

## ÉVOLUTION DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE DU PARC NATIONAL DE L'ICHKEUL (TUNISIE)

Z. GHRABI GAMMAR<sup>1</sup>, Z. LILI CHABAANE & M. ZOUAGHI

**SUMMARY.** — *Evolution of the vegetation cover in Ichkeul National Park (Tunisia).* — Ichkeul wetland ecosystems are characterized by hygrophilous vegetation. This later requires to be submerged by fresh water during a period of the year in order to fulfil its vegetative cycle. Hydrologic constructions and dry years influence the evolution of wetland vegetation distribution in Ichkeul National Park. To follow up this evolution, we mapped the vegetation in 1994 and 2002. The analysis of all existing data concerning Ichkeul wetland vegetation since 1967 and our surveys between 1994 and 2005 allowed us to understand the evolution of wetland vegetation distribution and explain it. Until 2002, ecosystems suffered from intense salinisation, the drying-up showed by development of halophilous vegetation and the extension of occasionally inundated areas. At the beginning of the year 2003, fresh water inflows were generated by exceptional rains and entered the park, provoking water stagnation during more than two months in Ichkeul marshes. These conditions led to a regression of the halophilous vegetation and its replacement by an hygrophilous one, based on sedges, rushes,... Ichkeul wetland ecosystems showed a good resilience: one year was sufficient to regenerate hygrophilous vegetation after 15 years of water shortage.

**RÉSUMÉ.** — *Évolution de la couverture végétale du Parc national de l'Ichkeul (Tunisie).* — Les écosystèmes lagunaires de l'Ichkeul sont caractérisés par une végétation hygrophile exigeant la submersion en eau douce pendant une période de l'année pour accomplir leur cycle végétatif. Les constructions hydrologiques et les années de sécheresses influencent l'évolution et la répartition de la végétation des marais du Parc national de l'Ichkeul. Pour suivre cette évolution, nous avons cartographié la végétation en 1994 et 2002. L'analyse des données publiées au sujet de la végétation des marais de l'Ichkeul depuis 1967 et de nos observations réalisées entre 1994 et 2005 nous a permis de comprendre l'évolution de la répartition de la végétation des marais et de l'expliquer. Jusqu'en 2002, les écosystèmes ont souffert d'une salinisation et d'une sécheresse intenses qui se sont traduites par le développement d'une végétation halophile et la réduction des superficies inondables. Au début de l'année 2003, des apports d'eau douce ont été produits par les pluies exceptionnelles et ont alimenté le parc, provoquant la stagnation de l'eau durant plus de deux mois dans les marais de l'Ichkeul. Ces conditions ont provoqué une dégradation de la végétation halophile au profit de la régénération de la végétation hygrophile à base de scirpes, de jones, de carex... Les écosystèmes lagunaires de l'Ichkeul ont fait preuve d'une bonne résilience : une année favorable s'est avérée suffisante pour régénérer la végétation hygrophile après 15 ans de manque d'eau.

---

L'Ichkeul est connu pour l'hydrologie particulière de son système laguno-lacustre : en hiver, les oueds Joumine, Ghézala, Melah, Sejnane et Douwimis apportent d'importantes quantités d'eaux douces vers le site, provoquant la submersion des marais et l'augmentation du niveau d'eau du lac. En été la salinité augmente et le niveau de l'eau baisse suite au tarissement des oueds et à l'évaporation intense. La baisse du niveau de l'eau est compensée par l'entrée de l'eau salée à partir du lac de Bizerte via l'oued Tinja. C'est à cette double alternance saisonnière du niveau de l'eau et de la salinité que les écosystèmes de l'Ichkeul doivent leur originalité caractérisée par le développement d'une végétation aquatique ayant des exigences bien déterminées en salinité, durée de submersion et profondeur d'eau. Cette végétation constitue un site de

---

<sup>1</sup> Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 43, avenue Charles Nicole, 1082 Cité Mahrajène, Tunis (Tunisie).

repos et d'alimentation pour une importante communauté d'oiseaux d'eau migrateurs (cf. Isenmann *et al.*, 2005), ce qui a permis l'inscription de l'Ichkeul en tant que réserve de la biosphère en 1977, élément du patrimoine mondial en 1979, zone humide d'importance internationale (convention de RAMSAR) en 1980. Toutefois des aménagements hydrologiques, des années de sécheresse et une forte pression anthropique ont conditionné l'évolution de la répartition de la végétation des marais de l'Ichkeul et entraîné une diminution des effectifs des oiseaux d'eau migrateurs.

La présente étude, réalisée entre 1994 et 2005 et qui s'inscrit dans le cadre des activités de recherche du laboratoire de Production Fourragère et Pastorale de l'INAT, porte sur cette évolution de la végétation des marais du Parc national de l'Ichkeul. Son objectif est de déterminer les changements intervenus dans la composition de la végétation des marais et de tenter de les expliquer en insistant sur l'impact des aménagements hydrauliques et des années de sécheresse.

## SITE ET MÉTHODES D'ÉTUDE

### SITE D'ÉTUDE

Le Parc national de l'Ichkeul est situé en Tunisie septentrionale à environ 50 km au nord de la ca 406219yl pitale Tunis (Fig. 1). Il s'étend sur 12 600 ha partagés entre le jebel, le lac et les marais. Le jebel, 1 363 ha, est couvert d'une végétation naturelle caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen sub-humide à hiver doux, constituée essentiellement par l'Oléastre (*Olea europaea*), le Lentisque (*Pistacia lentiscus*) et la Filaire (*Phillyrea angustifolia*) auxquels s'y ajoutent le Périploque (*Periploca angustifolia*), le Caroubier (*Ceratonia siliqua*), *Fumana laevipes*, *F. thymifolia*, *Erica multiflora*, *Cistus monspeliensis*, *C. salviifolius*, *Globularia alypum* et *Phagnalon saxatile*, et en font une station chaude (Ghrabi *et al.*, 1995) appartenant à la série de l'Oléo-lentisque à Caroubier décrite par Gounot *et al.* (1967).

Le lac, d'environ 9 000 ha, communique avec le lac de Bizerte via l'oued Tinja (Fig. 1). Sa végétation est caractérisée par un peuplement algal dominé par *Cladophora* (algue verte à affinité nitrophile) et trois herbiers : *Ruppia cirrhosa*, *Potamogeton pectinatus* ou mixtes *Ruppia-Potamogeton* (ANPE et ERI, 2004).

