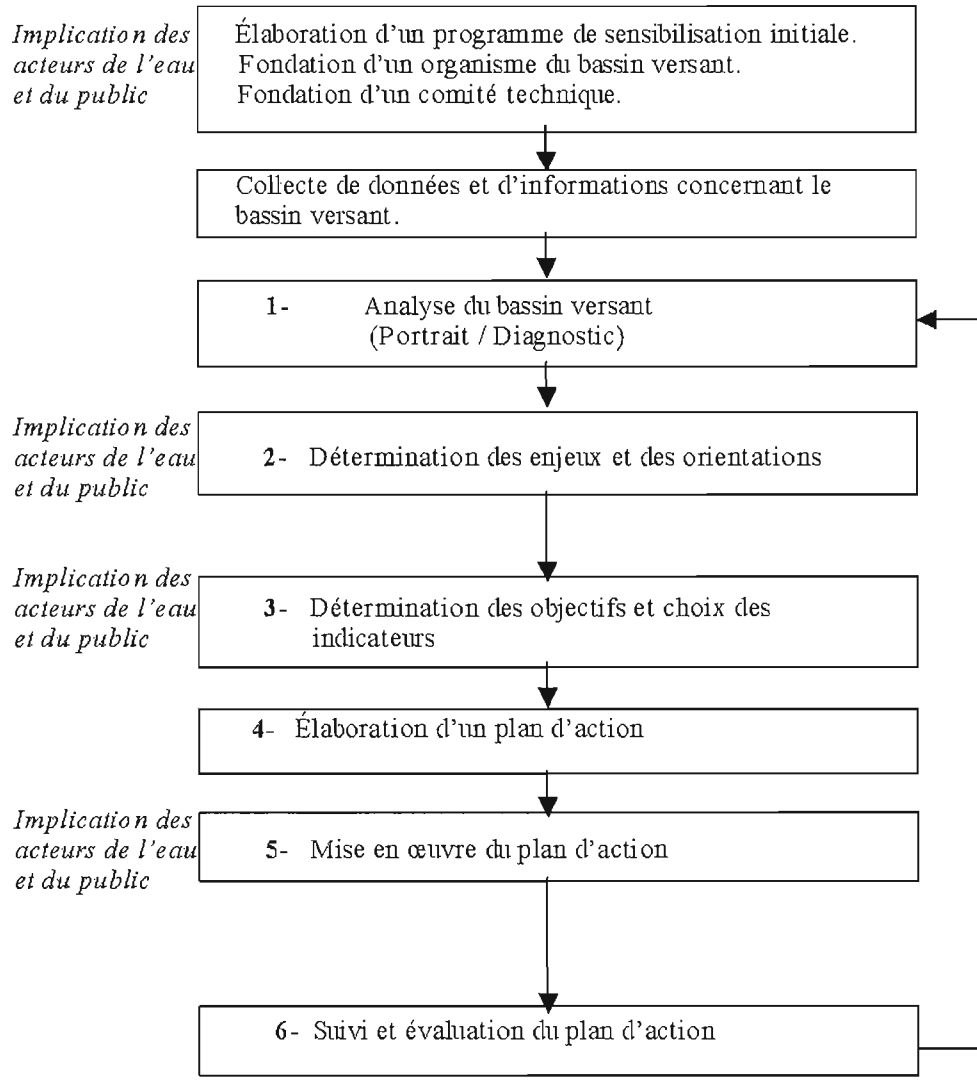


Figure 3.2 : Cycle de gestion intégrée de l'eau par bassin versant montrant les actions préalables à l'élaboration du plan directeur de l'eau et les étapes nécessitant une consultation publique. (Source : Environnement Québec, 2004)

1. Analyse du bassin versant : cette opération vise l'appropriation de la connaissance du bassin versant par les acteurs qui doivent partager les mêmes connaissances (portrait et diagnostic) de base du bassin versant, ses potentiels, ses menaces, les possibilités d'action et les problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés.

2. Détermination des enjeux et des orientations : les acteurs de l'eau déterminent les préoccupations majeures ou les défis fondamentaux (enjeux) de gestion de l'eau à relever par l'organisme de bassin versant dans le cadre de sa mission. Ils déterminent ensuite les grandes pistes d'action (orientations) qui seront privilégiées pour résoudre les problèmes relatifs aux enjeux. Si l'enjeu concerne le *pourquoi*, l'orientation concerne le *comment*.

3. Détermination des objectifs et choix des indicateurs : cette étape vise à fixer les objectifs généraux et les objectifs spécifiques, que l'organisme de bassin versant poursuit par les projets et les activités qu'il compte réaliser. Les objectifs peuvent concerner l'état de la ressource en eau (la qualité de l'eau, la faune et la flore aquatique, la qualité des milieux humides et des habitats. Ou alors les usages de l'eau (accès publics aux plans d'eau, approvisionnement en eau pour l'agriculture, mise en valeur récréotouristique comme la pêche, l'interprétation scientifique et les sentiers pédestres. Des indicateurs doivent être choisis, afin de mesurer l'efficacité des solutions qui sont mises en œuvre dans un bassin versant pour atteindre les objectifs fixés.

4. Élaboration d'un plan d'action : le plan d'action va présenter les projets qui seront exécutés au cours une période de gestion pour atteindre les objectifs visés, il comprend : les solutions retenues, les actions, les programmes de renforcement de capacités (formation et sensibilisation), les programmes de suivi administratif et environnemental, les responsabilités de chaque partenaire, le budget, les sources de financement et l'échéancier des projets à réaliser.

5. Mise en œuvre du plan d'action : la mise en œuvre du plan d'action relève de la responsabilité des différents acteurs engagés dans le projet, et conformément à leurs intérêts, leurs expertises, leurs pouvoirs et leurs engagements.

6. Suivi et évaluation du plan d'action : le suivi du plan d'action s'appuiera en premier temps sur des indicateurs administratifs comme le respect des objectifs administratifs (exemples : efficacité des programmes, efficacité des activités, efficacité des mesures correctives). Alors que l'évaluation permettra à travers des bilans périodiques de réviser le plan d'action pour y apporter les corrections nécessaires (corriger le tir), qui paraîtront sur le plan d'action du cycle de gestion intégrée de l'eau par B.V suivant.

3.2 Discussion et proposition de mesures d'urgence

Cette dernière phase de l'étude constitue l'essentiel de la réflexion portant sur l'opportunité de renoncer à la gestion sectorielle actuelle qui n'a engendré que davantage de dégradations au milieu et le choix d'une procédure de gestion intégrée de l'eau sur le bassin versant du lac Tonga qui devrait conduire à une conciliation des impératifs de conservation des écosystèmes, notamment le lac Tonga, et du développement socio-économique, dans le respect du contexte local du bassin versant.

Cette section est établie à partir de l'interprétation des résultats et des données dans les chapitres précédents, et organisée en quatre parties :

- En premier lieu, nous mettrons en évidence l'apport d'une approche écosystémique de gestion qui permettrait de considérer les interrelations entre les différents écosystèmes dans le bassin versant et l'impact de leurs dégradations sur le lac.
- En deuxième lieu et à partir des analyses effectuées, nous amènerons une synthèse et hiérarchisation des enjeux majeurs et prioritaires du bassin versant et du lac, auquel une gestion globale et intégrée souscrirait.
- Ensuite, nous aborderons le renforcement des moyens réglementaires, institutionnels et organisationnels et les mesures complémentaires pour amener une gestion intégrée le plus possible cohérente.
- Enfin, nous amènerons un essai de synthèse et une évaluation des apports d'un schéma d'aménagement et de gestion intégrée du bassin versant et qui permettrait le passage d'une approche de gestion sectorielle à une approche multisectorielle plus cohérente.

3.2.1 Mise en évidence des apports d'une approche écosystémique de gestion

3.2.1.1 Importance de l'équilibre de l'hydrosystème du bassin versant du lac Tonga pour la ressource en eau

Au départ nous savons que les différents systèmes hydriques superficiels et souterrains au niveau du bassin versant du lac Tonga, sont imbriqués les uns dans les autres (Thomas, 1975). Selon qu'il s'agisse de la période des crues ou de celle de l'étiage, des transferts s'effectuent du réseau hydrographique surchargé vers les nappes alluviales et les plans d'eau, des nappes en altitude (celle des grès et celle des dunes) vers les nappes en aval (celle des alluvions et des graviers). À l'étiage, les systèmes qui ont joué le rôle de réservoir, appro-

visionnent à leur tour les cours d'eau dans lesquels le niveau d'eau a baissé (Durand, 1957). À cet effet, il est important de signaler qu'une conception de systèmes hydriques séparés dans l'élaboration et la mise en œuvre de plans ou de projets d'exploitation de la ressource hydrique, entraînerait automatiquement une appréciation erronée se traduisant par un surcroît de difficultés à résoudre pour les quatre secteurs (DHW, PNEK, DSA et CFW).

D'autre part, les crues, qui régulièrement inondent de larges superficies agricoles au niveau des plaines alluvionnaires d'Oued El Hout et Oum Teboul, menacent les habitations et coupent les voies de communication, justifient en partie, selon la DSA et la DHW, les aménagements d'assainissement hydraulique de ces zones au détriment du lac en aval. Or, les dommages que causent ces crues pourraient être atténués et même évités si, avec une meilleure connaissance des épandages, on arrive à contrôler les extensions des agglomérations par la maîtrise de l'urbanisation et faire des choix rigoureux pour les impacts des équipements et des infrastructures (Benyacoub et al, 1998). Ainsi, une partie seulement des eaux pourrait être mobilisée par des ouvrages de petite dimension telles que les retenues collinaires, et qui seraient sans incidence sur le fonctionnement naturel des réseaux hydrographiques et sur la capacité d'autorégulation du lac. Or l'absence de cette régulation des niveaux d'eaux au niveau du lac est à l'origine de son envahissement par la végétation qui se répercute à son tour sur la diminution de sa profondeur par comblement et envasement et diminue ses capacités d'accueil de l'avifaune durant la saison hivernale.

En conclusion, l'eau à tout point de vue, a façonné toute la région du Tonga et les milieux naturels qu'elle a créé et qui lui sont étroitement satellisés. Ces milieux entretiennent entre eux des relations d'interdépendance multiples et variées, où l'eau constitue le facteur déterminant et y joue donc un rôle fondamental. Globalement, les régimes hydrologiques ne sont pas immuables. Produits de la conjonction d'un climat et bassin versant, ils sont susceptibles de refléter les modifications ou les transformations de l'un ou de l'autre (Galéa et Barbet, 1992) qui sont d'autant plus marquantes en régimes hydrologiques méditerranéens (crues extrêmes, sécheresses prolongées). Ces transformations au niveau du bassin versant et du lac Tonga sont sous l'effet du régime hydrologique et sont notables. Toutefois, elles n'échappent pas aux conditions méditerranéennes globales. Les plus marquantes sont la grande variation selon l'alternance des périodes sèches et humides dans la répartition et la variabilité du recouvrement végétal à la surface du lac, la diminution poussée de son fond, la variabilité des zones d'étiage, le façonnement du relief ...etc. Par ailleurs, la transformation des bassins, en particulier l'urbanisation, les pratiques culturelles et les aménagements hydroagricoles, a elle aussi, des effets spectaculaires sur les régimes, bien connus aujourd'hui, mais qui ont été longtemps ignorés par les aménageurs sur les bilans hydrologiques (Galéa et Barbet, 1992).

3.2.1.2 Importance de la couverture végétale pour l'équilibre des sols et des ressources hydriques du bassin versant du lac Tonga.

Les espaces forestiers interfèrent sur le cycle de l'eau. Des effets positifs sont identifiés, notamment sur le fonctionnement des hydrosystèmes, sur la qualité des eaux, la vie aquatique, une certaine forme de régulation des écoulements (Lavabre et Andreassian, 2003)

L'analyse faite dans le chapitre précédent, nous a permis d'identifier les interactions entre l'eau et la forêt en distinguant les différents usages de l'eau et les différents types de peuplements forestiers : les forêts de versant formées principalement de chêne liège avec des petites formations de mélanges à chêne liège-pin maritime ou pin d'Alep, les forêts sur dunes constituées de peuplement pur et mélangé de chêne kermès et/ou de pin maritime et les forêts de plaine sont principalement des ripisylves et aulnaies.

1. La forêt de chêne liège

La subéraie est le peuplement autochtone, par excellence dont la physiologie et la physonomie, font de lui l'espèce la plus adaptée aux conditions climatiques et édaphiques du Sud-Ouest de la méditerranée (de Bélair, 1990). Sa superficie d'environ 7 200 ha, soit une couverture de 48 % de la superficie totale du bassin versant du Tonga et ses caractéristiques écologiques (déjà abordées en détail dans le chapitre précédent), lui confèrent un rôle prépondérant dans le maintien de l'équilibre naturel de l'ensemble des écosystèmes avec les quels, elle est en interaction. Sa préservation représente alors, un enjeu majeur pour le bassin versant et la zone humide du Tonga, d'autant plus c'est une forêt à régénération très difficile.

• Protection des sols contre l'érosion hydrique

Le chêne liège est considéré par plusieurs écologues, forestiers et hydrogéologues (Rezzig, 1998 ; Boumezbeur, 1993 ; de Bélair, 1990 ; Toubal, 1987; Aouadi, 1986 ; Zeraia, 1982 Thomas, 1975 ; Greco, 1966 ; Boudy, 1955 ; ...etc.) comme l'arbre le mieux placé pour freiner le processus d'érosion hydrique dans le bassin versant du Tonga. Grâce à son feuillage, et à son sous bois dense, le chêne liège protège les sols les plus fragiles sur les pentes les plus abruptes contre l'érosion hydrique en période humide et de crues (Greco, 1966).

En effet, les gouttes de pluie rencontrent d'abord le feuillage dense et rigide et les rameaux du chêne liège, ensuite son sous-bois dense formé de bruyère, lentisque, arbousier, myrte, ...etc., et enfin ruissellent le long des branches et du tronc en perdant de leur énergie. Rejoignant généralement une litière organique composée de feuilles mortes et de brindilles qui s'imbibe et se comporte comme une véritable éponge. L'infiltration de l'eau en profondeur est alors facilitée par des fissurations provoquées par les racines. De ce fait, cette formation végétale avec son sous-bois dense protège le sol, mais n'empêche pas totalement l'érosion. Il existe toujours une érosion dite naturelle, mais elle est en général très faible, car ralentie par la végétation. En effet on peut penser que, les modifications des chemins de l'eau sur un bassin versant engendrées par les particularités hydrauliques des sols forestiers et par l'infiltration préférentielle le long du chevelu racinaire assure un surplus de stockage souterrain. Ce surplus peut participer à un écoulement différé en saison sèche mais risque toutefois d'être mobilisé pour la transpiration. Si bien, qu'en fonction de spécificités locales, notamment les possibilités de stockage et de restitution des eaux souterraines, la forêt de versant peut avoir des effets bénéfiques ou non sur les débits d'étiage. (Lavabre et Andreassian, 2003).

Cette végétation joue donc un rôle essentiel dans la protection du sol, sous un couvert végétal naturel dépassant 40% de recouvrement et sur fortes pentes, les pertes de terre peuvent être très réduites (Roose et *al.* 1993 ; Roose et Arabi. 1994 ; Garcia-Ruizet *al.*, 1996). Elle exerce également une protection mécanique en diminuant la force des eaux qui ruissellent et favorise leur infiltration et augmente la capacité de stockage du sous-sol (Aouadi, 1986). Les subéraies de plaine, généralement clairsemées, mais avec un cortège floristique très dense, jouent un rôle beaucoup plus important dans la protection des sols contre l'érosion et le freinage des crues et des sédiments.

• *Maintien de l'humidité*

Son développement foliaire et racinaire favorise une répartition équilibrée de l'eau dans l'atmosphère, sur le sol et dans le sous-sol. Il semble bien que, le fort développement foliaire de cette espèce ait tendance à augmenter l'interception et l'évaporation des pluies et que leur développement racinaire permet de restituer des quantités d'eau appréciable du sol pour l'évapotranspiration. On peut alors raisonnablement penser que ces prélèvements réduisent d'autant les quantités d'eau disponibles pour l'écoulement (Lavabre et Andreassian, 2003), et permettent le maintien d'une ambiance atmosphérique humide à la longueur de l'année même durant le mois d'août (75 %), et au sein du bassin versant et contribue naturellement à la lutte contre la sécheresse.

• *Intérêt hydrologique*

La formation climacique à Oléo-lentisque qui fait partie du cortège floristique du chêne liège, occupant préférentiellement les argiles de Numidie, mais se trouve également sur dépôts récents du lac Tonga, sur les marnes et les grès, joue un rôle important dans le fonctionnement hydrologique du bassin versant, car c'est à l'intérieur de cet écosystème que naît tout le réseau hydrologique (de Bélair, 1990) ; d'innombrables ravins naissent dans ces grès et soit rejoignent directement le lac, soit grossissent les deux grands affluents du lac (oued El Hout et oued El Eurg) par des vallées plus ou moins encaissées, creusées dans les grès. Cette importante couverture végétale et par le développement d'un humus forestier, intervient pour régulariser le débit des torrents sur le bassin versant en hiver, vite redevenus ravins secs dès que cessent les pluies (de Bélair, 1990). En effet, le rôle de la forêt comme modérateur des écoulements et réducteur des pointes de crue a été très largement affirmé, et continue de l'être (Lavabre et Andreassian, 2003). Des études de terrain ont pu mettre en évidence un accroissement des débits de pointe de crues courantes suite à des déforestations brusques tels que les incendies, on a aussi montré que ce sont souvent les aménagements associés à la gestion forestière (construction de pistes forestières, ouverture de TPF, travaux d'exploitation) qui sont responsables des pointes de crue. Le rôle de la forêt de versant dans la protection contre les crues est donc indéniable et essentiel dans des conditions précises, et surtout, pour les crues de fréquence courante (Lavabre et Andreassian, 2003).

Toutefois, et tel qu'il a été abordé au chapitre précédent, les forêts naturelles de chêne liège et de chêne kermès subissent à la fois l'effet synergique de l'âge, des pressions anthropiques et des changements climatiques marqués surtout par l'enrésinement et l'absence de régénération naturelle. Incontestablement, les changements climatiques influencent sous différents angles l'évolution de la forêt, agissent sur ses fonctions et modifient sa production :

En effet, la croissance et la distribution des forêts sont contrôlées par une combinaison de conditions climatiques et pédologiques. À mesure que ces conditions changeront, l'étendue et la limite de l'écosystème changeront également (Stewart et al. 1998). De plus si l'on s'en tient aux prévisions actuelles en matière de changements climatiques, la fréquence des feux et de la prolifération des insectes dans les forêts augmentera. En outre, le risque de perte augmentera, ce qui favoriserait la concurrence des résineux comme le pin maritime et le pin d'Alep qui résistent plus aux fortes températures et à la sécheresse.

