

## DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE DU PARC NATIONAL ICHKEUL (TUNISIE) APRÈS LA CONSTRUCTION DES BARRAGES : CAS DES OISEAUX D'EAU

Nabil HAMDİ<sup>1\*</sup>, Moez TOUIHRI<sup>1</sup> & Faouzia CHARFI<sup>1</sup>

**SUMMARY.** — *Ecological diagnosis of the Ichkeul National Park (Tunisia) after dams building : the case of waterbirds.* — The Ichkeul National Park (INP) has been ratified as a National Park (1980), a Biosphere Reserve under UNESCO's Man and the Biosphere Program (1977), and a Wetland of International Importance under the Ramsar Convention (1980), and subsequently has been inscribed on the World Heritage List (1980). However, this area is actually threatened by three dams which can retain up to 75 % of the inflow freshwater. According to this situation, fundamental modifications of different components of the INP were recognized. The modification of the hydrological parameters and the response of waterbird community to dam building have been specifically assessed in the present paper. Across 2001–2004, the salinity of the lake ranged from an average of 21 g l<sup>-1</sup> in winter to 37 g l<sup>-1</sup> in summer with an annual average of 27 g l<sup>-1</sup>. This latest value was more than two times that recorded before the dams were built. Thus, the densities of *Potamogeton* and *Scirpus* populations were dramatically decreased, reducing the available food of herbivorous waterbirds, notably ducks and coots. They were restricted each year to within the mouths of rivers and covered a small area in September before disappearing by the end of October and November. Concerning waterbird communities, a total of 71 species were counted. The commonest species that accounted for more than 54 % of the total abundance of the waterbird communities were : Common Coot (21 %), Common Pochard (16 %), Eurasian Wigeon (12 %) and Greater Flamingo (5 %). The most abundant trophic groups were herbivores (11 species and 75 % of the total abundance of waterbird communities), filterers (3 species and 5 %), vertebrate consumers (14 species and 3 %) and insectivores (26 species and 9 %). Subordinate ones were invertebrates-vertebrates consumers (8 species and 1 %), invertebrates-herbivores (6 species and 5 %) and omnivores (3 species and 2 %). The total species richness varied significantly among months. It ranged from 39 to 41 species, between November and December, and the minimum from 12 to 14 species, during June and July. Species abundance also varied significantly between months with a peak during November and December of about 50 000 individuals. The lowest species abundance values were recorded in July and August with an abundance of about 1500 to 3000 individuals. The INP constitutes a very important area during the autumn migration and wintering periods and provides a habitat for a large range of groups of wintering waterbirds, notably herbivorous species. Thus, the competition for resources may be higher in winter than in summer. The total number of species is still decreasing from 93 species (1966-1985) and 90 species (1982-1994) to 71 species in 2001-2004. This variation is most likely dependent on the variation of the number of sporadic species visiting the site than due to the local conditions. The annual density of all waterbird communities decreased dramatically of about 40 % after the building of dams. This condition was mainly caused by the decreasing number of herbivores. Indeed, they presented the lowest peak abundance estimations obtained since the beginning of waterbird counts in the park. There were about 120 000 birds in 1963-1983, 90 000 birds in 1984-1992, 121 000 birds in 1993-1994, but 60 000 in the present assessment. We support the hypothesis that freshwater diversion and increasing salinity caused severe depletion of *Potamogeton* and *Scirpus*, and therefore, a worrying reality of the feeding condition for this trophic group. Furthermore, the intensive pressure of feeding exercised by the herbivorous species on wetland production has been identified as having a negative local effect on the *Potamogeton* population dynamics mainly when the productivity of the Ichkeul National Park was low. From those results, it is suggested that dams built upstream of the Ichkeul National Park caused significant changes to the abundance of waterbird community.

**RÉSUMÉ.** — Dans le Parc National Ichkeul (PNI), entre septembre 2001 et août 2004, les résultats révèlent une richesse spécifique de 71 espèces et une densité annuelle moyenne de 8490 oiseaux/jour/an.

<sup>1</sup> Unité de Recherche d'Écologie Animale et Systématique Évolutive, Département de Biologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire El Manar 2092. Tunisie

\* Auteur correspondant. Tél : 0021698252884. E-mail : Nabil.Hamdi@fsg.rnu.tn

Une concentration hivernale des oiseaux d'eau, notamment des herbivores, a été également notée. Bien que l'Ichkeul ait gardé ses potentialités de milieu important pour l'estivage des oiseaux à régime mixte, il se montre en régression pour ce qui concerne les espèces hivernantes-herbivores, de passage-herbivores et nidificatrices. En effet, la construction de trois barrages, les conditions climatiques contraignantes, la mauvaise gestion de l'écluse Tinja et le développement des terres agricoles au détriment des milieux naturels ont entraîné un doublement de la salinité, une diminution de la hauteur d'eau, une exondation des marais et une diminution de la productivité végétative (potamogeton et scirpe). Dès lors, nous avons constaté que la densité annuelle du peuplement des oiseaux a chuté d'environ 40 % en comparaison avec les données antérieures. Cette diminution concerne particulièrement les populations hivernantes et de passage avec des coefficients de variation de la densité respectifs de - 54,88 % et - 22,37 %. En revanche, le nombre total d'espèces fréquentant le PNI s'avère stable et les variations annuelles sont dues aux espèces sporadiques dont la présence ou l'absence sont probablement liées à des facteurs exogènes. En conclusion, des propositions d'aménagement concernant la lagune et les marais sont proposées pour la conservation de ce patrimoine.

---

Du fait de leur considérable productivité, les zones humides sont très attractives pour l'homme. Elles accueillent près de 66 % de la population mondiale (Most, 2000). Depuis l'aire industrielle, cette pression démographique a entraîné la disparition de la moitié de leur superficie dans le monde (Dugan, 1993). Ces pertes sont particulièrement importantes pour les pays occidentaux (Hollis, 1992 ; Huntley, 1988 ; Ramade, 1998). Dans la région méditerranéenne, malgré les efforts déployés pour la conservation de ces écosystèmes, leur altération se poursuit activement (Finlayson *et al.*, 1992). En Tunisie, par exemple, au cours des 50 dernières années, la superficie des zones humides a diminué de 28 % sous la pression des travaux de drainage et du développement agricole et industriel (Hollis, 1992). Toutefois, ces milieux demeurent des sites exceptionnels de remise, de gagnage, de mue et de reproduction pour de nombreuses populations d'oiseaux d'eau (Isenmann *et al.*, 2005).

Parmi les zones humides figure le Parc National Ichkeul (PNI) qui constitue l'une des plus importantes réserves aviennes, aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen (Bredin *et al.*, 1986 ; Tamisier *et al.*, 1995). À ce titre, il a été désigné comme une Réserve de la Biosphère en 1977 (UNESCO), un Patrimoine Naturel Mondial en 1979 (UNESCO), une Zone Humide d'Intérêt International en 1980 (RAMSAR) et un Parc National en 1980. Actuellement, le PNI est face à un problème de carence d'apport en eaux douces. En effet, depuis les années 1980, le Ministère de l'Agriculture a prévu la construction de six barrages en amont de son bassin versant dont trois sont fonctionnels ; il s'agit des barrages Joumine (1983), Ghezala (1985) et Sejnane (1994). Ces constructions hydro-agricoles détiennent environ 2/3 du volume total d'eau naturellement déversé dans le site.

Plusieurs travaux de synthèse ayant porté sur les oiseaux d'eau du PNI ont été publiés depuis les années 1950. Le premier fut réalisé par Deleuil (1955) correspondant à un assemblage d'observations des oiseaux de la Tunisie avec une insistance sur ceux du parc. Le second fut réalisé par Skinner *et al.*, (1986) et qui présente un assemblage de données relatives à une vingtaine d'années. Le troisième statut fut publié par Tamisier *et al.*, (1995) et traite de toutes les espèces observées en 1993/1994. Finalement, une étude a été réalisée par Hamdi (2008). L'ensemble de ces travaux semble encore insuffisant face à l'importance de la biodiversité avienne du PNI et de ses intérêts écologiques, à l'échelle aussi bien nationale qu'internationale.