Les marais s'étendent sur une superficie d'environ 3 000 ha et peuvent atteindre 3 600 ha par fortes conditions d'inondation. Ils sont groupés en six ensembles de marais : Morrah, Douimis, Sejnane, Melah, Sud et Joumine. Ceux situés à basse altitude (< 1 m NGT, Melah, Sejnane, Douimis et Morrah) sont alimentés principalement par les eaux du lac et ceux situés à une altitude plus élevée (> 1 m NGT, Joumine et Sud) par les eaux des oueds.

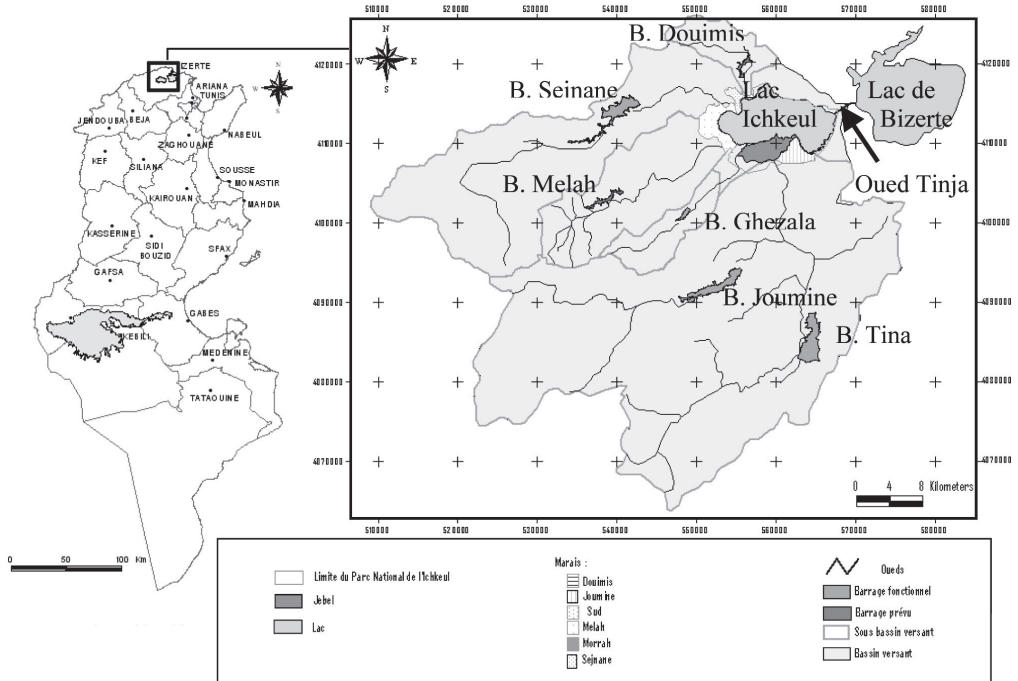


Figure 1. — Localisation du Parc national de l'Ichkeul et de son bassin versant.

La submersion des marais pendant la période de grandes crues et l'alimentation du lac en eau douce se font grâce au bassin versant qui s'étend sur une superficie de 2 080 km<sup>2</sup>. Ce bassin versant est drainé par un important réseau hydrographique composé de 5 sous-bassins : Sejnane (460 km<sup>2</sup>, drainé par l'oued Sejnane, déverse dans le lac 105 Mm<sup>3</sup>), Melah (179 km<sup>2</sup>, drainé par l'oued Melah, avec 40 Mm<sup>3</sup> d'eau chargée en sel par rapport aux autres oueds), Ghézala (53 km<sup>2</sup>, l'eau drainée par l'oued Ghézala se perd dans une zone marécageuse qui entoure le jebel Ichkeul) et Douimis (apport d'eau annuel de 9,2 Mm<sup>3</sup>).

Ces marais constituent le dernier marécage intérieur étendu de la Tunisie avec une végétation particulièrement diversifiée caractéristique des zones humides et dont certaines sont rares comme le *Limonium boitardii*, endémique des terrains marécageux de l'Ichkeul et de Bizerte (Pottier Alapetite, 1981 ; Nabli, 1989 ; Neffati *et al.*, 1999).

La carte phytécologique (Fig. 2) établie par Gounot *et al.* (1967) montre quatre groupements différents se développant dans les marais de l'Ichkeul :

- le groupement fortement hygrophile : il est le plus important (superficie et diversité), il est localisé au niveau des marais de Morrah, Douimis, Sejnane et Melah, l'ouest du marais du Sud et l'est des marais de Joumine (Fig. 2) et comporte essentiellement des scirpes (*Scirpus lacustris*, *S. maritimus* et *S. holoschoenus*), des joncs (*Juncus subulatus*, *J. maritimus*, *J. acutus*), des cypéris (*Cyperus laevigatus*, *C. longus*), *Phragmites communis*, *Typha angustifolia*, *Tamarix africana*, *T. gallica*, etc. ;

- le groupement à *Ammi visnaga* et *Galactites tomentosa* : il est localisé dans les marais de Joumine au sud (s'étendant jusqu'au pied du jebel, face sud) et une superficie très limitée dans les marais de Melah. Ce groupement est caractérisé par *Galactites tomentosa*, *Ormenis praecox*, *Picris echioides*, *Ridolfia segetum*, ainsi que par des espèces indicatrices telles que *Cirsium syriacum*, *Ammi visnaga*, *Capnophyllum peregrinum*, *Sylibum marianum*. Il se développe généralement dans les plaines alluviales sur des sols lourds profonds avec une hydromorphie de printemps forte. Ces sols se dessèchent au printemps formant ainsi une couche superficielle mince mais gênant le ressuyage en profondeur. *Ammi visnaga* indique ici la présence d'alcalins en profondeur ;

- le groupement à *Hordeum maritimum subsp. eumaritimum* : il est situé à l'est des marais de Joumine au niveau du groupement hygrophile et dans les marais de Melah le long de l'oued Melah et indique un sol à alcali plus ou moins salé et une mauvaise structure de l'horizon de surface (végétation halophile) ;

- le groupement à *Picris echioides*, *Mentha pulegium* et *Galactites tomentosa* : il est très limité dans les marais de l'Ichkeul (marais de Morrah) mais se développe en grandes superficies en arrière des marais de Joumine, Ghezala et Melah. Il caractérise généralement les sols lourds hydromorphes à texture fine de l'étage bioclimatique sub-humide.