2. Les résineux et l'eucalyptus

Tel qu'il a été abordé dans le chapitre précédent, le pin maritime et le pin d'Alep en peuplement naturel (généralement en mélange avec le chêne liège) ou en reboisement, et les reboisements d'eucalyptus, contribuent grandement à l'appauvrissement des sols, donc à son acidification (de Bélair, 1990), et par voie de conséquent à l'acidification de l'eau qui par ruissellement rejoindra le lac. Le réchauffement du climat dans la région Sud de la méditerranée a créé des conditions climatiques favorables permettant au résineux de concurrencer et coloniser au fur et mesure l'aire de répartition du chêne liège. C'est pourquoi depuis plusieurs années déjà le chêne prend de l'altitude à la recherche de conditions écologiques et climatiques plus favorables.

3. Les ripisylves et aulnaies

Les ripisylves et aulnaies, plus que les peuplements de versant jouent un rôle important dans la réduction des écoulements par puisage direct dans les cours d'eau. Leur effet est relativement plus marqué sur les débits d'étiage qui correspondent à la saison de forte transpiration des espèces arborées (Lavabre et Andreassian, 2003). Concernant les crues, son impact est clairement positif, dans la mesure où elle constitue un champ d'expansion des crues qui ralentit le courant de façon importante et assure le stockage de volume contribuant ainsi à un écrêtement des débits de pointe de crue (Durand, 1957) .

Par ailleurs, en ce qui concerne les flux de sédiments et la turbidité de l'eau, la couverture végétale des aulnaies et ripisylves constitue un obstacle au ruissellement de surface dans son cheminement vers le lac Tonga qui est une zone de sédimentation (le courant étant ralenti) lors des crues. Son effet réducteur du transport solide est donc général (de Bélair, 1990).

En dernier lieu, il est important de signaler que les ripisylves et aulnaies contribuent activement à la fixation des polluants agricoles, dans la mesure cependant où ceux-ci transitent en écoulement souterrain. C'est aussi au niveau de ces zones humides que les processus de dénitrification peuvent avoir lieu (Lavabre et Andreassian, 2003).

En conclusion :

Les espaces forestiers interfèrent sur le cycle de l'eau. Des effets positifs sont identifiés, notamment sur le fonctionnement des hydrosystèmes, sur la qualité des eaux, la vie

aquatique, une certaine forme de régulation des écoulements. Ces effets sont bénéfiques sur l'ensemble du territoire et dans ce sens, l'extension des espaces forestiers et notamment en plaine est une solution d'extrême importance. A contrario, des effets négatifs sont à considérer, principalement sur la disponibilité de la ressource en eau. (Lavabre et Andreassian, 2003)

Partant de cette réalité, on ne peut concevoir, une gestion au sein du bassin versant sans tenir compte des interactions entre les différents écosystèmes qui ont une influence mutuelle sur le fonctionnement des uns et des autres. Il apparaît donc que l'adoption d'une approche écosystémique qui tiendrait en compte les diverses interactions entre écosystèmes est une solution durable dans la gestion des ressources naturelles. En effet tous les éléments d'un écosystème aquatique ou terrestre (physiques, chimiques et biologiques) sont interdépendants, « les ressources doivent être gérées comme des systèmes dynamiques et intégrés plutôt que comme des éléments indépendants et distincts » (Burton, 2001).

3.2.2 Les enjeux majeurs et prioritaires du bassin versant et du lac Tonga

Notre recherche a abouti à cerner deux enjeux clés considérés comme des questions d'intérêt prioritaires en ce qui concerne la limitation des impacts (atterrissement, envahissement par la végétation et eutrophisation) sur le lac, engendrés par des facteurs naturels et anthropiques liés à la gestion et à l'usage de la ressource en eau.

La nécessité de mettre en place un outil de gestion intégrée est donc pleinement justifiée par l'ensemble des préoccupations ci-dessus. Cette deuxième partie s'attachera à déterminer la forme globale de la gestion intégrée la plus adaptée aux deux enjeux majeurs du bassin versant du lac Tonga qui, sont :

Enjeu 1: Rétablissement et maintien de l'équilibre écologique et hydrologique du bassin versant et du lac.

Enjeu 2 : Amélioration des pratiques agropastorales dans une perspective de développement durable.

3.2.2.1 Rétablissement et maintien de l'équilibre écologique et hydrologique du bassin versant et du lac du lac.

3.2.2.1.1 Amélioration de la gestion de la ressource en eau.

Un développement durable répondrait aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs (Brundtland, 1987). La planification de l'utilisation de la ressource hydrique tel qu'il a été exposé dans le chapitre précédent, s'élabore au niveau national et elle se limite à indiquer les prélèvements, leurs destinations et usages et les moyens d'acheminement. Elle ne prend pas en compte la part des milieux naturels et leurs fonctions qui sont fondamentales pour continuer à procurer des biens et des services. Elle laisse cependant un espace de manœuvre aux décisions locales qui sont quant à elles entravées par l'absence de consultation publique.

Qu'il s'agisse des niveaux national, régional ou local à l'échelle du bassin versant du Tonga, il n'y a pas de contrôle sur tous les prélèvements d'eau de surface ou souterraine bien que la législation exige que des autorisations préalables soient délivrées avant toute intervention sur les ressources hydriques. Une première menace est enregistrée au niveau de l'exploitation des eaux souterraines qui sont sujettes à une intense exploitation proche de l'épuisement, d'où les programmes de mobilisation des ressources hydriques qui s'orientent actuellement vers les eaux superficielles. Toutefois, l'exploitation ou la mobilisation de l'eau d'une zone humide de la valeur du lac Tonga, traduisent l'incohérence des programmes de développement qui répondent soit à des situations de crise qui n'ont pas été prévues faute de rigueur dans la planification ou encore qui sont davantage l'émanation de politiques conjoncturelles.

Cette politique conjoncturelle et cette planification non rigoureuse sont à l'origine de la mauvaise gestion de la ressource hydrique. En effet, quand elle est mobilisée, l'eau n'arrive pas en totalité à destination. On estime à près de 60% les pertes dues à la vétusté des équipements d'adduction d'eau, à l'inadaptation et au calibrage de ces équipements, au manque d'entretien et à la difficulté de maintenir les réseaux de distribution en bon état. Le prix de l'eau qui est relativement faible quand elle est livrée dans les agglomérations et gratuite quand elle est prélevée dans la nature, ce qui explique aussi le gaspillage considérable. Le désengagement de l'état par la réduction des subventions amplifie cette difficulté de subvenir au soutien des charges de fonctionnement.

Cette situation est également à mettre sur le compte d'une carence de formation adéquate du personnel ayant la charge des équipements, de la gestion, de l'exploitation et de la

distribution de l'eau. Une remise à niveau pratique de courte durée s'impose donc, afin de permettre au personnel en place d'acquérir les connaissances élémentaires et le savoir-faire de base d'une gestion rationnelle d'une ressource. L'utilisation alternée des équipements d'extraction, d'adduction et de distribution est une pratique de gestion courante permettant de réduire ces pertes d'eau (Zouini, 1998) cette irrégularité des distributions urbaines au niveau de la ville d'El Kala, des agglomérations d'Oum Teboul, El Aioun et Ramel Souk, a par ailleurs, entraîné chez les consommateurs, des comportements qui amplifient encore le volume des pertes. En effet, de crainte de manquer d'eau, ceux-ci constituent des réserves à domicile dont ils se débarrassent aussitôt l'eau revenue au robinet. La régularité des distributions pour les zones agglomérées, vers lesquelles sont dirigés les plus gros volumes en AEP et la lutte contre les pertes sur les canalisations est en mesure de fournir des économies très importantes sur les ressources hydriques.

Toutefois, on notera que les ressources hydriques ne manifestent qu'une apparente abondance. Intensément exploitées, mais insuffisamment mobilisées, elles n'arrivent pas à satisfaire les besoins en AEP. Toutes les agglomérations au niveau du bassin versant et les agglomérations limitrophes de la région souffrent d'un déficit en eau potable, même la ville d'El-Kala dont la population avoisine les 40 000 habitants et à laquelle on prédestine pourtant un avenir dans le secteur du tourisme. Le constat est semblable pour les eaux d'irrigation qui n'ont pas donné à l'agriculture l'essor qu'elles sont sensées produire, en raison de l'adoption de mauvais système d'irrigation qui se fait par déversement diurne des parcelles durent généralement du matin au soir, ce qui occasionne une grande perte par évapotranspiration. À la désorganisation qui caractérise la gestion de l'eau dans la région où en plus des besoins de l'AEP et de l'irrigation agricole, il faut ajouter le spectre de la raréfaction de l'eau à l'échelle de la Méditerranée due à la sécheresse et amplifiée par les pressions d'une démographie galopante (Chalabi, 1997), et dans ce contexte il faut impérativement tenir compte dorénavant des besoins des milieux naturels qui ont la fonction d'abriter et de conserver un patrimoine biologique très précieux tel que le lac Tonga.

Dans ce cadre, il est nécessaire d'engager une action urgente pour éliminer ou, du moins, réduire les gaspillages constatés autour des ouvrages (forages et pompes) au niveau du lac, des oueds El Hout et El Eurg et, le long des conduites d'adduction et de distribution pour les agglomérations d'Oum Teboul, el Aioun et Ramel Souk.

Dans une perspective écosystémique, et en tenant compte de la variabilité du régime hydrologique non encore étudié, les mesures à prendre devraient s'inscrire dans le cadre d'une utilisation rationnelle et soutenable de la ressource hydrique :

- réduire les gaspillages constatés autour des ouvrages (forages et pompages) et le long des conduites d'adduction et de distribution ;
- améliorer les techniques d'irrigation ;
- contrôler rigoureusement l'irrigation à partir du lac et des oueds ;
- calibrer et adapter les équipements.
- utiliser alternativement les équipements d'extraction, d'adduction et de distribution
- améliorer la connaissance des épandages des crues
- donner une formation adéquate au personnel ayant la charge des équipements, de la gestion, de l'exploitation et de la distribution de l'eau.
- maîtriser l'urbanisation et les extensions des agglomérations
- adapter l'aménagement hydro-agricole, au bilan hydrique du bassin versant, de façon qu'ils seraient sans incidence sur le fonctionnement naturel du lac et du réseau hydrographique et leur capacité de régulation.
- protéger le système des nappes
- lutter contre les défrichements du bassin versant et des dunes qui constituent les principaux aquifères

Si nous priorisons l'enjeu de conservation puisqu'il s'agit d'une aire protégée, la gestion des ressources hydriques devrait nécessairement tenir compte des modifications qui ont été apportées depuis le 19^{ème} siècle au régime hydrologique du lac Tonga et des impacts des changements climatiques sur l'ensemble du bassin versant. Il est inconcevable de perpétuer des interventions sporadiques sur le lac ou sur les écosystèmes avec lesquels il est en interrelation sans tenir compte des effets des changements climatiques dans le contexte d'un plan de gestion globale et intégrée. Toutefois et tel qu'il a été exposé dans le chapitre précédent, des mesures urgentes sont à envisager en priorité dans le but de limiter les dégradations qui risquent d'être irréversibles, en attendant l'indispensable étude globale qui devrait déterminer la gestion intégrée ultérieure sur le long terme. Ces mesures doivent toutefois s'inscrire dans la même logique d'utilisation rationnelle de la ressource hydrique. Dans cet ordre d'idées les opérations recommandées consistent en :

Restauration de la zone humide (lac Tonga) :

- Faucardage du chenal de la Messida pour faciliter l'évacuation des eaux vers la mer.
- Curage du chenal sur toute sa longueur jusqu'à la plage.
- Curage des canaux secondaires et principaux du lac.
- Réfection des vannes du canal de la Messida afin de contrôler le niveau d'eau.
- Installation d'échelles limnimétriques pour contrôler le niveau de l'eau du lac.
- Élaboration d'un plan de gestion de l'eau (répartition de la ressource dans le temps et l'espace) en tenant compte des besoins de la faune et de la flore et des principaux utilisateurs : agriculture, élevage, pêche, ...etc.
- Réglementation des prélèvements de l'eau qui doivent être effectués dans des conditions d'économie maximale (calendrier de prélèvement, irrigation par micro

aspersion, pompage de préférence nocturne...).

- Limitation de l'expansion de l'habitat au niveau de la piste de Maizila, et de la route de Oued El Hout, Dey Zitoune et Mechtas Tonga.

- Faucardage ponctuel du Sud du Tonga afin d'augmenter la capacité d'accueil pour les oiseaux migrateurs hivernants. Cette opération est également à envisager sous la forme de trois placettes d'eau libre au centre du lac, où la végétation est dense. Cette dernière opération aura l'avantage de ménager aux anatidés plongeurs (erismature à tête blanche, *Fuligule Nyroca*) des conditions d'alimentation et de quiétude supplémentaires. Toutes fois cette opération devrait être menée avec beaucoup de précautions pour n'occasionner aucun déséquilibre écologique pouvant nuire à l'ensemble de la chaîne trophique, ou au risque de faire disparaître des espèces végétales non encore inventoriées, surtout en l'absence d'études fines de ce sujet.

- Mener une campagne de sensibilisation auprès des riverains pour expliquer l'importance du site et la valeur patrimoniale des espèces qu'il abrite. Le recrutement de certains d'entre eux comme gardes du lac, pourrait constituer une solution efficace.

3.2.2.1.2 Amélioration de la gestion forestière pour la protection des sols et de la ressource hydrique.

La façon actuelle dont la CFW aménage ses forêts, est largement critiquée par de nombreux scientifiques écologues et forestiers (de Bélair, 1990 ; Thomas, 1975 ; Benyacoub et al, 1998 ; ...etc.). Les deux plus grands reproches apportés, sont que l'administration forestière accorde très peu d'importance quant à l'implication du public dans le processus décisionnel lors de l'élaboration des plans d'aménagement et manque de vision sur le long terme en matière de prise en compte de l'impact des changements climatiques sur l'évolution et la dynamique forestière. À cet effet, les activités d'aménagement forestier liées à l'adaptation aux changements climatiques devraient déjà faire partie intégrante des pratiques courantes actuelles et futures, car ils ne seront pas sans entraîner des surprises, d'où l'importance de prévoir préalablement de nouveaux défis auxquels les aménagistes forestiers seront confrontés en matière d'aménagement. Cependant, l'état actuel des connaissances sur la dynamique climat - écosystème et les effets à long terme des activités d'aménagement ne permet pas de tenir de tels défis, c'est pourquoi une amélioration avancée en raison de la concurrence des événements liés à ce phénomène devrait être lancée. Nous connaissons pertinemment que les modifications de la distribution des zones forestières engendrées par les changements climatiques se produisent sur une période de siècles, voire de millénaires. (Kirschbaum 1996, in Stewart et al, 1998) or, les prévisions des changements climatiques pour les 100 prochaines années seulement sont d'environ la même ampleur que les changements climatiques survenus au cours des 10 000 dernières années. Cette situation est donc source d'importantes préoccupations en ce qui concerne la capacité d'adaptation des forêts (Stewart et al, 1998).

L'aménagement forestier et notamment la subériculture, au niveau du bassin versant du Tonga devrait tenir compte des changements climatiques, les connaissances actuelles sont insuffisantes et devraient être améliorées pour permettre aux aménagistes forestiers d'adapter leurs techniques, car la façon dont nous aménagerons nos forêts sera un facteur clé en ce qui concerne la réduction des impacts des changements climatiques sur les forêts, ainsi que les mesures d'adaptation que nous prendrons pour répondre aux changements continus. (Stewart et *al.* 1998.). La majorité des problèmes prévus liés aux feux, au vieillissement et à l'absence de régénération, à l'enrésinement, aux pathologies et à l'échec du reboisement sont des problèmes permanents de l'aménagement forestier, cependant ils devront être réglés en tenant compte parallèlement, des interférences de l'écosystème forestier avec le cycle de l'eau sur le bassin versant et des besoins en eau des autres systèmes naturels et agricoles.

1. Maintien de la biodiversité

• Mesures de conservation des habitats forestiers

- Application stricte de la loi en vigueur portant régime général des forêts et notamment en ce qui concerne le ramassage des glands pour nourrir le bétail, qui compromet les capacités de régénération naturelle de la forêt. Il en est de même pour le prélèvement du feuillage des arbres pour les mêmes raisons.

D'une manière générale, le pacage doit y être sévèrement réglementé surtout pour les caprins. À ce propos, des zones alternatives de parcours devront être proposées au niveau des zones herbacées, des zones périphériques du lac et des TPF

- Renforcement du dispositif de lutte anti-incendies au niveau des forêts de Khanguet Aoun, Oum Teboul, oued El Hout et Ramel Souk, indispensable pour une meilleure prise en charge du risque de feux. Dans le même contexte, la rénovation et l'entretien des pistes et des tranchées par feu permettent d'assurer un accès et un contrôle plus rapides en cas d'incendie

- Limitation de l'extension des espèces exotiques et leur confinement dans les limites d'origine. Les sites concernés sont la forêt de Haddada, (implantation du pin maritime), et Oued El Hout (reboisement d'eucalyptus).

- Substitution des reboisements d'eucalyptus et de pin maritime après exploitation par les peuplements naturels autochtones.

- Mise en place d'un dispositif de mise en défens des jeunes reboisements et de toute l'aulnaie du Tonga et sur des longueurs variables des ripisylves de l'oued Melloul, oued El Eurg, et oued El Hout et proposer des reboisements à base de laurier noble en dehors des zones à protéger, en vue de son exploitation pour diminuer la pression sur les ripisylves naturelles.

- Mise en place d'un dispositif urgent de DRS adapté, pour freiner l'érosion par ravinement, ou en masse déjà enclenchée.

- Ensemencement des TPF en espèces fourragères qui aura un double rôle: protéger le sol contre l'érosion, et diminuer la charge du pâturage sur les boisées.

- Afin de limiter les risques de morcellement de ces vastes unités forestières, l'urbanisation sous quelque forme que ce soit, à l'intérieur de ces massifs, doit être rigoureusement proscrite, notamment dans les zones de protection intégrale et ses zones tampons.

- restauration des carrières abandonnées.

2. *Restauration des habitats forestiers*

- Reconstitution des ripisylves et aulnaie et protection des berges qui devront être reboisées par des bandes de protection dont la largeur serait étudiée selon les exigences écologiques et agronomiques. Cette barrière permettrait de retenir les éléments charriés par le ruissellement (érosion du bassin versant) et de fixer les limites du lac, empêchant ainsi l'extension des terres agricoles.