Pour tenter de combler la carence en information ornithologique et pour une meilleure conservation de ce patrimoine naturel, nous avons entrepris un diagnostic écologique. Celui-ci vise à analyser l'impact du manque d'apport d'eau douce (sécheresse et construction des barrages) sur les principaux paramètres hydrologiques du milieu (salinité, transparence et hauteur des eaux) et sur la richesse et la composition spécifique du peuplement des oiseaux d'eau (richesse spécifique, densité et phénologie de stationnement). Les analyses se basent sur un suivi du milieu et des espèces, quasi-mensuel, de septembre 2001 à août 2004. Durant cette période, marquée par une sécheresse non négligeable, la compréhension du fonctionnement du PNI a permis de proposer des mesures de conservation spécifiques à la lagune et aux marais.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### MILIEU D'ÉTUDE

Le PNI est situé à l'extrême nord de la Tunisie (Nord de l'Afrique), dans la plaine de Mateur (37°02'N, 09°33'E), entre les monts du Tell Nord et la basse vallée de la Madjerdah (Fig. 1). Dans cette zone tempérée chaude située entre le front polaire et le front des alizés, l'hiver est régulièrement la saison la plus humide. Elle est globalement comprise entre les isohyètes 500 et 700 mm et, de ce fait, appartient à l'étage bioclimatique subhumide avec un climat typiquement méditerranéen (Prunus *et al.*, 1978).

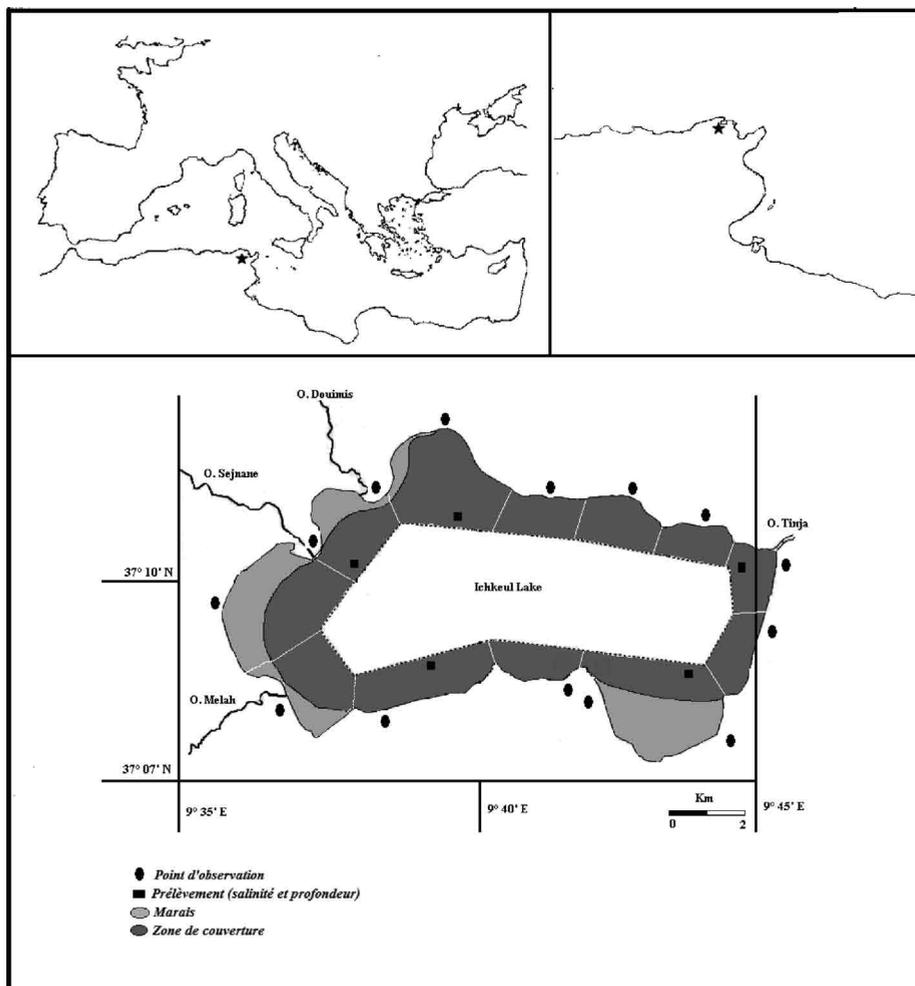


Figure 1. — Site d'étude, zones de couvertures, points d'observation et de prélèvement de la salinité et de la hauteur des eaux.

C'est un système naturel composé de 3 unités humides interconnectées : un lac (39 km<sup>2</sup>), des marais (14 km<sup>2</sup>) et des oueds avec un bassin versant de 2080 km<sup>2</sup>. Le lac est une lagune secondaire peu profonde dont la communication avec la mer Méditerranée est assurée par le chenal de Tinja qui permet sa communication avec la lagune de Bizerte. Au niveau de la lagune de l'Ichkeul et en conditions naturelles, le cycle des saisons induit une double alternance de la hauteur de l'eau et de la salinité. À cette oscillation saisonnière s'adjoint une oscillation annuelle non négligeable. L'ensemble, oscillation saisonnière et annuelle des paramètres hydrologiques, est cohérent avec la variation des apports d'eau douce et marine à travers les ruissellements, le chenal de Tinja et la tombée directe des eaux de pluie.

Les embouchures des six oueds qui entourent le lac sont marquées par l'extension des marais dont l'emprise spatiale est fonction des années, des saisons et même des mois. L'extension minimale est de 4000 ha en période de crue et la maximale de 6000 ha en période de sécheresse (Fig. 1). La variation de la surface des marais, entre 7800 et 10000 ha, s'effectue au détriment de celle de la lagune. Cette dernière et les marais du parc présentent une très grande variété de plantes aquatiques, essentiellement *Potamogeton pectinatus*, *Ruppia* sp. et *Zostera noltii*. Cette biomasse végétale constitue la principale ressource trophique des oiseaux d'eau herbivores.

## RELEVÉ DES PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES

La salinité a été mesurée à une profondeur de 20 cm, dans deux stations différentes, la première située dans le secteur Est et la deuxième située dans le secteur Ouest. Les mesures étaient « *in situ* » à l'aide d'un salinomètre-conductimètre YSI sensible à 1g/l.

Les mesures de la hauteur des eaux en un point central de la lagune (hauteur maximale) ont été réalisées à l'aide d'une règle plate de deux mètres de longueur.

Quant à la transparence, le disque de Secchi de 25 cm à quadrants blanc et noir et fixé sur une tige rigide et graduée a été utilisé. Les prélèvements de la transparence ont été effectués au niveau de trois stations (centre, Est et Ouest).

## ESTIMATION DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE AQUATIQUE

Quoique la richesse spécifique de la couverture végétale aquatique soit bien connue dans son ensemble, il a été indispensable d'actualiser le degré de recouvrement de l'herbier aquatique, notamment avec les conditions hydrologiques et climatologiques actuelles. Il s'agit d'observations directes qui ont permis de délimiter la répartition des espèces et d'apprécier leur état au niveau de la lagune (potamogeton : *Potamogeton pectinatus*) et les marais (scirpe : *Scirpus maritimus*). L'étude de ces plantes est importante pour justifier la variation des effectifs des oiseaux herbivores, notamment Oie cendrée, Foulque macroule, Fuligule milouin et Canard siffleur.

## RECENSEMENT DES OISEAUX D'EAU

Les oiseaux d'eau ont été recensés durant trois années successives, depuis septembre 2001 jusqu'à août 2004. C'est un suivi quasi-mensuel au cours duquel les différentes espèces, identifiées avec certitude, ont été inventoriées. Deux à trois jours ont été nécessaires pour explorer l'ensemble du site. La connaissance préalable du site a permis de sélectionner treize zones de couverture accueillant les plus fortes concentrations d'oiseaux (Fig. 1 ; Bredin *et al.*, 1986). Le choix de treize points d'observation a permis une couverture relativement exhaustive de chaque zone et évité les vues à contre-jour.