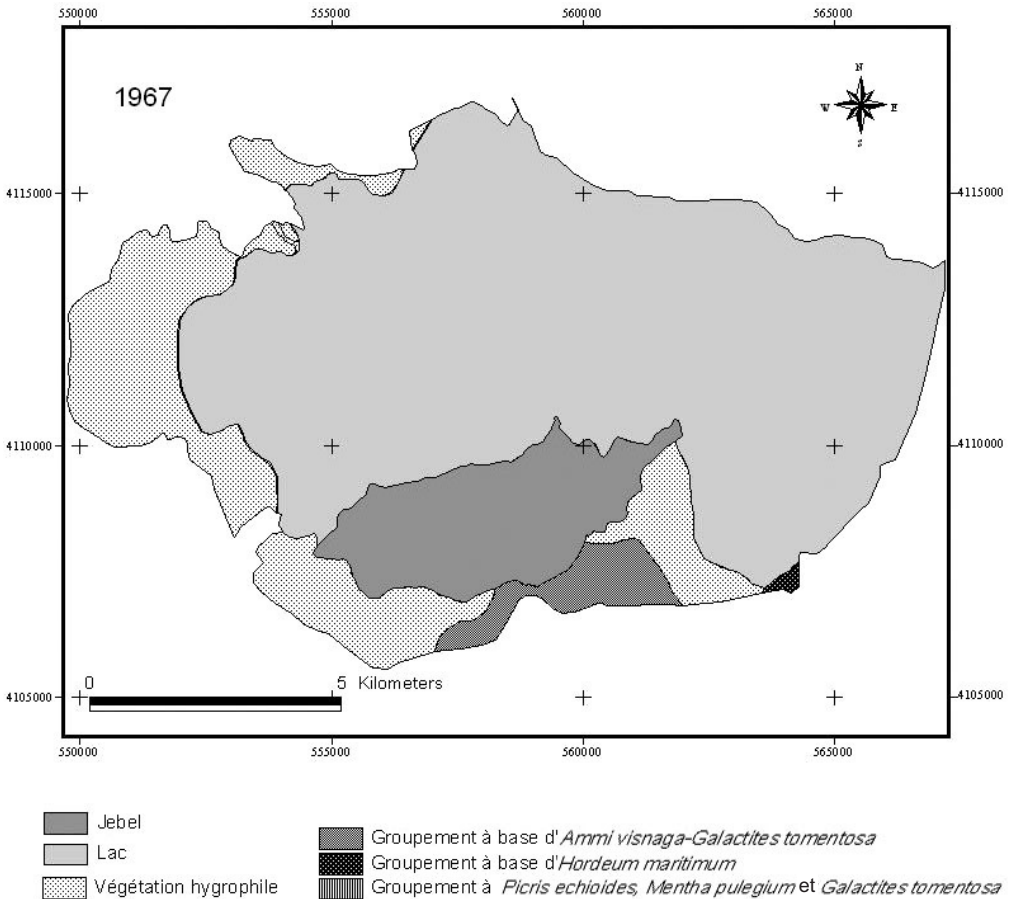


Figure 2. — Carte de répartition de la végétation des marais du Parc national de l'Ichkeul, 1967.

Le Parc national de l'Ichkeul est caractérisé par un fonctionnement particulier de son système laguno-lacustre : en hiver les oueds drainant son bassin versant lui apportent d'importantes quantités d'eaux douces provoquant ainsi la submersion des marais et l'augmentation du niveau d'eau du lac Ichkeul. En été le niveau de l'eau baisse suite au tarissement des oueds et à l'évaporation intense, avec pour conséquence l'augmentation de la salinité. Cette baisse du niveau de l'eau appelle une entrée d'eau salée à partir du lac de Bizerte *via* l'oued Tinja. C'est grâce à cette double alternance saisonnière entre un niveau d'eau élevé et une faible salinité, et un niveau d'eau bas et une forte salinité, que les écosystèmes de l'Ichkeul doivent leur originalité se traduisant par le développement d'une végétation hygrophile ayant des exigences bien déterminées vis-à-vis de la salinité, la durée de submersion et la profondeur de l'eau. C'est ainsi que *Scirpus maritimus*, hydrophyte émergent des marais peu profonds et salés de l'Ichkeul (0 à 20 mmhos/cm), ne peut se développer par voie végétative (bulbe et rhizomes) que si la profondeur de l'eau est comprise entre 0 et 30 cm. Cependant la submersion doit être interrompue en été pour éviter l'anaérobiose du sol. En revanche *Scirpus littoralis* colonise les zones plus profondes de l'Ichkeul et tolère des salinités plus élevées (20 à 40 mmhos/cm).

Par ailleurs la flore diversifiée des marais constitue un milieu d'accueil pour une importante communauté d'oiseaux migrateurs aquatiques et paludéens, leur assurant des sites d'alimentation et la tranquillité pour le repos diurne ou nocturne. Environ 100 espèces ont été recensées sur ce site avec un effectif moyen de l'ordre de 350 000 et un maximum de 700 000 (toutes espèces comprises) enregistré en 1985/1986. Le Canard siffleur *Anas penelope*, le Fuligule milouin *Aythya ferina*, la Foulque macroule *Fulica atra* et l'Oie cendrée *Anser anser* sont les espèces les plus abondantes. Le Parc national de l'Ichkeul constitue ainsi l'un des plus importants sites d'hivernage dans le bassin méditerranéen occidental. Cela lui a valu son inscription sur des listes nationales et internationales comme réserve de la biosphère en 1977, élément du patrimoine mondial en 1979, zone humide d'importance internationale (convention de RAMSAR) en 1980, etc.

Le niveau de l'eau du lac Ichkeul, qui est corrélé avec la salinité de ses eaux et la surface inondée des marais, est un paramètre fondamental pour le fonctionnement de l'écosystème des marais. Il commence à augmenter avec les premières pluies automnales, atteint le maximum en janvier-février puis diminue pour atteindre le minimum en septembre. Les valeurs maximales sont très importantes, elles conditionnent le pourcentage de surface inondable des marais. Cependant, depuis 1983, plusieurs aménagements hydrauliques ont été édifiés au niveau du bassin versant de l'Ichkeul, une grande sécheresse a sévi surtout pendant les années 1993/1994 et 1996/1997, puis durant les années de 1998 à 2002 quand une année particulièrement pluvieuse lui a succédé.

Ces trois éléments (aménagements, sécheresse et années pluvieuses) ont conditionné d'une part la modification de la composition et la répartition de la végétation des marais de l'Ichkeul et d'autre part la diminution des effectifs des oiseaux d'eaux migrateurs.