- La restauration consiste d'une part, à reconstituer avec le chêne-liège les aires dégradées par incendies, pâturage ou défrichement, et d'autre part, de contenir l'envahissement des formations naturelles par l'élimination des semenciers du pin maritime et pin d'Alep et des essences introduites comme l'eucalyptus. La reconstitution du secteur Sud et Sud-Est au niveau du bassin versant du Tonga avec des essences locales (subéraie et son cortège floristique) devrait être imminente pour freiner l'érosion et limiter l'atterrissement du lac.

- Une mise en défens de toute l'aulnaie du Tonga et sur des longueurs variables des ripisylves de l'oued Melloul, oued El Eurg, et oued El hout et proposer des reboisements à base de laurier noble en dehors des zones à protéger, en vue de son exploitation pour diminuer la pression sur les ripisylves naturelles.

- La reconstitution du secteur Sud et Sud-Est au niveau du bassin versant du Tonga avec des essences locales (subéraie et son cortège floristique) pour empêcher l'érosion et limiter les causes d'atterrissement du lac.

- Restauration du cordon dunaire au nord du lac Tonga, ensemble quasi homogène, stabilisé par une végétation spécifique et bien adaptée (cocciféraie), était jusqu'à une date récente bien conservée. Les principales altérations qu'il a subies sont l'exploitation de sablière, défrichement, incendies, la construction de route, et l'installation de forages. Sa restauration à partir de la reconstitution de la cocciféraie devrait freiner l'érosion éolienne et empêcher l'obstruction du chenal au niveau de la zone de contact avec la mer. Cependant, cette reconstitution devrait être accompagnée de mesure stricte de défense et d'entretien en raison de l'instabilité de la dune qui reçoit des apports sédimentaires marins permanents.

3.2.2.2 Amélioration des activités agro-sylvo-pastorales dans une perspective de développement durable.

Les richesses écologiques, au sens large, d'un territoire (organismes, eau, bois, minéraux...), constituent forcément des ressources que l'homme, à un moment donné, est appelé à exploiter. Cette situation, lorsqu'elle se produit, engendre obligatoirement une relation conflictuelle entre « l'économie de la nature » et celle de l'homme (MAB, 1990). Dans ce contexte, le principe de développement durable implique le respect du taux de renouvellement des ressources naturelles. Cependant, la nature n'a pas de logique productive et les équilibres naturels sont fondés essentiellement sur des principes de re-production et de diversification (Mab, 1990). L'homme doit donc s'inscrire dans une logique de diversification des ressources qu'il exploite lui permettant ainsi de conserver un capital économique renouvelable.

Les zones humides du PNEK et notamment le lac Tonga, recèlent incontestablement des ressources naturelles susceptibles de générer un nombre non négligeable d'activités économiques : exploitation forestière, pêche, tourisme, chasse, cueillette, ... etc. Il est important dans ce contexte de définir le type de ressources exploitables ainsi que leur modalité d'exploitation. Ces actions rigoureusement organisées sont susceptibles de générer des emplois et des ressources supplémentaires des populations locales. Elles auront pour avantage d'atténuer le caractère contraignant d'une série de réglementations surtout perçues beaucoup plus comme coercitives.

3.2.2.2.1 Développement des activités agropastorales au niveau du bassin versant du Tonga

Les tableaux 1.13 et 1.12 montrent que les cultures qui sont pratiquées avec l'élevage se distinguent avec la céréaliculture pratiquée sur les piedmonts au niveau du versant ouest pour la commune d'El Aioun et sud pour la commune de Ramel Souk, et les cultures maraîchères dans les plaines d'Oum Teboul et oued El Hout qui occupent respectivement les sols dunaires et alluvionnaires (carte d'occupation des terres).

Cependant, les cultures spéculatives de l'arachide et de la pastèque très consommatrices d'eau, gagnent en extension au détriment des autres types de cultures et de la végétation naturelle au niveau des maquis clairs et des vides au sein même de la subéraie. Parallèlement, la jachère se déploie aussi et prend de l'importance d'une année à une autre (voir tab 1.11). Cette situation semble œuvrer en faveur du développement d'un pâturage anarchique qui fait d'ores et déjà ravage au sein de la subéraie.

Vraisemblablement, pour les propriétaires des terres privées loties, la décuplation des prix depuis la libéralisation de l'économie en 1986, les a rendu incapables de se doter des intrants pour l'amélioration par exemple des systèmes d'irrigation, de mécanisation ou de pratiques des cultures protégées, ce qui les a poussé à convertir leurs terres en jachères ou à substituer les cultures maraîchères et la céréaliculture par les cultures spéculatives de l'arachide, la pastèque et le tabac qui sont pécutiairement plus rentables. Pour une autre catégorie d'agriculteurs sans terres, l'accroissement de la famille les pousse à étendre illicitement leurs parcelles par défrichage du maquis ou même de la subéraie.

D'autre part, la question du foncier des terres pose un problème crucial depuis la réforme de la révolution agraire en 1970. Le cadastre agricole n'étant pas achevé à cause du problème des terres privées familiales appartenant aux « Arouche » où de grands litiges de successions et d'héritages entre ces familles existent depuis toujours. Cette situation loin d'être assainie pose des problèmes de gestion, mais aussi de développement puisqu'il est impossible pour qui que ce soit de consentir à un investissement de long terme tel que la mise en place de projets d'arboriculture sur des terrains dont le statut juridique n'est pas clair. Il faut noter également que le problème de morcellement des parcelles limitées au maximum à 02 ha pour chaque agriculteur a posé le problème de l'impossibilité du contrôle de ces terres contre la pollution ou l'érosion.

Globalement cette situation paradoxale semble œuvrer en défaveur du lac Tonga, plusieurs auteurs (de Bélair, 1990 ; Benyacoub et al 1998 ; Abdiouene 1998 ; BNEDER, 1989) l'attribuent au fait que le système de production mixte cultures/élevage a atteint ses limites économiques et sociales et affirment qu'avec le pâturage, elle est à l'origine du processus d'atterrissement du lac, car ces cultures occupent le sol pendant la saison sèche seulement, et les sols restent nus en saison pluvieuse.

3.2.2.2 Propositions de mesures de développement des systèmes de production et de préservation des ressources.

Les systèmes de productions agricoles qui intègrent les ressources en eau, les cultures et l'élevage qui conditionnent l'économie locale, doivent être développés dans le cadre d'une utilisation rationnelle des ressources pour un développement durable. Selon des responsables à la DSA, ces systèmes sont parvenus à un seuil critique dû à la forte poussée démographique et aux bouleversements que connaît le monde agricole. De ce fait, il devient nécessaire d'accroître leurs performances par l'augmentation de la productivité et la valorisation des sous produits agricoles et forestiers.

Des mesures globales et spécifiques qui viseraient à la fois l'augmentation de la performance des systèmes de production et la protection des ressources naturelles notamment la ressource en eau sont préconisées :

- mesures de conservation des ressources naturelles par l'adoption d'une réglementation plus rigoureuse de l'exploitation de l'eau dans le lac, les oueds, et dans les nappes souterraines à travers l'application des normes et de techniques adaptées d'irrigation qui répondent aux nouvelles exigences des changements climatiques. Tel qu'il a été exposé dans le chapitre précédent, le mode d'irrigation pratiqué par les agriculteurs au niveau du bassin versant du Tonga est inadapté, car les quantités d'eau puisées sont disproportionnées par rapport au volume disponible. Des pertes d'eaux colossales (gaspillage excessif par le système de drain, évaporation, ...etc.) sont enregistrées dans l'irrigation des parcelles d'arachide et de pastèque notamment au niveau du cordon dunaire de Melloul. À cet effet, le mode d'irrigation devrait adopter des techniques plus économiques selon le type de sol et de culture. Toutes les études consultées sur ce sujet recommandent la technique d'irrigation par le goutte à goutte qui est plus adapté à la nature du climat et du sol au niveau du bassin versant.

En effet, la caractéristique majeure du goutte à goutte est de n'arroser qu'une fraction du sol. Il utilise de faibles débits avec de faibles pressions. Il met en oeuvre des équipements

fixes et légers, ne mouille pas le feuillage et convient bien à l'irrigation des sols légers. On le rencontre sur tous les systèmes de cultures à l'exception des grandes cultures. Un goutteur peut avoir un débit compris entre 2 et 8 l/h (Trout, 1990 ; Mailhol et al. 1999).

- Mesures de valorisation et de promotion des activités traditionnelles artisanales (vannerie, poterie, transformation de la Bruyère, valorisation de la collecte et de la culture des plantes médicinales et la production d'huiles essentielles, production des huiles aromatiques). Des programmes connexes devront s'articuler autour de l'information et la sensibilisation des populations locales.

- Mesures de développement et la promotion de l'apiculture. En présence 30 espèces de plantes mellifères au niveau du bassin versant l'apiculture est une activité très prometteuse, car pécuniairement elle est très rentable³ pour l'agriculteur et également bénéfique pour l'écosystème, car elle favorise une pollinisation naturelle active.

- Mesures pour améliorer des parcours et freiner les impacts négatifs du pâturage sur les écosystèmes naturels. Les limites foncières, la présence de plantations de cultures généralement vivrières au niveau de la zone périphérique du lac et dans des milieux ouverts au niveau de la forêt, sont généralement à l'origine des nombreux conflits opposant les éleveurs aux propriétaires terriens, agriculteurs et les services forestiers.

Les éleveurs tel qu'on l'a abordé au chapitre précédent, sont souvent accusés par les autres de violer leurs espaces et de détruire leurs champs. Une solution à ces conflits devrait nécessairement faire l'objet d'une étude d'un schéma directeur du parcours qui produirait des cartes des zones de localisation de pâturages permanents et des parcours pastoraux devant permettre d'identifier avec plus de précision la densité de ce réseau d'accès, ses points névralgiques et de mesurer son impact sur la dégradation des sols et de la végétation.

Toutefois, ces mesures devraient inclure le suivi de l'évolution quantitative du cheptel et veiller notamment à ce que la charge pastorale exercée ne dépasse pas les seuils limites. Le remplacement progressif du cheptel ovin par un cheptel bovin de race locale pourrait être envisagé comme une première solution pour la diminution de la charge sur la forêt.

- En matière de développement sylvicole, les reboisements d'eucalyptus et de pin maritime devraient être rentabilisés. À ce titre, il serait tout indiqué de favoriser la création de

3 : 1 litre de miel naturel est vendu à 1500 DA en moyenne ce qui équivaut à 10% du SMIG.

petites scieries qui permettraient d'en assurer l'exploitation locale sous la forme de production de bois brut ou transformé. Le Chêne liège et son sous-bois doivent être réhabilités. Les activités traditionnelles qui dépendent de cette essence, du reste parfaitement adaptée à la région, devraient être prises en charge pour en améliorer les techniques et encouragées.

Pour conclure, nous ne terminons pas cette partie sans parler des programmes de développement financés par l'état. Plusieurs auteurs et gestionnaires attribuent la faiblesse des agriculteurs sur le plan technique et foncier, au désengagement de l'état. Notre analyse confirme des résultats tout à fait contradictoires à leur affirmation. En effet, notre recherche a mis en évidence que l'état a établi des programmes d'envergures et des financements colossaux pour appuyer les agriculteurs et les éleveurs dans le cadre de plusieurs plans et fonds (FNRDA, PNDRA, FNDA, FMVTC, ...etc.). Toutefois, l'embûche majeure à l'application et à la rentabilité de ces plans revient dès le début au montage de ces plans et programmes qui étaient mal conçus en raison de l'occultation de la population riveraine, de leurs orientations agricoles et de leurs savoir faire traditionnels. Sans conteste un paysan proche de sa terre, sait exactement comment elle évolue, réagit au climat et évitera de la détériorer par des interventions brutales. On revient à ce que (Lamotte, 1985) appelle une gestion de bon père de famille, même si prévaut le caractère empirique d'une telle gestion, mais l'empirisme n'est-il pas souvent l'accumulation de centaines d'années d'expérience et de sagesse (de Bélair, 1990). L'insuffisance également de la vulgarisation agricole a pleinement oeuvré en défaveur de l'acquisition de nouvelles techniques agricoles, pastorales et d'irrigation par les agriculteurs et éleveurs.

Par conséquent l'enjeu agrosylvopastoral, fait découler des problèmes de gestion de fond liée à la transformation de la culture agricole des agriculteurs et éleveurs, à la transformation des attitudes des gestionnaires et planificateurs vis-à-vis des populations visée par programmes de développement ou des concernées par des projets d'aménagement ; qui requièrent des solutions plus globales et non des problèmes de forme qui consistent à trouver des solutions partielles pour des problèmes ponctuels tels que le parcours, le défrichement ou les cultures spéculatives.

3.2.3 Renforcement des capacités et mesures complémentaires

3.2.3.1 Renforcement des capacités

Le renforcement des capacités juridiques, réglementaires, institutionnelles et organisationnelles des différents secteurs favoriserait l'harmonisation de leurs interventions lors de la mise en œuvre de la gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant du lac Tonga. En effet, le développement de la capacité désigne les approches, stratégies et méthodes employées par un pays en développement ou des protagonistes de l'extérieur pour améliorer la performance au niveau de l'individu, de l'organisation, du réseau ou du secteur ou encore à celui d'un système plus large. C'est également un processus par lequel les individus, les organisations, les institutions et les communautés tentent de développer leurs aptitudes (individuellement et collectivement) à exercer des fonctions, à résoudre des problèmes de manière à pouvoir atteindre les objectifs souhaités et souhaitables pour le développement durable des collectivités (Bolger, 2000).

3.2.3.1.1 Application de la réglementation relative à la protection de la ressource en eau

1. Au niveau de l'assemblée populaire de wilaya :

Aucune mesure significative n'a été prise dans le cadre de ses prérogatives (notamment les articles 56 et 69) pour favoriser les actions en direction de la préservation de la ressource en eau et la protection de l'environnement au sens large. En général, l'initiative ne vient pas de cet organe.

2. Au niveau municipal :

Au niveau municipal, le problème de non application de la réglementation est davantage plus important, car cette collectivité de base bénéficie de larges prérogatives en matière de protection des richesses naturelles cependant sur le terrain, on enregistre le déversement dans des milieux naturels protégés des eaux usées non traitées, la défectuosité du réseau d'AEP, la défectuosité du réseau d'assainissement et des stations d'épuration des eaux, la multiplication des décharges sauvages, et l'urbanisation anarchique, ...etc.

3. Au niveau de l'application des lois de la République par les secteurs:

À la lecture des textes, une confusion générale des missions des différents secteurs, liée à un chevauchement et à la double attribution des prérogatives a été constatée et est à l'origine d'un problème organisationnel des structures chargées de la préservation, de l'ex-

ploitation ou de la gestion des ressources en eaux.

En effet, en dépit de l'existence d'un nombre important de textes réglementaires en vigueur (lois, codes, ordonnances, et décrets d'application) et d'organes de contrôle, cette réglementation n'est pas appliquée sur le terrain. Assez souvent, les opérateurs ignorent son existence, d'où un problème de chevauchement des prérogatives entre les divers secteurs opérant dans le domaine de la gestion, de la protection ou de l'exploitation de la ressource en eau globalement, et du lac Tonga plus spécifiquement. Dans le secteur de la gestion et la protection de la ressource, nous attribuons la question de chevauchement de prérogatives au fait que cette gestion est contingentée par la force du droit à certains secteurs tel que la DHW, qu'au PNEK qui par la force du droit reste également le responsable exclusif de la conservation et la protection de la biodiversité et des habitats.

Par ailleurs, dans certains cas, même si cette réglementation est connue, elle n'est pas respectée lors de l'élaboration des programmes d'aménagement et de gestion des milieux naturels et d'exploitation des ressources. En effet, des secteurs tels que la DSA et la CFW agissent sur le terrain le plus souvent, en réplique à des situations conjoncturelles de développement socio-économique mal planifié, définies et dictées au niveau central par des politiques qui tentent de répondre aux exigences des programmes d'ajustement structurel et aux institutions financières internationales sans toutefois tenir compte des exigences de l'équilibre écologique naturel des milieux. En effet, la plupart des mesures spécifiques de politique développement-environnement ne sont pas élaborées et mises en œuvre dans des cadres parallèles aux PAS. Ceci explique que leurs impacts sur l'environnement ne soient pas mitigés. Il est donc évident, que la dichotomie économie-environnement se traduit par des défaillances institutionnelles, génératrices d'externalités environnementales (Njomgang, 2003).

Notre analyse de la situation nous a également conduit à constater que, l'urgence des besoins économiques des populations a également souvent conduit à la négligence de la réglementation en matière d'environnement par les structures même de l'État.

Effectivement, si le statut d'aire protégée du PNEK se justifie pleinement par les richesses écologiques qu'il recèle, il n'en demeure pas moins, compte tenu du contexte socio-économique local, que celui-ci génère un certain nombre de situations conflictuelles. La considération des besoins légitimes et urgents de développement économique et social des populations, à la mesure de l'effort engagé depuis plus de 30 ans par le pays, relègue souvent au second plan la proximité immédiate de la richesse en zones humides à la base d'une importante diversité biologique qui n'a été considérée jusque là, soit comme nocive, soit comme une

provende à exploiter sans limites.

À titre indicatif nous citons quelques exemples :

1. Non application de la loi portant code des eaux.

Les plus importants articles, à savoir l'article 1 et 99 ne sont pas pris en considération, ni par les collectivités locales, ni par les pouvoirs publics chargés des eaux.

2. Non application de la loi sur l'aménagement du territoire.

L'article 24 n'est pas respecté, car plusieurs sablières et carrières, tracés de route, urbanisation, etc. sont programmés sans tenir compte de l'impact de ce type de projet sur l'environnement.

3. Non application de la loi portant régime général des forêts.

Ce qui se passe sur le terrain laisse croire qu'il n'y aucune loi forestière. Celle qui existe est considérée presque comme lettre morte. L'article 26 n'est pas respecté dans sa totalité.

4. Non application de la loi sur l'environnement.

Plusieurs articles de cette loi ne sont pas respectés : articles 37, article 41 alinéa 1, article 48 alinéa 4 ; article 90, etc.

