MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS

2014 Época II N° 25

COMITÉ CIENTÍFICO:

G. U. CARAVELLO

S. G. CONARD

A. FARINA

A. FERCHICHI

A. A. RAMOS

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias

Revista electrónica anual

COMITÉ CIENTÍFICO:

S. G. CONARD. USDA Forest Service. Riverside. U.S.A.
A. FARINA. Lab. Ecología del Paisaje. Museo Historia Natural. Aulla. Italia.
A. FERCHICHI. I.R.A. Medenine. Túnez.
G. U. CARAVELLO. Istituto di Igiene. Università di Padova. Italia.
A. A. RAMOS. Dep. CC. Del Mar y Biología Aplicada. U.A. España.

COMITÉ EDITORIAL:

V. Peiró, A. Pastor-López, E. Seva. U.A.

DIRECCIÓN:

Eduardo Seva. Instituto Interdisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef»
(IMEM). Universidad de Alicante.

SECRETARÍA:

Victoriano Peiró (V.peiro@ua.es). Gestor Jefe: Gema Iglesias (gema.iglesias@ua.es).
IMEM. Universidad de Alicante.

EDITA:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante.
<http://publicaciones.ua.es>

CORRESPONDENCIA:

Instituto Interdisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef» (IMEM)
Ap. 99 - 03080 Alicante. España.
Teléfono de Secretaría: +34965903400, ext. 1184
Fax: Rev. Mediterránea. IMEM. +34965909873

I.S.S.N.: 0210-5004

Depósito Legal: A-1059-1984

Maquetación:

Marten Kwinkelenberg

Notas para los autores

Los trabajos versarán sobre aspectos de ecología, recursos naturales, paisaje, gestión ambiental, en los ecosistemas de la cuenca mediterránea.

Los manuscritos mecanografiados a doble espacio y por una sola cara se enviarán a la dirección del **Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef» de la Universidad de Alicante (IMEM), Ap. 99 (03080 Alicante, España) —RevistaMediterranea—**. Los autores deberán enviar original y dos copias, así como en CD compatible en programas de tratamiento de texto WORD.

LENGUA: Redactados en español, inglés, francés o italiano.

NOMBRE DE AUTORES: Apellidos y nombres sin abreviaciones.

DIRECCIÓN: Dirección profesional (Organización, Centro de Investigación, Universidad,...) teléfono, telefax, dirección electrónica.

TÍTULO: conciso y completo, sin abreviaciones (max. 60 espacios).

RESÚMEN: Después del título, un resumen en inglés y otro en francés, de 1500 espacios como máximo, independientemente de la lengua utilizada en el texto del trabajo

PARÁGRAFOS: El manuscrito debe respetar el siguiente orden: (contenido) introducción sin título, párrafos con títulos cortos (max. 50 espacios), conclusiones, agradecimientos (si procede), referencias bibliográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Obligatorias para las publicaciones citadas en el texto, que irán en mayúscula. Las referencias de información no publicada (informes, comunicación personal...) se incluyen en el texto entre paréntesis. La bibliografía se presentará según los modelos siguientes:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECCIÓN DE PRUEBAS: Será realizada por la redacción de la revista, aunque los autores deben enviar un texto muy claro y definitivo. Si se hallan deficiencias notorias en el texto, el trabajo será remitido a los autores de inmediato.

TABLAS: Cada tabla en página por separado, numeradas siguiendo el orden de aparición en el texto y llevarán leyenda. El método de escritura admitido puede ser WORD o EXCEL.

GRÁFICAS y DIBUJOS: Presentados en papel blanco no reciclado, exclusivamente en blanco y negro. Las láminas en color deberán ser costeadas por los autores. Gráficas y dibujos deben ser presentados de forma que, modificando su dimensión, no se vea modificada su comprensión. Deberán acompañar las leyendas al gráfico, suficientemente grandes e incluidas en la caja del mismo. Es obligatorio acompañar archivo en el disco compatible y formato TIF o JPGE.

ILUSTRACIONES: Las fotografías, separadas del texto, con leyenda y número de orden, posición en el texto, etc.

NOTAS: Excepcionalmente se incluirán notas a pie, pero éstas deben ir en hojas separadas y debidamente numeradas.

EXTENSIÓN: El texto comprenderá una extensión de 5 (min.) a 25 (max.) páginas dactilomecanografiadas. El número de gráficos, dibujos y fotografías debe ser proporcional al tamaño del texto.

La dirección de la revista se reserva el derecho de revisar los trabajos presentados con el fin de adaptarlos a la publicación.

<http://publicaciones.ua.es>

Notes for the authors

SUBJECTS

Ecology

Natural Resources

Landscape

Environmental Management

Manuscripts typed on duplicate on one side of the sheet only, should be sent to the magazine direction: **Mediterranea. Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef» (IMEM). Universidad de Alicante. Ap. 99 (03080 Alicante) Spain.** All authors are kindly requested to send their papers in writing, but namely on compatible CD, using WORD program. Every paper should conform to the following rules:

LANGUAGE: Spanish, English, French or Italian.

NAME OF THE AUTHORS: Preceded by the full first name without abbreviations.

ADDRESS: Institutional address of author(s) (Institutions, Research Centre, University), telephone, fax, electronic adress..

TITLE: Concise but detailed enough, without abbreviations (max. 60 strokes).

ABSTRACTS: In English and French, whatever it might be the language of the paper. The lenght should not exceed 1500 strokes.

PARAGRAPHS: Should be arranged as follows: (contents) introduction without title, paragraphs with short titles (max. 50 strokes), conclusions, acknowledgments (if required), references.

REFERENCES: Should include only publications mentioned in the text. References to unpublished informations (reports, personal communications, etc.) should be included between parentheses in the text. The bibliography should be presented in conformity with the following patterns:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECTIONS TO THE PROOF: Will be done by the editorial staff. Authors are kindly requested to submit a clear and final paper.

TABLES: Each table should be on a separate sheet, numbered consecutively, with a legend. The writing method admitted is WORD, EXCEL..

GRAPHICS AND DRAWINGS: Separated from the text, should be lettered on white or glossy paper, in black and white in compatible disks TIF or JPGE format. They should be clearly “constructed”, with sufficiently big letters within the block of the graph.

ILLUSTRATIONS: Photographs should be numbered and lettered.

NOTES: They should be numbered and referred to in the text. They should be compiled on separate sheets.

LENGHT: Preferably between 5 (min.) and 25 (max.) typed pages. The number of illustrations, tables and graphs should be proportional to the lenght of the text.

The articles are reviewed by the editorial staff to be conformed for their publication.