Pour le recensement des oiseaux, la méthode de comptage au sol a été employée (Bibby *et al.*, 1993). Dans le cas où la bande d'oiseaux renfermait moins de 200 individus et se trouvait à moins de 200 m, les oiseaux ont été comptés individuellement. Dans les autres cas, nous avons procédé à des estimations consistant à scinder le champ visuel du télescope en plusieurs bandes et dénombrer un champ moyen et multiplier par autant de fois que de champs. Pour mieux estimer les effectifs observés, nous avons couramment eu recours à un double comptage, notamment dans les cas où les groupes dénombrés étaient plurispécifiques ou/et supérieurs à 1000 individus. Dans ces cas, l'effectif minimal a été retenu pour chaque espèce.

## PARAMÈTRES ÉCOLOGIQUES

La classification par groupe trophique a été utilisée avec succès et ce dans la mesure où les espèces présentent des régimes et des comportements alimentaires similaires. À ce propos, les oiseaux ont été rassemblés en 7 groupes trophiques (cf. Annexe) : les consommateurs de vertébrés (V), invertébrés-vertébrés (I-V), invertébrés-végétaux (I-H), invertébrés (I), les filtreurs (F), les herbivores (H) et les omnivores (O). Pour le suivi de ces groupes, des paramètres écologiques classiques ont été analysés : richesse spécifique, abondance absolue, effectif maximal et densité. L'absence de données brutes d'avant la construction des barrages constitue un obstacle pour toute analyse. Par conséquent, les comparaisons effectuées ont été limitées au groupe des herbivores pour lequel quelques données sont disponibles. Quant à la composition spécifique du peuplement, l'indice d'importance relative (IIR) qui tient compte à la fois de la présence des espèces et de leurs abondances, a été employé :

$$IIR = (N_i / N_t) \times (C_i / C_t) \times 100$$

avec  $N_i$  = nombre total d'individus recensés de l'espèce (i) ;  $N_t$  = effectif total du peuplement ;  $C_i$  = nombre de recensements où l'espèce (i) a été contactée ;  $C_t$  = nombre total de recensements.

## ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été utilisée pour identifier le nombre de mois correspondant aux différentes saisons phénologiques des oiseaux d'eau dans le PNI. Il s'agit des périodes de passage automnal et de passage printanier qui se chevauchent respectivement avec la période hivernale et la période estivale. Cette méthode permet de chercher la meilleure représentation simultanée de deux ou plusieurs ensembles constituant les points d'observation (36 mois) et les points variables (30 espèces).

Les espèces sporadiques ou/et présentant un total inférieur à 100 individus durant les 3 années ont été écartées des analyses. Pour stabiliser les variances, les données de cette matrice ont été transformées en  $\ln(X + 1)$ . Les plans formés par les deux premiers axes orthogonaux qui représentent un maximum de variance ont été retenus et l'interprétation des résultats s'est faite en termes de proximité, notamment entre les mois. Le logiciel utilisé pour toutes les analyses statistiques a été *STATISTICA 6.0*.

## RÉSULTATS

### CLIMATOLOGIE, HYDROLOGIE ET VÉGÉTATION AQUATIQUE

Entre 2001 et 2004, les températures moyennes, minimale de 6°C et maximale de 39°C, sont respectivement atteintes en janvier et août. La température moyenne annuelle, de l'ordre de 22°C, indique une certaine continentalité.

La précipitation moyenne annuelle de 513 mm est inférieure à la moyenne commune de la région qui est de 620 mm. Les précipitations mensuelles, minimale de 0 mm et maximale de 169 mm, sont respectivement notées en juillet et en novembre. Les saisons humides sont l'automne (49 %) et l'hiver (41 %) et les saisons sèches sont le printemps (8 %) et l'été (1 %).

Les mesures de la salinité ont permis de révéler un minimum de 21 g/l en février et un maximum de 48 g/l en août. Les valeurs moyennes saisonnières passent de 21 g/l en hiver à 37 g/l en été. La salinité annuelle moyenne de 27 g/l représente le double de celle enregistrée avant la construction des barrages (13 g/l).

Concernant la hauteur des eaux, les valeurs enregistrées illustrent un maximum en hiver avec l'apport des eaux des oueds et de la lâchée des barrages. Elle est comprise entre 1,0 m (été) et 1,4 m (hiver) avant la construction des barrages pour, durant la période de la présente étude, n'atteindre que des valeurs de 0,8 m en hiver et de 0,6 en été. Cette diminution est en étroite relation avec le déficit hydrique suite à la construction des barrages et à la sécheresse.

Quant aux valeurs moyennes de la transparence, elles sont variables entre 40, 30 et 27 cm respectivement au sein de la lagune, de son côté est et de son côté ouest. Cette variation spatiale est fonction de l'agitation des masses d'eau, due au vent, et du courant d'eau dans le chenal de Tinja, pouvant être entrant ou sortant. De plus, le déversement des oueds peut diminuer la matière en suspension dans l'eau, surtout au niveau des zones proches des embouchures. En effet, l'afflux draine une quantité non négligeable de matières fines qui restent longtemps en suspension dans l'eau.

Il faut remarquer que la manière dont est gérée l'écluse de Tinja intervient probablement dans la fluctuation des paramètres hydrologiques du PNI. L'ouverture et la fermeture de cette écluse ne s'effectuent pas en fonction des besoins pour le maintien d'une salinité, d'une hauteur et d'une transparence des eaux moyennes adéquates. Elle s'effectue suivant la phénologie d'entrée et de sortie des alevins à travers l'écluse. Ceci dit, son ouverture à des moments non propices à la maintenance d'une salinité-seuil, indispensable au développement d'une couverture végétale suffisante, peut contribuer à un dysfonctionnement de l'ensemble du système.

### COUVERTURE VÉGÉTALE AQUATIQUE

Entre 2001 et 2004, la couverture du potamogéon se développe seulement au niveau de la zone bordière de la lagune, notamment à proximité des embouchures des oueds Morra, Douimis, Joumine et Sejnane. Sans qu'il ait été possible d'estimer exactement la biomasse totale réellement existant, une dégradation précoce et quasi-totale de la couverture a été remarquée. En effet, depuis la mi-octobre de chaque année, aucun affleurement à la surface de l'eau n'a pu être observé. Parmi les raisons qui justifient cette régression figurent les arrivées massives des Foulques macroules dès la fin du mois d'août et le début du mois de septembre. Ces bandes d'oiseaux qui dépassent parfois 20 000 individus consomment de préférence la partie végétative du potamogéon (tiges et feuilles), d'où l'invisibilité d'émergence du peu d'herbier à la surface de l'eau de la lagune. Quant à la partie racinaire, elle est rapidement épuisée ultérieurement par les arrivées massives de Fuligules milouins et de Canards siffleurs. Cette exploitation en masse par les espèces herbivores du peu de potamogéon a contribué à l'épuisement des réserves de bulbes pour les années à venir. Le manque d'apport d'eau douce affecte également la qualité de l'eau de la lagune qui se montre très saline pour la germination du potamogéon dont l'optimum est de 10 à 20 g/l.

Au niveau des marais, l'état de la population du scirpe est régressif. En effet, la couverture de cette plante se limite aux flaques d'eau et aux petits ravins qui bordent la route et les

oueds. La hauteur maximale des rares pieds de scirpe n'est que de 31,7 cm contre plus de 100 cm avant la construction des barrages. Cette espèce végétale est capable de supporter des assèchements temporaires, mais la prolongation de l'exondation des marais durant des hivers successifs, depuis 2001 jusqu'à 2004, a entraîné un durcissement du sol, facteur limitant sa germination optimale. Le piétinement incessant des marais et la consommation excessive de l'herbier par les Oies cendrées, le cheptel local et les mammifères sauvages contribuent également à sa dégradation.

#### RICHESSSE ET COMPOSITION SPÉCIFIQUE DU PEUPELEMENT

Durant la période 2001/2004, la richesse spécifique totale du peuplement d'oiseaux dans le PNI a été de 71 espèces (cf. Annexe). Les espèces sont en majorité originaires d'Europe centrale et septentrionale mais elles proviennent aussi de contrées nordiques lointaines comme le Groenland, le Spitzberg et la Sibérie occidentale.