5. Non application de la loi sur l'aménagement du territoire et du développement durable

6. Non application du décret fixant le statut type des parcs nationaux et notamment les articles 3 et 4.

Ainsi, le vide juridique et la non application de la réglementation, combinés dans plusieurs cas, ont généré des situations d'altérations sévères du lac, mais également des dégradations alarmantes au sein de son bassin versant. Un renforcement des capacités à plusieurs niveaux s'avère donc indispensable. Il est à la base de tout changement, les retombées du développement des capacités sont des impacts de fond: modifications à l'échelle de l'ensemble de la société, de l'économie, etc. (Qualman et Morgan, 1996). L'application de la gestion intégrée est un processus encore nouveau en Algérie malgré que le sujet a commencé déjà à être débattu depuis les années quatre-vingt. Ceci exige un travail de longue haleine, de coordination d'évaluation et de feed-back de tout ce qui pourrait être entrepris du point de vue des politiques de développement-environnement, gestion de la ressource en eau, participation de la population, ...etc.

Globalement le renforcement des capacités devrait se traduire par : le découpage du territoire en grands ensembles de bassins versants, l'élaboration d'un cadre de gestion, l'élaboration d'un cadre financier, l'ajustement des structures administratives et de la législation, l'adaptation des politiques et des programmes gouvernementaux au contexte de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, et la formation du personnel affecté au soutien des organismes de bassin versant. (Environnement Québec, 2004).

Concrètement, le vide juridique doit être comblé par des propositions de politiques, de lois, de règlements et de mécanismes, qui permettraient d'intégrer les opinions et les intérêts variés des différents acteurs et secteurs impliqués dans l'usage ou dans le processus décisionnel, la clarification des responsabilités et prérogatives des différents acteurs, la création des mécanismes de coordination et le développement d'outils de gestion et d'information adéquats et qui viseraient à :

- Activer la promulgation de décrets d'application pour clarifier et déterminer les dispositions réglementaires des articles de lois relatives à la ressource en eau, à la conservation des zones humides, au développement durable, qui restent d'une portée générale.
- Proposer l'amendement des lois qui sont dépassées, notamment celles qui portent au régime général des forêts.
- Revoir certains décrets pour les reformuler avec plus de réalisme et de précision.
- Inciter les pouvoirs publics à élaborer les textes de lois manquant (code rural, loi sur la gestion intégrée des ressources et les conditions d'application,...)
- Le Parc National possède des prérogatives très limitées. Le statut type des Parcs Nationaux doit être revu pour lui conférer le statut de puissance publique.

3.2.3.1.2 Renforcement du Cadre institutionnel et organisationnel

La mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant nécessite une adaptation de tous les acteurs de l'eau, individus, groupes, citoyens, gouvernement, qui doivent apporter certains changements ou réformes à leurs façons d'intervenir sur le territoire.

L'analyse de la situation dans le chapitre II, nous a permis de déceler, certaines lacunes d'importance variée dans la gestion actuelle du Lac Tonga qui est en principe triplement classé pour son importance faunistique, floristique et fonctionnelle. La gestion sectorielle actuelle de l'eau relevant officiellement et officieusement des quatre secteurs de conserva-

tion, protection et développement entre autre le PNEK, DHW, DSA et CFW, a généré comme nous l'avons exposé plus haut, un problème de chevauchement des prérogatives entre ces secteurs et de ce fait était à l'origine de la détérioration de l'état du lac.

Par exemple selon les forestiers de la circonscription d'El Kala, la dégradation du système forestier est due à l'inefficacité des actions engagées en l'absence d'une participation de la population riveraine mais également en raison de l'insuffisance des ressources financières et moyens humains et matériels pour contrecarrer cette dégradation. Par ailleurs, ils avancent que les moyens mis à la disposition du Parc dépassent largement ceux qui leur sont alloués, et signalent que le PNEK est plus privilégié sur le plan matériel, ce qui constitue l'une des causes du conflit entre les deux institutions.

Vraisemblablement, les rapports de forces entre les différents usagers des forêts du PNEK sont compliqués. Entre les collectivités et les riverains d'une part et entre les acteurs impliqués dans la gestion de ce patrimoine d'autre part. En effet, nous avons pu déduire des rapports de forces sensibles entre les forestiers et le PNEK notamment. Ces derniers se trouvent souvent en contentieux contrairement à l'administration agricole qui montre de temps à autre, une certaine souplesse et compatibilité avec les deux institutions antagonistes.

En effet on peut qualifier cette situation de paradoxale entre les trois acteurs locaux, le PNEK, la CFW et la DSA, car ces trois secteurs sont sous la tutelle d'un même ministère celui de l'agriculture et du développement rural et qu'en principe une meilleure coordination devrait exister naturellement entre eux.

Le renforcement des capacités, à ce niveau, concerne entre autre tous les organismes qu'ils soient gouvernementaux agissant directement sur le territoire du bassin versant, les gestionnaires du secteur de l'hydraulique, les gestionnaires de la forêt, l'administration du Parc National d'El Kala, la direction des pêches, la direction des mines, la direction des services agricoles ou non gouvernementaux qui activent dans le domaine de l'environnement.

3.2.3.1.2.1 Le comité de bassin

En 1996, il a été créé un comité de bassin hydrographique constantinois-seybose-Mellegue, qui inclut théoriquement le bassin versant du Tonga et qui a pour mission de débattre et de formuler un avis sur toutes les questions liées à l'eau à l'intérieur du bassin hydrographique, et notamment :

- L'opportunité des travaux hydrauliques envisagés dans le bassin.
- Les différends de toutes natures liés à l'eau.
- La répartition de la ressource en eau.
- Les actions à envisager pour la protection de la ressource.

Le Comité de Bassin, qui comprend vingt quatre membres, est composé à part égales de représentants :

- De l'administration.
- Des collectivités locales.
- Des différents usagers.

Mais comme nous l'avons relaté plus loin, ces structures issues de la nouvelle politique de l'eau en Algérie, ne jouent pas encore pleinement leurs rôles aussi bien au niveau du bassin versant du lac Tonga ou ailleurs, en raison de leur récente et fraîche implication, mais également parce qu'une attention particulière est accordée au plans d'eau artificiels tel que les barrages, plutôt que les zones humides naturelles. Nous n'avons pas pu comprendre cet état de raisonnement qui attribue plus d'importance au milieu humide artificiel qu'au naturel, mais c'est certainement que cette mentalité est motivée par le fait qu'un investissement financier est mis en jeu pour la construction de tel ouvrage, alors qu'on ignore complètement des zones humides naturelles dont le coût de maintenance revient beaucoup moins cher. À cet effet nous ne pouvons aller plus loin dans notre raisonnement car nous n'avons pas pu avoir les données qui auraient pu enrichir notre recherche.

3.2.3.1.2.2 Amélioration du processus de participation publique

En Algérie, il est connu qu'un problème de déficience de gouvernance a toujours compromis la participation active de la population dans les projets de développement (Banque mondiale, 1996). En effet les évaluations de ces projets de développement, effectuées par des organisations internationales ou nationales non gouvernementales ont constamment fait mention d'une faible participation de la population et que ces projets de développement local obéissent habituellement à une centralisation des décisions et à une sectorisation des actions de développement. Étant donné l'absence de vision intégrée de développement à l'échelon

local, il a été souvent difficile de faire émerger un processus dynamique pouvant faire accorder les intérêts, et même impossible de résoudre les conflits ou contradictions entre les différents acteurs au niveau local.

À l'échelle de la population (échelle des individus), l'élaboration de programmes d'éducation et de sensibilisation de la population qui occupent le bassin versant et la périphérie du lac, devrait cibler l'adhésion et l'adaptation de la population au nouveau contexte de gestion qui lui donne le plein droit à participer à la prise de décision, à la consultation, à la défense de ses intérêts, mais aussi qui l'engage pleinement vis-à-vis de ses responsabilités et son rôle au sein de l'organisation naissante (comité du bassin versant). À cet effet le renforcement des capacités des associations locales, l'incitation et la sensibilisation de la population à s'organiser, devraient contribuer à soutenir les efforts de réduction des conflits, et améliorer le processus décisionnel en matière de gestion intégrée des ressources et notamment la ressource en eau qui est le pôle principal de conflits au sein du bassin versant du Tonga.

Cet état de fait nous amène à donner une considération particulière à la population riveraine du bassin versant général et celle des villages enquêtés en particulier et les classer comme acteur principal si nous étions en mesure d'organiser des négociations avec les gestionnaires. En effet les secteurs responsables de la gestion ou de l'utilisation de la ressource et spécifiquement le PNEK, sont appelés à considérer les communautés locales comme partenaires dans la gestion de l'eau. Cette participation devrait être encouragée à deux niveaux (UICN, PNUE, WWF, 1991) :

- par le truchement de groupements ou associations d'utilisateurs en ce qui concerne la gestion directe des ressources en eau et des activités liées ;
- par le biais de services publics locaux et autres intermédiaires, en ce qui concerne la contribution à l'élaboration et à l'évaluation politiques, programmes et plans et à leur mise en œuvre.

Désormais, le devenir des écosystèmes du bassin versant dépend de la politique à envisager par les gestionnaires et du comportement des riverains à l'égard des mesures établies. Dans ce cas, il faudrait incontestablement faire appel à une gestion participative où les riverains seront plutôt responsabilisés que marginalisés et pénalisés, car une gestion et planification judicieuse, faisant une large place aux connaissances et aux savoirs traditionnels des communautés riveraines, sur l'eau et les sols de leur région, peut aider à créer de nouvelles conditions favorisant la mise en place des systèmes modifiés de gestion communautaire.

3.2.3.1.2.3 Amélioration de la formation, l'éducation et la sensibilisation

Une des missions fondamentales du PNEK est l'éducation, l'information et la sensibilisation du citoyen, du grand public, des riverains et des utilisateurs des ressources naturelles, des responsables de la planification et de l'aménagement local et national, des responsables locaux, des élus et des ONG. La compréhension des processus écologiques et le fonctionnement des milieux naturels sont essentiels pour réaliser les objectifs de conservation. Elle vise l'action participative et l'adhésion des acteurs et opérateurs qui décident et agissent, et, d'une manière plus générale, celles de la population qui doit nécessairement adopter pour l'avenir des comportements différents dans ses rapports avec la nature.

Toutefois l'ensemble de l'encadrement technico-administratif du PNEK, de la DHW, DSA et CFW n'ont pas suivi un cursus de formation adapté à la conservation, à la gestion intégrée des ressources, aux impacts liées aux changements climatiques ou à l'aménagement et la gestion au sein d'une aire protégée. Dans ce sens, il est difficile pour cet encadrement de concevoir une idée autre que la productivité, le développement économique ou la rentabilité sectorielle.

Pour combler cette lacune, ces administrations doivent faire appel à une formation continue pour assurer la promotion de leur personnel avec des stages de recyclage et de perfectionnement. La formation ponctuelle est destinée aux décideurs élus et aux techniciens des autres secteurs d'activités et structures administratives.

3.2.3.1.2.3.1 Formation des cadres techniques des autres structures administratives

Pour mener à bien un programme d'aménagement intégré et éviter les situations conflictuelles qui sont issues d'une gestion sectorielle traditionnelle ; un complément de formation pour les cadres des secteurs intervenant au sein du bassin versant du lac Tonga est nécessaire. Cette formation aura pour objectif l'initiation à la gestion intégrée rationnelle des ressources naturelles et la protection des zones humides.

3.2.3.1.2.3.2 Formation des élus locaux

Les élus locaux en tant que représentants des populations locales doivent bénéficier d'un programme de formation en adéquation avec les objectifs de préservation des zones humides de la ressource en eau et la gestion intégrée au sein d'une aire protégée. Cette formation leur permettra de comprendre le rôle et l'intérêt économique, social et écologique des zones humides, d'une aire protégée et de pouvoir planifier et discuter ensemble de toutes les

opportunités de développement local en respectant les équilibres écologiques conditionnés par la disponibilité de l'élément aquatique.

3.2.3.1.2.3.3 La formation académique

Il serait souhaitable d'encourager les autorités académiques (cycle primaire, secondaire) à prendre en charge dans leurs cursus de formation les aspects relatifs à la protection de la nature globalement et les zones humides particulièrement.

Au niveau universitaire, envisager l'ouverture de filière dans le domaine de l'aménagement et la gestion intégrée des ressources, la conservation. À ce titre l'Institut Agronomique et Vétérinaire d'El Tarf a initié un programme de formation universitaire (BAC+5) pour former des ingénieurs d'état en Agronomie (filière Gestion des Aires Protégées). Cette nouvelle filière a été officiellement créée par arrêté en septembre 1997. D'autres profils de formations d'hydrogéologie, d'hydrologie et d'aménagement intégrée des bassins versants viennent d'être renforcé au niveau universitaire.

3.2.3.2 Mesures complémentaires : *Mise en place d'un système de contrôle, de suivi, et d'évaluation*

3.2.3.2.1 Adoption d'un nouveau zonage au niveau du bassin versant du Tonga

En 23 ans, le Parc a connu des modifications et des altérations qui ont transformé la physionomie de ses milieux naturels. L'intensification de l'exploitation des ressources hydriques, les incendies de forêts, l'extension des défrichements et du pâturage, l'ouverture de carrières pour l'extraction des matériaux, l'expansion des zones urbaines et le mitage des paysages dans les zones rurales ; les aménagements et les interventions sans études d'impact préalables ont modifié radicalement certains habitats tel que le lac Tonga. Donc les interventions de la population qui a augmenté d'une part et des secteurs de développement se sont poursuivies comme s'il ne s'agissait pas d'un territoire classé en parc national.

Toutefois, durant cette période, il a été possible d'améliorer la connaissance sur les zones humides et les autres milieux naturels et leurs fonctionnements car les études et les enquêtes ont été plus nombreuses, mais c'est sans aucun doute l'intérêt porté par les chercheurs et les universitaires, à la région et ses richesses naturelles qui pourrait constituer l'élément le plus fructueux pour ce Plan d'aménagement intégrée de cet aire protégée.

La situation socio-économique et écologique du PNEK et de ses zones humides a évolué depuis sa création en 1983, il est donc fort indiqué de pouvoir disposer d'un nouveau zonage qui tiendra compte des nouvelles données du milieu physique et social. La proposition d'un nouveau zonage devrait être défini dans le cadre d'une gestion intégrée des ressources. Le zonage que nous préconisons dans cette recherche, l'est à titre indicatif et sous réserve de faire l'objet d'une étude plus poussée et approfondie et par une vérification sur le terrain.

Dans les chapitres précédents nous avons donné une description du zonage actuel qui régit au niveau du bassin versant, toutefois nous sommes très critiques vis-à-vis de ce zonage. Le lac Tonga (le plan d'eau), la dune au Nord du lac et le Sud du cap Segleb sont classés dans la zone 1 (réserve de protection intégrale) et bénéficient du statut de zone 4 (zone tampon), qui protège les rives du lac et une partie des collines du bassin versant.

La dune de Melloul au Nord-Est du lac bénéficie d'un statut de zone 2 (primitive ou sauvage), par ailleurs les secteurs Sud, Est et Ouest sont classés zone 3 (à faible croissance et zones de tourisme).

Les zones 1 et 4, judicieusement choisies sont, nous l'avons noté, déjà très perturbées. La zone 4 pourrait jouer le rôle de tampon, à condition que les agriculteurs et éleveurs, qui en occupent la majeure partie par leurs terres cultivées ou leurs troupeaux aient conscience que la destruction de leur environnement voue leurs terres à la stérilisation (utilisation massive d'engrais et pesticides) et leur ôtera progressivement toute source d'alimentation pour leurs bovins (destruction des pelouses naturelles). Le plan d'eau, le plus protégé, y compris au niveau international par un ensemble de conventions, et le plus en péril d'atterrissement et d'eutrophisation. La collaboration des riverains dès lors, est impérativement indispensable à la conservation de ce site. Donc toute décision de gestion ou d'aménagement ne peut s'effectuer qu'avec leur participation et implication dans le processus décisionnel.

Le statut attribué au bassin versant du lac Tonga réputé internationalement est classé presque exclusivement zone 3, ce qui paraît très insuffisant. Tel qu'il a été abordé plus loin ce bassin versant est fragilisé et devrait au contraire être sous haute surveillance et restauré dans sa végétation originelle. L'érosion, sous des pluviosités pouvant dépasser le mètre annuel, souvent dispensées sous forme d'un nombre élevé de pluies torrentielles (voir climatologie) incite à la prudence. Dans cette ordre d'idée nous nous rendons compte d'une incohérence et même une contradiction dans le classement actuel car sinon comment pouvons-nous assurer une protection efficiente à une zone intégrale qui est le lac proprement dit, alors que son bassin versant est exclusivement classé zones 3 et 5.

Pour remédier à cette incohérence et afin de mieux visualiser et de mieux localiser les interventions, signalées tout au long de ce chapitre et selon les enjeux majeurs et objectifs de gestion intégrée, nous avons établi une carte à la figure 3.4, tirée de (de Bélair, 1990) améliorée et actualisée (à partir de la prospection du terrain et des cartes thématiques) et qui détermine les catégories d'intervention par ordre d'urgence et par degré de sensibilité des divers secteurs du bassin versant. Par sensibilité nous sous-entendons une appréciation de la vulnérabilité des secteurs, plutôt qu'une réponse quantitative à une perturbation qu'il ne nous a pas été permis d'étudier en raison comme nous l'avons évoqué plus loin aux lacunes dans les bilans des connaissances du milieu.

Nous proposons ainsi cinq catégories d'intervention.