<http://publicaciones.ua.es>

La ecología del paisaje es una rama reciente de la ecología que ofrece teoría y métodos para explicar las dinámicas ecológicas de grandes áreas y abre nuevas perspectivas sobre los problemas relacionados con la gestión de los ecosistemas y la planificación del uso del territorio. La atención de la ecología del paisaje se centra en la identificación de las causas y las consecuencias de la heterogeneidad espacial, que es fruto de complejas interacciones entre la biota y el ambiente, además de en la actividad humana que ha contribuido desde tiempos prehistóricos a los cambios del paisaje y es responsable actualmente de profundas y repentinas alteraciones. El punto de vista de la ecología del paisaje integra el contexto natural con el contexto humano y centra su atención en lo que Almo Farina denomina “el

mundo real”, es decir, en las interacciones entre procesos naturales y procesos antrópicos. Los ambientes influidos por el hombre han sido durante largo tiempo cosecha ignorada por los ecólogos porque resultaban poco atractivos desde el punto de vista naturalista; sin embargo son precisamente los “paisajes culturales” (es decir, áreas moderadamente modificadas por el hombre que comprenden elementos naturales) los que proporcionan la clave para la comprensión de los procesos que llevan a la integración entre las realidades naturales y la realidad humana.

Almo Farina está profundamente convencido de que el conocimiento de los procesos que rigen la presencia, la distribución y la abundancia de especies en los ambientes modificados sugerirá al ser humano nuevos caminos que garantizarán un desarrollo de la sociedad humana compatible con las capacidades que emergen de los sistemas naturales.

La convicción de que la ecología del paisaje es un potente instrumento de integración de las teorías ecológicas dentro de la dimensión humana confiere al autor de este texto una carga de entusiasmo que se traduce en una presentación apasionante de la disciplina. Al interés intrínseco de los argumentos cabe añadir: a) la simplicidad del lenguaje específico que facilita la comprensión; b) una serie de ejemplos de muchas de ellas referidas a los ambientes montañosos de los Apeninos donde el autor ha realizado gran parte de sus investigaciones) que esclarecen el corpus doctrinal presentado pero que, en definitiva, son puramente mediterráneos; c) la continua referencia a los argumentos relacionados y a sus aplicaciones.

Una excelente publicación de ecología espacial de la Universidad de Alicante

Aïda SAÏFOUNI & Mohammed BELLATRECHE

**Cartographie numérique des habitats de
reproduction de l'avifaune nicheuse du
lac Tonga, parc national d'El-Kala
(Nord Est Algérien)**

Índice

Portada

Créditos

Résumé	10
Summary	11
Introduction.....	12
Materiels et methodes	14
Resultats et discussions	28
Conclusion	45
Bibliographie.....	48
Notas	52

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Aïda SAÏFOUNI (1) & Mohammed BELLATRECHE (2)

Résumé

Les prospections et observations réalisées en 2007 en période estivale, sur les habitats naturels et l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (Parc National d' El-Kala), ont permis d'identifier 16 habitats de reproduction dans lesquels nous avons obtenus 6923 contacts de 19 espèces d'oiseaux d'eau nicheuses. La plus forte densité en oiseaux nicheurs a été observée au niveau du secteur Nord-Est du lac Tonga. Les habitats les plus utilisés sont représentés par la scirpaie, le rubanaie et la typhaie. L'espèce la plus abondante, est le Grèbe castagneux (*Tachybaptus rufficollis*), avec 1574 contacts. La

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

cartographie numérique des habitats naturels du lac Tonga a permis de mieux cerner la relation « habitats de reproduction – avifaune nicheuse ». L'approche cartographique utilisée dans cette étude, a confirmé l'importance des SIG dans la gestion des ressources naturelles.

Summary

The investigations and observations done during summer season in 2007 for natural habitats and breeding water birds at the Tonga Lake (National park of El-Kala), have permitted to identify 16 natural reproductions habitats, in which we have got 6923 contacts of 19 various species of water birds. The most important density of breeding water birds is located in the North East of the lake. The habitats which are most used by the breeding water birds at Tonga lake are the "Scirpaie, the Rubaniae, and the Typhaie". The most important specie of water birds is a *Tachybaptus rufficollis*, with 1574 contacts. The numerical cartography of natural reproduction habitats, have permitted to have a better understanding of the relationship between reproduction habitats – breeding water birds at Tonga Lake. The cartography simulation used in this study, has confirmed that the GIS, is important in the management of the natural resources.

Introduction

Les zones humides algériennes, ont fait l'objet de plusieurs études avifaunistiques grâce à leur intérêt pour les oiseaux d'eau (JACOBS & OCHANDO, 1979). Ces zones attirent régulièrement un grand nombre d'espèces d'Anatidés et de Foulques, grâce aux bonnes conditions qui sont offertes, durant l'hivernage et la saison de nidification (CHALABI, 1990 ; LEDANT *et al.*, 1981 ; ISENMANN & MOALI, 2001).

La région Algérienne la plus importante et la plus riche en zones humides est la région du Nord-Est d'Algérie, qui totalise pas moins de 72 sites humides (31,58% de l'effectif national), cette région représente aussi le quartier d'hivernage le plus important de l'avifaune aquatique en Algérie, abritant 33,92% de l'effectif national en oiseaux d'eau (SAIFOUNI, 2009).

Le complexe de zones humides d'El-Kala, situé dans le Nord – Est de l'Algérie, est le plus important complexe de zone humide du pays. Il a fait l'objet de plusieurs recherches sur la faune et la flore (SKINNER & SMART, 1984 ; CHALABI *et al.*, 1985 ; CHALABI & VAN DIJK, 1988 ; CHALABI, 1990 ; BOUMEZBEUR, 1993 ; GEHU *et al.*, 1993 ; SAMRAOUI & DE BELAIR, 1998 ; BOULAHBEL, 1999 ; BENYACOUB & CHABI, 2000 ; BAKARIA, 2002 ; HOUHAMDI, 2002 ; SAMRAOUI &

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

KADID, 2010). Les dénombrements annuels hivernaux de l'avifaune aquatique, ont mis en évidence le rôle majeur joué par ce complexe, notamment pour les Anatidés avec un effectif moyen de l'ordre de 90000 à 100000 individus (VAN DIJK & LEDANT, 1983 ; SKINNER et SMART, 1984) ; comme espèces remarquable on cite : le Canard siffleur (*Anas penelope*), le Canard souchet (*Anas clypeata*) et le Canard chipeau (*Anas strepera*). Ce complexe est également important pour les oiseaux d'eau nicheurs, et pour les oiseaux de passage lors des deux principales périodes de migration de printemps et d'automne. Parmi les principales zones humides de ce complexe, figure le lac Tonga (ISENMANN & MOALI, 2001 ; BAKARIA, 2002). Dans ce travail, nous présentons les résultats des prospections et observations réalisées en période estivale sur l'avifaune nicheuse et ses habitats de reproduction dans le cadre du lac Tonga.

Le résultat recherché est l'identification et la cartographie numérique des principaux habitats de reproduction des oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga. Les prospections réalisées ont été également mises à profit pour identifier certains facteurs écologiques qui renseignent sur la répartition des espèces nicheuses.

