

Les zones  
humides de la  
Numidie  
Orientale

## 2. Les zones humides de la Numidie orientale

Les zones humides de l'Est de l'Algérie, sont essentiellement réparties entre les Wilayas de Skikda, d'Annaba et d'El-Tarf. La plupart d'entre elles ont reçus à des dates différentes au moins un classement international dont le plus important est celui de la convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale.

La Numidie, situé dans le Nord – Est algérien, est réputée pour ses zones humides réparties en deux grand complexes séparés par Oued Seybouse : la Numidie orientale composée des complexes de Annaba et d'EL-Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de Gurebes-Sahadja et Lac Fetzara (Samraoui et De Belair 1997)

### 2.1. Les principales zones humides de la Numidie orientale

Les zones humides d'importance internationale pour l'hivernage et la nidification des oiseaux d'eaux en Algérie, inscrites sur la liste Ramsar sont au nombre de treize (13) totalisant une superficie de 1 866 195 ha. Par ailleurs, la Numidie orientale (**Fig.2.1.**) englobe des sites remarquables qui offrent une biodiversité unique dans son genre en comparaison avec les autres zones humides du pays.

#### 2.1.1. Le marais de la Mekhada (36° 48' N et 08° 00')

Le marais de la Mekhada s'étale sur une superficie de 10000 ha et se classe en Numidie à la deuxième position après le Lac Fetzara (15 000 ha) (De Belair et Bencheikh Le Hocine 1987). Morgan (1982) signale une salinité voisine de 4.6g/l et une profondeur moyenne de 1 m. Cette faible profondeur lui confère des assèchements réguliers durant la période estivale. Cependant, il est connu par sa végétation très diversifiée recouvrant plus de 90% du marais (Houhamdi 2002). Elle est constitué principalement de scirpes (*Scirpus lacustris* et *S. maritimus*), phragmites (*Phragmites australis*), typhas (*Typha angustifolia*), glycéries, myriophylles (*Myriophyllum spicatum*), *Nitella sp*, *Alisma plantago aquatica*, *Zanichellia sp*, *Lemna minor*, *Ranunculus baudotii*. (Morgan 1982, De Belair et Benchikh Le Hocine 1987).

Durant 1977, il a accueilli 5000 canards et 8000 en 1978 (Van Dijk et Ledant 1983). Pendant le mois de décembre 2000, il a été recensé un effectif voisin de 40 000 oiseaux d'eau, constitué principalement de Fuligule Morillon, Fuligule Milouin, Sarcelle d'hiver, Canard Colvert, Canard Souchet et Canard Siffleur (Houhamdi 2002). Selon Boumezbeur (1993) ce

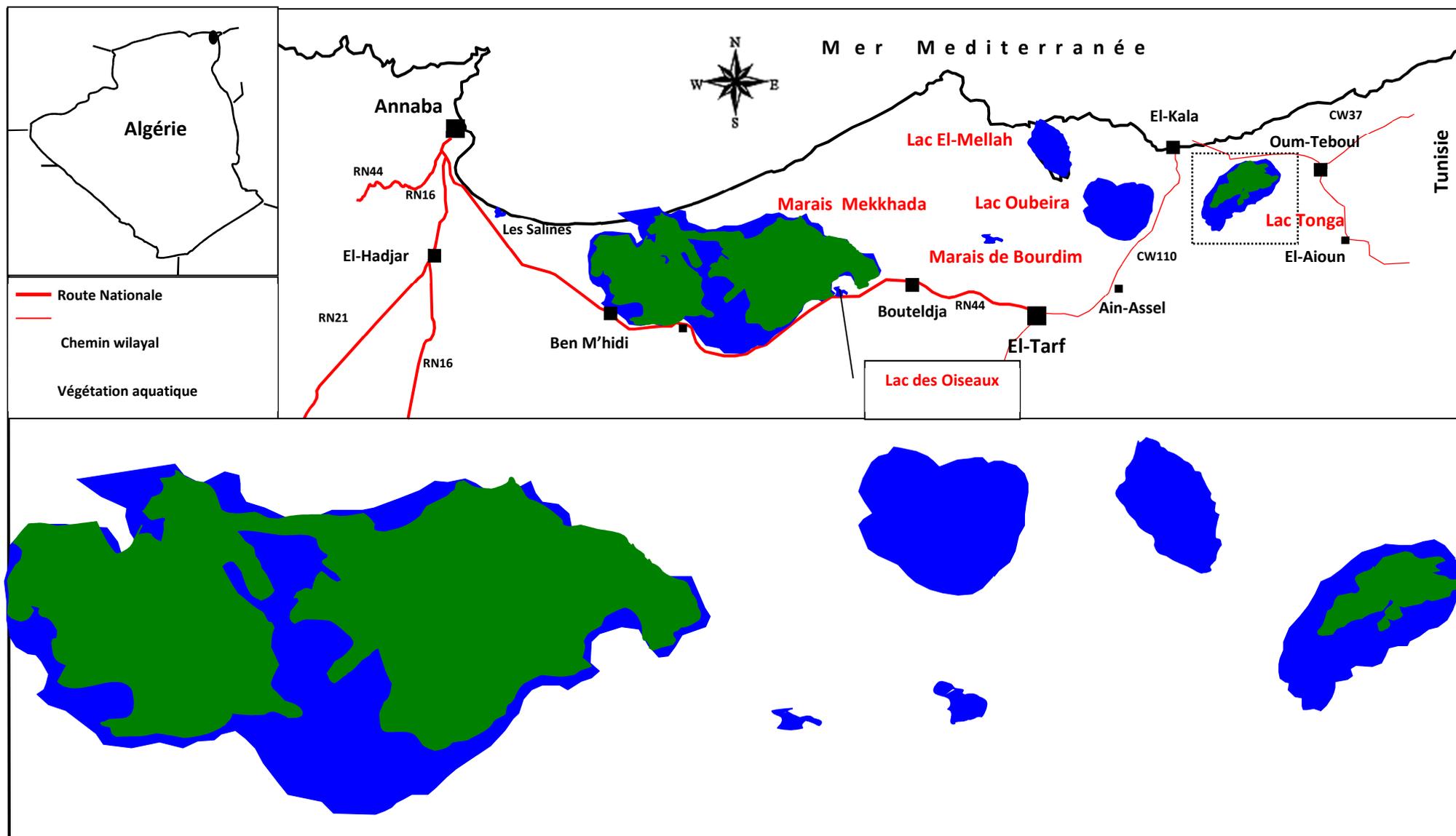


Fig.2.1. : Carte de l'éco-complexe de zones humides de la Numidie orientale

marais a connu quatre nichées d'Erismature à tête blanche qui ont été observées durant le mois de juillet 1992.

### 2.1.2 Le Lac des Oiseaux (36° 47'N 08° 07'E)

Le Lac des Oiseaux Garâat Ettouyouur tire son nom du grand nombre d'oiseaux qui hivernent (Houhamdi 2002). Il s'étale sur une superficie totale de 70 ha (Samraoui et al. 1992, Houhamdi 2002) et sa salinité maximale est de l'ordre de 2,5 mg/l (Houhamdi 2002). D'après Samraoui et al. (1992) les diverses pressions s'exerçant sur le lac menacent son intégrité écologique et qu'il occupe seulement 70 ha en période hivernale, réduite à 40 ha pendant l'été avec un dépôt de matière organique qui peut aller jusqu'à 20 cm.

La végétation aquatique rencontrée dans ce lac est nettement symbolisée par *Typha angustifolia*, *Ranunculus baudotii*, *Nymphaea alba*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus* et *Myriophyllum spicatum* avec quelques taches de *Cyperus aristatus*, *C. fuscus*, *Callitriche sp.*, *Rumex algeriensis* et *R. pulcher* (Houhamdi 1998). Le lac est entièrement bordé par une ceinture de *Juncus acutus*. La couverture végétale et le cortège floristique diffèrent d'une saison à une autre et au total 187 espèces appartenant à 47 familles ont été recensées en 1997. Cependant deux d'entre elles sont nouvelles pour la région *Cotula coronopifolia* (Composées) et *Asparagus officinalis* (Liliacées) et une autre est à ajouter à la flore algérienne *Cyperus aristatus* (Cypéracées) (Houhamdi 1998).