Catégorie I: secteurs originaux menacés de disparition : intervention immédiate

Catégorie II: secteurs en danger : intervention pouvant être différée

Catégorie III : secteurs supposant des précautions lors de toute intervention

Catégorie IV: secteurs à reboiser en espèces autochtones (reconstitution)

Catégorie V: secteurs à protéger à moyen terme

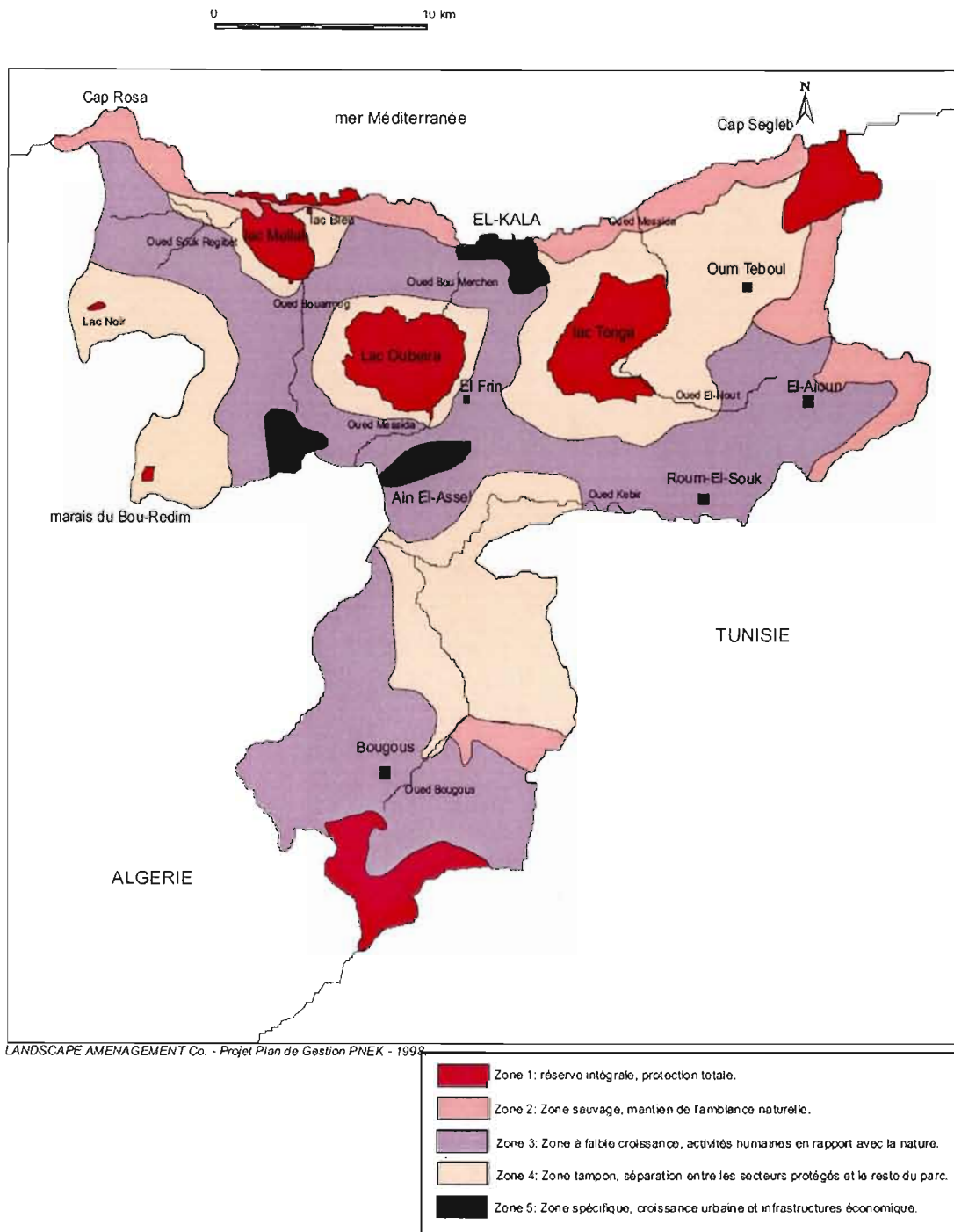
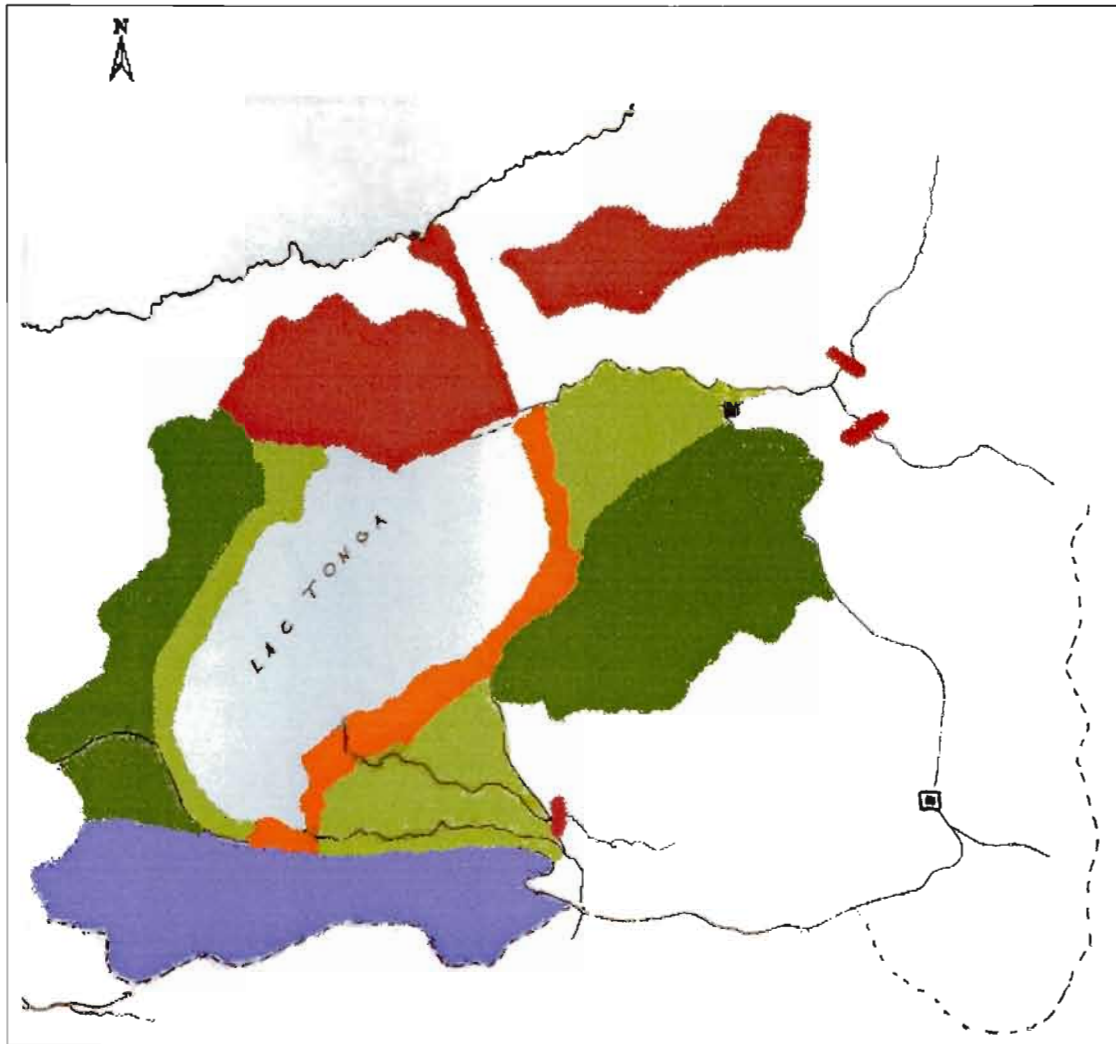


Figure 3.3 : Carte de zonage du PNEK



Échelle : 1/170 000

Intervention par ordre d'urgence

- I : zone rouge : secteurs originaux menacés de disparition : intervention immédiate.
- II : zone orange : secteurs en danger : intervention pouvant être différée.
- III : zone verte claire : secteur suposant des précaution lors de toute intervention.
- IV : zone verte foncé : secteurs à reboiser en espèces autochtones(reconstitution).
- V : zone mauve : secteur à protéger à moyen terme.

Figure 3.4 Carte des priorités d'interventions sur le bassin versant du lac Tonga
(Source : Modifiée de DE BELAIR, 1990)

3.2.3.2.2 Le dispositif de suivi et de surveillance : La modélisation

3.2.3.2.2.1 Régime hydrologique

L'objectif de l'hydrologie est de mieux comprendre le cycle de l'eau et ses diverses interactions avec un milieu physique et humain donné. Pour ce faire, on peut tout d'abord observer les processus qui ont lieu sur un bassin versant et traduire ces observations par un ensemble de relations tant qualitatives que quantitatives. On peut aussi avoir recours à un modèle hydrologique pour simuler les divers processus en cause en vue de les comprendre. (Fortin et Bernier, 1991).

Au-delà de la forte variabilité naturelle des ressources en eau, de nombreuses questions sont posées sur le rôle de l'homme vis à vis du fonctionnement du système hydrologique : accroissement du phénomène de ruissellement (pratiques agricoles, déforestation, urbanisation ...), effet du changement climatique sur les écoulements, potentialités de stratégies de ralentissement des crues dans les parties amont des bassins versants. La quantification des modifications anthropiques ou climatiques sur l'hydrologie des cours d'eau passe par l'utilisation de modèles capables de prendre en compte les modifications de l'occupation des sols (Galéa G., Barbet D., 1992). Ce sont en général des modèles à base physique dont les paramètres peuvent être reliés aux caractéristiques physiographiques du bassin versant. L'utilisation d'outils existants tels que le modèle ECOMAG (Motovilov et al, 1999) ou d'outils nouveaux en développement tels que le modèle POWER, constituent des moyens prédictifs pour la quantification des changements anthropiques ou climatiques sur la ressource, la qualité des eaux ou le régime hydrologique de l'eau au niveau du bassin versant.

Or jusqu'à présent ou du moins dans la limite de notre recherche bibliographique, aucune étude sur le régime hydrologique du bassin versant du Tonga n'a été entreprise sur la base d'une modélisation. Car selon des chercheurs à l'université de Annaba⁴ la mise en œuvre de ces modèles nécessite la détermination d'un certain nombre de paramètres du milieu ou des interactions qui ne sont pas encore assez connus.

4 : Université de Annaba est considérée comme le centre de recherche le plus proche du bassin versant qui liée avec le PNEK par une convention cadre en matière de recherche et de formation spécialisée de ses cadres.

3.2.3.2.2 Érosion hydrique

Les modèles utilisés dans le domaine de l'érosion hydrique, tiennent compte de l'impact de la majorité des facteurs relatifs à ce processus, ils sont nécessaires pour :

- L'évaluation rapide du rythme de l'érosion dans une région.
- L'élaboration d'une échelle d'intensité du processus pour permettre de repérer les priorités d'interventions pour la lutte contre l'érosion hydrique.
- L'actualisation des niveaux de sensibilité à l'érosion.

Ces modèles permettent d'obtenir des cartes d'érosion différentes pour une même région. Toutefois cette approche exige une cohésion des données, une précision des informations d'origine cartographique ou issue de la télédétection. Cependant les chercheurs au niveau de l'université de Annaba, affirment que ces données sont dans la plupart des cas factices ou trop anciennes, ce qui ne permet pas leur exploitation de façon fiable or n'étant pas correctement alimentés par des données, les modèles d'évolution des sols, des réseaux hydrographiques, du climat ou des écosystèmes reposent souvent sur des hypothèses insuffisantes pour représenter avec fiabilité l'évolution de la situation que se soit au sein de la zone humide ou au niveau du bassin hydrographique (Hoffman.L, 1994)

Toutefois pour pouvoir trouver des solution au problème majeur qui est la sédimentation du lac Tonga nous préconisons et à titre indicatif des modèles utilisés dans le bassin méditerranéen, qui tiennent compte des conditions climatiques, bioclimatiques, géologiques, topographique,...etc., spécifiques et semblables. Ces simulations vont permettre d'approfondir la compréhension du problème de l'érosion au niveau du bassin versant et de la sédimentation du lac dans toutes ses dimensions.

- le modèle USLE, Universal Soil Loss Equation(Wischmeier et Smith, 1958, 1978), conçu pour des conditions du milieu aux USA qui concerne l'érosion en nappe et en rigole, la moyenne annuelle des pertes de sol par hectare est déterminée à partir de six facteurs : érosivité des pluies R, érodibilité des sols K, la longueur de la pente L, le pourcentage de la pente S, l'occupation des sols C, les pratiques de conservation P. l'érodabilité des sols est évaluée en tenant compte de la texture, de la teneur en matière organique, de la structure, et de la perméabilité.

- le modèle EUROSEM, Modèle Européen d'Érosion des Sols (Quinton, 1997), qui selon les régions peuvent ne pas prendre en compte du facteur P, ou le facteur L, ou le facteur R, et introduire d'autres facteurs comme la capacité d'infiltration des roches (Boukheir et al., 2001) ou le facteur intensité de ruissellement de surface (Bonn et al., 1994). ce modèle tient compte de la cohésion du sol et sa détachabilité par la pluie.

- Le modèle TUREM, Turkey Soil Erosion Estimation Model (Ozden et Ozden, 1998), donne en sortie les pertes en terre.

- Le modèle WEPP, Water Erosion Prediction Project (Laflen et al., 1991), qui permet d'avoir des données journalières des pertes de terre.

- Le modèle ARSEM, Ardeche Soil Erosion Model, et SGATELE, système d'aide à la gestion et à l'aménagement du territoire pour la lutte contre l'érosion (Pouliot et al, 1994; Boussena et Ben Abdallah, 1995), donne les pertes en terre.

- Les modèles comme MEDALUS, Mediteranean Desertification and Land Use (Kirkby, 1995) et MEDRUSH (Thornes et al, 1996) déterminent la sédimentation au cours des inondations catastrophiques.

Toutefois, le modèle SEMMED, Soil Erosion model for Mediterranean Areas (De Jong et Riezebos, 1997) permet d'identifier les zones vulnérables à l'érosion, il représente l'un des premiers modèles adaptés aux conditions méditerranéennes. Il est complètement incorporé dans un système d'informations géographiques et élabore des cartes de ruissellement, des cartes de la capacité de transport et des cartes de détachement. SEMMED permet d'identifier aussi les zones vulnérables à l'érosion.

L'utilisation de ce dernier modèle permettrait non seulement de donner des réponses parcellaires, mais aussi des réponses à une échelle régionale, ce qui permettrait éventuellement de considérer le bassin versant Tonga dans son intégralité. Toutefois l'analyse des données descriptives, géométriques, et matricielles, permettrait d'élaborer un modèle qui puisera du modèle SEMMED, ce modèle devrait tenir compte des réalités et des caractéristiques spécifiques du bassin versant du Tonga, ainsi que de son environnement socio-économique. Par conséquent la modélisation aidera beaucoup dans l'évaluation du processus d'érosion hydrique et de l'hydrodynamisme du sol. Ensuite pouvoir élaborer des orientations pour un plan d'aménagement intégré des ressources dans le bassin versant du Tonga qui tiendrait compte de :

- Caractère protégé du territoire.
- Diversité des écosystèmes.
- Gestion durable de la ressource en eau
- Priorité d'intervention en matière de lutte anti-érosive.
- Impératifs du développement socio-économique de la communauté locale.

3.2.3.2.3 Détermination des indicateurs pour l'évaluation de la ressource.

Comme nous l'avons abordé plus haut l'Algérie souffre d'une carence en matière de capacité en système de gestion environnementale et notamment dans le domaine de la gestion des zones humides. Le lac Tonga ne fait pas exception.

Nous attribuons la faiblesse d'un tel système à l'absence totale de coordination entre les différents acteurs de gestion, de recherches ou des usagers qui sont moins unifiés et structurés et à l'absence d'outils d'évaluation. Toutefois, ces systèmes d'évaluation s'ils étaient créés auraient contribué à la compréhension des modifications du régime hydrologiques au niveau du bassin versant sous l'influence des changements climatiques et des interventions anthropiques à la prévention du problème d'atterrissement du lac et à la prévision des risques environnementaux (pollution des hydrosystèmes) et catastrophes naturelles (crues, inondations, glissements de terrain, incendies, ...etc.)

Notre enquête a révélé que les différents instituts et laboratoires (INRH, INRF, INPV, universités,... etc.) sont dépourvus des dispositifs d'expérimentation nécessaires à la compréhension des effets à long terme des actions anthropiques. Deux exemples peuvent être cités : celui de l'ingénierie écologique pour la validation des procédures d'une agriculture et d'une sylviculture durables, la gestion spatiale des déchets, la réhabilitation de sols ou de zones contaminées, et celui de l'hydrologie, pour l'évaluation de l'impact des aménagements sur la qualité et le régime des eaux.

Le plus pesant c'est qu'aucune analyse et évaluation des impacts des activités humaines sur les composantes du cycle hydrologique du bassin et des impacts des modifications des paramètres du bassin hydrographique sur le fonctionnement hydrologique du lac n'ont jusqu'ici été entrepris.

Or l'évaluation environnementale est un outil de prise de décision et de planification d'extrême importance, notamment lorsqu'il s'agit de milieux vulnérables tel qu'une zone humide.

Selon que le risque auquel est confronté le lac, varie du risque de dégradation de cet écosystème naturel par la pollution, le braconnage, ou l'urbanisation des zones limitrophes, ...etc. qui est actuellement un fait accompli malgré sa spécificité de site triplement classé à l'échelle nationale et internationale; au risque de l'altération de l'écosystème par le drainage, l'assainissement, le pompage; jusqu'au risque majeur que représente la disparition de la zone

humide même par assèchement, atterrissement, et envahissement par la végétation. Dans ce cas, l'évaluation quantitative et qualitative des ressources hydriques, permettrait alors d'identifier et de cerner les impacts et effets cumulatifs sur cette ressource et donc des risques qu'ils représentent à court, à moyen et long terme, en tenant compte des facteurs édaphiques et géologiques et des changements climatiques.

Il existe de nombreux outils d'évaluation, développés au fil des années, c'est un ensemble de méthodes à utiliser seules ou en combinaison (André et al, 2003) à savoir :

- les listes de contrôle (Hydro Québec, 1990, méthode Battelle-Columbus (Dee et al., 1972), questionnaire Suisses 1993,etc.);
- les matrices d'impacts (Léopold et al. 1971), matrice-type des impacts potentiels (Hydro Québec, 1990);
- les réseaux (Sorensen 1971), permet la prise en compte des impacts directes, indirectes et synergiques (UNEP\EEU, 1996)
- les systèmes de superpositions cartographiques (McHarg, 1980) qui consiste en la superposition des couches d'informations géoréférencées de diverses natures, dans le but de qualifier un espace en fonction d'aptitudes ou de résistances environnementales.
- les systèmes d'information géographique, (SIG) est un environnement conçu pour l'analyse et la modélisation de la distribution spatiale de phénomène. Cet outil se compose tout d'abord d'une base de données géographiques dans laquelle les données regroupées par thèmes ont une structure en grille ou en images numériques géoréférencées que l'on appelle communément des couches ou des strates. Plusieurs analyses en évaluation d'impacts peuvent bénéficier de l'utilisation des SIG qui sont fort utiles pour la reconnaissance et le calcul des distances horizontales, la conduite des analyses de proximité, de centralité ou de dispersion, le calcul des périmètres ou des superficies et le calcul des descripteurs statistiques pertinents.
- les méthodes multicritères d'aide à la décision et les systèmes experts (André et al, 2003).

Pour évaluer les impacts, quatre critères sont généralement retenus (André et al, 2003), c'est-à-dire :

- l'amplitude de la modification imposée à l'environnement,
- la portée de la modification,
- la durée de la modification,
- l'importance relative de l'élément de l'environnement.