L'objectif de cette étude étant de connaître les caractéristiques des habitats naturels du lac Tonga et de son avifaune nicheuse en vue de leur conservation et leur utilisation rationnelle et durable, voire fournir aux gestionnaires du Parc National d'El Kala, les informations nécessaires, pour leur permettre de gérer efficacement et durablement les oiseaux d'eau dans leur habitats du lac.

Materiels et methodes

1. Site d'étude

Le lac Tonga est un site de type continental, classé réserve intégrale au niveau du Parc National d'El-Kala, et inscrit depuis 1982 sur la liste des sites du réseau Ramsar (MEDWET, 1998). Le lac Tonga est situé à environ 6 km à l'Est de la ville d'El Kala dans la plaine d'Oum Teboul.

Le lac Tonga est situé à 36° 49' N – 8° 32' E, à l'extrême Nord-Est du Parc National d'El-Kala, il a la forme d'une ellipse, il couvre une superficie de 2.600 ha et a un périmètre évalué à 17,7 km. Sa profondeur moyenne varie de 1 à 1,5 m, avec un maximum de 3 m (PNEK, 2006). Le lac Tonga est relié à la mer par un canal de près d'un kilomètre de long.

Site remarquable sur le plan écologique, le lac Tonga se distingue par la richesse et la diversité de son avifaune, à qui

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

il offre d'excellentes conditions en matière de reproduction, d'alimentation et de repos (BOUMEZBEUR, 1993 ; ISENMANN & MOALI, 2001) (Fig. 1, 2, et 3).

La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau, elle est principalement composée par des ilots de *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus*, *Phragmites australis*, *Salix pedicellatt* et *Sparganium erectum*.

Fig. 1 : Le chalet du lac Tong dans le secteur Nord-Est .
« Photo : Saifouni A, 2007 ».

Fig. 2 : Vue du lac Tonga à partir du mirador dans le secteur Nord-Ouest. « Photo : Saïfouni A, 2007 ».

tum. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (ABBACI, 1999). Le Lac Tonga est également un site de nidification utilisé par de nombreuses espèces telles que la Foulque macroule *Fulca atra*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura eucocephala* (CHALABI, 1990 ; BOUMEZBEUR, 1993).

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

A

B

C

D

Fig. 3 : Richesse floristique et faunistique du lac Tonga. « Photo : Saïfouni A, 2007, 2007 ».

- A. Formation à Cypripès chauve
- B. Formation à Tamaris commun
- C. Poussin de Foulque macroule
- D. Nid d'Erismature à tête blanche

2. Photo-interpretation

Avant de faire notre prospection sur le terrain, nous avons procédé à la photo-interprétation préliminaire des images satellites et des photos aériennes, nous avons aussi utilisé une carte topographique de la zone d'étude (source : Institut National de la Cartographie I.N.C Alger).

Cette première évaluation du site au laboratoire, nous a permis d'identifier les différentes formes physionomiques du lac Tonga. L'image satellite principale sur laquelle nous avons travaillé est issue du satellite SPOT 2007. Le principe utilisé consiste à dresser la carte des zones homologues (isophènes) à partir des caractéristiques photo-grammétriques de l'image satellite (la teinte de l'image satellite). La photo-interprétation de l'image satellite assistée par ordinateur (MapInfo), a permis d'effectuer une première analyse thématique.

La première carte élaborée, a été traitée et quadrillée en mailles ou quadrats (découpage avec des coordonnées UTM), afin de faciliter la détermination et la localisation des différents habitats du lac Tonga. Ainsi, le lac a été divisé selon une grille de 47 cellules de 800 mètres de côté en latitude et longitude ; les cellules centrales mesurent 0,64 km² (Fig. 4).

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Fig. 4 : Carte préliminaire du lac Tonga avec grille d'échantillonnage de l'inventaire

Cette photo-interprétation nous a permis d'établir une vue générale de site d'étude et de déterminer les différentes formations végétales et leur emplacement, les formes et les contours des habitats ayant été déterminés.

Grâce à l'intensité de la couleur grise de l'image satellite SPOT 2007, qui exprime la densité de la végétation, ou en-

Fig. 5 : Zones isophènes du lac Tonga (en fonction de la teinte de l'image satellite SPOT 2007).

core son recouvrement, nous avons pu distinguer les différentes classes de teinte (Fig. 5). Sur ce, nous avons entrepris 03 sorties sur le terrain afin d'effectuer une interprétation complète de la carte des zones isophènes réalisée au laboratoire.

3. Enquetes realisees sur le terrain

pour les besoins de nos prospections et observations de terrain, nous avons réalisé 3 sorties sur le lac Tonga : la première du 1^{er} au 18 avril 2007, la seconde du 8 au 26 juin et la troisième du 12 au 29 juillet 2007, soit un total de 53 jours. Cette période d'investigation a été nécessaire pour parcourir l'ensemble du site à étudier, couvrant au moyenne 1 à 2 cellules par jour (Fig. 4) ; elle également englobé l'ensemble de la végétation qu'abrite le lac Tonga et ses alentours.

Echantillonnage de la zone d'étude

La stratégie des investigations ainsi que le plan d'échantillonnage ont été établis de manière à couvrir de façon optimale et représentative l'ensemble de cellules retenues pour l'étude.

Etant donnée la petite surface du site d'étude (2.600 ha), nous avons effectué un échantillonnage systématique des formations végétales ainsi que tous les nids et individus d'oiseaux contournees rencontrés dans ces formations, réalisant l'inventaire de chaque cellule.

Le déplacement à l'intérieur du lac s'est fait à l'aide d'une barque à fond plat manœuvrée par des perches.

Un GPS (Global Positioning System), a été utilisé pour géoréférencer les transects ainsi que les relevées de la végétation, l'avifaune aquatique nicheuse et les nids.

a)– La première sortie de reconnaissance du lac, nous a permis de cerner les limites géographiques du site d'étude, ainsi que l'identification préliminaire des formations végétales existantes grâce a la photo-interprétation.

Cette première prospection sur le terrain nous a aidé à corriger et à avoir une bonne information, car la relation teinte-végétation n'était pas totalement objective, et cela nous l'avons constaté sur le terrain, en plus la même teinte peut renseigner sur différentes formations végétales et une formation végétale peut apparaître sur l'image satellite sous différentes teintes.

Ainsi, les différentes zones isophènes délimitées ont subi des corrections de contours, et certaines zones dont la texture n'était pas claire, ont été mieux identifiées.

En conclusion, la photo-interprétation pour les documents cartographiques réalisée au laboratoire, nous a permis de déterminer 5 classes de teinte (Fig. 5), et grâce à notre première prospection sur le terrain, nous avons effectué une interprétation complète de la carte des zones isophènes (tableau

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

1). Ces dernières nous ont permis de délimiter les différents types d'habitats naturels rencontrés sur le site.