## LES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

Plusieurs aménagements hydrauliques ont été effectués au niveau du bassin versant de l'Ichkeul : des retenues, des barrages et lacs collinaires, l'assainissement de la plaine de Mateur, l'écluse de Tinja et des lâchers d'eau douce.

Dans le cadre du plan directeur pour la mobilisation des eaux de l'extrême nord de la Tunisie visant l'approvisionnement en eau potable et en eau d'irrigation des grandes villes du nord et de l'est, la mise en place d'un réseau de barrages au niveau du secteur Nefza - Ichkeul a débuté en 1983. Ainsi, les trois barrages de Joumine (1983 ; 51,5 Mm<sup>3</sup>), de Ghézala (1983 ; 5,43 Mm<sup>3</sup>) et de Sejnane (1995 ; 72,47 Mm<sup>3</sup>) sont déjà fonctionnels, celui de Melah (volume annuel estimé à 9,6 Mm<sup>3</sup>) est en cours de réalisation et deux autres, celui de Douimis (volume annuel estimé à 13,4 Mm<sup>3</sup>) et celui de Tina sont prévus.

Huit barrages collinaires, avec un volume de 6,7 Mm<sup>3</sup>, sont fonctionnels et 32 lacs collinaires ont été construits dans le bassin versant de l'Ichkeul entre 1985 et 2001 avec une capacité globale de 2,9 Mm<sup>3</sup>.

L'assainissement de la plaine de Mateur a intéressé près de 15 000 ha situés autour des marais de l'Ichkeul et qui souffraient de débordements d'oueds et de stagnation d'eau.

La canalisation au début des années 80 de l'oued Joumine au sein du parc a été réalisée dans un but d'évacuation des terrains agricoles avoisinant la plaine de Mateur. Ce canal creusé à un niveau plus bas que celui des marais amène les eaux de l'oued directement dans le lac sans qu'elles ruissellent comme autrefois sur le marais et humidifient ainsi sa surface.

L'écluse de Tinja, construite en 1989, contrôle et règle les flux entre le lac Ichkeul et celui de Bizerte *via* l'oued Tinja (Fig. 1). L'écluse est ouverte dans deux situations : (1) quand le niveau du lac Ichkeul dépasse la cote 1,5 m NGT et que la salinité y est inférieure ou égale à 19 g/l, elle permet l'évacuation des eaux douces du lac Ichkeul vers la lagune de Bizerte ; (2) lorsque le niveau de l'eau du lac Ichkeul est inférieur à - 10, - 20 cm NGT ou lorsque la salinité dépasse celle de l'eau de mer (37 g/l), elle permet l'entrée dans le lac Ichkeul des eaux de mer *via* le lac de Bizerte. L'écluse adoucit ainsi l'impact des aménagements hydrauliques effectués à l'aval du parc.

En cas de nécessité d'un apport supplémentaire d'eau douce (sécheresse), 90 Mm<sup>3</sup> sont prévus pour être transférés du barrage de Sidi El Barrak vers celui de Sejnane, qui lui est rattaché, puis lâchés dans l'Ichkeul.

## MÉTHODOLOGIE

Nous avons suivi l'évolution de la composition et de la répartition de la végétation des marais du Parc national de l'Ichkeul sur une période de 38 ans (de 1967 à 2005) ainsi que l'impact des aménagements hydrauliques et des années successives de sécheresse.

En nous appuyant sur des prospections de terrain (transects) réalisées en 1994, 1998, 2002, 2003, 2004 et 2005, des photos aériennes (1974, 1994) et le traitement numérique d'image satellitaire (2002), nous avons établi, à huit ans d'intervalle, deux cartes détaillées de la répartition de la végétation.

- la première en 1994, date qui correspond à une période de crise aiguë due à la conjonction de trois causes principales : la sécheresse climatique, les faibles apports hydriques et la libre circulation de l'eau dans l'oued Tinja ;
- la deuxième en 2002, date qui cumule l'effet de nombreux aménagements hydrauliques et de plusieurs années successives de sécheresse.

Les espèces rencontrées lors des prospections ont été déterminées d'après la flore de Tunisie (Cuénod, 1954 ; Potier Alapetite, 1979, 1981). Les noms des espèces ont été mis à jour en référence à *Med-checklist* (Greuter *et al.*, 1984, 1986, 1991). Une liste de toutes les espèces inventoriées a été établie. Plusieurs transects répétitifs et répartis dans les différents marais ont été effectués.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### CARTE DÉTAILLÉE DE LA RÉPARTITION DE LA VÉGÉTATION DES MARAIS DU PARC NATIONAL DE L'ICHKEUL, 1994 (FIG. 3)

Les prospections et les transects que nous avons effectués durant l'année 1994 ont montré que les marais de Joumine et du Sud s'étaient asséchés et salinisés, et que leur végétation avait été complètement et profondément modifiée par rapport à ce qui avait été publié durant les années antérieures. Les scirpes qui poussaient autrefois étaient devenus rares et certaines espèces avaient pratiquement disparu. Le cordon de roseaux qui autrefois séparait les marais du lac avait également disparu en grande partie, à cause du taux du sel dans le lac.

La carte obtenue en 1994 (Fig. 3) montre 4 types de végétation :

- une végétation hygrophile (tamaris, joncs et scirpes) à répartition très limitée (oued Sejnane) ;
- un groupement à *Ammi visnaga* et *Galactites tomentosa*, environ 4 000 ha, marais de Melah et Ghezala. Le dessèchement des marais de Joumine et du Sud est accentué par la canalisation de l'oued Joumine. Il a encouragé la population humaine de l'Ichkeul à pratiquer