Tableau 3.1 Indicateurs d'évaluation des menaces et des pressions

PRESSIONS ET MENACES	INDICATEURS
Perturbation du fonctionnement des flux de matières de la zone	- Apports trophiques
	- Extractions d'élément ou prise d'eau
	- Rejets polluant
	- Infrastructures ou bâtiments perturbant l'écoulement des eaux
Perturbation du fonctionnement biologique et écologique	- Pression de l'urbanisation
	- Surfréquentation du site
	- Pression de chasse ou pêche
	- Dérangement de la faune
	- Développement des friches agricoles et pastorales
	- Risque naturel portant atteinte à la patrimonialité du site
	- Dépôts d'ordure ou de gravats
Perte d'espaces ou d'éléments naturels.	<ul style="list-style-type: none"> - Défrichage, déforestation, dégradation des espèces forestières endémiques (Sibériaie), reboisement avec des essences non appropriées (eucalyptus pompeurs d'eau). - Incendie (défrichage, diffusion d'importante quantité de matière minérale brûlée, aux eaux de ruissellement

3.2.3.2.4 La recherche appliquée et fondamentale

Au delà du souci de préservation des milieux fragiles tels que les zones humides, de la qualité d'habitat qu'elle offre à la faune et à la flore, et au delà de l'enjeu strictement écologique revêtu par une politique de protection de la nature, la conservation des ressources hydriques est également fondée sur des aspects strictement académiques (Benyacoub et al, 1998). En effet, la compréhension des mécanismes d'évolution des systèmes naturels et notamment les hydrosystèmes, des mécanismes homéostatiques des écosystèmes, la compréhension des besoins et des comportements de la population riveraine sont des pistes de recherche qu'il faudrait explorer.

Améliorer et approfondir les connaissances scientifiques permettrait de fournir donc des outils utiles aux prises de décision des secteurs et des organisations car la gestion intégrée par bassin versant a pour fondement premier la connaissance que l'on a des ressources en eau, en termes de quantité et de qualité, des usages qu'on fait et des caractéristiques des écosystèmes dans lesquels les activités humaines et les phénomènes naturels doivent coexister de manière durable (Burton, 2001). Par ailleurs, les savoirs scientifiques concernant le bassin versant du lac Tonga sont très limités par rapport à la diversité et à la complexité de ces milieux. Il s'agit d'engager un processus de recherche-action permettant d'évaluer la portée et l'efficacité des mesures de gestion intégrée. Il importe de mettre à leur disposition des indicateurs et des mécanismes d'observation opérationnels permettant d'adapter la prise de décisions et la définition de stratégies sur la base des résultats observés.

Cette lacune au niveau des connaissances, nous l'avons détectée dès les premières investigations bibliographiques, et la prospection du terrain où nous avons enregistré un manque de données dans l'ensemble des domaines des connaissances et notamment en matière d'hydrologie qui devraient être améliorées et approfondies.

3.2.3.2.4.1 Banque de données

La constitution d'une banque de données revêt une importance primordiale pour le suivi de l'état des éléments du milieu naturel. Cette banque de données concernera les données socio-économiques, les informations relatives aux facteurs du milieu (qualité des eaux, fonctionnement et structure des habitats du lac, structure des habitats forestiers, ... etc.), concernera. Cette banque de données devrait être alimentée par un effort permanent de collecte et d'actualisation de l'information, notamment celle qui concerne les recherches universitaires réalisées dans le territoire du Parc.

3.2.3.2.4.2 *Études complémentaires*

- Études socio-économiques et anthropologiques

Sans conteste, c'est le domaine qui enregistre le plus de lacunes dans les connaissances, c'est un domaine vraisemblablement inexploré. En revanche, pour l'ensemble des gestionnaires du territoire la population riveraine est une composante quasiment méconnue dans son comportement, ses réactions et ses interactions avec le milieu dans le quel elle vit.

- *Études d'impact des projets et plans d'aménagement et de développement*

Ces études d'évaluations environnementales devraient concerner les projets futurs d'aménagement mais aussi l'ensemble des conséquences et effets, sur le milieu, induites par des aménagements infrastructureux tels que routes, carrières, sablières, lignes haute tension, transfert hydraulique, pompage, barrage, retenue, station de pompage, défrichement. Elles devront aboutir à la proposition de solutions alternatives dans le cas où ces aménagements porteraient sévèrement atteinte aux éléments du milieu naturel.

Dans l'immédiat, il apparaît nécessaire d'engager d'ores et déjà une étude d'impact sérieuse sur les projets d'assainissement et de mise en valeur des plaines de Oum Teboul et Oued El Hout.

- *Études concernant les ressources en eau*

L'importance de l'élément aquatique dans la présence et le maintien du patrimoine biologique du bassin versant du lac Tonga, justifie pleinement une connaissance maximale de tous les facteurs susceptibles d'en provoquer, à quelque niveau que ce soit, la perturbation du cycle naturel. Les études devraient apprécier :

- la façon dont chaque action anthropique modifie le régime hydrologique, notamment les extrêmes (crues et étiages) et les processus hydrauliques locaux.
- la variabilité des ressources en eau de l'Afrique et sur ses conséquences.
- Analyser les tendances climatiques dans les principaux flux hydrologiques et déterminer les impacts hydroécologiques sur le lac, et les cours d'eau.
- Déterminer les impacts de changements du climat sur la climatologie lacustre, la qualité de l'eau et les réponses des écosystèmes.
- Évaluer les impacts cumulatifs des interactions température - contaminants sur les réseaux trophiques
- Évaluer les impacts des pressions de sélection et de variabilité climatique sur la dynamique des populations aquatiques du lac.
- Évaluer les impacts cumulatifs des interactions température - contaminants sur les réseaux trophiques.
- Caractériser et modéliser l'interaction entre les eaux souterraines et le climat dans le bassin versant du lac Tonga.

- Évaluer les impacts combinés de la variabilité du climat, du changement climatique et de l'utilisation de l'eau sur les approvisionnements en eau dépendant des eaux souterraines, les conditions dans les cours d'eau et les habitats aquatiques.
- Évaluer et modéliser à partir des données de terrain le bilan hydrique, l'évaporation, l'échange d'eaux souterraines et la variabilité hydroclimatique à l'aide d'isotopes stables.
- Étudier les contrôles hydrologiques de la biogéochimie dans le bassin hydrographique et lacustre, avec considération entre autres des impacts de la foresterie, et du changement climatique.
- Hydrologie des grands cours d'eau et lacs du Nord.
- Reconstruction quantitative des conditions environnementales à partir de considérations paléontologiques au niveau de l'aunaie du Tonga qui semble évoluer en tourbière.

- Étude concernant les habitats forestiers

Les habitats forestiers sont soumis à un certain nombre de menaces tels qu'ils ont été décrits précédemment. Des études devraient être consacrées en premier lieu à la régénération de la subéraie et l'arrêt de son altération, en second lieu à la définition de méthodes et techniques de lutte contre les ravageurs naturels, à la dynamique post-incendie en subéraie et pineraie.

Par la suite, on pourrait envisager des travaux sur les peuplements végétaux, leur vitesse de renouvellement, leur évolution en terme de succession dynamique de manière à préciser les modalités des mesures préventives de restauration et/ou d'aménagements dans le but d'en améliorer la productivité.

- Étude du rendement en eau et des réserves hydriques potentielles du sol et du sous sol au niveau du bassin versant.
- Impact des peuplements résineux sur l'acidification des sols et du ruissellement

3.2.3.2.4.3 Recherche et inventaires

Caractéristiques fonctionnelles des biocénoses

La description des biocénoses constitue une base indispensable à la compréhension des modalités de répartition des organismes à différentes échelles du temps et de l'espace (Ramade, 1982). Cette démarche constitue le préalable incontournable à la description des caractéristiques fonctionnelles des écosystèmes et de leur inter – relation. Nous avons vu que le bassin versant du Tonga se caractérisait par une importante diversité d'habitats qui s'interpénètrent largement. Cette situation est à l'origine d'une large répartition de nombreux orga-

nismes qui exploitent ainsi de nombreux habitats fonctionnellement complémentaires.

Nous pouvons aujourd'hui considérer que les connaissances concernant les vertébrés supérieurs ainsi que la flore sont relativement avancées au niveau du PNEK globalement et notamment en ce qui concerne l'avifaune. En revanche, un sérieux effort reste à accomplir pour ce qui concerne la faune invertébrée, particulièrement les insectes, dont l'état des connaissances n'est que partiel. Il en est de même pour certains groupements de végétaux tels que les hépatiques et mousses.

- Relations trophiques

L'étude des transferts de matière et d'énergie au sein des écosystèmes permet de préciser un certain nombre de facteurs relatifs au rôle et à la place des espèces les unes par rapport aux autres. L'étude des relations trophiques entre les espèces permettra de mieux comprendre les modalités de fonctionnement des habitats étudiés et d'identifier les éléments qui sont susceptibles de perturber ce fonctionnement ou au contraire d'en assurer la stabilité.

- Relations fonctionnelles entre biocénoses aquatiques et milieux forestiers

Il a été constaté que les habitats forestiers et aquatiques ne fonctionnaient pas en vase clos. Des échanges permanents s'opèrent sous différentes formes (Skinner et Zaleski, 1995). Indépendamment des transferts de matières organiques et de produits de lessivage ou d'érosion des sols, ces deux types d'habitats entretiennent des relations complémentaires. Tel que nous l'avons exposé plus haut, nous pouvons considérer en gros que la manifestation de ces échanges réside dans les migrations d'organismes à la recherche soit de ressources alimentaires, soit de gîtes ou de sites de nidification. Dans ce contexte, il advient vital de mesurer le niveau de ces échanges afin d'évaluer l'importance du rôle que joue chaque milieu vis-à-vis de l'autre.

3.2.4 Essai de synthèse

La gestion intégrée vise à concilier les exigences des diverses activités humaines et la consolidation du patrimoine collectif que constituent les milieux humides et la ressource en eau. Cette question de gestion intégrée est autant plus incitative lorsque le territoire est classé pour être conservé.

Pour mettre en oeuvre cette gestion intégrée qui privilégie le bassin versant comme unité, il faut passer d'une approche sectorielle, celle de l'agriculteur irrigant, du consommateur d'eau, de l'éleveur de bétail exploitant des prairies humides, du conservateur et de l'exploitant des espaces forestiers du bassin versant, de l'extracteur de granulats, du protecteur de la nature et des zones humides, de l'urbaniste, ...) à une approche multisectorielle plus cohérente et globale qui vise à identifier, comprendre et contrôler collectivement tous les éléments qui interviennent dans le système eau-milieu et donc dans sa gestion.

À partir de ce raisonnement, l'enjeu principal devient alors plus explicite, celui de créer un mécanisme intersectoriel de gestion intégrée de la ressource en eau par la mise en place d'une organisation permanente des acteurs de la gestion de l'eau :

Au niveau national, par la création d'une autorité nationale d'aménagement du territoire chargée de la coordination des organismes nationaux et locaux responsables des eaux et des sols. Un tel mécanisme devrait être en mesure de :

- Inventorier les ressources en eau et coordonner la surveillance continue de leur utilisation et de leur qualité ;
- élaborer et mettre en œuvre des normes nationales de qualité de l'eau ;
- surveiller la quantité et la qualité de l'eau ;
- travailler en collaboration avec tous les organismes s'occupant de la gestion des ressources naturelles liées à l'eau ;
- élaborer une stratégie globale pour une utilisation durable des ressources en eau et préparer des programmes d'action prenant en compte les contraintes et potentiels institutionnels, financiers et physiques ;
- coordonner le financement du budget relatif à l'aménagement et à la conservation des ressources en eau ;
- élaborer une politique de l'eau définissant entre autre les limites d'utilisation des eaux souterraines et de surfaces et leur répartition entre les secteurs agricole, urbain et industriel, les loisirs, les pêcheries, et les habitats des espèces aquatiques ;
- promouvoir la participation du public à l'élaboration des politiques et stratégies ;
- assurer des services de conseil, médiation, négociation et autres procédures de règlement amiable des litiges issus de la concurrence entre utilisateurs ;
- examiner les législations et réglementations et veiller à leur application ;
- coordonner la recherche.

Tout mécanisme de coordination devrait admettre la participation pleine et entière du public et permettre un débat. Il importe en outre de renforcer l'efficacité des divers organismes responsables de l'utilisation ou la gestion de l'eau (UICN, PNUE, WWF, 1991).

Aux niveaux local et régional, par la création d'un organisme doté d'importants pouvoirs en matière de coordination du développement et de la conservation dans l'unité territoriale de référence entre autre le bassin versant pour la gestion des sols et des eaux. Il pourrait s'agir éventuellement d'un comité de bassin versant qui assimilerait les différents secteurs agissant sur la ressource, les représentants de la population riveraine et de la société civile.

Ce comité de gestion devrait estimer la valeur économique réelle des écosystèmes du bassin en prenant en compte leur rôle de régulateurs de la qualité et de la quantité de l'eau, et de la productivité de l'agriculture et des plaines alluviales (UICN, 1991). Toutefois la gestion de l'eau devrait se fonder sur une évaluation aussi précise que possible de la capacité de charge du bassin versant et envisager toutes les formes d'utilisation appropriées. Le développement des ressources aquatiques devrait être intégré à l'entretien parallèle des écosystèmes forestiers, dunaires, lacustres et lenticques qui jouent un rôle dans le cycle de l'eau.

Selon l'UICN-PNUE-WWF (1991), les politiques qui devraient orienter les schémas directeurs d'aménagement et de gestion du bassin versant, nécessitent de revêtir une dimension multisectorielle fondée sur une approche écosystémique qui intègre la participation publique et de ce fait, prendre en compte les principes énoncés ci-après :

- L'utilisation des eaux de surface, souterraines et côtières à l'intérieur de chaque bassin versant devrait être planifiée sur la base d'évaluations de la quantité et de la qualité de l'eau.
- La consommation domestique, agricole et industrielle, ainsi que les volumes requis pour la conservation des zones humides, ne devraient pas excéder les limites d'un approvisionnement durable prenant en compte tous les besoins de l'écosystème. Ces limites varient en fonction des technologies, des infrastructures et des capacités de gestion.
- Des normes de quantité et qualité devraient être fixées pour les différentes utilisations de l'eau, y compris le maintien des structures et fonctions de l'écosystème.
- Le volume des eaux d'irrigation devrait être limité au minimum requis pour lessiver le sel.
- La gestion de la qualité et du niveau des nappes d'eaux souterraines devrait viser à minimiser les impacts écologiques comme la salinisation, la subsidence des sols, la libération de nutriments préjudiciables et la réduction du débit des cours d'eau.

- Afin de préserver le niveau de la nappe phréatique, il convient de calculer le taux potentiel de pompage d'après le taux de recharge naturel. par ailleurs, le pompage ne devrait pas diminuer le débit d'écoulement de l'eau, lorsque celui-ci contribue à l'alimentation d'importants écosystèmes en d'autres points du bassin versant.
- Les risques sanitaires devraient être pris en compte dans le calcul des volumes d'eau requis et dans l'élaboration des plans d'irrigation.
- Les pratiques dommageables pour la qualité de l'eau, comme les travaux d'assèchement, les remblayages en déchets solides, et l'utilisation d'engrais, pesticides et autres substances potentiellement polluantes, devraient être contrôlées de près afin que l'eau polluée n'affecte pas la qualité des eaux courantes.
- Il conviendrait de dresser l'inventaire des produits et services fournis par chaque composante du système et de déterminer quelles sont les conditions à respecter pour préserver ces avantages.
- Les incidences à court et à long terme de tout changement dans l'utilisation de l'eau et des sols sur le fonctionnement des écosystèmes devraient être soigneusement évaluées. Il est essentiel, en particulier, d'éviter toute dégradation du bassin versant en amont, des principales zones humides et des forêts ripicoles. Les dommages qui ne peuvent être évités devraient faire l'objet de mesures de compensation.
- Tout projet de gestion des eaux devrait être soumis à une étude d'impact et à une évaluation comparée des externalités. En outre, il conviendra d'assurer le suivi du projet, afin de déterminer dans quelle mesure le mode de fonctionnement doit être modifié pour augmenter et diversifier les avantages retirés.
- La viabilité économique des projets d'irrigation, d'hydroélectricité et autres formes d'utilisation de l'eau dépend d'un écoulement régulier d'une eau de qualité. Pour cela il est essentiel de protéger les bassins versants. Les externalités de la protection des forêts, zones humides et autres écosystèmes essentiels du bassin versant devraient donc être automatiquement intégrés à tout projet de ce type.
- L'interface entre les plans d'eau et les terres doit être protégée, notamment dans les cas des forêts ripicoles, des rivages lacustres et autres zones humides où les échanges entre eaux souterraines et eaux de surface sont considérables.
- Les plans de gestion de l'eau devraient déterminer pour chaque utilisateur, le calendrier d'utilisation compatible avec le fonctionnement de l'écosystème.
- Les écosystèmes essentiels, tels que forêts de bassin versant, lacs, cours d'eau, zones humides, et écosystèmes associés, gravement endommagés par les activités anthropiques devraient être restaurés afin de limiter les problèmes liés à la dégradation de l'environnement, à faciliter la gestion de l'eau et enrichir le capital de ressources.

La gestion des ressources au niveau du bassin versant du Tonga nécessite l'adoption d'une approche écosystémique de gestion et qui exige elle-même la connaissance globale et structurée de l'ensemble du territoire du bassin versant, qui permettrait de proposer l'outil de gestion intégrée des ressources, non seulement adaptée au contexte de cette aire triplement protégée, mais également au contexte socioéconomique et culturel de la population qui l'occupe. Cette approche écosystémique qui doit être souple et adaptable suppose que les ressources doivent être gérées comme des systèmes dynamiques et intégrés et non comme des éléments indépendants et distincts (Burton, 2001) car il s'agit effectivement d'un éco-complexe (de Bélair, 1990) pour lequel la recherche, la planification, la communication et la gestion environnementale doivent plus que jamais reposer sur la collaboration interdisciplinaire (Burton, 2001). En pratique, cette gestion suppose que tous les acteurs doivent comprendre les conséquences de leurs gestes sur la durabilité des écosystèmes.

CONCLUSION

Cette étude sur le bassin versant du lac Tonga, voulait cerner globalement la problématique liée aux différents enjeux de gestion et de conservation d'une zone humide d'importance internationale, notamment lorsqu'il s'agit d'une zone humide incluse dans une aire triplement protégée. L'analyse de la situation, a permis donc de confirmer notre hypothèse de recherche. En effet, nous avons pu déceler des dysfonctionnements dans les outils de gestion sectorielle actuelle et leurs impacts sur le bassin versant et le lac, à travers quelques indicateurs environnementaux, socio-économiques et de gestion qui nous ont permis d'évaluer l'état et l'origine de la dégradation du lac et de son bassin versant notamment l'atterrissement du lac, l'intensité de l'exploitation des ressources hydriques, pédologiques et forestières, la régression de la subéraie due aux incendies répétés et le vieillissement, laissant ainsi la place à un enrésinement progressif, par les conflits d'usages et de gestion entre les différents acteurs du terrain liés globalement à une insuffisance juridique, réglementaire, institutionnelle et organisationnelle.