Plus de 10 000 oiseaux d'eau passent l'hivernage dans ce plan d'eau et sa richesse spécifique dépasse des fois les 45 espèces (Houhamdi 1998). Il est aussi le site de nidification privilégié de l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* et des Fuligules *Nyroca Aythya nyroca* (Boumezbeur 1990, 1993 ; Samraoui et al.1992 ; Houhamdi 1998). Houhamdi et Samraoui (2002) ont montré d'une part que le Lac des Oiseaux est occupé par deux peuplements différents durant deux périodes très distincts; les Anatidés et les Rallidés en hiver et par les Laro-limicoles et Echassiers en été. Ces mêmes auteurs ont pu observer pour la première fois à des dates différentes, la présence de deux espèces nouvelles pour le site le pélican blanc *Pelecanus onocrotalus* et le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* et une espèce nouvelle pour l'Algérie l'Erismature rousse *Oxyura jamaicensis* (Houhamdi et Samraoui 2001).

### 2.1.3. Le marais de Bourdim

Ce marais s'étale sur une superficie de 25 ha, complètement enveloppé par une frênaie mélangée avec des aulnes et des saules. La partie centrale est dominée par des

Nénuphars blancs *Nymphaea alba*, de Franges, de Renouées d'eau, de Scirpes, de Phragmites. Ce plan d'eau est surtout réputé pour sa héronnière à Héron garde bœuf sur les aulnes et les saules (Darmellah 1989).

#### 2.1.4. Le Lac Oubeïra (36°50'N, 08°23'E)

Le Lac Oubeïra occupant une superficie de 2 600 ha, une profondeur maximale de 2 m et une salinité de 0,1 g/l (Morgan 1982, Chown & Linsley 1994) est un lac endoréique ouvert (de Bélair 1990). Il est noté que Joleud (1936) indique qu'en hiver le niveau d'eau de l'Oued El Kebir drainant l'eau vers le lac par l'Oued Messida et qu'en été, le processus est inversé prouvant ainsi que l'Oued Messida est dotée par la singularité de couler dans les deux sens facilitant la migration des poissons du lac. Cette particularité a donné l'idée de l'installation par l'office national de pêche d'une unité d'exploitation.

Sur le plan végétal, le lac est bordé par une forêt de chêne liège ceinture de végétation très diversifiée; sur le bassin versant du plan d'eau nous observons principalement le chêne liège, le peuplier noir, le saule et le frêne ainsi que de petits peuplements de phragmites. Nous observons également une végétation submergée dominée par les potamots *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, les rubaniers *Sparganium erectum*, les callitriches, la glycérie d'eau, la menthe, les renoncules, les renouées amphibies *Polygonum amphibium* et les scirpes. Cependant le plan d'eau est réputé pour sa châtaigne d'eau *Trapa natans* qui donne une couleur rouge caractéristique (Miri 1996, Samar 1999).

Samar (1999) lors de son travail de magister a noté la présence d'une richesse spécifique de 43 espèces d'oiseaux d'eau. Il a dénombré principalement des Foulques macroules, le Canard Chipeau, le Grèbe huppé et le grèbe castagneux, le Canard Colvert, le Canard Siffleur, la Sarcelle d'hiver, le Fuligule Milouin, le Fuligule morillon, le grand Cormoran, l'Aigrette garzette, le Chevalier gambette, le Vanneau huppé, le Petit Gravelot et Mouette rieuse.

Dix espèces de poissons à intérêt économique et écologique ont été répertoriées dans le lac, six allochtones *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus* et *Gambusia affinis* et quatre autochtones *Barbus callensis*, *Anguilla anguilla*, *Mugil ramada* et *Pseudophoxinus callensis* (Kahli 1996 in Houhamdi 2002).

### **2.1.5. Le Lac Bleu (36° 53' N, 08° 20' E)**

Ce site Ramsar est une petite dépression inter dunaire d'eau douce d'une superficie totale de 04 ha. Il est réputé par sa richesse intéressante en espèces d'odonates surtout pour une espèce relique d'origine Afro tropicale.

### **2.1.6 Le Lac Noir (36° 51' N, 08° 12' E)**

Situé près du chemin wilayal C.W.109, le lac noir occupe une dépression dunaire, aux environs de Bordj Ali Bey. D'une superficie de 05 ha, ce lac fut jadis l'habitat du Nénuphar jaune et de nombreuses espèces d'odonates. A causes des forages qui l'entourent, ce lac est à sec et de ce fait il est devenu beaucoup plus une tourbière.

### **2.1.7. L'Aulnaie d'Ain Khiair (36° 40' N, 08° 20' E)**

Cette aulnaie est une formation forestière humide sur tourbière, occupée principalement par l'aulne *Alnus glutinosa*. Elle est située au niveau d'une dépression du cordon dunaire et prolongée par un marécage de la rive alluviale Nord de l'oued El Kebir. Avec une superficie de 170 ha, est l'une des dernières formations de ce type en Afrique du Nord et forme un sanctuaire particulier pour une biodiversité d'affinité beaucoup plus européenne, afro-tropicale et endémique.

### **2.1.8. Le Lac Mellah (36° 53' N, 80° 29')**

D'une superficie de 873 ha, ce lac ou plus précisément cette lagune détient sa nomination de l'arabe courant signifiant « salé ». La forte salinité de l'ordre de 8,5 g/l est assurée par l'acheminement de l'eau de mer grâce à un chenal changeant ainsi la composition physicochimique de son eau. Les deux principaux affluents qui l'alimentent, sont Oued Bouaroug et Oued Mellah (Morgan 1982). La structure géologique de son fond de nature sablonneuse influence considérablement sur son régime hydrique qui varie selon le climat. En pleine saison hivernale son eau enregistre une forte salinité due à l'approvisionnement du lac par l'eau de mer, tandis qu'en été, le phénomène inverse est observé (Joleaud 1936).

Cette salinité influence profondément sur la végétation aquatique qui est réduite simplement à deux flores algales les Destimidés près des oueds et les Myxophycées et les Diatomées loin des oueds (Gauthier 1928 ; Retima 1999, Messerer 1999). La même règle s'applique à la végétation bordant la lagune se résumant à une bande de *Juncus maritimus*

parsemé par ci et là à des touffes de *Tamarix gallica*, *Anthemis maritima*, *Salicornia europea*, *S. arabica*, *Atriplex portulacoïdes* et *Limonium densiflorum* (Gauthier 1931). Ainsi comme dans toutes les zones humides de la région, nous assistons à la présence de *Juncus acutus*, *Ranunculus baudotii*, *Bellis repens*, *B. annua*, *Centaureum maritimum* (Morgan 1982, Aouadi 1989).

## **2.2. Présentation du site d'étude «Le Lac Tonga»**

Le Lac Tonga compte parmi les trois plus importantes zones humides appartenant au Parc National d' El-Kala. Ces derniers constituent sur le plan des effectifs, le premier quartier d'hivernage des oiseaux d'eaux de l'Algérie (Chalabi 1990). Il s'étale sur une superficie de 2 400 ha à 2600 selon les saisons des précipitations. Cet extraordinaire écosystème palustre est connu pour son exoréisme vers la Méditerranée par le canal Messida.

### **2.2.1. Coordonnées géographiques :**

Latitude : **36°53' Nord**

Longitude : **08°31' Est**

### **2.2.2. Situation géographique :**

Le Lac Tonga situé dans la Numidie orientale, à l'extrême Nord-Est de l'Algérie est dotée de la particularité d'être la zone humide qui occupe la position de l'extrême Est de la superficie faisant partie du PNEK. Se trouvant à 5 Km du Lac Obéira (Morgan 1982), il présente une vaste dépression côtière situé entre El-Kala et Oum Teboul. Elle prend la forme d'une ellipse dont le grand axe possède une longueur de 7,5 km environ.

A l'Est, au Sud et à l'Ouest, le lac est bordé par les derniers contreforts de la Kroumirie couverte de montagnes plus ou moins dégradées de chêne liège *Quercus suber*. Du côté Nord, il est séparé de la mer par un bourrelet de dunes maritimes formées essentiellement par un maquis dense de Chêne Kermès (Chalabi 1990, Kadid 1990). La cuvette du lacet les deltas qui les bordent couvre une superficie totale de 3917 ha dont la cuvette proprement dite s'étale à elle seule sur une surface de 2517 ha (Chalabi 1990).