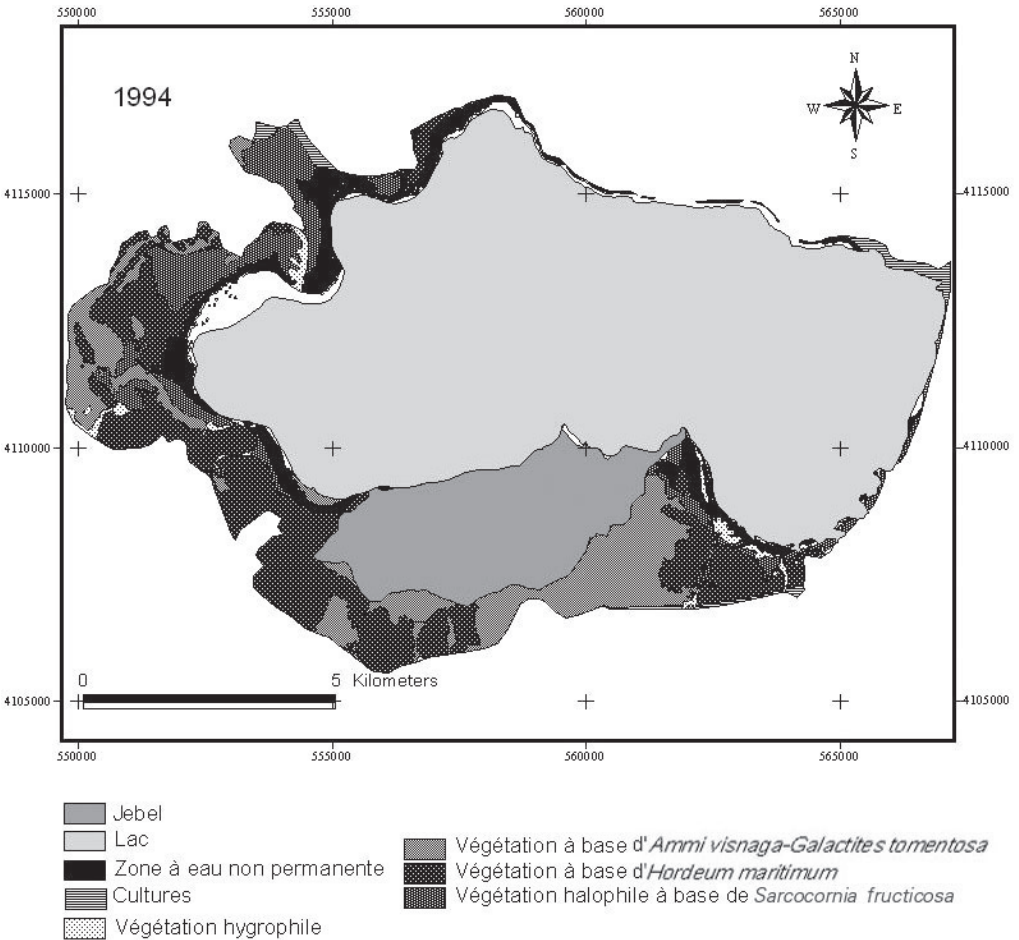


Figure 3. — Carte de répartition de la végétation des marais du Parc national de l'Ichkeul, juin 1994.



des cultures sporadiques en fonction de la pluviométrie de l'année, ce qui a entraîné l'installation des deux espèces caractéristiques de ce groupement sur d'importantes superficies avec un recouvrement allant de 80 à 100 % ;

- une végétation à base d'*Hordeum maritimum*, 4 000 ha, répartie entre les marais de Melah, du Sud, de Joumine et de Ghezala, indiquant aussi leur dessèchement ;
- une végétation halophile à base de *Salicornia arabica*, plante crassulescente qui supporte de fortes salinités. L'envahissement des marais par la salicorne (Fig. 3) témoigne de la salinisation du milieu qui risque d'évoluer vers un écosystème typique des sebkhas.

La présence de la végétation halophile à base de *Salicornia arabica* dans les marais de l'Ichkeul, sur de grandes superficies et avec un recouvrement important (70 %) indique donc leur salinisation. En revanche la présence de la végétation hygrophile sur des superficies limitées et la répartition de la végétation à base d'*Hordeum maritimum* et de celle à base d'*Ammi visnaga* et *Galactites tomentosa* sur de grandes surfaces indiquent leur dessèchement.

CARTE DÉTAILLÉE DE LA RÉPARTITION DE LA VÉGÉTATION DES MARAIS DE L'ICHKEUL, 2002 (FIG. 4)

La carte détaillée de la végétation des marais du Parc national de l'Ichkeul de 2002 fait ressortir cinq types de végétation, que nous avons classés suivant la superficie du sol qu'ils occupent :

- la végétation à base d'*Ammi visnaga* est bien répartie, surtout au niveau des marais du Sud, Melah, Sejnane et Douimis (1 458,6 ha) où elle forme un couvert presque continu (100 % de recouvrement). Parfois, elle est en association avec *Galactites tomentosa* ;

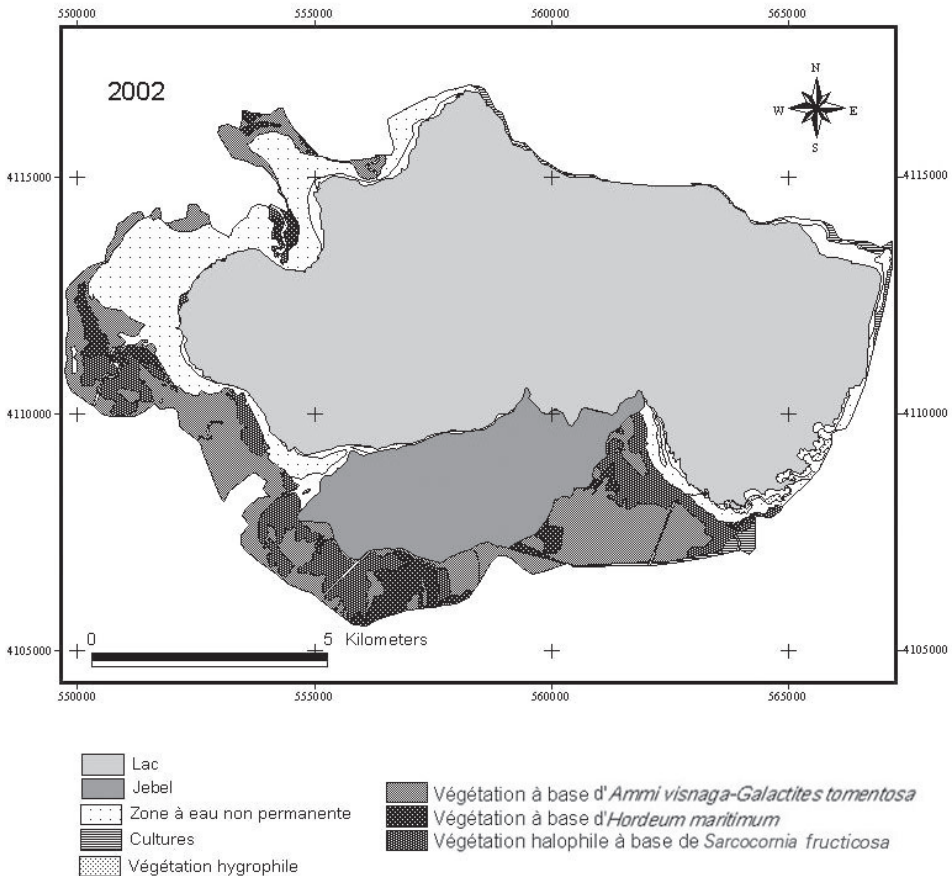


Figure 4. — Carte de répartition de la végétation des marais des marais de l'Ichkeul, juin 2002.