Dans cette étude préalable et de synthèse nous avons essayé d'apporter des propositions de pistes de solutions pour une éventuelle gestion intégrée de la ressource en eau, qui prendrait comme première considération les interrelations et les interdépendances entre les divers écosystèmes du bassin versant qui forment un réel éco-complexe humide et intégrerait les dimensions sociales et économiques de la question.

L'objectif principal était donc d'apporter une analyse critique à la gestion sectorielle actuelle qui a relevé beaucoup de conflits d'usage et de gestion entre les divers intervenants au niveau du bassin versant et était à l'origine des problèmes environnementaux au niveau de la zone humide du Tonga qui est réputée être triplement protégée.

Réalisée à partir d'études sectorielles existantes et surtout de rencontres avec les différents intervenants sur la ressource en eau, cette réflexion systémique a été menée de manière à faire ressortir, le plus exhaustivement possible, tous les besoins et les valeurs propres à la gestion de l'eau dans cet espace triplement protégé. La dichotomie entre les textes de lois et de règlements qui devraient régir les interventions sur ce territoire, et la réalité du terrain est flagrante, le manque de données quantitatives ne nous a pas permis d'effectuer les

corrélations nécessaires entre d'une part la gestion actuelle et ses impact sur le lac et les interrelation et interdépendances entre les principaux systèmes.

Néanmoins cette étude s'achève sur la mise en évidence de l'importance de la gestion intégrée par bassin versant des ressources naturelles et sur la proposition de mettre en place un schéma directeur d'aménagement et de gestions des eaux sur le territoire que constitue le bassin versant du lac Tonga, des zones d'interventions sont proposées en fonction de l'urgence de la situation, avec les grande orientations pour tendre à appliquer un mode de gestion qui se référerait à des principes de gestion globale largement étudiés et expérimentés à l'échelle internationale. Toutefois nous insistons sur une question à notre sens d'une extrême importance et qui concerne la prise en compte des choix des acteurs locaux sur l'aspect de gestion et la forme de contrat du bassin, qu'il souhaite établir lors de l'élaboration de la procédure de gestion.

ANNEXE A

Tableau 1 Mammifères protégés du bassin versant du lac Tonga
(d'après Samraoui et de Bélair, 1997)

Dénomination scientifique	Noms communs	Abondance
<i>Cervus elaphus barbarus</i>	Cerf de Barbarie	rare
<i>Mustela nivalis numidica</i>	Belette	peu commune
<i>Felis sylvestris</i>	Chat forestier	commune
<i>Genetta genetta</i>	Genette	commune
<i>Hyaena hyaena</i>	Hyène rayée	rare
<i>Eliomys quercinus</i>	Lérot	inconnue
<i>Lutra lutra</i>	Loutre	rare
<i>Caracal caracal</i>	Caracal	rare
<i>Herpestes ichneumon</i>	Mangouste	très commune
<i>Hystrix cristata</i>	Porc épic	commune
<i>Leptailurus serval</i>	Serval	très rares
<i>Erinaceus algirus</i>	Hérisson d'Algérie	commune

Tableau 2 Liste des oiseaux protégés du Bassin versant du Tonga

(Source : Benyacoub, et Chabbi, 2000)

Espèces protégées	Abondance au niveau du bassin versant	Espèces protégées	Abondance
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Peu commune	<i>Asio otus</i>	Commune
<i>Botaurus stellaris</i>	Peu commun	<i>Otus scops</i>	Commune
<i>Ciconia ciconia</i>	Abondante	<i>Milvus migrans</i>	Abondante
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Peu commune	<i>Milvus milvus</i>	Rare
<i>Himantopus himantopus</i>	Commune	<i>Neophron percnopterus</i>	Peu commune
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Peu commune	<i>Alcedo atthis</i>	Commune
<i>Sturnus unicolor</i>	Commune	<i>Ardea purpurea</i>	Abondante
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Peu commune	<i>Ardeola ralloides</i>	Abondante
<i>Aythya nyroca</i>	Commune	<i>Carduelis carduelis</i>	Abondante
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Abondante	<i>Chlidonias hybrida</i>	Abondante
<i>Grus grus</i>	Rare	<i>Clamator glandarius</i>	Peu commune
<i>Apus affinis</i>	Peu commune	<i>Coccythraustes</i>	Commune
<i>Anser anser</i>	Commune	<i>coccythraustes</i>	Peu commune
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Commune	<i>Columba oenas</i>	Peu commune
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Rare	<i>Coracias garrulus</i>	Peu commune
<i>Platalea leucorodia</i>	Peu commune	<i>Crex crex</i>	Commune
<i>Tadorna tadorna</i>	Rare	<i>Cuculus canorus</i>	Commune
<i>Turnix sylvatica</i>	Commune	<i>Dendrocopos minor</i>	Abondante
<i>Hieraeetus pennatus</i>	Peu commune	<i>Dendrocopos major</i>	Peu commune
<i>Hieraeetus fasciatus</i>	Rare	<i>Egretta alba</i>	Abondante
<i>Pandion haliaetus</i>	Commune	<i>Egretta garzetta</i>	Peu commune
<i>Circus aeruginosus</i>	Commune	<i>Glareola pratincola</i>	Peu commune
<i>Buteo rufinus</i>	Commune	<i>Ixobrychus minutus</i>	Commune
<i>Athene noctua</i>	Commune	<i>Jynx torquilla</i>	Peu commune
<i>Tyto alba</i>	Commune	<i>Loxia curvirostra</i>	Abondante
<i>Strix aluco</i>	Peu commune	<i>Merops apiaster</i>	Peu commune
<i>Circaetus gallicus</i>	Rare	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Commune
<i>Elanus caeruleus</i>	Commune	<i>Oriolus oriolus</i>	Peu commune
<i>Accipiter nisus</i>	Commune	<i>Oxyura leucocephala</i>	Commune
<i>Falco tinunculus</i>	Peu commune	<i>Picus vaillantii</i>	Peu commune
<i>Falco eleonorae</i>	Peu commune	<i>Plegadis falcinellus</i>	Peu commune
<i>Falco subbuteo</i>	Peu commune	<i>Porzana porzana</i>	Abondante
<i>Falco peregrinus</i>	Peu commune	<i>Serinus serinus</i>	Peu commune
<i>Bubo bubo</i>		<i>Sterna albifrons</i>	Commune
		<i>Upupa epops</i>	Peu commune
		<i>Sula bassana</i>	

NB : les espèces communes au sein du bassin versant du Tonga, ne sont nullement abondantes ou communes à l'échelle du territoire national ce qui renforce davantage le statut de conservation de cet habitat exceptionnel qui est le bassin versant du Tonga.

Tableau 3 Les espèces du Bassin versant protégées par décret.

Espèces	Degré de rareté	Famille
<i>Marsilea diffusa</i>	RRR	Marseliacées
<i>Vulpia obtusa</i>	RR	Poacées
<i>Rumex algerensis</i>	RR	Polygonacées
<i>Scrofularia tenuipes</i>	R	Scrofulariacées
<i>Linaria cirrosa</i>	RRR	Scrofulariacées
<i>Orchis provincialis</i>	R	Orchidacées
<i>Acer obtusatum</i>	R	Acéracées
<i>Teucrium kabylicum</i>	RR	Lamiacées
<i>Salix triandra</i>	RR	Salicacées
<i>Ophrys pallida</i>	RR	Salicacées
<i>Delphinium emarginatum</i>	RR	Orchidacées
<i>Genista vepres</i>	RRR	Renonculacées
<i>Teucrium atratum</i>	R	Fabacées
<i>Odontites fradini</i>	R	Lamiacées
<i>Odontites lutea</i>	RRR	Scrofulariacées
<i>Linaria pelliceriana</i>	RR	Scrofulariacées
<i>Ammiopsis aristidis</i>	RRR	Scrofulariacées
<i>Convolvulus durandoi</i>	RR	Apiacées
<i>Scrofularia tenuipes</i>	R	Convolvulacées
<i>Serratula tinctoria</i>	R	Scrofulariacées
<i>Maresia malcolmoides</i>	RRR	Astéracées
<i>Euphorbia dendroides</i>	RR	Brassicacées
<i>Bunium crassifolium</i>	RR	Euphorbiacées
	R	Apiacées

R : Rares ; RR : Très rare ; RRR : Rarissime

Tableau 4 Degré de rareté de la flore endémique herbacée de la région.

Espèce	Habitat
<i>Rumex algeriensis</i>	Zone humide
<i>Vulpia obtusa</i>	Zone humide
<i>Satureja hispidula</i>	Subéraie
<i>Odontites fradini</i>	Subéraie
<i>Teucrium atratum</i>	Subéraie
<i>Bunium fontanesii</i>	Subéraie
<i>Linum numidicum</i>	Subéraie
<i>Crepis patula</i>	Subéraie
<i>Genista vepres</i>	Subéraie
<i>Silene scabrida</i>	Subéraie
<i>Linaria pinnifolia</i>	Milieux ouverts
<i>Borago longifolia</i>	Milieux ouverts
<i>Euphorbia cossoniana</i>	Milieux ouverts
<i>Euphorbia reboudianan</i>	Milieux ouverts
<i>Echium pachyrhizum</i>	Milieux ouverts
<i>Rumex aristidis</i>	Dunes
<i>Silene rosulata</i>	Dunes
<i>Bunium crassifolium</i>	Dunes

Tableau 5 Espèces très rares et rarissimes des principaux habitats
au niveau du bassin versant du lac Tonga

Espèce	Degré de rareté
<i>Spiranthes aestivalis</i>	RR
<i>Ophrys pallida</i>	RR
<i>Platanthera bifolia</i>	RR
<i>Serapias vomeracea</i>	RR
<i>Serapias stenopetala</i>	RR
<i>Echinophora spinosa</i>	RR
<i>Seseli bocconi</i>	RR
<i>Themeda triandra</i>	RR
<i>Bromus racemosus</i>	RR
<i>Agrostis elegans</i>	RR
<i>Centaurea cineraria</i>	RR
<i>Serratula tinctoria</i>	RR
<i>Cyperus longus</i>	RR
<i>Carex pseudo-cyperus</i>	RR
<i>Scirpus supinus</i>	RR
<i>Veronica scutellata</i>	RRR
<i>Odontites lutea</i>	RRR
<i>Linaria pelliceriana</i>	RRR
<i>Delphinium emarginatum</i>	RRR
<i>Marselia diffusa</i>	RRR
<i>Butomus umbellatus</i>	RRR
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	RR
<i>Lemna trisulca</i>	RR
<i>Utricularia exoleta</i>	RR
<i>Alnus glutinosa</i>	RRR
<i>Salix pedicellata</i>	RRR
<i>Salix triandra</i>	RR
<i>Ranunculus flammula</i>	RR
<i>Rhynchospora glauca</i>	RR
<i>Cyperus flavescens</i>	RRR
<i>Carex pendula</i>	RR
<i>Heliosciadium crassipes</i>	RR
<i>Linaria cirrhosa</i>	RR

R : Rares ; RR : Très rare ; RRR : Rarissime

Tableau 6 Degré de rareté des espèces par habitats

Espèces	Degré de rareté	Types d'habitats
<i>Marsilea quadrifolia</i>	RRR	Aquatique
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	RR	
<i>Najas pectinata</i>	RR	
<i>Salvinia natans</i>	RR	
<i>Scirpus inclinatus</i>	RR	
<i>Scirpus supinus</i>	RR	
<i>Lemna trisulca</i>	RRR	
<i>Nymphaea alba</i>	R	
<i>Ranunculus flammula</i>	RR	
<i>Utricularia exotela</i>	RRR	
<i>Piranthus aestivalis</i>	RR	Suberaie dense et maquis
<i>Ophrys pallida</i>	RRR	
<i>Platanthera bifolia</i>	RR	
<i>Serapias vomeracea</i>	RRR	
<i>Serapias stenopetala</i>	RRR	
<i>Echinophora spinosa</i>	RR	
<i>Seseli bocconi</i>	RR	
<i>Themeda triandra</i>	RR	
<i>Bromus racemosus</i>	RR	
<i>Agrostis elegans</i>	RR	
<i>Centaurea cineraria</i>	RR	
<i>Serratula tinctoria</i>	RR	
<i>Genista vepres</i>	R	
<i>Genista aspalathoides</i>	RRR	
<i>Genista ulicina</i>	RR	
<i>Erica cinerea</i>	RR	
<i>Erica scoparia</i>	R	
<i>Satureja hispidula</i>	RR	
<i>Satureja hispidula</i>	RR	
<i>Odontites fradini</i>	RR	
<i>Teucrium atratum</i>	R	
<i>Bunium fontanesii</i>	R	
<i>Linum numidicum</i>	R	
<i>Crepis patula</i>	R	
<i>Silene scabrata</i>	R	
<i>Linaria pinnifolia</i>	R	
<i>Borago longifolia</i>	R	
<i>Euphorbia cossoniana</i>	RR	
<i>Euphorbia reboudiana</i>	R	
<i>Echium pachyrhizum</i>	R	
<i>Silene rosulata</i>	R	Milieux dunaires
<i>Rumex aristidis</i>	R	
<i>Cakile aegyptiaca</i>	RR	
<i>Malcolmia parviflora</i>	R	
<i>Coronilla repandra</i>	R	
<i>Maresia malcolmioides</i>	RRR	
<i>Calystegia soldanella</i>	RRR	

R : Rares; RR : Très rare; RRR : Rarissime

Tableau 7 Richesse comparée des différents habitats en espèces protégées.

Habitat	Mammifères protégés	Oiseaux protégés	Reptiles protégés	Flore protégée
Forêts d'altitude	6	14	1	4
Subéraie de plaine	9	15	1	7
Mattoral arboré	7	18	1	7
Ripisylve et Aulnaie	5	22	2	4
Habitat rupicole	4	6	-	-
Lac	4	26	2	5
Habitat dunaire	3	3	-	2

ANNEXE B

OFFICE NATIONAL DE L'IRRIGATION ET DE DRAINAGE (ONID)

L'Agence nationale de réalisation et de Gestion des infrastructures hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage (AGID) est réaménagée dans sa nature juridique en un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, dénommé "office national de l'irrigation et du drainage" (ONID). Créée par le décret exécutif n° 05-183 du 9 Rabie Ethani 1426 correspondant au 18 mai 2005. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé de l'hydraulique agricole et son siège social est fixé à Alger.

MISSIONS :

L'agence est chargée dans les limites de ses compétences de:

- Initier et conduire les activités des conception, d'études et de réalisation des infrastructures hydrauliques pour l'irrigation et le drainage.
- Orienter et assister les organismes concessionnaires (OPI) dans la gestion et l'exploitation des réseaux des périmètres irrigués.
- Développer les moyens de conception et d'études pour la maîtrise des techniques et modes d'irrigation et du drainage.

SON ORGANISATION : S'articule autour de trois (03) activités principales :

- Etudes.
- Réalisation .
- Appui à la gestion et à l'exploitation.

Pour mener à bien ses activités, l'AGID est organisée en une direction générale, quatre (04) directions et une vingtaine de projets étude et réalisation créés par arrêté ministériel et localisés sur l'ensemble du territoire pour le suivi et le contrôle des chantiers. Les directions centralisées sont chargées des fonctions suivantes :

DIRECTION DE L'ADMINISTRATION ET DES FINANCES

- Assurer le suivi et le fonctionnement des services;
- Assurer le développement des ressources humaines et matérielles.
- Mettre en œuvre les procédures de gestion et du suivi des moyens humains et matériels.
- Elaborer les budgets de fonctionnement et les exécuter.

DIRECTION DE REALISATION DES INFRASTRUCTURES

- Initiation, suivi et contrôle des études d'engineering des aménagements hydroagricoles.
- Suivi de la réalisation des infrastructures d'irrigation et de drainage.

DIRECTION DE GESTION ET D'EXPLOITATION.

- Assistance, coordination et contrôle technique des activités des offices et appui de la production.
- Contribue au lancement de la campagne d'irrigation et analyse les bilans.
- Participe à l'élaboration du plan de répartition de la ressource en eau en liaison avec les offices d'irrigation.

DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE L'INFORMATIQUE

- Contribue à l'élaboration du programme planifié des études et travaux à inscrire à l'indicatif de l'AGID.
- Développe les applications du plan informatique de l'AGID.
- Met en œuvre le plan de formation

AGENCE NATIONALE DES BARRAGES ET TRANSFERTS (ANBT)

L'Agence Nationale des Barrages et Transferts(ANBT) est un établissement public à caractère administratif et à vocation technique, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Elle a été créée par le décret n° 85-163 du 11 Juin 1985. L'agence est placée sous la tutelle du ministère chargé de l'hydraulique, et son siège social est fixé à Alger.

MISSIONS :

L'agence est chargée dans les limites de ses compétences:

- de promouvoir les études techniques et technologiques;
- d'assurer la conduite de la réalisation des programmes d'investissements planifiés;
- de veiller à la préservation et à la protection des grands barrages en exploitation;
- d'apporter son concours aux organismes concernés

Dans le domaine des études des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eaux, l'agence est chargée:

- d'élaborer ou de faire élaborer les études d'avant-projets et les projets d'exécution et de procéder à toutes analyses et prospections y concourant;
- de développer les moyens de conception et d'études afin de maîtriser les techniques rattachées à son objet.

Dans le domaine des travaux et des réalisations des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eau, l'agence est chargée d'exercer les prérogatives et les responsabilités de maître d'ouvrage et notamment:

- de constituer les dossiers de consultation des entreprises de réalisation,
- d'assurer la conduite de la réalisation des projets,
- de procéder à la réception des ouvrages dans les conditions normales de gestion et d'exploitation.

Dans le domaine du contrôle et de l'entretien des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eau en exploitation, l'agence est chargée:

- d'assurer la surveillance des ouvrages de mobilisation en exploitation et, en particulier, de mener toutes interventions d'auscultation et de contrôle technique,
- d'étudier ou de faire étudier et de développer les systèmes de protection, d'entretien et de maintenance des ouvrages en exploitation et de concevoir les plans d'intervention d'urgence en relation avec les organismes concernés,
- de recommander la réalisation de tous travaux d'entretien, de maintenance et de réparation et de suivre les travaux de grosses réparations et de dévasement.

AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES (ANRH)

L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) est un établissement public à caractère administratif et à vocation scientifique et technique doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Créée par le décret n° 81-167 du 25 Juillet 1981, elle est placée sous la tutelle du ministère chargé de l'Hydraulique, et son siège social est fixé à Alger.

MISSIONS:

L'agence a pour principale mission de mettre en application les programmes d'inventaire des ressources en eaux et en sols irrigables du pays, en conformité avec les objectifs du plan national de développement et dans les conditions fixées par l'autorité de tutelle.

Dans le domaine des eaux souterraines, l'agence est chargée:

- D'inventorier les ressources en eaux souterraines du pays
- De concevoir, d'installer et de gérer des réseaux de surveillance des nappes souterraines;
- De dresser les cartes hydrogéologiques et des ressources souterraines,
- De tenir le bilan des ressources en eaux souterraines et de leur emploi en continuité,
- De veiller à la conservation qualitative et quantitative des ressources en eaux souterraines.

Dans le domaine des eaux superficielles, elle est également chargée:

- De concevoir, d'installer et de gérer un réseau hydroclimatologique national, destiné à l'élaboration du bilan hydrique national;
- De traiter, de mettre en forme, d'archiver et de diffuser les données hydroclimatologiques,
- De mener les études méthodologiques générales sur les régimes hydroclimatologiques en vue de l'inventaire des ressources en eaux superficielles,
- D'étudier les phénomènes hydrologiques sur les bassins expérimentaux tels que l'érosion, le ruissellement, l'infiltration et de l'évapotranspiration,
- De mettre en place et gérer un réseau de prévision des crues.

Dans le domaine de l'irrigation et du drainage, l'agence est chargée:

- De réaliser un inventaire des ressources en sols destinés à être mis en valeur par l'irrigation et le drainage,
- De déterminer et de cartographier, en collaboration avec l'Institut National de Cartographie, les caractéristiques hydrodynamiques des sols irrigables,
- D'étudier les besoins en eau des cultures ainsi que les périmètres d'irrigation et de drainage destinés à l'élaboration des projets d'aménagements, d'irrigation et de drainage,
- D'étudier l'évolution de la salure des sols et des nappes superficielles dans les périmètres irrigués et de fournir les éléments relatifs à leur protection et à leur sauvegarde.

BIBLIOGRAPHIE

Abdiouene, A. 1998. « Études des zones périphériques des zones humides dans le parc national d'El Kala ». Projet GEF/Banque mondiale, ANN, Alger, 33 p.

Allatou, D, et Aouadi, H. 1997. « Élaboration d'une stratégie forestière du parc national d'El Kala ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, Alger, 18 p.

Andréassian, V. 2002. « Impact de l'évolution du couvert forestier sur le comportement hydrologique des bassins versants ». Thèse de doctorat, Paris, ENGREF, 328 p.

Anonyme. 1998. Rapport de l'agriculture dans la wilaya d'El Tarf, Wilaya d'El Tarf.

Anonyme. 1992. Les ressources en eau et leur utilisation dans la wilaya d'El Tarf, Wilaya d'El Tarf.

A.N.R.H. 1996. « Diagnostic sur les eaux usées et épuration dans le parc national d'El Kala ». Rapport d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, Alger, 85 p.

Aouadi, H. 1986. « Végétation en relation avec les conditions du milieu naturel dans la région d'Annaba. Algérie Nord-Orientale. Carte de la végétation potentielle au 1/ 200 000ème ». D.E.A. en écologie appliquée, Grenoble, USTM, 163 p.

Aouadi, H. 1989. « La Végétation de Algérie Nord-Orientale : *histoire des influences anthropiques et cartographie* ». Thèse de doctorat, Université de Grenoble I, 124 p.

Arabi, M., et E, Roose. 1992. « Influence de quatre systèmes de production méditerranéens de montagne algérienne ». Bulletin Réseau Érosion, no 9, p. 39-51.

Baudoin, Y, F Cavayas et C Marois. 1995. « Vers une nouvelle méthode d'inventaire et de mise à jour de l'occupation et l'utilisation du sol en milieu urbain ». Journal canadien de télédétection, Vol. 21, no 1, 1995, p. 28-42.

Bazzaz, F et Sombroek, W. 1997. « Changements du climat et production agricole ». Polytechnica- FAO, 1997, 406 p.

Bédard, M. 2005. Notes de cours: Méthodologie et méthodes de la recherche en géographie. Dans le cadre du cours GÉO 8011 : Séminaire de méthodologie, UQAM., 203 p.

Belair (de), G. 1990. « Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écocomplexes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien) ». Thèse de doctorat, Montpellier, Université des sciences et techniques du Languedoc, 326 p.

Belair (de), G, D Chessel et M Bencheikh-Lhocine. 1984. « Structure spatiale et statut dynamique dans une communauté végétale: *cas d'une cocciféraie dunaire* ». Écologie Méditerranéenne, no 10, p. 261-270.

Belair (de), G, K Amrane et A Touati. 1988. « Valorisation des prairies naturelles et élevage bovin en étage humide et subhumide. Est algérien ». Ann. I.N.A, Vol. 12, no 1, Alger, p. 374-398.

Belhadj, G. 1996. « Contribution à la cartographie des ornithocénoses en Algérie : *Atlas de l'avifaune nicheuse du parc national d'El Kala* ». Thèse de magister, Alger, I.N.A, 200 p.

Benn, O. 1997. « Diagnose sur les eaux usées au parc national d'El Kala et du complexe des zones humides ». Étude expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 22 p.

Benslama, A. 1993 « Couverture écopédologique et rôle de la matière organique dans la différenciation des sols en milieu humide sous couvert forestier : *Cas du bassin versant du lac Tonga* ». Thèse de magister, Alger, I.N.A, 183 p.

Benyacoub, S. 1993. « Écologie de l'avifaune nicheuse de la région d'El Kala (Nord-Est algérien) ». Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, 271 p.

B.N.E.F. 1985. Étude du parc national d'El Kala. *Schéma directeur d'aménagement*. 86 p.

B.N.E.F. 1985. Phase II. *Recensement et analyse des potentialités du milieu naturel et humain dans le Parc National d'El Kala*. 176 p.

B.N.E.F. 2003. *Étude d'aménagement des forêts domaniales d'El Kala : Plan de gestion 2003*. Blida (Algérie). 140 p.

B.N.E.F. 1996. *Étude d'aménagement des forêts domaniales d'El Aioun : Plan de gestion 1996*. Blida (Algérie), 85 p.

B.N.E.F. 1999. *Étude d'aménagement des forêts domaniales de Oum Teboul : Plan de gestion 1998-1999*. Blida (Algérie), 90 p.

B.N.E.F. 1992. *Révision d'aménagement forestier de l'Eucalyptus dans la wilaya d'El Tarf. Plan de gestion de la série II, Tonga Ouest*. Blida (Algérie), 36 p.

B.N.E.F. 1992. *Révision d'aménagement forestier de l'Eucalyptus dans la wilaya d'El Tarf. Plan de gestion de la série III, Khanguet Aoun (Tonga Sud-Est)*. Blida (Algérie), 15 p.

Boumezbeur, A. 1993. « Écologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est algérien) : *Mesures de protection et de gestion du lac Tonga* ». Thèse de doctorat, Montpellier, Université des hautes études de Montpellier, 254 p.

Burton, J. 2001. *La gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant. Manuel de formation*. I.E.P.F, A.I.F, 238 p.

Chabbi, Yacine et Slim Benyacoub. 2000. *Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala, composition - statut - répartition*. Synthèse, Revue des sciences et technologie. Publication de l'Université d'Annaba (Algérie). no 7, juin 2000, 98 p.

Chalabi, B. 1990. « Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune : *Cas du lac Tonga Parc National d'El Kala* ». Thèse de magister, Alger, INA, 192 p.

Chalabi, B et Van Dijk, G. 1987. *Les zones humides dans la région de Annaba et El Kala*. Stichting WIWO, no 24, 33 p.

Chebbani, R., Djilli, K., et Roose, E., 1999. *Étude du risque d'érosion dans le bassin versant de l'Isser, Algérie*. Bulletin Réseau Érosion, no 19, p. 85-95.

Conservation des forêts de la wilaya d'El Tarf. 2006. *Plan de lutte et prévention contre les feux de forêts*. Direction générale des forêts. Algérie. 54 p.

Conservation des forêts de la wilaya d'El Tarf. 2006. *Rapport et bilan d'incendie. Campagne 2006*. 24 p.

Debazac, E.-F. 1959. *La végétation forestière de la Kroumirie*. Ann. E.N.E.F, no 16 (2), p. 1-133

- D.H.W. 1998. Rapport sur la situation du secteur de l'Hydraulique de la wilaya d'El Tarf. 15 p.
- Djellab, Sihem. 1993. « Inventaire et écologie des syrphidés dans le parc national d'El Kala ». Thèse de magister, Université de Annaba, 184 p.
- Driss, A. 1980. « Étude agro-économique de deux zones climatiques arides et semi-arides de l'Est Algérien : *Propositions en vue de développement complémentaire* ». Thèse de doctorat d'état. Université Gembloux Belgique, 403 p.
- Durand, J.-H. 1954. *Les sols du bassin versant du lac Tonga (Algérie). Direction du service de la colonisation et de l'Hydraulique.* Gouvernement Général de l'Algérie. 254 p.
- Durand, J.-H. 1962. *Étude pédologique de la plaine de Oum Teboul.* S.E.S. Alger, 4 p.
- Etchécopar, R.D. et Hüe, F. 1964. *Les oiseaux du Nord de l'Afrique, de la mer rouge aux Canaries.* Paris : Éditions Boubée, 606 p.
- FAO, 1988. *Manuel de terrain de la FAO pour l'aménagement des bassins versants*, no 13/1, 160 p.
- Fradjia, L et I Djebbar. 1992. « Contribution à l'étude des lichens corticoles du Parc National d'El Kala ». Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement, Université de Annaba, 192 p.
- Galéa, G et D Barbet. 1992. « Influence de la couverture végétale sur l'hydrologie des crues du bassin versant du Mont Lozère ». Hydrologie continentale, vol. 7, no 1, 1992, p. 33-49.
- Galéa, G, P Breil et A Ahmad. 1993. « Influence du couvert végétal sur l'hydrologie des crues, modélisation à validations multiples ». Hydrologie continentale, vol. 8, no 1, p.17-33.
- Gangbazo, G. 2004. « Gestion intégrée de l'eau par bassin versant » : *Concepts et application.* Environnement Québec. Août 2004. 153 p.
- Ghalmi, R. 1997. « Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le nord-est algérien (Parc National d'El Kala) ». Mémoire D.E.S, Université de liège, 57 p.
- Ghamri, A. N. 1997. « Valeur nutritive des parcours du parc national d'El Kala ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 55 p.

Greco, J. 1966. « L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie ». Publication du ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, Alger, 393 p.

H.P.E. 1999. Projet d'assainissement de la plaine de Oum Teboul. *Phase I, Étude préliminaire*. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), décembre 1999, 14 p.

H.P.E. 1999. Projet d'assainissement de la plaine de Oum Teboul. *Phase II, Étude Agropédologique*. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), décembre 1999, 4 p.

H.P.E. 2000. Projet d'assainissement de la plaine de Oum Teboul. *Phase III, Étude Hydrogéologique et ressources en eau*. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), février 2000, 34 p.

H.P.E. 2000. Projet d'assainissement de la plaine de Oum Teboul. *Phase III, Étude Hydrologique du périmètre de Oum Teboul*. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), septembre 2000, 30 p.

H.P.E. 2001. Projet d'assainissement de la plaine de Oum Teboul. *Phase IV, avant-projet. Étude d'impact sur l'environnement*. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), mars 2001, 29 p.

Hollis, G E. 1992. Plan de gestion pour le parc national d'El-Kala et les zones humides. Dépt. Géographie, Universités de Londres. 65 p.

Joleaud, L. 1936. « Étude géologique de la région de Bône et de la Calle ». Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger), 2, série n° 12, 185 p.

Jacobs, P et B Ochando. 1979. « Répartition géographique et importance numérique des anatidés hivernant en Algérie ». Le Gerfaut. 69, p. 233-251.

Kadid, Y. 1989. Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Mémoire d'Ingénieur d'état en agronomie INA, Alger.

Lavabre, Jacques et Vazken Andréassian. 2001. « La forêt : un outil de gestion des eaux ? ». *Compréhension du fonctionnement du bassin versant, des phénomènes de crues et d'érosion*. 85p.

- Leblois E., 1997. « Le GIP Hydrosystèmes : une recherche coordonnée pour une approche mieux intégrée ». Adour Garonne, N°71, p. 11-14.
- Ledant, J-P et G Vandijk. 1977. « Situation des zones humides algériennes et de leur avifaune ». AVES. Vol. 14.4, p. 217-232.
- Lefay, O. 1986. « Étude de l'efficacité des travaux de DRS en Algérie ». Mémoire stage, CNEARC/ORSTOM /INRF, 50p.
- Le Neuveu, C et T Lecomte. 1990. *La gestion des zones humides par le pâturage extensif*. ATEN. 107 p.
- Marre, A. 1987. « Le tell oriental algérien » : *Étude géomorphologique*. Volume 1, 2. 623p.
- Morsli, M. 1995. « Les sols en montagne et leur susceptibilité à l'érosion. *Cas des monts de Beni Chougrane* ». Thèse de magistère, Alger, INA, 172p.
- Ndi Nyoungui, André et al. 2002. « Identification des parcours pastoraux par analyse d'images HRV de SPOT : *cas de la région de Ngaoundéré au Cameroun* ». Laboratoire de Recherche en Géomatique, Université de Ngaoundéré, 455 p.
- Oberlin, G et Hubert, P. 1996. *Refondation du concept de régime hydrologique. CNFGG – Rapport Quadriennal*, p. 95-98.
- Oucief, S. 1997. « Étude socio-économique des zones périphériques des milieux humides du parc national d'El Kala ». Étude expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 55 p.
- Ozenda, P. 1983. *Flore et végétation du Sahara*. CNRS, Paris, Édition 2004, 662 p.
- Parc National de Théniet El Had, Direction générale des Forêts. 2006. *Atlas des parcs nationaux algériens*. Mars 2006, 98 p.
- Pearce, F et Crivelli, A,J. 1994. *Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes*. MedWet, no 1. 80 p.
- Perennou, C et Mesleard, F. 1996. *La végétation aquatique émergente : Écologie et gestion*. MedWet, no, 6, 86. p.
- Perennou, C et al., 1996. *Gestion et suivi de la végétation d'une zone humide méditerranéenne*. MedWet classeur.

Perennou, C, Lucchessi J.L, P Gerbeaux P et J Roche. 1996. *Plan de gestion d'une zone humide méditerranéenne*. MedWet classeur.

Pergent, G, Semroud Rachid et Robert Paul. 1990. « Inventaire des richesses écologiques littorales de la région d'El Kala (Algérie) en vue de l'extension du parc national au domaine maritime. Étude préliminaire ». 49 p

Quezel, P. 1956. *Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie*. Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord, no 1, p. 1-57.

Quezel, P et Santa, S. 1963. *Nouvelle flore d'Algérie*. Tomes 1 et 2. CNRS, Paris, 1170 p.

Landscape aménagement Co . 1998. *Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides* + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie 234 p.

Raachi, M-L. 1993. « Contribution à la cartographie de la station expérimentale de l'I.T.G.C. de Benislimane : Étude *de la variabilité spatiale* ». Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, Alger, INA, 108p.

Rezzig, M. 1997. « Écologie des zones forestières et inventaire de la végétation du parc national d'El Kala ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 58 p.

Rizi, H. 1994. « Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction de la Guifette moustac *Chlidonias hybridus* dans le lac Tonga ». Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement, Université de Annaba, 163 p.

Rouag, R. 1993. « Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala ». Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement, Université de Annaba, 61 p.

Roose, E, et Arabi, M. 1998. « Les montagnes méditerranéennes d'Algérie ». ORSTOM actualité, spéciale érosion, no 56, p. 26-27.

Roose, E, M Arabi, K Brahmia, M Chebbani et M Morsli. 1995. « Érosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne : Réduction des risques érosifs et intensification sur la production agricole par la GCES » Cahiers ORSTOM, Série pédologie, no

28(2) , p. 289-308.

Samraoui, B et Belair (de), G. 1997. « Connaissance du fonctionnement écologique des zones humides du parc national d'El Kala et établissement des règles de gestion spécifiques ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale. ANN. 1997, 55 p.

Seltzer, P. 1946. *Le climat de l'Algérie*. Institut et météorologie et physique du globe. Alger, 219 p +1 carte.

Schmitz, R et Schaeffer, J. 1997. « Situation hydrologique et possibilités d'utilisation de l'eau dans le parc national d'El Kala ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 30 p.

Scott, D,A. & Rose, P-M. 1996. *Atlas of Anatidae population in africa and western Eurasia*. Wetland International, no 41, 336 p.

Silmi, H. 1994. « Contribution à l'étude de la dynamique post-incendiaire d'une forêt de chêne liège (*Quercus suber L*), incendiée dans la région d'El Kala ». Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, Alger, INA, 75 p.

Skinner, J et M Smart. 1984. *The El-Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl*. Wildfowl, no 35, p.106-118.

Skinner, J et S Zalewski. 1995 *Fonctions et valeurs des zones humides*. MedWet/ I/ICONA. Volume, I, 111, p.

Station météorologique d'El Kala. 2006. Données météorologiques de la station El Kala. (Document non publié).

Souache, Y. 1993. « Étude de la reproduction et du développement larvaire des odonates du lac Tonga ». Thèse de magister, Université de Annaba, 150, p.

Tahar, A et M Yousfi. 1997. « Étude d'impact des actions anthropiques et naturelles sur les milieux naturels du parc national d'El Kala ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 15 p.

Thomas, J-P. 1975. « Écologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et des

terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El Kala (Est algérien) ». Thèse de spécialité en écologie végétale, USTL, Montpellier II, 113 p.

Tomas Vives, P. 1996. *Suivi des zones humides méditerranéennes : Guide méthodologique*. Wetland International, I.CN, 150 p.

Tomaselli, R..1976. *La dégradation des maquis méditerranéens*. Note technique du MAB (UNESCO), no 2, 76 p.

Toubal-Boumaza, O. 1986. « Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orientale) ». Cartographie à 1 / 25 000. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Grenoble, Université des sciences et technologie méditerranéenne, 110 p.

Yacoub, B et M Yousfi. 1997. « Utilisation agricole de l'eau ». Étude d'expertise, Projet GEF/Banque mondiale, ANN, 1997, 126 p.

Zeraia, L. 1984. « Étude phytosociologique des groupements végétaux forestiers ». INRF, Alger, 30 p.