Tableau 1 : Identification des habitats naturels du lac Tonga
sur le terrain selon les zones isophènes

Classe de teinte	Habitats naturels correspondants, identifiés sur le terrain						
Classe 01	Nénupharaie	Plage d'eau libre					
Classe 02	Aulnaie	Prairie humides					
Classe 03	Ceinture de Saulaie	Saulaie flottant	Formation boisée à Cyprès chauve				
Classe 04	Formation a Tamaris	Prairie humide et Pelouse naturelle	Scirpaie	Sparganaie	Typhaie	Phragmitaie	
Classe 05	Scirpaie	Sparganaie	Typhaie	Phragmitaie	Iridaie	Formation à Acacia	Pelouse Naturelle

b)– Durant la seconde sortie, nous avons prospecté systématiquement 22 cellules (environ 1300ha), en vue de repérer les différents habitats abritant des nids. Les coordonnées géographiques des observations réalisées (espèces, nids et habitats) sont notées à chaque fois, avec recensement des

couples cantonnés, des individus isolés (mâles et femelles) et des nids, ainsi que l'interprétation des photos aériennes pour les habitats de reproduction.

c)– Durant la troisième sortie, nous avons exploré les 24 cellules restantes (environ 1400ha), en utilisant le même procédé que la deuxième sortie.

La prolongation des investigations jusqu' à fin juillet a été dictée par des considérations climatiques, car l'année 2007 a été caractérisée par une période pluvieuse assez longue qui s'est traduite par une nidification tardive des oiseaux dans le Nord Est Algérien.

Différents types d'informations ont été collectés selon la nature de l'observation. Ce qui suit représente la méthodologie adoptée pour le dénombrement des oiseaux d'aux nicheurs et leur nids et l'identification de leurs habitats de reproduction pendant notre prospection sur le terrain.

Dénombrement des oiseaux d'eau nicheurs dans leurs habitats naturels

De nombreux travaux ont été consacrés à la recherche de méthodes précises et fiables pour caractériser un habitat en vue d'une corrélation avec les paramètres qui caractérisent les peuplements d'oiseaux (MAC ARTHUR & MAC ARTHUR,

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

1961 ; CODY, 1966 ; BLONDEL et al., 1973 ; BLONDEL & CUVILLER, 1977, in BENYACOU, 1993).

En ce qui nous concerne, nous avons utilisé deux méthodes qui permettent de connaître les effectifs des oiseaux nicheurs, à savoir :

- **le recensement des couples cantonnés et des individus adultes isolés** : nous avons retenu cette méthode de dénombrement car elle a déjà été utilisée en Europe (KOSHIMIES, 1949 ; HILDEN, 1964 in DZUBIN, 1969 ; GRENQUIST, 1965 – 1966 in DZUBIN, 1969) et aux Etats-Unis (EVANS et al., 1956 ; DZUBIN, 1969).
- **la recherche des nids** : la recherche des nids s'applique aux espèces dont la structure en couples et le cantonnement sont peu marqués (BEZZEL, 1969 in BOUMEZBEUR, 1993). Cette méthode est tout indiquée pour les espèces qui nichent dans la végétation, en bordure des plans d'eau, et dont les nids sont assez visibles. Elle consiste à prospecter méthodiquement la végétation émergée sur toute la surface étudiée, afin de noter les habitats susceptibles d'accueillir des nids. Durant nos prospections, nous avons visité la quasi totalité du site d'étude.

Identification des habitats de reproduction des espèces nicheuses

Selon KAABACHE (2000), les méthodes d'étude physiologiques et phytosociologiques, constituent les principales approches méthodologiques, habituellement utilisées pour analyser les communautés végétales.

Pour l'identification des habitats de reproduction du lac Tonga, nous avons opté pour l'approche physiologique en identifiant les différentes formations végétales du lac Tonga. Chaque habitat a été défini sur la base de deux critères :

- La connaissance / l'identification des espèces végétales dominantes ;
- La diversité structurale de la végétation, qui est définie en fonction de :

H = hauteur de la strate arborée, de la strate buissonnante et de la strate herbacée,

R = recouvrement de la strate arborée, de la strate buissonnante et de la strate herbacée (BLONDEL et al., 1973 ; BLONDEL et al., 1976 ; MACARTHUR, 1961 ; KARR, 1971 in BENYACOUB & CHABI, 2000).

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Comme autres critères utilisés, citons la profondeur de l'eau ainsi que les caractéristiques physiques de la formation végétale identifiée (notamment morphologie, couleur).

4. Realisation d'un SIG

Les données obtenues par télédétection associées à des études de terrain, sont le moyen le plus approprié, le plus rentable et le plus précis pour dresser la carte des ressources naturelles (KARTERIS, 1992 in COSTA et al., 1996).

L'élaboration des cartes numériques s'est effectuée en deux étapes : acquisition et saisie des données, et réalisation de couches thématiques.

Avant d'entamer les prospections sur le terrain, nous avons procédé à une photo-interprétation préliminaire des photos aériennes et des images satellites disponibles, nous avons également utilisé une carte topographique de la zone d'étude. Cette première évaluation du site, nous a permis d'identifier les différentes formes physionomiques du lac Tonga.

La réalisation de notre prototype SIG, s'est effectuée à l'aide du logiciel de cartographie MapInfo professionnel 7.5. Les documents collectés ont servi de support de travail, pour la conception de notre base de données.

Resultats et discussions

Identification des habitats naturels du lac Tonga

Nos investigations de terrain qui ont couvert tout le lac Tonga, grâce aux 230 relevés réalisés sur la végétation du site, nous ont permis d'identifier 16 habitats naturels parmi lesquels 10 habitats appartiennent à la végétation lacustre et 6 habitats à la végétation palustre.

VEGETATION LACUSTRE

Habitat 1 : Plage d'eau libre à végétation immergée ;

Habitat 2 : La Scirpaie : Formation à Scirpe lacustre (*Schoenoplectus lacustris*) et à Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*) ;

Habitat 3 : Sparganaie : Formation à Rubanier (*Sparganium erectum*) ;

Habitat 4 : Scirpaie-Sparganaie ;

Habitat 5 : Typhaie : formation à Massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*) et formation a Massette à larges feuilles (*Typha latifolia*) ;

Habitat 6 : Phragmitaie : formation à Phragmite commun ou à Roseau commun (*Phragmites communis*) ;

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Habitat 7 : l'Iridaie : Formation à Iris des marais (*Iris pseudacorus*) ;

Habitat 8 : Prairie humide, avec du Fourrage naturel, des Arachides, des cultures maraichères, de petits vergers fruitiers, qui se partagent les sols profonds et fertiles de la zone humide ;

Habitat 9 : Pelouse naturelle, c'est une formation à Paspale à 2 épis (*Paspalum distichum*) ;

Habitat 10 : Nénupharaie : Formation à Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*).