– la végétation halophile à base de *Sarcocornia fruticosa*, occupe de vastes étendues (686,5 ha) au niveau des marais de Joumine, du Sud, Melah et une superficie réduite dans le marais de Séjnane. Elle se développe dans les zones en interface avec les sols nus et secs qui ceinturent le lac et forme un couvert monospécifique très dense (70 à 100 %), caractérisé par des touffes vigoureuses ayant un diamètre allant de 0,5 à 1 m. Sur les rives de l’oued Melah et les vases salées situées en contact direct avec la zone à eau non permanente du lac, la salicorne est en association avec *Arthrocnemum indicum*. Cette dernière espèce, que nous n’avions pas rencontrée auparavant (prospections de 1994 et 1998) dans les marais de l’Ichkeul, indique une salinisation accentuée du sol. En arrière des marais, la salicorne est en association avec *Hordeum maritimum*, *Frankenia thymifolia* et *Frankenia laevis* ;

– la végétation à base de *Hordeum maritimum* (308,5 ha) est bien représentée dans les marais du Sud. Elle s’observe aussi dans les marais de Joumine, Melah et Sejnane au sein de la végétation à base de *Sarcocornia fruticosa* et celle à base d’*Ammi visnaga*. *Hordeum maritimum* forme des pelouses plus ou moins denses avec *Frankenia thymifolia* et *F. laevis* ou *Scholymus hispanicus* et *Carlina* sp. ;

– les cultures (113 ha) sont sporadiquement localisées dans la limite nord et nord-est du lac et sud-est des marais de Joumine ;

– la végétation hygrophile (74,6 ha) présente une répartition limitée aux cours des oueds et à l’interface lac/marais de Joumine. Elle est constituée surtout de *Nerium oleander*, *Typha angustifolia*, *Juncus acutus*, *Juncus biflorus*, *Tamarix gallica*, *T. africana* et *Phragmites communis*. Les tamaris sont limités aux rives des oueds Melah et Sejnane, aux marais de Joumine à proximité du lac, mais ils sont très dégradés et desséchés. Les joncs forment des îlots au centre des oueds. Des vestiges de *Phragmites communis* s’observent sur la rive sud-est du lac.

#### ÉVOLUTION DE LA VÉGÉTATION DES MARAIS DE L’ICHKEUL (1967-2005)

La comparaison des cartes établies en 1967, 1994 et 2002 (Fig. 2, 3 et 4) permet de faire ressortir l’évolution des superficies des différents types de végétation entre 1967 et 2002 (Tableau I).

TABLEAU I

#### Evolution des superficies des différents types de végétation entre 1967 et 2002

| Type de végétation                                          | Année<br>Superficie | 1967<br>en ha | 1994<br>en ha | 2002<br>en ha |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|
| Végétation hygrophile                                       |                     | 2 304,7       | 135,8         | 74,6          |
| Végétation à base d’ <i>Ammi visnaga</i>                    |                     | 367,2         | 896,3         | 1 458,6       |
| Végétation à base d’ <i>Hordeum maritimum</i>               |                     | 30            | 1 458,8       | 308,5         |
| Végétation halophile à base de <i>Sarcocornia fruticosa</i> |                     | 0             | 615,7         | 686,5         |

En 1967, avant l’installation des barrages, quatre groupements étaient signalés dans les marais de l’Ichkeul (Fig. 2).

(1) *Le groupement hygrophile* : il dominait avec 2 304,7 ha répartis entre les différents marais, et diversifié (Hollis *et al.*, 1986) avec des scirpes, joncs, tamaris, phragmites, etc.

En 1986, la scirpaie de l’Ichkeul enregistrait une réduction de sa superficie de 75 % (Parr, 1985). Les espèces les plus fréquentes étaient *Scirpus maritimus*, *S. littoralis*, *S. holoschoenus*, *Juncus maritimus*, *J. subulatus*,... et d’autres espèces qui exigent une submersion prolongée pour le déroulement normal de leur cycle biologique. Les scirpes et les phragmites occupaient les dépressions.

En 1994, année marquée par l’installation des barrages, la superficie de la végétation hygrophile n’était plus que de 138,5 ha (Fig. 3). Sa répartition était limitée à l’oued Melah, Joumine et Sejnane et aux bordures sud-est, ouest et sud-ouest du lac. Les plants de scirpes ne persistaient que dans les marais de Melah situés aux plus faibles cotes et qui restaient submergés plus longtemps avec 34 plantules/m<sup>2</sup> de *S. littoralis* et 11 bulbes/m<sup>2</sup> de *S. maritimus* (Becom *et al.*, 1995).

Lors de nos prospections de 1998, nous avons noté la disparition totale de cette dernière espèce (Ghrabi *et al.*, 1998) des marais de l'Ichkeul (rhizomes et bulbes en décomposition). Cette disparition est probablement la conséquence des fortes salinités des sédiments (inhibition de la germination pour une conductivité électrique dépassant 15 mmohs/cm) et des années successives de sécheresse. Elle a causé la désertion surtout des marais de Joumine par les Oies cendrées qui se sont concentrées, mais en nombre très faible, dans les marais de Melah et de Douimis (Becom, 1995). En effet cette scirpaie était d'une importance écologique capitale : les marais de l'Ichkeul devaient leur importance à ce peuplement végétal qui représente la base de la nourriture des oiseaux migrateurs qui viennent hiverner dans le site, ce qui a incité à son inscription sur la liste du patrimoine mondial (convention de RAMSAR) ; les Oies cendrées constituaient la principale espèce avienne qui en tirait profit, en plus des buffles et du cheptel de la population humaine locale.

Cette situation de dessèchement et de salinisation des marais s'est encore aggravée. En effet, en 2002, l'apport d'eau douce du bassin versant de l'Ichkeul était de 50 Mm<sup>3</sup> dont 30 Mm<sup>3</sup> retenus par le barrage de Sidi el Barrak. Le battement entre l'été et l'hiver n'était plus visible ; la salinité a atteint des valeurs très élevées (70 g/l), ce qui a réduit à 74,6 ha la superficie de la végétation hygrophile. La dégradation de la scirpaie est confirmée par l'effondrement des effectifs des Oies cendrées entre 1994 et 2002 ainsi que par la réduction de la durée de leur séjour (une semaine).