Selon les valeurs de l'indice d'importance relative (IIR) (Tab. I), les espèces dominantes sont : Foulque macroule (21 %), Fuligule milouin (16 %), Canard siffleur (12 %) et Flamant rose (5 %). En revanche, Oie cendrée, Vanneau huppé, Canard souchet, Gravelot à collier interrompu, Mouette rieuse, Canard colvert, Cigogne blanche, Chevalier gambette et Bécasseau minute ne sont présents qu'avec une IIR comprise entre 1 et 2 %. Toutes les autres espèces sont peu représentées dans le PNI avec une IIR inférieure à 1 %.

Les prospections réalisées sur le site et les enquêtes menées auprès des villageois, en période estivale, ont permis d'identifier 8 espèces nicheuses : Cigogne blanche, Héron cendré, Héron garde-bœufs, Aigrette garzette, Échasse blanche, Gravelot à collier interrompu, Canard colvert et Gallinule poule d'eau. En revanche, avant la construction des barrages, le nombre d'espèces nicheuses certaines s'élevait à 19 (Skinner *et al.*, 1986). Une telle régression de la nidification dans l'Ichkeul touche essentiellement les populations à faible plasticité écologique : Butor étoilé, Bihoreau gris, Héron pourpré et Talève sultane. Ces espèces ont une prédilection pour les habitats nécessairement riches en vastes roselières partiellement inondées, flottantes et qui contiennent des formations arborées. Or, la roselière, qui entourait les 2/3 de la lagune avant la construction des barrages, ne couvre plus que le 1/3, et est très clairsemée et localisée au niveau des embouchures des oueds. À ceci s'ajoute une activité agricole importante qui se développe tout autour des marais au dépens des habitats naturels favorables à la nidification.

Les analyses basées sur les catégories trophiques (Fig. 2 & 3) montrent une forte prévalence du groupe des herbivores (H) avec 11 espèces et 75 % de l'effectif total du peuplement. Quatre principales espèces dominent ce groupe dont elles cumulent 99 % : Foulque macroule (40 %), Fuligule milouin (28 %), Canard siffleur (27 %) et Oie cendrée (4 %). Concernant ces espèces, la capacité d'accueil du parc est supérieure à celles des autres zones humides tunisiennes. Par rapport aux autres quartiers d'hiver du bassin occidental de la Méditerranée, le PNI abrite des effectifs d'herbivores qui n'ont d'équivalent qu'en Camargue.

TABLEAU I

*Variation de la densité (oiseau/jour/an) du peuplement des oiseaux d'eau*

Période	Eté	Hiver	Migration	Année	Références
1982-1993	35,67	2307,36	256,65	15154,78	Tamisier & Boudouresque, 1994
2001-2004	41,39	1041,68	199,22	8490,05	Présent travail
CV (%)	+ 16,03	- 54,88	- 22,37	- 43,97	

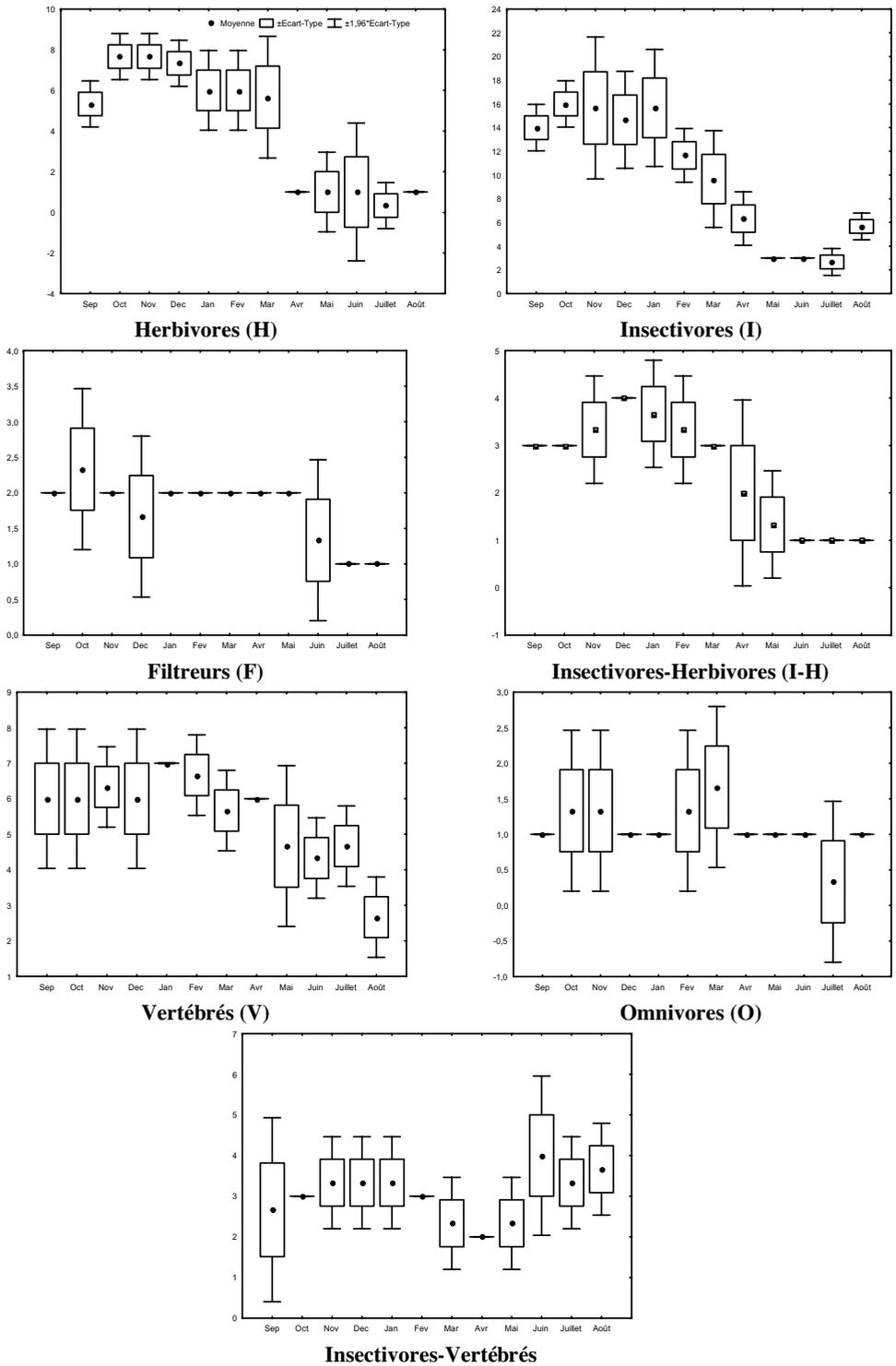
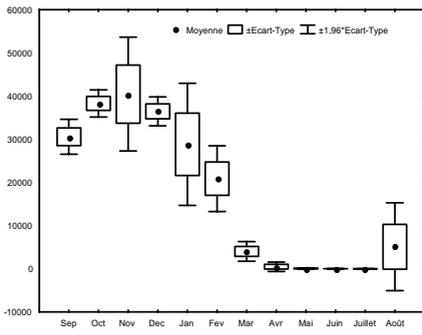
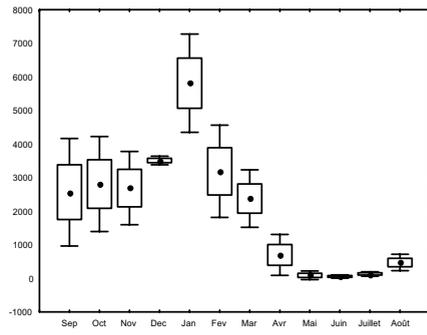


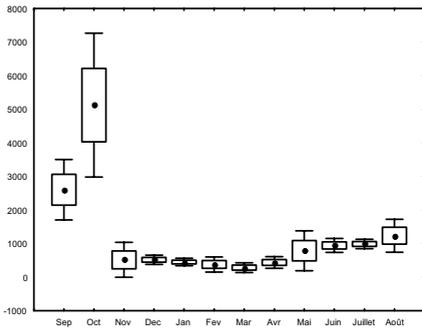
Figure 2. — Variation mensuelle de la richesse spécifique des groupes trophiques.