VEGETATION PALUSTRE

Habitat 11 : Aulnaie : Formation à Aulne glutineux (*Aulus glutinosa*) ;

Habitat 12 : Formation à Cyprès chauve (*Taxodium distichum*) ;

Habitat 13 : Saulaie flottante : Formation à Saules blanc (*Salix pedicellata*) ;

Habitat 14 : Ceinture de Saulaie : Formation à Saules blanc émergents (*Salix pedicellata*) ;

Habitat 15 : Formation à Acacia (*Acacia eburnea*) ;

Habitat 16 : Formation à Tamaris commun (*Tamarix gallica*).

Parmi les 16 habitats identifiés, 4 habitats n'abritent pas des oiseaux d'eau nicheurs (aucun indice n'ayant été noté), il s'agit de deux habitats lacustres : l'iridaie et la prairie humide et de deux habitats palustres : l'aulnaie et la ceinture de saulaie.

Cartographie des habitats de reproduction du lac Tonga

La carte élaborée grâce au SIG pour le lac Tonga donne une première vision sur la répartition des 16 habitats de reproduction identifiés (Fig. 6).

L'étude de la répartition spatiale de ces habitats aquatiques a permis de mettre en évidence :

1. Une imbrication par endroits des habitats de reproduction, ce qui atteste probablement d'une diversité floristique très appréciable au sein du lac ;
2. Approximativement, la surface du lac est recouverte à 50 % de végétation émergente, à 20 % de plage d'eau libre à végétation immergée et 30 % de Végétation flottante ;
3. Une physionomie dominée par la Nénupharaie (*Nymphaea alba*), la ceinture de Saulaie (*Salix pedicellata*), la Scir-

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Fig. 6 : Carte de répartition des différents habitats de reproduction du lac Tonga

paie (*Schoenoplectus lacustris*) et le Sparganaie (*Sparganium erectum*) ;

4. La Nénupharaie, qui semble être l'habitat dominant du site d'étude, est essentiellement représentée dans la partie centrale du lac, car le Nénuphar blanc est une espèce de haute profondeur ;
5. La Formation à Iris des marais apparait sous forme de taches de végétation bien distinctes, d'une superficie plus réduite, elle est plus dispersée en grande partie sur la rive Nord ;
6. Une répartition discontinue de formations végétales de *Schoenoplectus lacustris*, qu'on trouve sur les rives, et qui se développent souvent en îlots concentriques ;
7. Souvent, la Scirpaie est accompagné du Sparganaie, ces deux habitats se trouvent surtout dans la partie Nord-Est de la rive ;
8. Les habitats à Typhaie et à Phragmitaie se développent en peuplements denses à fort recouvrement, on les rencontre surtout dans la partie Sud-Est et Sud-Ouest du lac ;
9. La Ceinture de Saulaie (*Salix pedicellata*) et la Nénupharaie (*Nymphaea alba*) occupent des superficies importantes à l'intérieur du lac ;

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

10. Depuis la partie Nord-Est jusqu'au Sud-Ouest, les prairies et les terres agricoles occupent une superficie considérable ;
11. Les habitats de reproduction arborés (Aulnaie, Formation boisée à Cyprès chauve, Saulaie flottante, Formation à Acacia), sont localisés principalement dans la partie Nord du lac.

Les espèces de l'avifaune aquatique nicheuse

Lors de nos déplacements à l'intérieur du lac Tonga, nous avons obtenu 6923 contacts (individus et nids), toutes espèces confondues (tableau 2).

La richesse spécifique avienne observée est de 19 espèces qui se distribuent dans 5 familles :

- 7 espèces d'Ardeidés : Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Grande aigrette *Egretta alba*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron garde-boeuf *Bubulcus ibis*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Héron crabier *Ardeola ralloides* et Héron pourpré *Ardea purpurea* ;
- espèces d'Anatidés : Canard souchet *Anas clypeata*, Erimature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, Fuligule nyro-

Tableau 2 : Nombre de contacts avec les oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga dans leurs habitats de reproduction

Famille	Espèces	Statut phé-nologique	Nombre de contacts (couples cantonnés + individus mâles et femelles isolés+nids)	%	Habitat de nidification
ARDEIDAE	Blongios nain <i>Ixobrychus minutus</i>	Estivant	5	0,07	Typhaie
	Grande aigrette <i>Egretta alba</i>	Sédentaire	10	0,14	Saulaie flottante
	Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	Sédentaire	47	0,68	Saulaie flottante
	Héron garde-boeuf <i>Bubulcus ibis</i>	Sédentaire	236	3,4	Saulaie flottante
	Héron bihoreau <i>Nycticorax nycticorax</i>	Sédentaire	133	1,92	Saulaie flottante
	Héron crabier <i>Ardeola ralloides</i>	Sédentaire	275	3,97	Saulaie flottante
	Héron pourpré <i>Ardea purpurea</i>	Sédentaire	18	0,26	Saulaie flottante
ANATIDAE	Canard souchet <i>Anas clypeata</i>	Estivant	3	0,04	Non identifié (nid introuvable)
	Erismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>	Estivant	193	2,79	Scirpaie-Typhaie
	Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	Estivant	662	9,56	Typhaie
	Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>	Sédentaire	698	10,08	Formation à Tamaris
	Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i>	Sédentaire	4	0,06	Non identifié (nid introuvable)
RALLIDAE	Foulque macroule <i>Fulica atra</i>	Sédentaire	858	12,39	Scirpaie – Sparganaie – Typhaie – Phragmitaie – Prairie humide –Pelouse naturelle
	Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	Sédentaire	521	7,53	Scirpaie – Sparganaie – Phragmitaie – Prairie humide –Pelouse naturelle – Formation boisée à Cyprès chauve – Formation à Acacia
	Râle d'eau <i>Rallus aquaticus</i>	Sédentaire	8	0,12	Non identifié (nid introuvable)
	Talève sultane <i>Porphyrio porphyrio</i>	Sédentaire	405	5,85	Scirpaie – Sparganaie – Typhaie – Phragmitaie
PODICIPE-DIDAE	Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i>	Sédentaire	1574	22,73	Plage d'eau libre à végétation immergée – Nénupharaie
	Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	Sédentaire	581	8,39	Plage d'eau libre à végétation immergée – Nénupharaie
LARIDAE	Guifette moustac <i>Chlidonias hybridus</i>	Estivant	692	10	Nénupharaie
TOTAL	19 espèces	/	6923	100	/

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

ca *Aythya nyroca*, Canard colvert *Anas platyrhynchos* et Sarcelle d'été *Anas querquedula* ;

- 4 espèces de rallidés : Foulque macroule *Fulica atra*, Poule d'eau *Gallinula chloropus*, Râle d'eau *Rallus aquaticus* et ITaleve sultane *Porphyrio porphyrio* ;
- 2 espèces de Podicipédidés : Grèbe castagneux *Tachybaptus rufficollis* et Grèbe huppé *Podiceps cristatus* ;
- 1 espèce de Laridés : la Guifette moustac *Chlidonias hybridus*.