### 2.2.3. Appartenance administrative

Le Lac Tonga fait partie intégrante du territoire du Parc National d'El-Kala, de ce fait sa gestion, sa protection et sa conservation est sous la responsabilité administrative et juridique de cette organisation qui est elle-même sous la tutelle de la direction générale des forêts, rattachée au ministère de l'Agriculture. Le Parc National d'El-Kala a été créé par décret présidentiel N° 83458 du 23 juillet 1983. De ce fait, il est touché par quelques législations internationales relatives aux zones humides protégées qui sont :

- Décret N°82-440 daté du 11 décembre 1982, portant sur la ratification de la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles signée à Alger le 15 septembre 1968 ;
- Décret N° 82-498 daté du 25 décembre 1982, portant sur l'adhésion à la convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvage menacées d'extinction, signé à Washington le 03 mars 1973 ;
- Décret N° 85-01 daté le 05 janvier 1985, portant sur la ratification du protocole relatif aux aires spécialement protégées de la Méditerranée, signé à Genève le 03 avril 1982 (Abbaci 1999).

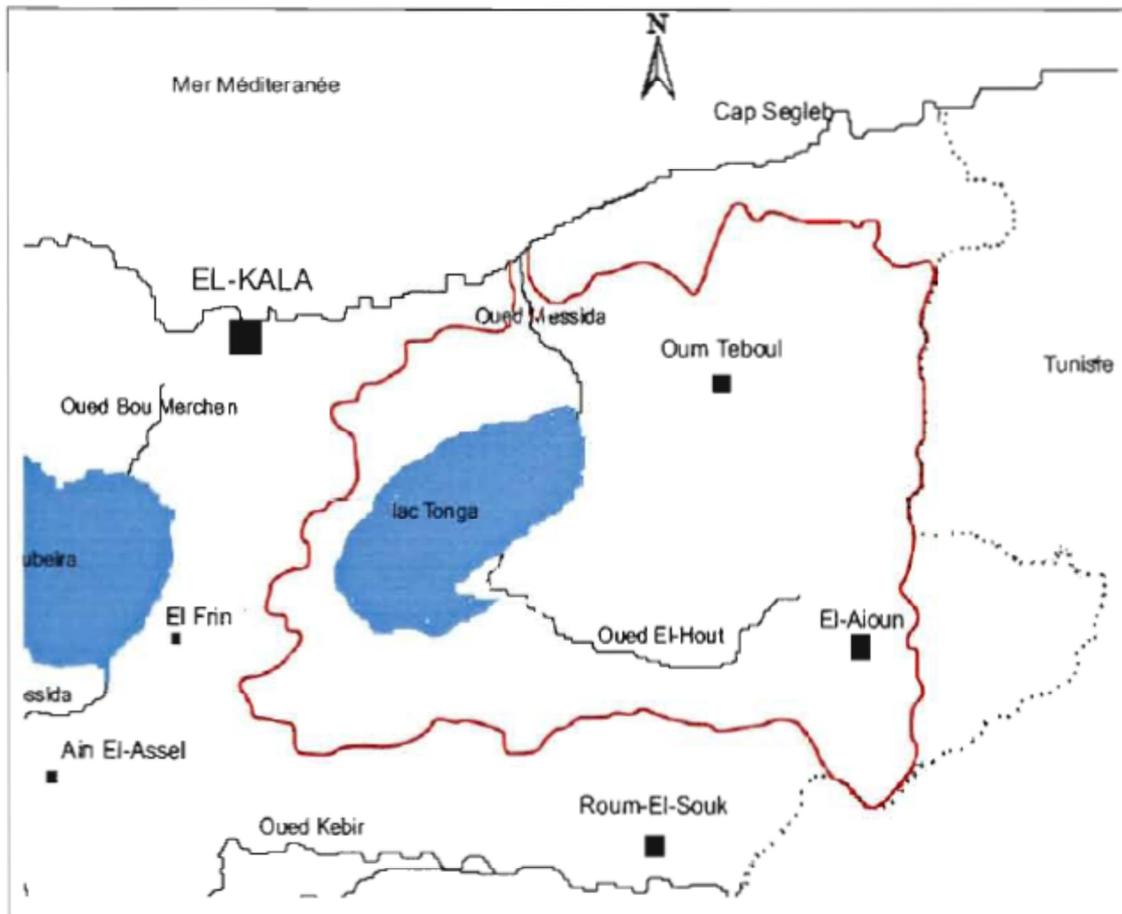
### 2.2.4. Géologie

Le bassin versant du lac Tonga (Figure 1.xx) d'une superficie de 150 km<sup>2</sup> et d'origine laguno-marine, 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 Dzaïr (433 m).

L'orientation de cette ride est Sud-Ouest / Nord-Est. Le lac Tonga est orienté dans la même direction. Ce synclinal est chevauché par celui du lac Obéira et correspondant 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.

Creusée dans les argiles de l'Éocène supérieur, la cuvette du lac Tonga avec celle du lac Obéira, offre la particularité d'être totalement fermée ce qui lui confère un fonctionnement à



Échelle : 1/200 000

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

**Figure 2.2. : Carte de délimitation du bassin versant du lac Tonga  
(LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)**

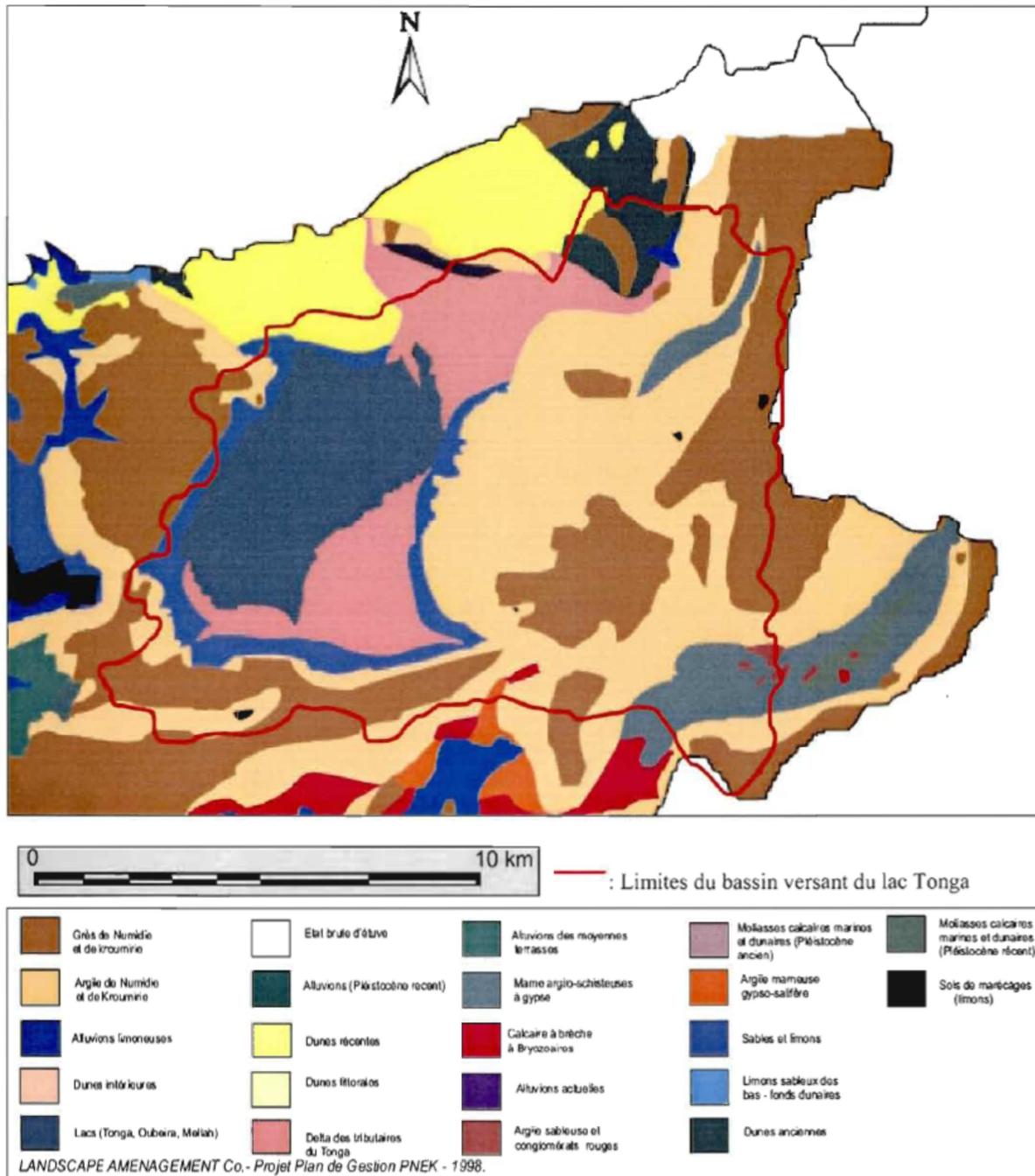
écoulement endoréique total, phénomène rare dans l'Atlas Tellien. Le fond de la cuvette de composition argileuse garantit son imperméabilité.