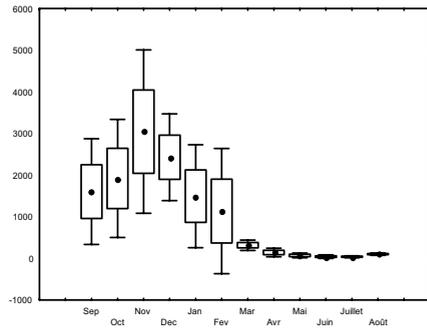
**Herbivores**



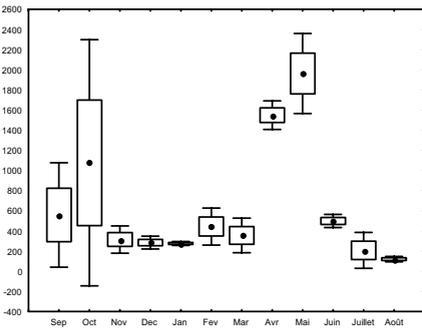
**Insectivores**



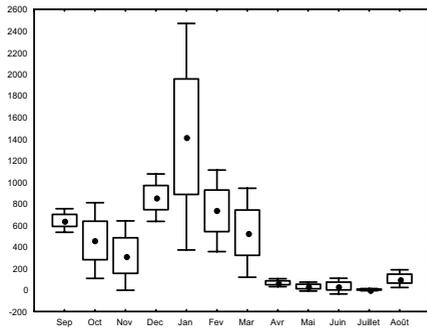
**Filtreurs**



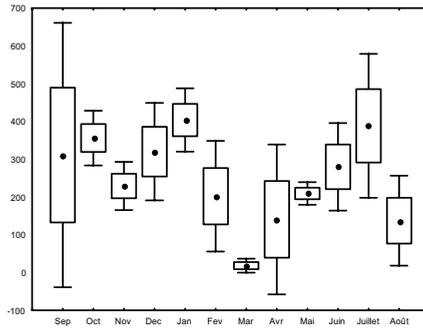
**Insectivores-Herbivores**



**Vertébrés**



**Omnivores**



**Insectivores-Vertébrés**

Figure 3. — Variation mensuelle de l'abondance mensuelle moyenne des groupes trophiques.

En seconde place se situent les filtreurs (F) représentés par 3 espèces et dominés par la population du Flamant rose. Ce groupe présente une fréquence relative également importante de 5 % du total des effectifs du peuplement.

Le groupe des consommateurs de vertébrés avec 14 espèces et 3 % de l'effectif du peuplement, est également non négligeable. Cinq espèces dominent ce groupe : Cigogne blanche (58 %), Grèbe huppé (17 %), Grand Cormoran (9 %), Héron cendré (8 %) et Aigrette garzette (7 %).

Quant aux insectivores, ils sont plus importants, par leur richesse spécifique (26 espèces) que par leur abondance relative (9 %), que les autres groupes trophiques. Les espèces majeures de ce groupe sont : Tadorne de Belon (6 %), Vanneau huppé (23 %), Gravelot à collier interrompu (22 %), Bécasseau minute (11 %), Chevalier gambette (12 %), Bécasseau variable (8 %) et Avocette élégante (7 %).

Par opposition aux groupes précédents, ceux ayant une alimentation mixte à savoir les consommateurs d'invertébrés-vertébrés (8 espèces, 1 % de l'effectif du peuplement), les consommateurs d'invertébrés-végétaux (6 espèces et 5 %) et les omnivores (3 espèces et 2 %) sont minoritaires.

#### PHÉNOLOGIE DU STATIONNEMENT DU PEUPEMENT

Le PNI est habité tout au long de l'année avec une variation significative des effectifs totaux du peuplement des oiseaux d'eau (cf. Annexe). Après des minima de 1500 à 3000 oiseaux, enregistrés en juillet et août, les effectifs augmentent progressivement dès le début de septembre pour atteindre un maximum de l'ordre de 50 000 individus en novembre et décembre. Quant aux valeurs de la richesse spécifique mensuelle, elles atteignent des maxima de 39 à 41 espèces entre novembre et décembre et des minima de 12 à 14 espèces entre juin et juillet. Ces pics relatifs aux valeurs maximales de la richesse spécifique totale et de l'abondance totale du peuplement, sont imprimés par la concentration des groupes trophiques suivants : herbivores, insectivores, filtreurs, insectivores-herbivores et omnivores (Fig. 2 & 3). Seuls les groupes des oiseaux consommateurs d'invertébrés-vertébrés et consommateurs de vertébrés présentent des pics d'abondances estivaux supérieurs aux hivernaux (Fig. 3). Ces deux groupes trophiques sont en fait dominés par des espèces estivantes-nicheuses : Cigogne blanche et Héron garde-bœufs.

Le plan F1 x F2 des deux premiers axes factoriels (représentant respectivement 37,31 et 16,61 % de l'inertie) de l'analyse multivariée (AFC) de 36 dénombrements et de 30 espèces fournit les renseignements suivants (Fig. 4) :

(1) une nette opposition de la période hivernale de 7 mois (septembre-mars) par rapport à la période estivale de 5 mois (avril-août).

(2) la fin du mois de mars, tout le mois d'avril et le début du mois de mai constituent la période de migration printanière tandis que la période de septembre, octobre et novembre correspond au passage automnal. Toutefois, seuls les mois de septembre et octobre apparaissent très bien individualisés. Les autres mois de passage (août et novembre en automne et mars-mai au printemps) se fondent avec l'hivernage d'une part et l'estivage d'autre part, montrant ainsi combien il est difficile de définir avec précision quand commencent ou quand finissent les stationnements durables des espèces et, d'une manière plus globale, la saisonnalité d'un peuplement avien.

Il faut noter que les modalités des déplacements migratoires de plusieurs espèces sont largement influencées par des facteurs exogènes, hors du PNI. Les facteurs à considérer sont nombreux, mais celui dont le rôle est déterminant est l'alizé continental qui, lorsqu'il souffle fortement, limite le front migratoire sur le littoral. Les périodes notées comme importants passages de plusieurs espèces ne peuvent alors n'être que le résultat de concentrations créées par un vent défavorable.

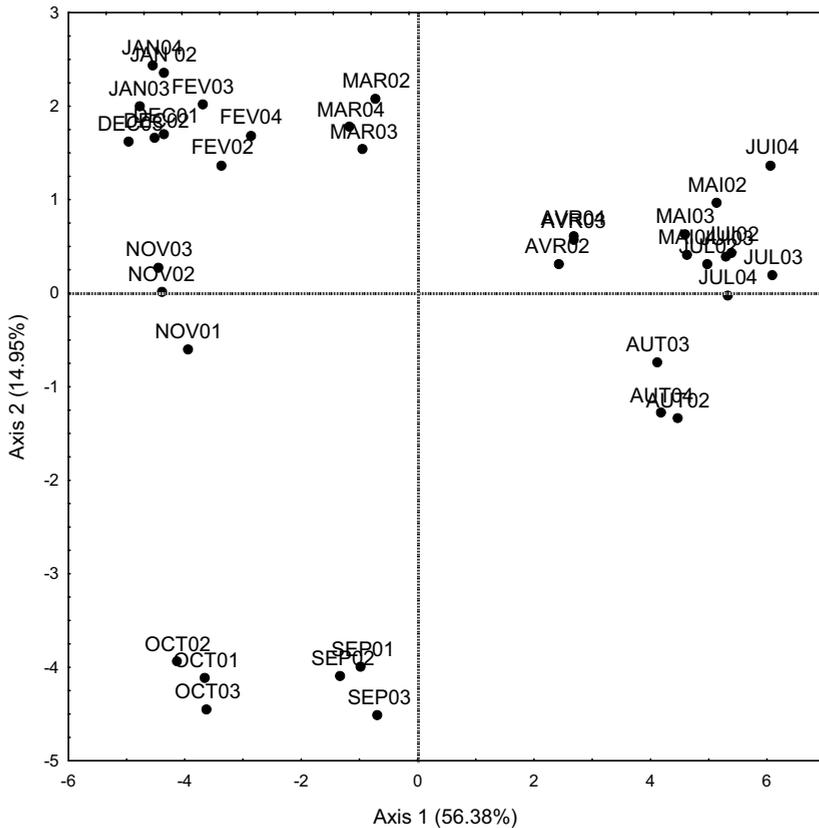


Figure 4. — Distribution des mois d'étude dans le plan factoriel 1x2 de l'AFC.