Le nombre de contacts obtenu par famille, donné par ordre d'importance décroissant, est le suivant : Podicipedidae : 2155 contacts, Rallidae : 1792 contacts, Anatidae : 1560 contacts, Ardeidae : 724 contacts et Laridae : 692 contacts.

Les oiseaux appartenant aux deux familles ayant fourni le plus de contacts – Podicipedidae et Rallidae – utilisent des surfaces d'eau libre relativement importantes, particulièrement au niveau des rives Nord-Est.

En ce qui concerne les espèces, le Grèbe castagneux arrive en tête avec 1574 contacts, suivi de la Foulque macroule avec 858 contacts et du Canard colvert avec 698 contacts.

La plus forte densité d'oiseaux d'eaux nicheurs estimée à partir des contacts obtenus, a été notée dans le secteur Nord-Est (3387 contacts), où existe une importante surface en végétation (Roselière et la Ceinture de Saulaie), la plus faible densité est enregistrée dans le secteur Sud-Ouest (639 contacts), là où les sources de dérangement sont plus importantes (activités agricoles).

Concernant le statut phénologique, nous avons trouvé deux catégories d'espèces nicheuses : les sédentaires et les estivantes :

1 – les sédentaires : sont majoritaires, avec 14 espèces (77,54 % du total) : le Canard colvert, l'Erismature à tête blanche, la Foulque macroule, la Poule d'eau, le Râle d'eau, la Talève sultane, le Grèbe castagneux, le Grèbe huppé, la Grande aigrette, l'Aigrette garzette, l'Héron garde-bœuf, l'Héron bihoreau, l'Héron crabier, et le Héron pourpré.

2 – les estivantes : sont représentées par 5 espèces (22,46 % du total) : le Canard souchet, la Sarcelle d'été, le Fuligule nyroca, le Blongios nain et la Guifette moustac.

Par ailleurs, il faut préciser que les nids sont inaccessibles pour 3 espèces d'Ardeidés : la Grande aigrette, l'Aigrette garzette et le Héron crabier.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Pour deux autres espèces sédentaires (la Sarcelle d'été et le Râle d'eau), et une espèce estivante (le Canard souchet), aucun nid n'a été trouvé ; ce qui nous a amené à attribuer à ces trois espèces un statut de nicheur potentiel, sans indication sur leur habitat de reproduction. Les observations obtenues concernant ces 3 dernières espèces, se résument comme suit :

- Canard souchet : observation de 3 individus volant au-dessus de l'Aulnaie (secteur Nord Ouest) ;
- Sarcelle d'été : observation de 4 individus dans la Saulaie flottante (secteur Nord Est) ;
- Râle d'eau : observation de 8 individus dans la formation à Tamaris (secteur Sud).

Cartographie des habitats de reproduction

Pour obtenir la carte des habitats de reproduction, nous avons superposé les cartes de la distribution spatiale des oiseaux d'eau nicheurs et les cartes des habitats correspondants (Fig. 7).

Fig. 7 : Carte de répartition spatiale des oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga

Occupation de l'espace par les principaux groupes d'oiseaux d'eau nicheurs

Nous entendons ici par groupes d'oiseaux, les principales familles d'oiseaux d'eau représentées par des espèces nicheuses dans le lac Tonga.

Rallidés : ce groupe se répartit sur les rives du lac, principalement sur les rives Nord-Est, et Sud-Ouest. Les oiseaux de ce groupe sont qualifiés d'espèces de faible profondeur, car on les rencontre dans les eaux dont la profondeur moyenne est

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

de 75 cm. Pour nicher les Rallidés se rapprochent d'avantage de la rive, à une distance moyenne de 60 m, ce qui permet de les considérer comme des oiseaux de « bordure ».

Ardeidés : sont concentrés principalement dans le secteur Nord-Est, là où se trouve la saulaie flottante, appelée aussi « l'héronnière de Tonga », la profondeur moyenne en eau est de 100 cm. La distance à la rive varie entre 10 à 60 mètres.

Anatidés : ce groupe se répartit sur presque tout le contour du lac, avec une forte concentration dans les secteurs Nord-Ouest et Sud-Est, soit parallèlement à la ceinture de Saulaie. La profondeur moyenne de l'eau, où évolue ce groupe, est comprise entre 130 cm et 190 cm. Les nids sont construits à environ 300 m de la rive.

Podicipédidés : l'habitat des oiseaux de ce groupe est constitué essentiellement par les plages d'eau libre, situées approximativement dans la partie centrale du lac Tonga. Les grèbes fréquentent les endroits où la profondeur moyenne en eau est de 2,8 m et les nids (flottants ou dans la Nympharaie) sont construits à environ 1.000 m de la rive.

Laridés : ce groupe est représenté par une seule espèce abondante, la Guifette moustac, qui occupe de grandes étendues de Nénuphar blanc, situées au centre du lac où la pro-

fondeur de l'eau varie entre 1,30 et 3,60 mètres. Les nids flottants sont situés dans une zone distante de 600 à 2000 m de la rive Nord.

Par ailleurs, l'analyse de la distribution des oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga suggère l'influence de trois facteurs écologiques, à savoir :

La profondeur de l'eau : pour le mois de juin et de juillet 2007, on a pu noter une profondeur qui varie de 1 à 3,6 m. Cette profondeur permet de classer les oiseaux nicheurs dans trois catégories :

- Catégorie d'espèces périphériques, dites espèces de faible profondeur, qui concerne les Rallidae et les Ardeidae ;
- Catégorie d'espèces intermédiaires, dites espèces de profondeur moyenne, qui concerne surtout les Anatidae ;
- Catégorie d'espèces du centre du lac, dites espèces de hautes profondeurs, qui concerne les Podicipedidae et les Laridae.

L'éloignement de la rive : Les Rallidés sont les espèces d'oiseaux d'eau qui nichent le plus près de la rive. En second lieu, on trouve les Ardeidés. Enfin, les Podicipedidés et les Laridés évoluent dans des habitats éloignés des rives.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Les Anatidés ne semblent pas influencés par le facteur éloignement de la rive.

Le recouvrement de la formation végétale : La plupart des espèces d'oiseaux d'eau du lac Tonga préfèrent des habitats à fort recouvrement de végétation, en particulier les Rallidés. Les Grèbes font l'exception, car ils recherchent généralement une végétation de faible densité caractérisée de parcelles d'eau libre (cas du Grèbe huppé).

Distribution spatiale des espèces nicheuses dans les habitats de reproduction

Pour mieux comprendre la distribution spatiale des espèces nicheuses dans les différents habitats de reproduction, nous nous sommes intéressés à la distribution des habitats de nidification et les espèces d'oiseaux qui les occupent (Fig. 8).