Toutefois, les pluies de l'hiver 2003 et les apports d'eau douce (environ 290 Mm<sup>3</sup> à partir du barrage de Sidi El Barrak et 183 Mm<sup>3</sup> par l'intermédiaire des oueds des bassins versants) (Tableau II) ont inondé totalement les marais de l'Ichkeul (plus de deux mois). Ainsi la salinité des eaux est descendue à 9 g/l pour les marais de Melah et à 5 g/l pour les marais du Sud (ANPE & ERI, 2004). Ces nouvelles conditions ont induit une régénération de la végétation hygrophile. La scirpaie s'est développée surtout dans les marais de Joumine. Les prospections réalisées après 2002 ont révélé la réapparition (2003), l'extension (2004) et le maintien (2005) des espèces fortement hygrophiles surtout dans les marais de Joumine. En effet les années 2004 et 2005 ont été pluvieuses aussi et la quantité d'eau douce déversée dans le lac (Tableau II) fut de 213,2 Mm<sup>3</sup> en 2004 et a atteint 535,2 Mm<sup>3</sup> en 2005 (ANPE, communication personnelle). Ces importants apports d'eau douce successifs combinés à une gestion correcte de l'écluse de Tinja ont permis l'évacuation rapide du stock de sel accumulé pendant plus de 10 ans dans les marais et le lac Ichkeul et le maintien de la végétation hygrophile. Le jonc et le carex ont colonisé, sur une bande de 6m de largeur avec un recouvrement allant de 70 à 100 %, les zones situées du côté de la route qui longe ce marais alors que *Scirpus maritimus* est réapparu en allant vers le lac, il s'est développé aux dépens de la végétation halophile qui s'est dégradée suite à la submersion.

TABLEAU II

*Quantité d'eau douce déversée dans le lac Ichkeul durant les années 2003, 2004 et 2005*

| Apport en eau douce provenant                     | Année | 2003<br>en Mm3 | 2004<br>en Mm3 | 2005<br>en Mm3 |
|---------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|
| des lâchers à partir du barrage de Sidi el Barrak |       | 290            | 120,6          | 344,8          |
| des oueds non contrôlés du bassin versant         |       | 183            | 92,6           | 190,4          |
| Total                                             |       | 473            | 213,2          | 535,2          |

La scirpaie s'est régénérée par voie sexuée, les plants en floraison en mai 2003 ont développé de nouveaux petits bulbes à partir desquels ont proliféré des rhizomes latéraux qui ont donné de nouveaux plants. Ce mode de multiplication a permis le peuplement de nouvelles zones en 2004 et leur maintien en 2005.

(2) *La végétation à base d'Ammi visnaga, parfois en association avec Galactites tomentosa* : elle s'étendait en 1967 sur 367,2 ha dans les marais de Joumine et la partie est des marais du Sud (Fig. 2). En 1994 elle a connu une légère extension (896,3 ha) au niveau des marais de Joumine et du Sud et a marqué son apparition du côté des marais de Melah et Sejnane. *L'Ammi visnaga* est une espèce qui se développe sur les sols à dessèchement rapide en surface. Elle est envahissante et indique le surpâturage, conditions faciles à remplir dans les marais de l'Ichkeul dans son nouveau contexte après l'installation des barrages et la canalisation de l'oued Joumine.



En juin 2002 (Fig. 4) cette végétation s'est étendue sur une superficie de 1 458,6 ha. L'extension fut spectaculaire surtout du côté des marais de Melah. Mais après les inondations de 2003, elle a été submergée durant les hivers 2003, 2004 et 2005 et il n'y eut de remontée biologique pour *Ammi visnaga* qu'à partir du printemps 2004 et sur des superficies très limitées.

(3) *La végétation à base de Hordeum maritimum* : en 1967 sa répartition était limitée au marais de Joumine (30 ha). Elle s'est développée rapidement pour atteindre 1 458,8 ha en 1994 (Fig. 2 et 3) indiquant un dessèchement des marais. Mais elle a chuté par la suite pour ne couvrir que 308,5 ha en 2002 (Fig. 4). Cette réduction est probablement due à une salinisation croissante du milieu car *Hordeum maritimum* se retrouve en association avec des espèces halophiles comme *Sarcocornia fruticosa* et *Arthrocnemum indicum*.

(4) *La végétation halophile à base de Sarcocornia fruticosa* : elle n'était pas signalée en 1967 dans les marais de l'Ichkeul. En 1994, elle couvrait une superficie égale à 615,7 ha : marais de Joumine, Melah et Sejnane du côté du lac et interface avec la zone des eaux non permanentes. Elle s'est développée aux dépens de la végétation hygrophile (Fig. 3 et 4) et sur les zones de recul du lac caractérisées par une salinité élevée. Cette espèce liée à l'hydromorphie et à la salinité se développe sur 40,62 % des sols halomorphes des marais de l'Ichkeul et sur 22,82 % des sols hydromorphes situés du côté de Melah.

En 2002, 686 ha sont occupés par cette espèce et la salinisation du milieu s'est encore accentuée, ce qui a permis le développement de *Arthrocnemum indicum*. Cette végétation halophile a gagné de la surface aux dépens de celle de *Hordeum maritimum* dans les marais du Sud et Joumine (56 % de la surface totale) et a perdu 58 % de sa surface cartographiée en 1994 en faveur de la zone à eau non permanente. La régression du côté de Melah et Sejnane traduit un assèchement des marais.

La quantité élevée d'eau douce qu'ont reçue les marais durant l'hiver et le printemps 2002/2003 a provoqué une submersion prolongée de la végétation pendant plus de deux mois, ce qui a entraîné sa dégradation voire sa disparition dans certaines zones. Les prospections de mai 2003, 2004 et 2005 dans les zones qui ne sont plus submergées (marais de Joumine) ont montré l'absence de la végétation halophile qui était dominante en 2002.

## CONCLUSION

Le suivi de la composition et de la répartition de la végétation des marais de l'Ichkeul est très important puisqu'il permet d'avoir une idée précise de l'évolution des paramètres physico-chimiques et hydriques du site ainsi que l'impact des aménagements hydrauliques et des années de sécheresse. Ces derniers ont eu des répercussions considérables au niveau de la composition et de la répartition de la végétation des marais, néanmoins trois années pluvieuses ont permis la reconstitution de l'écosystème de l'Ichkeul.