#### DENSITÉ ET ABONDANCE MAXIMALE DU PEUPLEMENT

Entre 2001 et 2004, la densité annuelle totale du peuplement a chuté de plus de 40 % (Tab. I). Cette diminution est en relation avec la régression de la densité des populations de passage et hivernantes, notamment le groupe des herbivores qui exploite le potamogéon et le scirpe. En effet, son effectif maximal enregistré entre 2001 et 2004, de l'ordre de 50 000 individus, est l'approximation la plus faible obtenue depuis le début des recensements dans le PNI. Les moyennes d'abondance maximale enregistrées avoisinaient les 150 000, 120 000 et 135 000 oiseaux, respectivement en 1982-1988, 1988-1989 (Rigaux, 1989) et 1993-1994 (Tamisier *et al.*, 1995).

En revanche, durant la période estivale, une augmentation de la densité du peuplement a été notée (Tab. I). Elle est due à l'accroissement des effectifs de certaines espèces, notamment de la Cigogne blanche du groupe des consommateurs de vertébrés et du Héron garde-bœufs du groupe des insectivores-consommateurs de vertébrés dont l'abondance maximale a plus que doublé par rapport à celle de l'année 1994 (Tamisier *et al.*, 1995). En effet, l'action combinée de la construction des barrages et de la sécheresse a contribué au recul de la limite de la lagune au profit des zones de rivage et de mariage, habitats optimaux de ces deux espèces.

Cette situation a également permis une augmentation des effectifs hivernants de plusieurs oiseaux insectivores. À titre d'exemple, l'effectif maximal du Vanneau huppé est passé de 294 oiseaux en 1993/1994 à 2160 oiseaux en 2001/2004. Il en va de même pour les populations hivernantes de l'Échasse blanche, du Chevalier gambette, du Gravelot à collier interrompu et

du Bécasseau minute dont les effectifs maximaux ont passé respectivement de 111 à 434, 318 à 760, 1090 à 1792 et 318 à 760 individus. Cette augmentation partielle de certaines espèces n'a toutefois pas compensé la diminution générale des espèces herbivores.

## DISCUSSION & CONCLUSION

Les résultats obtenus semblent combler, du moins en partie, la carence de l'information ornithologique dans le PNI. Ils contribueront certainement à la mise en place d'une banque de données qui demeure encore incomplète pour établir des comparaisons satisfaisantes. Toutefois, cette étude basée sur les données d'observation diurne et quasi mensuelle du peuplement des oiseaux d'eau de 2001 à 2004, a permis de donner un aperçu global de l'impact des aménagements hydro-agricoles sur la valeur ornithologique du PNI.

### SITUATION HYDROLOGIQUE DU PARC

Selon plusieurs études (Hollis *et al.*, 1986 ; Skinner *et al.*, 1986 ; Hollis, 1992), l'Ichkeul est un système naturel et *climato-dépendant*. Autrement dit, son fonctionnement hydrologique et par conséquent l'équilibre de sa composante avienne est uniquement dépendant des moyennes pluviométriques et de la fréquence des crues. En revanche, avec l'installation de trois barrages et la mauvaise gestion de l'écluse Tinja, nous estimons que cet écosystème est probablement devenu *anthropo-climato-dépendant*. En effet, la lagune et les marais ne bénéficient plus que de faibles quantités d'eau douce apportées par la tombée directe des eaux de pluies ou par les lâchées occasionnelles des barrages. Selon les résultats préliminaires exposés ci-dessus, ces quantités sont insuffisantes pour rétablir l'équilibre naturel de cet écosystème. Pour vérifier cette hypothèse, il sera nécessaire de développer un modèle mathématique qui tienne compte de la variation à long terme de tous les facteurs hydrologiques et biologiques que l'on suppose déterminants pour le milieu.

### IMPORTANCE DU PNI DANS LA CONSERVATION DES OISEAUX PALÉARCTIQUES

Comme toute zone humide, le Parc National Ichkeul est couramment sous l'influence d'apport d'eau douce ou salée et une partie est partiellement ou continuellement inondée durant l'hiver. Par conséquent, les caractéristiques physico-chimiques des masses d'eau peuvent subir des variations annuelles, saisonnières, voire même quotidiennes, pouvant à leur tour modifier les caractéristiques et les différentes formes de vie (Baldwin *et al.*, 2001 ; Timms & Boulton, 2001). En effet, cette dynamique hydrologique mouvante dans le PNI est probablement à l'origine de l'abondance et de la disponibilité des ressources trophiques et donc de la diversité avienne. En outre, la position de l'Ichkeul qui se situe au Nord de la Tunisie sur l'une des plus importantes voies de passage des flux migratoires contribue également à l'accroissement de sa capacité d'accueil.

La destruction de plus de 28 % des zones humides tunisiennes et la surface réduite des zones humides de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen (Hollis, 1992) rendent la situation menaçante pour les populations d'oiseaux d'eau ayant abandonné le PNI. Ils vont se diriger vers d'autres sites généralement non protégés où ils seront exposés à la chasse, aux dérangements, à la prédation et aux compétitions. Ces conditions d'hivernage sont contraignantes pour la démographie des populations d'oiseaux d'eau (Hohman *et al.*, 1995). En effet, le manque de ressources trophiques limitera les réserves énergétiques et par conséquent limitera le succès reproducteur des populations des oiseaux d'eau. Toute perturbation pouvant affecter l'équilibre naturel de l'écosystème Ichkeul peut donc avoir des conséquences directes au niveau régional sur plusieurs espèces d'oiseaux d'eau d'origine paléarctique.

### ÉVOLUTION DES PARAMÈTRES ÉCOLOGIQUES DU PEUPEMENT

Les valeurs annuelles de la richesse spécifique totale du peuplement des oiseaux d'eau sont fluctuantes. Soixante espèces ont été enregistrées en 2001-2002, 64 en 2002-2003 et 54 en

2003-2004 (Tab. I). Vingt-deux espèces peuvent être considérées comme responsables de cette variation annuelle : Fou de Bassan, Butor étoilé, Bihoreau gris, Héron pourpré, Ibis falcinelle, Cygne chanteur, Oie rieuse, Tadorne casarca, Sarcelle d'été, Fuligule morillon, Érismaure à tête blanche, Grue cendrée, Huîtrier pie, Bécasseau de Temminck, Barge rousse, Chevalier stagnatile, Chevalier cul-blanc, Chevalier sylvain, Goéland argenté, Sterne pierregarin, Sterne voyageuse et Guifette moustac. Toutes ces espèces sont sporadiques voire accidentelles pour le PNI. Elles se présentent de façon imprévisible, mais toujours avec des séjours de courtes durées et des effectifs très faibles qui ne dépassent pas 1 à 5 individus. La présence de ces espèces est toujours attribuée à des facteurs exogènes. Quant aux espèces fréquentes et communes, elles demeurent toujours présentes mais avec des effectifs très variables, dépendant des conditions locales.