Joleaud (1936), expliquait jadis que l'origine du Lac Tonga est la résultante des mouvements tectoniques du quaternaire. Ils ont permis la création d'un creusé du même niveau de la mer donnant naissance à une lagune marine qu'avec le temps grâce à un apport de sol d'origine terrestre a causé l'élévation de son fond à la cote de 5,75 mètres ; ainsi les eaux salées du lac

n'ayant plus un approvisionnement des eaux marines et recevant constamment les afflux pluvieux apportés par les Oueds aux eaux douces, ont perdu par conséquent leur salure et sont devenues peu à peu douces.

Ce même auteur en 1946 a dressé une carte géologique qui délimite le secteur Bouteldja - El-Kala mettant en relief les formations géologiques du bassin versant du Lac Tonga schématisées dans la figure 2.3. La coupe géologique de celui-ci (voir Fig. 2.3.), nous permet de visualiser ce qui suit :

- La zone marécageuse inondée en permanence. Les couches sont relativement récentes reposant sur un fond constitué principalement de limons et d'argiles de Numidie. Cette formation est celle qui domine et caractérise l'ensemble de la cuvette du lac ;
- Les alluvions limoneuses et sablonneuses d'origine récente du Néopliocène ; rencontrées sur les rives des vallées du presque tout le pourtour du lac (Nord, Sud, Sud-Ouest, Est et Ouest) sous forme de sables et limons récents;
- 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.
- Les grès de Numidie et de Kroumirie quartzeux souvent blanchâtres, parfois assez friables et ils recouvrent 33 % de la superficie du bassin versant.. Ce substratum est la base du bassin versant du Lac Tonga et de la forêt de la Calle formée d'essences d'*Eucalyptus spp* et de *Quercus suber*,
- Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalation des petits bancs de grès quartzeux se développant sur les pentes des vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie



**Figure 2.3. : Carte géologique du bassin versant du lac Tonga (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)**

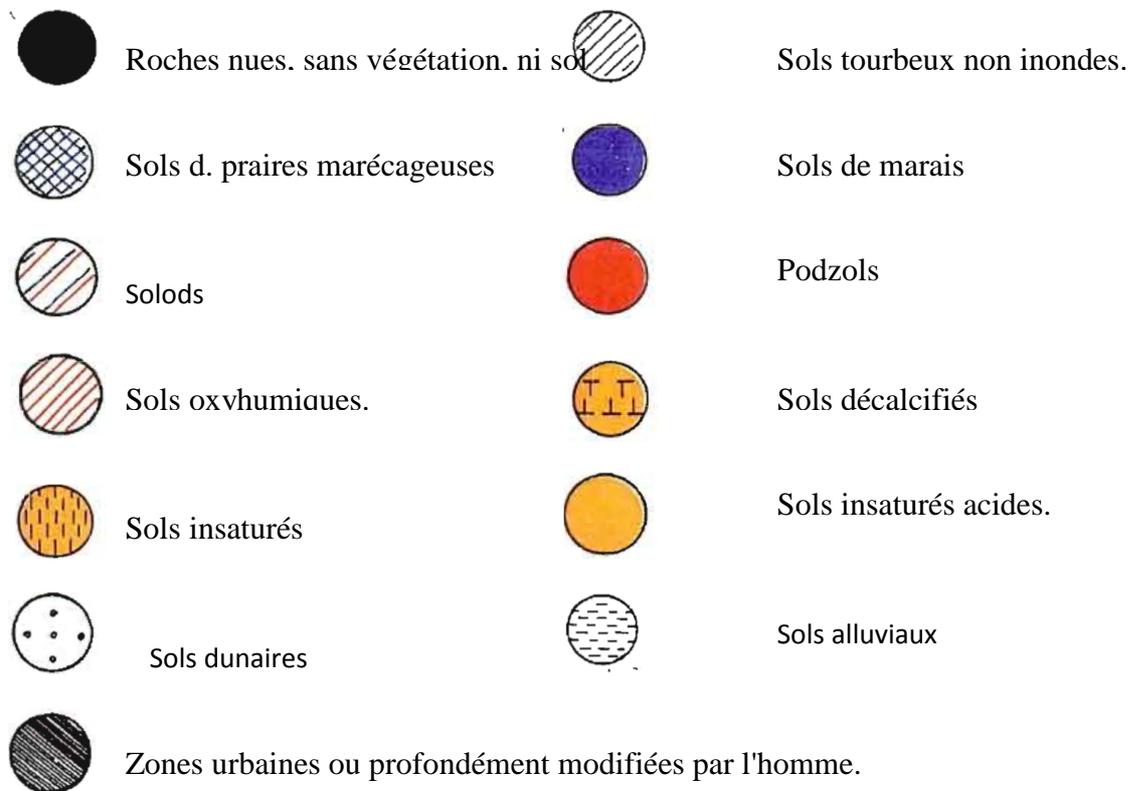
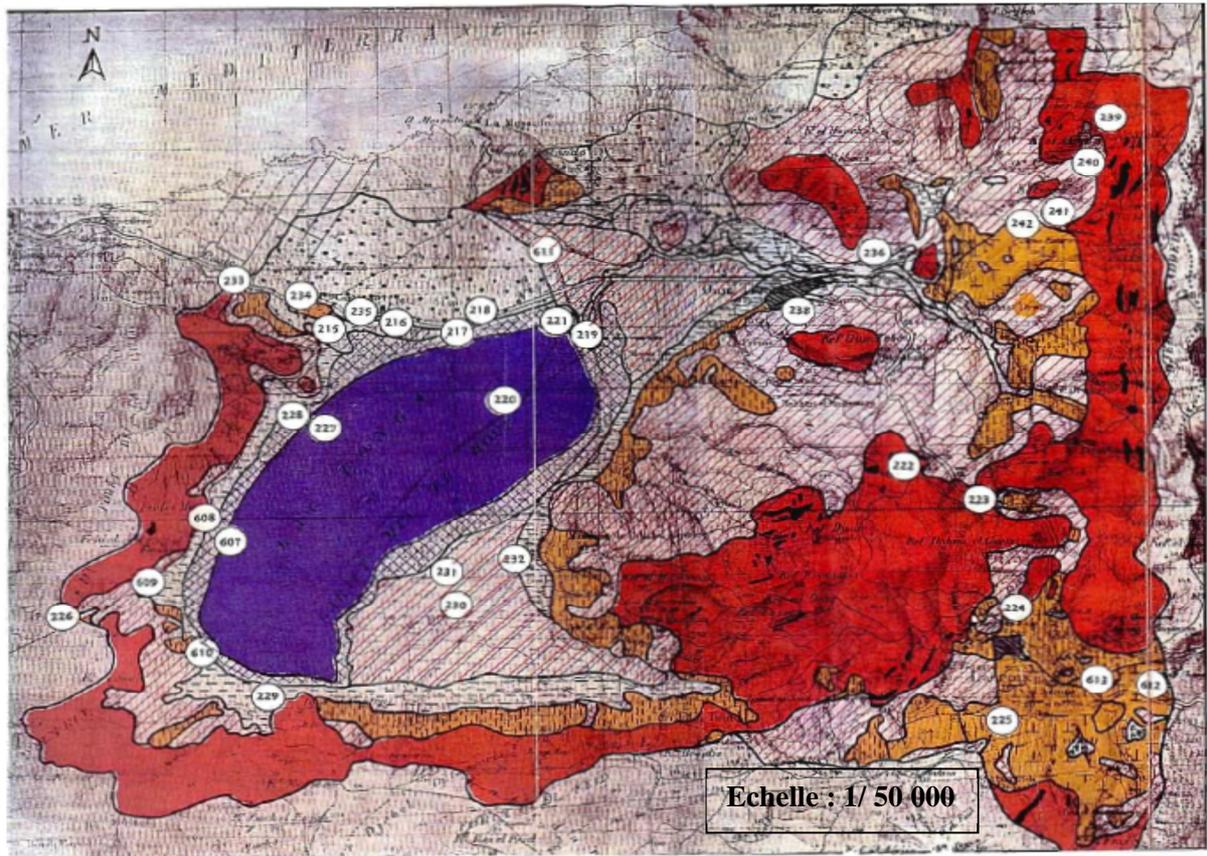
- Les argiles, grès et calcaires noirs datant de l'éocène moyen qui constitue le contrefort entourant le lac.