La Fig. 8 montre que la Poule d'eau est l'espèce qui utilise la plus grande diversité en habitats (8 habitats), suivie par la Foulque macroule (6 habitats) et la Taleve sultane (4 habitats). L'Erismaure à tête blanche, le Fuligule nyroca, le Grèbe castagneux et le Grèbe huppé occupent 2 habitats chacun. Le Canard colvert et les 7 espèces d'Ardeides n'utilisent qu'un seul habitat.

Fig. 8 : Distribution des oiseaux d'eau nicheurs par habitats de reproduction

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

En tenant compte du nombre de contacts, nous donnons pour chaque habitat de reproduction, les espèces d'oiseaux d'eau qui le fréquentent (Tableau 3).

D'après le tableau 3, les plages d'eau libre sont des habitats de prédilection pour les deux espèces de Grèbes. La Scirpaie est recherchée par les trois espèces de Rallidés et l'Erisma-ture à tête blanche. Le Sparganaie et le Phragmitaie sont surtout fréquentés par les trois espèces de Rallidés. La Typhaie, est l'habitat préférée de l'Erisma-ture à tête blanche, du Fuligule nyroca, du Blongios nain, ainsi que les deux espèces de Rallidés (Foulque macroule et Poule d'eau).

D'importantes colonies d'oiseaux d'eau, sont localisées dans certains habitats de la végétation palustre, c'est le cas de la Saulaie flottante dite « héronnière de Tonga » qui abrite une grande colonie d'Ardéidés (6 espèces). Une colonie du Canard colvert occupe la formation à Tamaris. La Poule d'eau a une certaine préférence pour la formation boisée à Cyprès chauve et la formation à Acacia.

La Nénupharaie, située au centre du lac, n'est utilisée que par la Guifette moustac, le Grèbe huppé et le Grèbe castagneux.

Tableau 3 : Espèces contactées par type d'habitat de reproduction

Type de végétation	Habitat de reproduction	Espèces	
Végétation lacustre	1 – Plage d'eau libre à végétation immergée	Grèbe castagneux Grèbe huppé	<i>Tachybaptus rufficollis</i> <i>Podiceps cristatus</i>
	2 – Scirpaie	Erismature à tête blanche Foulque macroule Poule d'eau Taleve sultane	<i>Oxyura leucocephala</i> <i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus porphyrio porphyrio</i>
	3 – Sparganaie	Foulque macroule Poule d'eau Taleve sultane	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus porphyrio porphyrio</i>
	4 – Scirpaie – Sparganaie	Foulque macroule Poule d'eau	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus</i>
	5 – Typhaie	Erismature à tête blanche Fuligule nyroca Foulque macroule Taleve sultane Blongios nain	<i>Oxyura leucocephala</i> <i>Aythya nyroca</i> <i>Fulica atra</i> <i>porphyrio porphyrio</i> <i>Ixobrychus minutus</i>
	6 – Phragmitaie	Foulque macroule Poule d'eau Talève sultane	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus porphyrio porphyrio</i>
	7 – Iridaie	/	
	8 – Prairie humide	/	
	9 – Pelouse naturelle	Foulque macroule Poule d'eau	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus</i>
	10 – Nénupharaie	Grèbe castagneux Grèbe huppé Guifette moustac	<i>Tachybaptus rufficollis</i> <i>Podiceps cristatus</i> <i>Chlidonias hybridus</i>
Végétation palustre	11. – Aulnaie	/	
	12 – Formation boisée à Cyprés chauve	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
	13 – Saulaie flottante	Grande aigrette Aigrette garzette Héron garde-boeuf Héron bihoreau Héron crabier Héron pourpré	<i>Egretta alba</i> <i>Egretta garzetta</i> <i>Bubulcus ibis</i> <i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Ardeola ralloides</i> <i>Ardea purpurea</i>
	14 – Ceinture de Saulaie	/	
	15 – Formation à Acacia	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
	16 – Formation à Tamaris	Canard colvert Fuligule nyroca	<i>Anas platyrhynchos</i> <i>Aythya nyroca</i>
Total	12 Habitats utilisés par les oiseaux d'eau nicheurs	16 espèces d'oiseaux d'eau nicheuses	

Conclusion

Ce premier travail sur les habitats de reproduction de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga nous a permis, grâce aux 230 relevés avifaunistiques et floristiques réalisés, d'identifier 12 habitats de reproduction (sur les 16 habitats naturels que compte le site) occupés par 19 espèces nicheuses réparties dans 5 familles. Pour 16 espèces, la nidification est vérifiée, et leur statut de nicheur est précisé. Pour les 3 autres espèces, la nidification est considérée comme potentielle, et leur habitat de reproduction doit être identifié et précisé, les espèces concernées sont la Sarcelle d'été et le Râle d'eau (espèces sédentaires) et le Canard souchet (espèce estivante).

Parmi les espèces nicheuses recensées, certaines étaient signalées et/ou connues comme nicheuses sur le lac Tonga (LEDANT et al., 1981 ; BOUMEZBEUR, 1993 ; BELHADJ & al., 2007 ; AISSAOUI et al., 2009), mais sans indication sur leur habitat de reproduction.

Par ailleurs, l'Ibis falcinelle, donnée comme nicheuse par BELHADJ (2008), n'a pas été observée en 2007. L'absence de cette espèce durant nos prospections reste énigmatique.

Certaines espèces nicheuses peuvent être qualifiées d'ubiquistes, comme les Rallidés (présentes dans 4 à 8 habitats de reproduction), alors que d'autres espèces sont plutôt des spécialistes, comme c'est le cas des Ardeidés et des Laridés (présentes dans un seul habitat de reproduction).

La richesse spécifique et l'abondance en oiseaux d'eaux nicheurs sont plus importantes dans la Saulaie flottante qui abrite 6 espèces d'Ardeides. En seconde position on trouve la Typhaie avec 5 espèces et ensuite la Scirpaie avec 4 espèces. La richesse spécifique la plus faible est notée dans la Formation boisée à Cyprès chauve, formation à Acacia et la formation à Tamaris, qui abritent une seule espèce chacune.

Le choix et la préférence des habitats de reproduction des espèces nicheuses mérite une meilleure attention. A cet effet, soulignons qu'au stade actuel, au moins 3 facteurs peuvent être retenus comme étant déterminants : La profondeur de l'eau, le recouvrement de la formation végétale et l'éloignement de la rive.

Enfin, d'autres facteurs méritent également d'être étudiés pour mieux comprendre le choix des sites de nidification, parmi lesquels, nous citons : le nombre de strates végétales, la surface occupée par la végétation, la physionomie de l'espace et sa qualité (visibilité, mobilité...), la disponibilité en

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

matériaux pour les construction des nids, la proximité des sites d'alimentation, les sources des dérangement (activités agricoles, concentrations des riverains, etc.), ainsi que l'état sanitaire du milieu (pollution, dégradation...).