Nos résultats montrent une diminution de 40 % de la densité totale du peuplement des oiseaux d'eau. Les études ornithologiques réalisées à l'Ichkeul (Bredin *et al.*, 1986 ; Tamisier, 1990, 1997 ; Defosse *et al.*, 1996 ; Dehorter, 1997 ; Hamdi, 2008) montrent que l'abondance et la disponibilité des ressources trophiques ainsi que le dérangement sont les facteurs déterminants directs de la densité de ces populations. En effet, la dégénérescence quasi-totale et précoce des couvertures végétales aquatiques du potamogéon est une conséquence de l'élévation incessante de la salinité et de la venue massive et précoce des populations de Foulque macroule, de Fuligule milouin et de Canard siffleur. À titre d'exemple, la quantité quotidienne du potamogéon ingérée par un individu de foulque dans les conditions normales est de l'ordre de 104 g de MS (Hurter, 1979). Les 30 000 foulques présentes chaque année en septembre seraient donc capables de consommer plus de 90 tonnes de MS/mois, quantité manifestement indisponible durablement sur le site. Cette situation nutritive alarmante des oiseaux herbivores peut, en grande partie, justifier le départ massif des contingents d'oiseaux herbivores.

En ce qui concerne le dérangement, c'est un facteur qui ne s'exprime qu'à des hauteurs d'eau supérieures à 1,2 m (Bredin *et al.*, 1986). En outre, la situation hydrologique vulnérable dans le PNI a concouru au maintien d'une hauteur d'eau moyenne inférieure à 0,8 m. Cette valeur s'avère faible pour entraîner la submersion des marais et le reflux vers l'extérieur des secteurs de remise et de gagnage. Les populations des oiseaux d'eau restent ainsi épargnées de la présence humaine et du dérangement.

Durant la période de cette étude, aucun transfert des hivernants du parc vers les barrages n'a pu être confirmé. Chaque fois, seulement une centaine d'oiseaux (Fuligule milouin, Foulque macroule, Grèbe castagneux et Grèbe huppé) est observée. En revanche, d'importants contingents d'oiseaux parfois non identifiés, se déplaçant entre la lagune de l'Ichkeul et celle de Bizerte, ont été constatés à l'aube et au crépuscule, essentiellement durant les mois de novembre et de décembre. Ce même phénomène a été signalé pour le Fuligule milouin par Tamisier *et al.* (1995) durant les hivers ardues. En outre, la situation médiocre de la plupart des grandes zones humides tunisiennes, dont la majorité est soumise à des projets d'assainissement partiel ou total, contredit l'hypothèse que ces zones humides puissent accueillir durablement plusieurs milliers d'oiseaux herbivores ayant abandonné le PNI (Hamdi, 2008). Probablement une grande portion de ces contingents est passée à d'autres quartiers d'hivers méditerranéens proches. Ce semble être le cas des Fuligules milouins et des Oies cendrées qui passent les hivers difficiles respectivement en Camargue (Thibault *et al.*, 1997) et à el-Kala (Bredin *et al.*, 1986).

#### MESURES DE CONSERVATION

Le dysfonctionnement hydrologique dans le Parc National Ichkeul, notamment la salinité et la diminution de la hauteur des eaux, est supposé être la conséquence de la diminution d'apport en eau douce, notamment suite à la construction des barrages et à la sécheresse (Tamisier *et al.*, 1995 ; Hamdi, 2008). De même, nos résultats ont permis de démontrer l'influence négative sur la composante avienne considérée de la mauvaise gestion de l'écluse et de l'extension des champs de culture au détriment des habitats naturels de nidification. En effet, le PNI a conservé ses potentialités de quartier d'estivage, mais il se montre en régression à l'égard des espèces de passage, hivernantes et nidificatrices. Sur la base de ces constatations, plusieurs actions paraissent devoir être rapidement mises en œuvre :

(1) Pour le maintien de conditions hydrologiques optimales de la lagune, il conviendrait de contrôler le passage des eaux marines et douces depuis la lagune vers la mer et réciproquement. Il conviendrait alors de confier la gestion de l'écluse à un scientifique hydrologue qui suivrait d'une manière méthodique l'évolution des paramètres hydrologiques et biologiques en fonction desquels il pourrait décider l'ouverture ou la fermeture de l'écluse. En outre, le volume des eaux de barrage lâchées devrait être suffisant pour le maintien d'une salinité adéquate à la germination optimale de la couverture végétale.

(2) Alimenter les marais par les eaux douces en élargissant le lit des embouchures des oueds qui traversent ces habitats. Ceci permettrait de garder une humectation appropriée à la germination des scirpes.

(3) Limiter les activités de pêche au centre de la lagune pour réduire au maximum le dérangement des oiseaux qui hivernent particulièrement sur les 13 zones de couverture situées à la périphérie de la lagune.

(4) Interdire les pratiques agricoles sur les terres de la périphérie immédiate du parc, activités qui se font généralement au détriment des habitats naturels favorables à la nidification.

(5) Un établissement de recherche scientifique devrait prendre la charge de suivre l'évolution des différentes composantes biotiques et abiotiques du PNI.

## REMERCIEMENTS

Le travail a été en grande partie financé par les projets MEDCORE (ICA3-CT 2002-10003) et PGAP (TF 051308 - TUN). Nous remercions vivement un relecteur anonyme et plus particulièrement le Dr Alain Tamisier pour leurs suggestions et les corrections proposées qui ont notablement contribué à l'amélioration du manuscrit.

## RÉFÉRENCES

- BALDWIN, A.H., EGNOTOVICH, M.S & CLARKE, E. (2001). — Hydrologic change and vegetation of tidal freshwater marshes : Field, greenhouse, and seedbank experiments. *Wetlands*, 21 : 519-531.
- BIBBY, C., BURGESSAND, J. & HILL, D.A. (1993). — *Bird census techniques*. Academic Press, London.
- BREDIN, D., SKINNER, J. & TAMISIER, A. (1986). — Distribution spatio-temporelle et activités des anatidés et foulques sur l'Ichkeul, grand quartier d'hiver tunisien. *Acta Oecologia/Oecol. Gen.*, 7 : 55-73.
- DEFOSSE, A., POYDENOT, F., TAMISIER, A., GRAVEZ, V. & BOUDOURESQUE, C.F. (1996). — Modélisation d'un écosystème lagunaire : relation entre une macrophyte, *Potamogeton pectinatus*, et trois populations d'eau migrants. Pp 47-52 in : *Actes des Journées du Programme Environnement, Vie & Sociétés, Thème 3*. CNRS, Paris.
- DEHORTER, O. (1997). — *Influence des perturbations sur l'hivernage des oiseaux d'eau dans le contexte du modèle des stratégies d'hivernage*. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.
- DUGAN, P. (1993). — *Wetlands in danger - A world conservation atlas*. Oxford University Press, New York, USA.
- FINLAYSON, C.M., HOLLIS, G.E. & DAVIS, T.J. (eds) (1992). — *Managing the Mediterranean wetlands and their birds*. *Proc. Symp. Grado, Italy 1991*. IWRB Special Publication n° 20, Slimbridge, G.B.
- HAMDI, N. (2008). — *Écologie du peuplement des oiseaux d'eau hivernant en Tunisie : biodiversité, monographie et dynamique spatio-temporelle*. Thèse d'Université, Faculté des Sciences de Tunis.
- HOLLIS, T. (1992). — The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean. Pp 83-90 in : M. Finlayson, T. Hollis & T.J. Davis (eds). *Managing the Mediterranean wetlands and their birds*. IWRB Special Publication n° 20, Slimbridge, G.B.
- HOLLIS, G.E., AGNEW, C.T., BATTARBEE, R.W., CHISNALL, N., FISHER, R.C., FLOWER, R., GOLDSMITH, F.B., PHETHMEAN, S.J., SKINNER, J., STEVENSON, A.C., WARREN, A. & WOOD, J.B. (1986). — *Modelling and management of the internationally important wetland at garaet El Ichkeul, Tunisia*. IWRB Special Publication n° 4, Slimbridge, G.B.
- HUNTLEY, B.J. (1988). — Conserving and monitoring biotic diversity. Some African examples. Pp 248-260 in : E.O. Wilson, & F.M. Peter (eds). *Biodiversity*. National Academic Press, Washington, USA.
- HURTER, H.U. (1979). — Nahrungsökologie des Blässhuhns *Fulica atra* an den Überwinterungsgewässern im nördlichen Alpenvorland. *Orn. Beob.*, 76 : 257-288.
- ISENMANN, P., GAULTIER, T., EL HILL, A., AZAFZAF, H., DLENSI, H. & SMART, M. (2005). — *Oiseaux de Tunisie : Birds of Tunisia*. Société d'Études Ornithologiques de France, Paris.
- RAMADE, F. (1998). — *Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau*. Ediscience international, Paris.