### 2.2.5. Pédologie

Concernant l'étude pédologique deux travaux ont été effectués dans la région. La première réalisée par Durand pendant l'année 1954 approfondie nos connaissances sur la typologie du sol du Lac Tonga qui est subdivisé selon cet auteur en deux types, l'un zonal très dépendant directement du climat et l'autre azonal.

Le sol zonal (Figure 2.4) comprenant tous les sols dont la tendance évolutive est le lessivage quelque soient les caractères du produit final, est constitué de cinq catégories de sols qui sont les suivants:

- ✘ Les podzols ferrugineux considérés actuellement comme étant pseudopodzols et formé actuellement 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. Ces sols sont couverts d'une forêt de chênes lièges de région méditerranéenne humide, ou d'une forêt de chêne zéen ou afarès.
- ✘ Les sols oxyhumiques formés de grès de Numidie, qui pourraient être considérés comme des podzols jeunes. Leur évolution normale tend à les amener au stade podzol, mais cette évolution est freinée, par 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, et ne contiennent absolument pas de calcaire. Les sols oxyhumiques supportent, en général, une végétation de chênes lièges sans sous-bois.
- ✘ Les sols insaturés acides, formés sur les argiles et les cailloutis du Pontien, dont les cailloux sont enrobés d'argile. Ils présentent d'une manière générale un horizon brun gris sombre, argileux à structure granuleuse, friable, dépourvu de calcaire. Ces sols présentent un complexe absorbant suffisamment insaturé où le pH peut descendre jusqu'à 6.



**Figure 2.4. : Carte des sols du bassin versant su Lac Tonga  
(LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)**

- ✘ Les sols insaturés formés d'argile de Numidie et sont incapables d'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.
- ✘ Les sols décalcifiés reposant directement sur la roche mère marneuse du complexe de l'Éocène moyen ou sur les grés calcaires qui apparaissent au Nord - Ouest de l'aulnaie, ils présentent un horizon superficiel brun plus ou moins sombre, enrichi en matières organiques, plus ou moins décalcifiées.

Le deuxième type, azonal est constitué principalement de six catégories qui sont dans l'ordre :

- ✘ Les sols de marais occupent la partie centrale de la cuvette inondée le plus longtemps. Ils sont caractérisés essentiellement par leur teneur en matières organiques et en argile, leur forte acidité, leur complexe absorbant saturé, mais surtout par leur humidité permanente qui ne favorise que le développement des microorganismes anaérobies.
- ✘ Les sols de prairies marécageuses découlant généralement des travaux d'assainissement et d'assèchement du lac, ce sont en réalité des sols de marais asséchés dont les horizons superficiels peuvent sécher jusqu'à 40 cm. Ils sont dotés d'une forte teneur en argile, d'un pH très acide et surtout d'une teneur en matières organiques assez faible, le complexe absorbant est insaturé.
- ✘ Les sols tourbeux de marais, non inondés et par conséquent peuvent abriter les aulnes *Alnus glutinosa* et formation d'un sous-bois de différente composition. L'horizon superficiel de ces sols est très riche en matières organiques et repose sur une argile fine gris-sombre bariolée de rouge. 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

- ✘ Les solods formés sur les cônes de déjection des deux oueds ; ils présentent des solods classiques à complexe absorbant insaturé à pH quelquefois acide et relativement riche en silice soluble. La végétation rencontrée est principalement dominée par les graminées parsemées occasionnellement par les aulnes et les joncs.
- ✘ Les sols alluviaux situés sur le long des Oueds et ne présentant aucun horizon distingué, ils peuvent être sableux ou argileux, acides ou non suivant l'origine de la roche mère qui les constitue. Leur végétation est toujours herbacée.
- ✘ Les sols dunaires qui se 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, zone dans laquelle le pH devient franchement acide

La deuxième étude établie en 1983 par la société d'études hydrologiques de Constantine (SETHYCO) réalisant des travaux sur les rives du lac et les estuaires de deux oueds à savoir Oud El-Hout et Oued El-Eurg, n'a retenu que trois catégories de sols: les sols peu évolués régosoliques, les sols vertiques et les sols hydromorphes à Gley (Boumezbeur 1993 ; Abbaci 1999).

### **2.2.6. Hydrologie**

Le Lac Tonga comme toutes les zones humides de la région d'El-Kala, n'échappe pas à la règle générale de la singularité d'être insérée dans une rupture nette entre deux entités naturelles, une pente de séries de montagnes se terminant par des plaines de basses altitudes, favorisant la création ainsi des zones facilement inondables (Anonyme 1994 in Cherouana 1996)

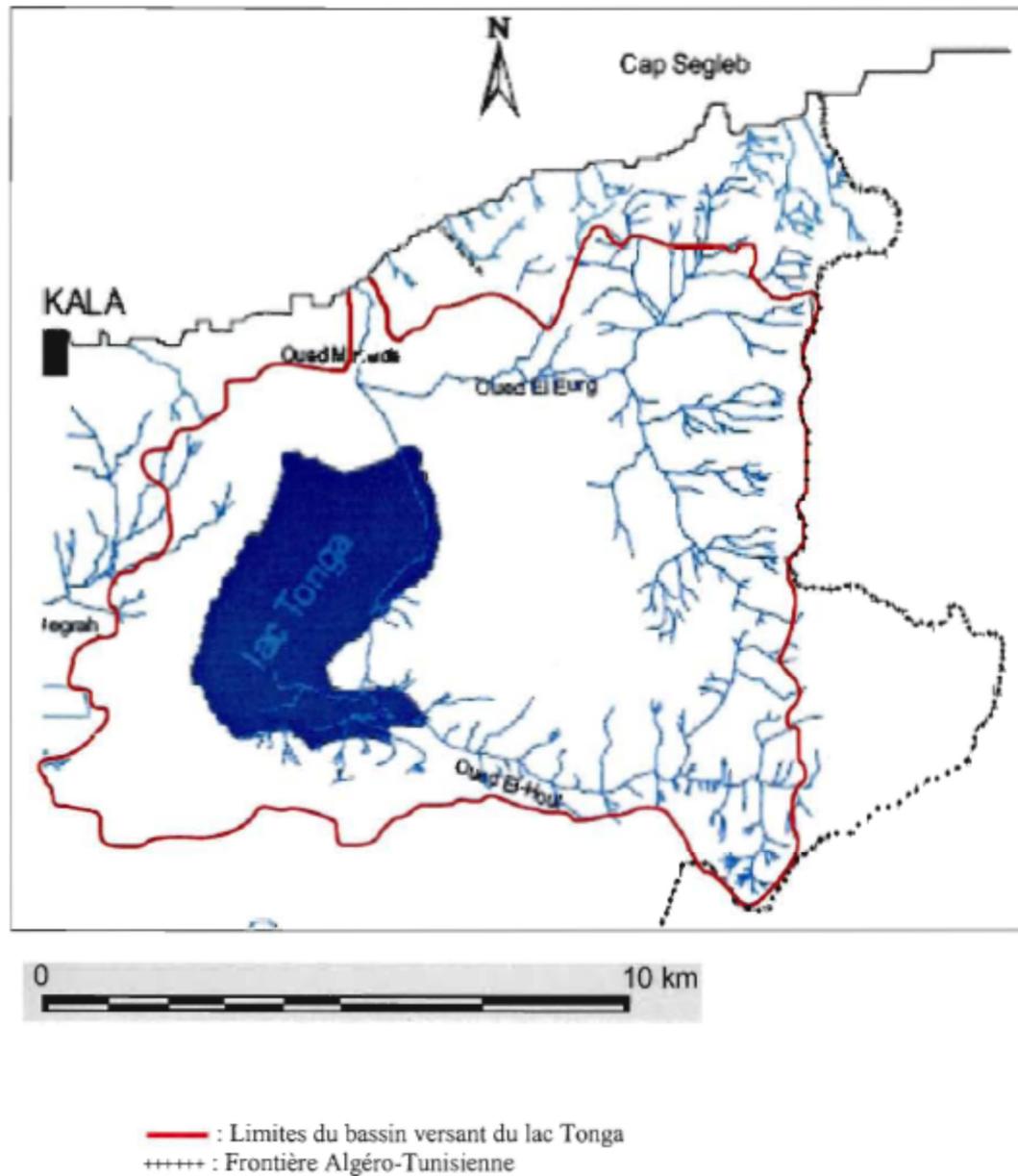
Le réseau hydrographique principal du Lac Tonga est formé par Oued El-Hout d'une longueur de 14 Km et ses affluents qui l'alimentent du côté Sud (Houhamdi 2002) et Oued El-Eurg (long de 10 km) au Nord-Est et ses affluents à l'Est et au Nord-Est forment

vraisemblablement de véritables oueds avec des cônes de déjection importants et très longtemps en eau (De Bélair 1990). Ces principaux cours d'eau qui approvisionnent le lac, ont édifié selon Joleaud (1936) de véritables deltas dont les apports ont progressivement réduit la surface du lac au profit des près riverains des Oueds El-Hout et Oum Teboul.