La carte détaillée de la répartition de la végétation des marais de l'Ichkeul établie en juin 2002 montre le développement d'une végétation halophile indiquant leur salinisation et leur assèchement. Ces nouvelles conditions sont confirmées par l'étude de l'évolution de la végétation durant une période de 37 ans et qui se traduit par :

— un développement des superficies occupées par une végétation halophile à base de salicornes (686 ha en 2002). Cette végétation était absente en 1967 ;

— une végétation hygrophile limitée aux cours d'eau, de 74,6 ha en 2002 alors qu'elle s'étendait sur une superficie de l'ordre de 2 304 ha en 1967.

La pluviométrie élevée enregistrée durant l'hiver de l'année 2003 (390 mm en janvier) ainsi que les lâchers d'eau à partir des barrages, soit un apport d'eau douce de 473 Mm<sup>3</sup> ont provoqué une hausse considérable du niveau de l'eau (240 cm NGT) et les marais de l'Ichkeul ont été inondés en totalité. Cette nouvelle situation a entraîné une submersion prolongée des marais, une évacuation rapide de la quantité de sel accumulé dans les marais et le lac pendant plus de 10 ans, provoquant ainsi une réduction des superficies occupées par la végétation halophile et la régénération de la végétation hygrophile à base de *Scirpus maritimus*, *Juncus maritimus*, etc.

Les marais de l'Ichkeul ont donc montré une bonne résilience malgré les conditions extrêmes de dégradation du site qu'ils ont subies. En effet, une seule année favorable après 15 ans de déficit d'eau s'est avérée suffisante pour permettre la régénération de la végétation hygrophile. Cette régénération s'est maintenue durant les années pluvieuses 2004 et 2005.

Ce suivi de l'évolution de la végétation des marais de l'Ichkeul sur une période de 38 ans a montré qu'une conservation correcte de l'écosystème de l'Ichkeul peut se faire tout en acceptant l'alternance de bonnes et de mauvaises années comme elle eut lieu par le passé, tout en essayant d'augmenter la fréquence des bonnes années grâce aux lâchers d'eau douce à partir des barra-

ges et la bonne gestion de l'écluse de Tinja. La durabilité de cette conservation passe par des périodes critiques surtout durant les années de sécheresse extrême où le niveau d'eau dans les barrages ne permettrait pas de lâchers à l'Ichkeul. La mise en place d'un modèle hydrologique performant et d'un modèle opérationnel, avec les gestionnaires des ressources en eau fixant les modalités de lâcher durant les années de sécheresse, serait bénéfique à la durabilité de l'écosystème de l'Ichkeul.

## RÉFÉRENCES

- ANPE (AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT) & ERI (ECORESSOURCES INTERNATIONAL) (2004). — *Diagnostic de l'état de la flore de la lagune de l'Ichkeul (campagne de septembre 2003)*. Rapport, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Tunis.
- BECOM, FREZENUS CONSULT, CE SALZGITTER & STUDI (1995). — *Etude pour la sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul*. Rapport, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Tunis. 4 volumes.
- CUÉNOD, A. (1954). — *Flore analytique et synoptique de la Tunisie. Cryptogames Vasculaires, Gymnospermes et Monocotylédones*. Imp. S.E.F.A.M. Tunis.
- GHRABI, Z., BOUATTOUR, A. & BEN SAAD, S. (1995). — *La végétation du Jbel Ichkeul, cartographie et dynamique*. Becom, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire.
- GHRABI, Z., BOUATTOUR, A. & BEN SAAD, S. (1998). — *Diagnostic de l'état de la flore du Parc National de l'Ichkeul (Lac, Marais et Jbel, septembre-octobre 1998)*. ERI, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Tunis.
- GOUNOT, M., SCHOENENBERGER, A. *et al.* (1967). — Notice détaillée de la carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale au 1/200 000°. Feuille II (Bizerte, Tunis) et Feuille III (Tabarka, Souk El Arba). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunis.*, 40 (1) : 1-340.
- GREUTER, W., BURDET, H.M. & LONG, G. (1984). — *Med-Cheklis. Volume 1 : Pteridophyta, Gymnospermes, Dicotylédones (Acanthaceae- Cneoraceae)*. Edition des Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève.
- GREUTER, W., BURDET, H.M. & LONG, G. (1986). — *Med-Cheklis. Volume 3 : Dicotylédones (Convolvulaceae- Labiatae)*. Edition des Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève.
- GREUTER, W., BURDET, H.M. & LONG, G. (1989). — *Med-Cheklis. Volume 4 : Dicotylédones (Lauraceae-Rhamnaceae)*. Edition des Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève.
- HOLLIS, G.E., AGNEW, C.T., BATTARBEE, R.W., CHISNALL, N., FISHER, R.C., FLOWER, R., GOLDSMITH, F.B., PHERREANS, S.J., SKINNER, J., STEVENSON, A.C., WANEN, A., WOOD, J.B., FULLER, R., PARR, T.W., TAMISIER, A., DREDIN, D., ROCAMORA, G. & SMART, M. (1986). — *The modelling and management of the internationally important wetland at Garaët el Ichkeul, Tunisia*. International waterfowl. Research bureau, special publ. 4, UK.
- ISENMANN, P., GAULTIER, T., EL HILI, A., AZAFZAF, H., DLENSI, H. & SMART, M. (2005). — *Oiseaux de Tunisie — Birds of Tunisia*. Société d'Etudes ornithologiques de France, Paris.
- PARR, T.W. (1985). — *Vegetation dynamics in Lac Ichkeul, Tunisia : population dynamics of Scirpus littoralis and Scirpus maritimus*. Prepared under contract ENV-676-UK (AD) of the third Environment Programme of the EEC.
- NABLI, M.A. (1989). — *Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. I- Eléments de botanique et de phyto-écologie*. Programme flore et végétation tunisiennes. Imp. Off. Rép. Tunisienne, Tunis.
- NEFFATI, M., GHRABI-GAMMAR, Z., AKRIMI, N. & HENCHI, B. (1999). — Les plantes endémiques de la Tunisie. *Flora Mediterranea*, 9 : 163-174.
- POTTIER ALAPETITE, G. (1979). — *Flore de la Tunisie. Angiospermes-Dicotylédones, Apétales-Dialypétales*. Programme flore et végétation tunisiennes, Tunis.
- POTTIER ALAPETITE, G. (1981). — *Flore de la Tunisie. Angiospermes-Dicotylédones, Gamopétales*. Programme flore et végétation tunisiennes, Tunis.