- SKINNER, J., REHFISH, M., WOOD, J.B., FAY, M., SMART, M. & GAULTIER, T. (1986). — *The birds of the Ichkeul National Park*. Tunisia Conservation Report, University College, London.
- TAMISIER, A. (1990). — *Critères de fonctionnement du lac Ichkeul dans son exploitation par le peuplement d'oiseaux d'eau*. Séminaire International de Sauvegarde de l'Ichkeul, Sousse.
- TAMISIER, A. (1995). — Ichkeul (Tunisie) : Lac et marais. Pp 353-363 in : C. Morilio & J.L. Gonzalez (eds.). *Management of Mediterranean wetlands*. MedWet Publication 2.
- TAMISIER, A. (1997). — Les oiseaux d'eau, indicateurs de changements d'habitats. Le cas de l'Ichkeul. *Acte du séminaire, gestion et conservation des zones humides tunisiennes, Sousse, Tunisie* : 91-98.
- TAMISIER, A. & BOUDOURESQUE, C.F. (1994). — Aquatic bird populations as possible indicators of seasonal nutrient flow at Ichkeul Lake, Tunisia. *Hydrobiologia*, 279/280 : 149-156.
- TAMISIER, A., DEHORTER, O., DELPART, B. & MAAMOURI, F. (1995). — *Étude pour la sauvegarde du lac Ichkeul. Le peuplement d'oiseaux d'eau*. GIS Posidonie et BCEOM.
- THIBAUT, J.C., BRETAGNOLLE, V. & RABOUAM, C. (1997). — *Calonectris diomedea* Cory's shearwater. *BWP Update*, 1 : 75-98
- TIMMS, B.V. & BOULTON, A.J. (2001). — Typology of arid-zone floodplain wetlands of the Paroo River inland (Australia) and the influence of water regime, turbidity and salinity on their aquatic invertebrate assemblages. *Arch. Hydrobiol.*, 153 : 1-27.

ANNEXE

Effectifs mensuels, indice d'importance relative (IIR) et groupes trophiques (F = filtreur, H = herbivore, I = consommateur d'invertébrés, V = consommateurs de vertébrés, O = omnivore) des différentes espèces d'oiseaux d'eau fréquentant le PNI entre septembre 2001 et août 2004

Noms communs Noms scientifiques (groupe trophique)	IIR	Septembre			Octobre			Novembre			Décembre			Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août					
		2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003			
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i> (I-V)	0.10	0	0	7	33	98	23	1417	118	146	237	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i> (V)	0.41	651	123	248	489	223	489	114	22	52	86	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Grèbe à cou noir <i>Podiceps nigricollis</i> (I)	0.00	0	0	0	9	12	4	9	6	23	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Fou de Bassan <i>Morus bassanus</i> (V)	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i> (V)	0.18	12	7	18	58	46	59	109	295	212	166	114	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Butor étoilé <i>Botaurus stellaris</i> (V)	0.00	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bihoreau gris <i>Nycticorax nycticorax</i> (I-V)	0.00	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibis</i> (1-V)	0.21	0	0	0	72	29	17	6	12	168	133	138	15
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i> (V)	0.19	102	173	25	12	16	21	7	84	27	32	34	16
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i> (V)	0.00	2	31	11	8	2	1	0	0	0	0	0	0
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i> (V)	0.21	83	79	36	30	29	58	94	25	32	38	20	46
Héron pourpré <i>Ardea purpurea</i> (V)	0.00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cigogne blanche <i>Ciconia ciconia</i> (V)	0.94	0	0	0	0	46	220	186	1500	1700	430	201	0
Ibis falcinelle <i>Plegadis falcinellus</i> (F)	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spatule blanche <i>Platalia leucorodia</i> (F)	0.07	24	37	8	0	17	26	72	41	12	0	0	0
Flamant rose <i>Phoenicopterus ruber</i> (F)	5.14	3000	6210	800	580	500	340	150	470	700	900	1000	1200
Cygne chanteur <i>Cygnus cygnus</i> (H)	0.00	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Canard souchet <i>Anas chrypeata</i> (I-H)	1.20	1700	409	335	1531	769	1244	57	0	0	0	0	0
		326	209	1432	1173	1382	382	102	0	0	0	0	0
		108	304	1986	1900	417	321	159	6	0	0	0	0
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i> (H)	15.60	1162	5192	10667	19986	9428	11582	1346	106	18	0	12	0
		1419	7359	8352	14000	20971	14495	2000	203	0	0	0	0
		207	2400	6000	12500	11000	9216	1928	1100	130	0	0	0
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i> (I-H)	0.00	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	18	57	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	6	15	0	0	0	0	0	0	0
Érismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i> (I-H)	0.00	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> (H)	0.00	7	31	6	11	2	0	3	0	0	0	0	0
		4	12	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Talève sultane <i>Porphyrio porphyrio</i> (H)	0.00	5	11	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0
		0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Foulque macroule <i>Fulica atra</i> (H)	21.01	26289	13690	12793	5962	3163	884	87	0	9	0	0	0
		31253	17259	15890	8962	7896	1583	385	0	0	0	0	0
		30650	21000	11985	14575	5032	2086	1016	0	0	0	0	0
Grue cendrée <i>Grus grus</i> (O)	0.00	0	3	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0
Huîtrier pie <i>Haematopus ostralegus</i> (I)	0.00	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Échasse blanche <i>Himantopus himantopus</i> (I)	0.39	7	121	209	248	113	92	83	24	5	37	29	0
		14	100	341	406	72	48	12	15	26	31	6	4
		0	217	228	650	132	76	9	10	21	12	11	2

Avocette élégante <i>Recurvirostra avosetta</i> (1)	0.58	54	248	203	148	180	103	700	800	0	0	5	22
		104	198	181	96	51	42	248	162	19	0	0	62
		172	136	226	53	127	512	189	394	8	2	0	83
Glaréole à collier <i>Glareola pratincola</i> (1)	0.00	102	54	0	0	8	0	0	0	0	0	0	36
		0	46	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		77	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petit Gravelot <i>Charadrius dubius</i> (1)	0.00	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1
Grand Gravelot <i>Charadrius hiaticula</i> (1)	0.05	116	83	126	12	4	0	0	0	0	0	0	0
		38	124	31	9	16	0	0	0	0	0	0	0
		176	203	42	8	0	3	1	0	0	0	0	0
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i> (1)	1.96	1231	1178	731	196	210	179	656	52	10	18	135	276
		1400	2500	683	213	269	144	347	112	96	42	113	91
		1321	1700	742	285	174	123	208	41	81	16	87	418
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i> (1)	0.02	0	2	121	87	157	30	0	0	0	0	0	0
		0	2	16	0	27	0	0	0	0	0	0	0
		41	12	38	26	0	6	0	0	0	0	0	0
Pluvier argenté <i>Pluvialis squatarola</i> (1)	0.00	0	16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i> (1)	1.35	6	45	243	751	1983	968	407	37	0	0	0	0
		22	143	496	843	1691	2539	601	124	11	0	0	0
		7	88	384	753	2000	652	1900	653	0	0	0	0
Bécasseau minute <i>Calidris minuta</i> (1)	0.52	0	154	205	652	791	112	195	10	0	0	0	0
		12	31	358	487	1650	648	421	0	0	0	0	0
		0	0	362	593	892	337	219	0	0	0	0	0





Sterne name	0.04	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	61	80	37
<i>Sterna albifrons</i> (1-V)		112	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	118	85
		23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	165	25
Sterne voyageuse	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Sterna bengalensis</i> (V)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guifette moustac	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
<i>Chlidonias hybrida</i> (V)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guifette noire	0.00	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlidonias niger</i> (1)		6	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Martin-pêcheur	0.00	0	0	6	0	4	2	5	4	0	0	0	0	0	0
<i>Alcedo atthis</i> (V)		0	0	11	4	5	0	9	6	0	0	0	0	0	0
		0	1	2	2	8	2	4	3	0	0	0	0	0	0