Par contre, au Nord, Oued ou plutôt le chenal Messida permet d'évacuer l'excès d'eau vers la Méditerranée (Figure 2.5.).

De Bélair (1990) mentionne que ce système hydrique est naturellement endoréique, artificiellement exoréique. En effet, l'Oued El-Eurg avec tous ses affluents se jetait dans le lac Tonga, la Messida était probablement un chaâba servant d'émissaire aux eaux marécageuses en excédant au pied du Kef Mechta. L'assèchement du lac supposait l'utilisation du chenal de Messida comme exutoire des eaux du lac vers la mer (Abbaci 1999).

Thomas (1975) releva une profondeur maximale qui ne dépasse les 2,80 m et une cote située aux alentours de 2,20 m au-dessus de la mer ce qui permet d'avoir un écoulement lent. Cependant, Abbaci (1999) a pu relever en avril 1998 des niveaux d'eaux plus importants correspondant la valeur de 3,80 m au centre du lac. Cette grande variation ne peut être expliquée inévitablement que par la grande variabilité de précipitations d'année en année et par la fermeture permanente de la vanne d'évacuation vers chenal Messida situé au Nord. La conséquence directe de cette action a conduit à la restauration de nos jours du système endoréique et Oued El-Eurg qui déverse directement dans la Messida formant ainsi une nouvelle zone humide du côté de la plaine d'Oum Teboul.



**Figure 2.5. : Carte du réseau hydrographique de la région d'étude  
 (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)**

## 2.7. Climatologie

La région d'El Kala est caractérisée par son appartenance au climat méditerranéen à l'étage de végétation subhumide, connu par une saison humide avec une pluviosité abondante durant l'hiver et une sécheresse durant l'été. Les données climatiques indispensables à notre travail, sont recueillies auprès de la station météorologique d'El – Kala (36°54'N, 08°27'E) qui

est la plus proche du lac Tonga. Ces données sont étalées sur une période globale de 20 ans, allant de 1985 à l'année 2005 (Tableau 2.3.)

**Tab.2.1. Données météorologiques de la station d'El-Kala (1985 - 2005)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
<i>Précipitation (mm)</i>	121,10	124,80	73,60	82,40	49,30	16,70	0,80	1,70	46	65,40	143,60	158,80	<b>212,90</b>
<i>Température moyenne (°C)</i>	9,75	11,30	13,55	14,95	17,70	20,30	23,20	24,85	24,40	21,86	18,50	12,75	<b>17,70</b>
<i>Température moyenne maximale (°C)</i>	13,30	15,20	16,6	17,30	19,90	23,90	26,30	27,90	27,80	25,13	20,10	15,70	<b>20,70</b>
<i>Température moyenne minimale (°C)</i>	6,20	7,40	10,50	12,60	15,50	16,70	20,10	21,80	21,00	18,60	16,90	9,80	<b>14,7</b>
<i>Humidité moyenne mensuelle (%)</i>	74,10	77,90	74,40	74,80	78,00	76,30	75,30	75,60	75,90	72,60	76,80	78,90	<b>75,90</b>
<i>Vitesse du vent (m/s)</i>	3,88	4,27	4,16	4,38	3,17	3,26	3,06	3,04	3,47	3,70	4,15	4,29	<b>3,74</b>

### 2.7.1. La pluviométrie

La Numidie Orientale figure parmi les régions les plus abondamment arrosées en Algérie. Deux phénomènes météorologiques principaux conditionnent la pluviosité dans cette région, les perturbations cycloniques et les dépressions méditerranéennes. Les premiers d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord – Ouest, après avoir traversé l'Espagne et une partie de la Méditerranée, affectent le littoral Nord – Est algérien de Bejaïa à El-Kala. Quant aux dépressions, elles prennent naissance en Méditerranée occidentale, généralement centrées dans le périmètre du golfe de Gènes entre la Corse et la Sardaigne, et n'affectent que la partie orientale du Tell algérien. Elles lui confèrent son statut de région la plus arrosée d'Algérie avec une moyenne annuelle de 910 mm par an (Seltzer, 1946).

D'après le **tableau 2.1.**, les précipitations se concentrent durant la période hivernale en s'étalant du mois d'octobre jusqu'à mars. Le maximum de chutes pluviales est en revanche, enregistré durant le mois de décembre et la moyenne annuelle est de 862,3 mm.

### 2.7.2. La température

La température est l'un des facteurs climatiques le plus important car sa progression influence et agit directement sur le bilan hydrique et divise par voie de conséquence l'année hydrologique en deux saisons, humide et sèche. Le mois le plus froid est janvier (6,2 C°) et durant l'été, le mois d'août représente le mois le plus chaud.

### **2.7.3. L'humidité relative**

L'humidité de l'air affiche des valeurs très élevées durant toute l'année et qui demeure sans changement significative (valeur dépassant toujours les 70 %) à cause de la proximité de la mer d'une part et la présence d'un nombre important de zones humides ainsi que de forêts d'autre part.

### **2.7.4. Synthèse climatique**

#### **2.7.4.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen**

Les données climatiques fournis par la station météorologiques d'El Kala nous permettent de les exploiter pour tracer le diagramme ombrothermique selon la méthode de Bagnouls et Gaussen (1957). Ce dernier, nous éclaire sur l'existence de deux périodes de durée très variable, l'une humide et l'autre sèche. En effet, la période sèche s'étend sur un intervalle de cinq mois débutant le mois de mai jusqu'au mois de octobre (Fig.2.6.).