L'application des SIG dans la cartographie de l'avifaune aquatique nicheuse au sein des habitats de reproduction du lac Tonga, a pour finalité une meilleure représentation des habitats de reproduction, ce qui nous a permis d'apprécier tout l'intérêt écologique du site d'étude pour l'avifaune nicheuse. Cette approche nous a montrée que les SIG sont des outils indiqués qui peuvent être utilisés dans la gestion des ressources naturelles.

En effet, l'utilisation des SIG nous a permis de mettre en évidence l'occupation de l'espace par les oiseaux nicheurs, et de mieux comprendre l'importance de certains habitats naturels.

Remerciements— Je finalise cet article, tout en remerciant toutes les personnes qui m'ont porté aide au cours de mon travail de thèse. Je voudrais exprimer ma sincère gratitude à M. BELLATRECHE M, professeur à l'Ecole National Supérieure d'Agronomie (ENSA) d'Alger, pour avoir accepté de m'intégrer dans son laboratoire et m'accompagner par ses

conseils et orientations tout le long de cette période de travail, qu'il trouve ici ma plus chaleureuse reconnaissance.

Bibliographie

- ABBACI H., (1999), *Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espèce lacustre par l'avifaune*. Thèse de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 143 p.
- AISSAOUI R. HOUHAMDI M. & SAMRAOUI B., (2009), Eco-Ethologie des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans le lac Tonga (site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord – Est de l'Algérie). *European Journal of Scientific Research*, Vol. 28, n° 1, pp : 47-59.
- BAKARIA F., (2002), Contribution à l'étude de la reproduction de la population de Guifette moustac, *Chlidonia hybridus* (Pallas. 1811), dans les zones humides du Nord-Est algérien : cas du lac Tonga. Thèse Magister (Biologie), Université Badji Mokhtar, Annaba, 160 p.
- BELHADJ G., (2008), Contribution a l'étude des exigences écologiques des Ardeidae et de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, dans le complexe de zones humides d'El-Kala (Algérie), Thèse Doctorat (scencse agronomiques), I.N.A, El-Harrach, Alger, 195 p, annexes.
- BELHADJ G., CHALABI B., CHABI Y., KAYSER Y., & GAUTHIER – CLERC G., (2007), Le retour de l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) nicheur en Algérie. *Aves* 44 (1) : 29 – 36.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

- BENYACOUB, S., (1993), Écologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord – Est algérien). Thèse Doctorat (Ecologie), Université de Bourgogne, Dijon, 287 p, annexes.
- BENYACOUB S., & CHABI Y., (2000), Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Rev. Des sciences et Technologie, Synthèse n°7, Université Badji Mokhtar, Annaba, 100 p.
- BLONDEL J., FERRY C., & FROCHOT B., (1973), Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 :63-84.
- BOUBAKER Z., BELLATRECHE, M. & MOUSSOUNI, A. (2011), Apport de la géostatistique à la prédiction de la diversité avienne dans le Parc national de Gouraya (Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Volume 66, pp : 215 – 229.
- BOULAHBEL R., (1999), Caractéristique d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs. Cas du lac Oubeira et ou marais du lac Mellah (Parc National d'E-Kala – Wilaya d'El-Tarf). Thèse magister. Université Badji Mokhtar, Annaba, 80 p.
- BOUMEZBEUR A., (1993), Écologie et biologie de la reproduction de l'Erismature a tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule Nyroca *Aythya Nyroca* sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est Algérien). Mesure de protection et de gestion du lac Tonga. Thèse de Doctorat, E.P.H.E, Montpellier, 254 p.
- CHALABI B., (1990), Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour l'avifaune. Cas du lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse Magistère, I.NA, El-Harrach, Alger, 133 p.

- CHALABI B., SKINNER J., HARRISSON G., & VAN DIJK G., (1985), Les zones humides du Nord Est Algérien en 1984, W.I.W.O., n°8, 45 p.
- CHALABI B., & VAN DIJK G., (1988), Les zones humides dans la région de Annaba et d'El-Kala en Mai 1987, W.I.W.O., n°23, 36 p.
- COSTA L.T., FARINHA J.T., HECKER N., & TOMAS P., (1996), Inventaires des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence MedWet. Vol I. 55 p.
- GEHU J. M., KAABECHE M., & GHARZOULI R., (1993), Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs de la région de El-Kala (Algérie)– Colloque Phytosociologie et Syntaxonomie typologique des habitats, Bailleul, 1993. France. XXII : 297-329.
- HOUHAMDI M. (2002), Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux (Numidie Orientale. Thèse de Doctorat d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba, 183 p, annexes.
- ISENMANN P. & MOALI A., (2001), Oiseaux d'Algérie, Birds of Algeria. Ed. S.E.O.F, M.N.H.N., Paris – Quetzal Communications, Paris, 336 p.
- JACOBS P. & OCHANDO, B, (1979), Répartition et importance numérique des anatidés hivernant en Algérie. *Le Gerfaut*, 69 : 239 – 251
- KAABACHE M., (2000), Guide des habitats aride et saharien (typologie phytosociologique de la végétation d'Algérie). Projet ALG/00/G35, D.G.F, 59 p.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

- KADID Y., (2010), Les communautés végétales des zones humides en Algérie. Syntaxonomie. Phytodiversité. Conservation. Cas des lacs d'eau douce du Parc National d'El Kala". Thèse de Doctorat (Sciences agronomiques), E.N .S.A, EL-Harrach, Alger, 191 p, annexes.
- LEDANT J.P., JACOBS J.P. MALHER F. OCHANDO R. & ROCHE J., (1981), Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut* 71 : 295 – 398.
- MEDWET., (1998), le lac Tonga. Fiche descriptive. Direction Générale des Forêts (DGF). Ben-Aknoun – Alger. 7 p.
- P.N.E.K (Parc National d'El-Kala)., (2006), Plan De Gestion Du Parc National d'El Kala. Approche Descriptive et Analytique. Doc Adm., Parc National d'El-Kala, 55 p.
- SAIFOUNI A., (2009), État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Description et cartographie des habitats de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse Magistère, E.N .S.A, EL-Harrach, Alger, 272 p, annexes.
- SAMRAOUI B. & DE BELAIR., (1998), Les zones humides de la Numidie Orientale : bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse* (Numéro spécial) 4 : 1 – 90.
- SKINNER J. & SMART M., (1984), The El-Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wilfowl*, 35 : 106-118.
- TOMAS P., (1996), Inventaires des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence MedWet. Vol I. 55 p.

VAN DIJK G., (1985), Les zones humides du Nord Est Algérien en 1984, W.I.W.O., n°8, 45 p.

Notas

1. Auteur correspondant. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, 16.010 Alger, Algérie. saifo_aida@yahoo.fr
2. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, 16.010 Alger, Algérie. bellatmoha@yahoo.fr