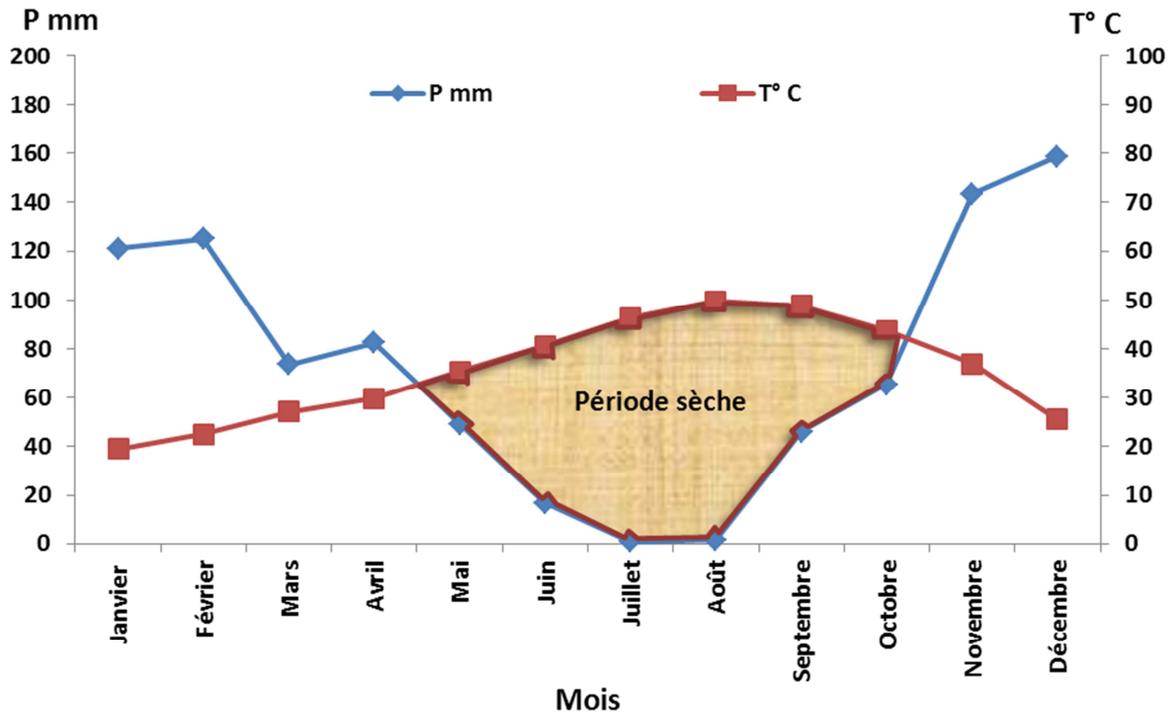


Fig.2.6. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région d'étude

### 2.3.7.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

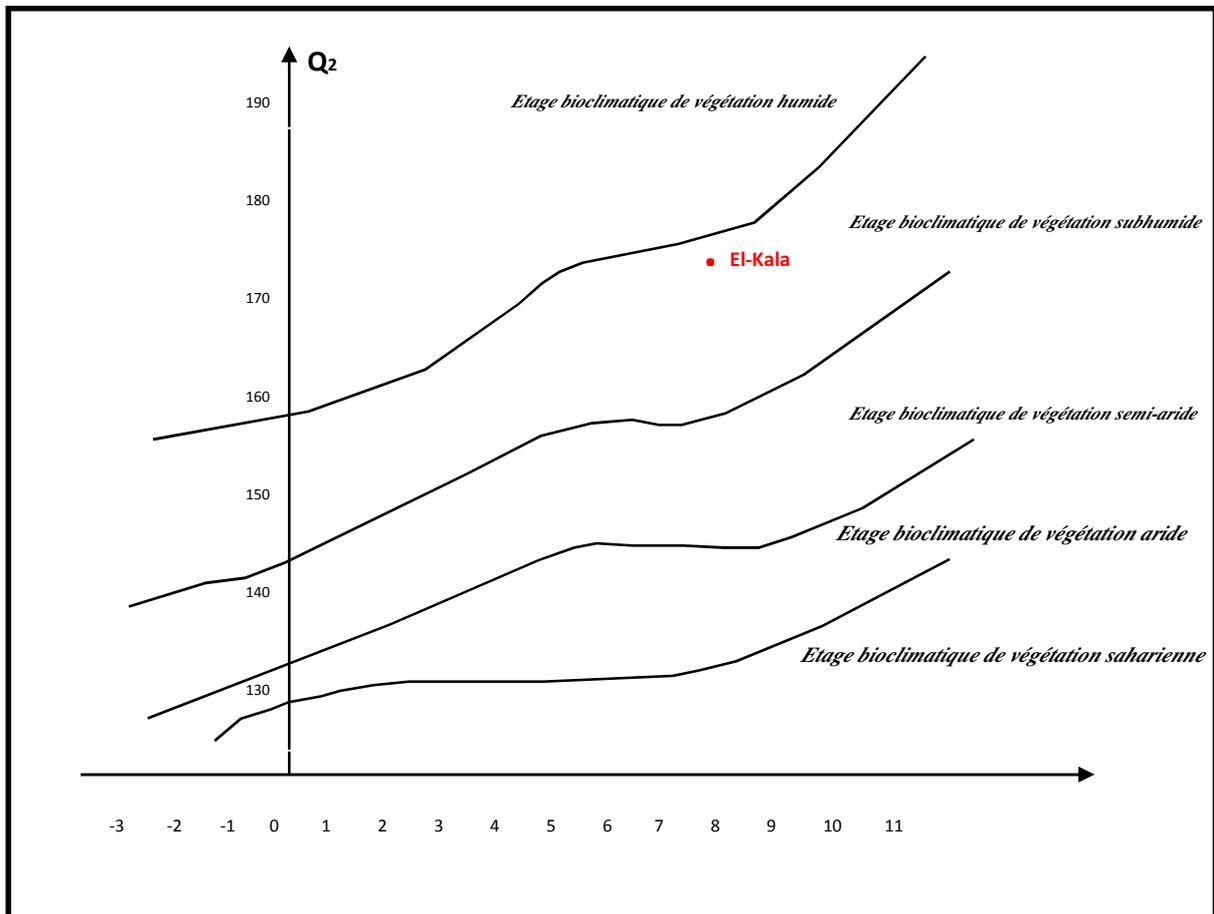
Ce quotient, également appelé indice de xéricité, permet de placer la zone d'étude selon le chiffre obtenu après calcul, dans un climagramme spécifique à la région méditerranéenne subdivisé en 5 types de climat.

$$Q_2 = \frac{1\ 000 \cdot P}{\left[ \frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

- Q : quotient pluviométrique d'Emberger.
- P = Précipitation annuelle moyenne (mm)
- M = Températures des maxima du mois le plus chaud (°K).
- m = Températures des minima du mois le plus froid (°K).

Les températures sont exprimées en degrés absolus [T°K = T°C + 273.2]

Le calcul grâce à l'exploitation des données météorologiques fournies par la station d'El Kala, nous permet d'obtenir un quotient ombrothermique  $Q_2 = 135,46$  permettant de situer le lac Tonga dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud à la limite de l'étage humide (Fig. 2.7.). Ce type de climat très particulier permet le développement des espèces végétales tropicales et subtropicales.



**Fig. 2.7. Climagramme d'Emberger de la région d'El Kala**

### 2.2.8. Végétation du Lac Tonga et son bassin versant

La végétation du Lac Tonga et son bassin versant est très diversifiée ; Abbaci (1999) dénombre un nombre de 309 espèces répartis en 71 familles dont les plus importantes appartiennent aux sous – embranchement des Angiospermes qui regroupe à lui seul 293 espèces distribuées en 64 familles. Elle peut être subdivisée en deux catégories, la végétation forestière et la végétation aquatique en lui ajoutant en toute évidence, le tapis végétal qui couvre les prairies qui bordent le lac.

Selon De Belair (1990), le bassin versant du lac Tonga se situe 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 Obéira.

Cet amalgame bioclimatique joue à la faveur de l'installation et la répartition du couvert végétal qui se répartit comme suit :

- Dans la zone littorale (ou le cordon dunaire), la dominance du pin maritime et d'un maquis à chêne kermès est très nette.
- Dans la plaine, la végétation arbustes est composée principalement d'une l'aulnaie, qui comprend des ormes, des frênes et des saules.
- Dans les massifs montagneux : caractérisés par la présence d'une chênaie mixte formée du chêne liège, le chêne zeen et un maquis dégradé de chêne liège.

#### **2.2.8.1. La végétation des forêts :**

La plupart des collines gréseuses sont recouvertes de chêne liège *Quercus suber* qui est rencontré à certains endroits soit mélangés soit totalement supplantés par les pins maritimes *Pinus maritimus* (Boumezbeur 1993). De Bélair (1990), remarque la présence de quelques micros populations pures de chênes zeen *Quercus faginea*. Cependant, les dunes situées à l'Ouest de la Messida sont exclusivement occupées par le pin maritime *Pinus maritimus* et le pin pignon *Pinus pinaster*. Au Nord du lac, se trouve une extraordinaire aulnaie d'une superficie de 57 ha décrite par Maire et Stephenson 1930 in Boumezbeur 1993). Cette dernière composée par une association *Alnus glutinosa* (Boumezbeur 1993 ; Abbaci 1999) a été décrite par d'innombrables botanistes et forestiers (Thomas in Boumezbeur 1993) et semble résulter d'une mise en défense ancienne. Le climat quasitropical régnant sur cette aulnaie a favorisé particulièrement le développement des cyprès chauves, peupliers de Virginie, aulnes glutineux, ormes champêtres et les acacias (Boumezbeur 1993).

A l'exception de la ronce *Rubus ulmifolius* et l'aubépine *Crataegus monogyna*, qui sont des espèces d'origine euro-méditerranéenne, la majorité des autres espèces arbustives particulièrement *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Ouecus coccifera*, *Myrtus communis*, *calycotome villosa*, *Phillyrea angustifolia* et *Genista ferox* sont imprégnées du climat méditerranéen.

En ce qui concerne la flore herbacée qu'est de loin la plus riche et diversifiée. Elle est surtout représentée par des Astéracées, des Fabacées, des Brassicacées, des Cypéracées et des Renonculacées.

Plus de la moitié du cordon dunaire est occupée par une végétation naturelle climacique formée par le chêne kermes *Quercus coccifera* et le reste formant la partie Nord du bassin versant, est dominé par un peuplement artificiel de pin maritime *Pinus pinaster* et de pin pignon *Pinus pinea*, implanté durant la période coloniale en 1925, pour freiner et réduire le phénomène d'érosion éolienne au niveau de la dune de la Messida située à l'Est du Kef Mechtob. Malheureusement, depuis l'année 2000, la dune a connu une dégradation accrue suite à son exploitation en tant que sablière.

En niveau du chenal de la Messida, une petite formation d'eucalyptus et de frêne *Fraxinus angustifolia* est rencontrée associée à une strate herbacée formée principalement par *Halium halimifolium* et *Retama retam* présents par taches dispersées.

La bordure Sud de Oued El Eurg, a été plantée en 1987 par les services des forêts par une plantation de peuplier.

Quant à la rive Est du lac, a connu l'introduction et l'implantation d'eucalyptus pendant les périodes d'occupation française dans le but de pomper et d'assécher les zones marécageuses d'Oum Teboul. Les peuplements d'eucalyptus de l'Ouest du Tonga, ont été mis en place après 1962 (après l'indépendance), pour lancer des projets infructueux d'industrie papetière.

#### **2.2.8.2. La végétation périphérique du Lac**

La périphérie Nord du lac et couvrant les terrasses du quaternaire récent, sur des sols marécageux hydromorphes, se développe une formation naturelle relique d'aulnes glutineux *Alnus glutinosa* et d'orme *Ulmus campestris*, et *laurus nobilis*. 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 melanoxyton* et de cyprès chauve *Taxodium distichum*. Ces plantations exotiques ont parfaitement réussi à s'adapter au milieu doué d'un climat quasi-tropical (Joleaud, 1936) de cette forêt inondée et particulièrement favorable au cyprès chauve dont la hauteur moyenne dépasse parfois les 30 m. Au Sud de l'aulnaie se trouve la spectaculaire saulaie du Tonga formée de plus de 6 espèces de saules : *Salix alba*, *Salix nigra*, *salix pedicellata*, *salix cinerea*, *salix triandra*.

Au niveau des plaines, la dominance agricole est très distinguée et presque la totalité des terres alluvionnaires sont utilisées par l'agriculture, particulièrement celles des deux estuaires des oueds El Eurg au Nord – Est et El Hout au Sud – Est , également les colluvions argileuses et les marnes du Sud d'El Aïoun sur les quels un fourrage naturel formé d'un 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. Les sols sont exploités pour la culture de l'arachide, les cultures maraîchères, et de petits jardins d'arbres fruitiers.

### **2.2.8.3. La végétation aquatique du lac :**

Le plan d'eau du lac est occupé par une végétation aquatique riche et diversifiée, et qui très variable selon les saisons et la situation géographique. Dans la plupart des cas, ces types de végétation ne se rencontrent pas isolés mais forment des associations singulières.

La surface est recouverte à 90 % par cette végétation aquatique subdivisé en 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 (Tableau N° 2.2.) telles que *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta* (Kadid, 1989).

**Tableau N° 2.2. Degré de rareté des espèces aquatiques**

Espèces	Degré de rareté
<i>Marsilea quadrifolia hydrocharis</i>	RRR
<i>Morsus ranae</i>	RR
<i>Naja pectinata</i>	RR
<i>Salvinia natans</i>	RR
<i>Scirpus inclinatus</i>	RR
<i>Scirpus supinus</i>	RR
<i>Lemna trisulca</i>	RR
<i>Nymphéa alba</i>	R
<i>Ranunculus flammula</i>	RR
<i>Utricularia exoleta</i>	RRR

R : Rares; RR: Très rare; RRR : Rarissime

La flore immergée est essentiellement formée de Potamots *Potamogeton trichoides* particulièrement abondant aux abords du lac à de faibles profondeurs ; *Potamogeton lucens* domine la partie centrale et enfin *Potamogeton pectinatus* qu'est faiblement représenté, se localise surtout au niveau du secteur Nord – Est. Les Potamots sont dans la plupart des cas associés à des Myriophylles *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticellatum*, et très rarement avec *Myriophyllum alterniflorum* et *Ceratophyllum demersum*. *Ceratophyllum submersum* est une espèce rare dans un site envahi par le nénuphar blanc *Nymphaea alba* qui couvre de grandes surfaces à plusieurs centaines d'hectares (Abbaci 1999).

En ce qui concerne les formations émergentes, la partie Est, Nord – Est et sud est complètement envahi par une roselière formée par des Phragmites *Phragmites australis*, des Scirpes *Scirpus lacustris*, des Massettes *Typha angustifolia* et de *Salix pedicellata*. Cette grande formation végétale couvre l'équivalent de 1430 hectares soit 65 % de la surface totale du lac (Abbaci 1999). d'Iris *Iris pseudoacorus*, *Sparganium erectum*, *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Oenanthe fistulosa*, *Ranunculus baudotii* (Kadid 1989).

### 2.2.9. La biodiversité faunistique

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:

### 2.2.9.1. L'avifaune aquatique

Du point de vue avifaunistique, le Lac Tonga est un site privilégié de nidification pour le Fuligule Milouin *Aythya ferrina*, la Poule sultane *Porphyrio porphyrio*, Héron crabier *Ardea ralloides*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Héron pourpré *Ardea purpurea*, Butor étoilé *Botaurus stellaris*, Le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (Chalabi 1990). Au cours de l'année 1997, 63 espèces ont fréquenté le lac Tonga, constituées principalement de Canard Colvert, Canard Chipeau, Canard Souchet, Canard Siffleur, Canard Pilet, Sarcelles d'hiver, Fuligule Nyroca, Fuligule Milouin, Erismature à tête blanche, Echasse blanche, Héron cendré, Héron pourpré, Ibis falcinelle et Foulques macroules (Abbaci 1999).

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 (Tableau 2.3.). 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 harpaye *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 *Porphyrio porphyrio*, 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).

### 2.2.9.2. 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.

**Tableau 2.3. Liste des oiseaux protégés du Bassin versant du Tonga (Benyacoub et Cbabbi, 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>Coccothraustes</i>	Commune
<i>Anser anser</i>	Commune	<i>coccothraustes</i>	Peu commune
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Commune	<i>Columba oenas</i>	Peu commune
<i>Marmaronetta</i>	Rare	<i>Coracias garrulus</i>	Peu commune
<i>angustirostris</i>	Peu commune	<i>Crex crex</i>	Commune
<i>Platalea leucorodia</i>	Peu commune	<i>Cuculus canorus</i>	Commune
<i>Tadorna tadorna</i>	Rare	<i>Dendrocopos minor</i>	Abondante
<i>Turnix sylvatica</i>	Commune	<i>Dendrocopos major</i>	Peu commune
<i>Hieraeetus pennatus</i>	Peu commune	<i>Egretta alba</i>	Abondante
<i>Hieraeetus fasciatus</i>	Rare	<i>Egretta garzetta</i>	Peu commune
<i>Pandion haliaetus</i>	Commune	<i>Glareola pratincola</i>	Peu commune
<i>Circus aeruginosus</i>	Commune	<i>Ixobrychus minutus</i>	Commune
<i>Buteo rufinus</i>	Commune	<i>Synx torquilla</i>	Peu commune
<i>Athene noctua</i>	Commune	<i>Loxia curvirostra</i>	Abondante
<i>Tyto alba</i>	Commune	<i>Merops apiaster</i>	Peu commune
<i>Strix aluco</i>	Peu commune	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Commune
<i>Circaetus gallicus</i>	Rare	<i>Oriolus oriolus</i>	Peu commune
<i>Elanus caeruleus</i>	Commune	<i>Oxyura leucocephala</i>	Commune
<i>Accipiter nisus</i>	Commune	<i>Picus vaillantii</i>	Peu commune
<i>Falco tinunculus</i>	Peu commune	<i>Plegadis falcinellus</i>	Peu commune
<i>Falco eleonorae</i>	Peu commune	<i>Porzana porzana</i>	Abondante
<i>Falco subbuteo</i>	Peu commune	<i>Serinus serinus</i>	Peu commune
<i>Falco peregrinus</i>	Peu commune	<i>Sterna albifrons</i>	Commune
<i>Bubo bubo</i>		<i>Upupa epops</i>	Peu commune
		<i>Suka bassana</i>	

#### 2.2.9.4. L'entomofaune

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