



REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE  
AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

# RAPPORT SUR LE SUIVI SCIENTIFIQUE AU PARC NATIONAL DE L'ICHKEUL ANNEE 2003-2004



Lâchers du barrage Sejnane



Suivi Scientifique



Ecluse de Tinja



Février 2005

Ce rapport a été établi par l'Unité chargée du suivi de l'Ichkeul de l'ANPE sur la base des résultats du suivi scientifique et des expertises réalisées.

# S O M M A I R E

<b>CONTEXTE</b>	<b>1</b>
<b>RESUME : Principaux faits marquants de l'année 2003-2004</b>	<b>4</b>
<b>PREMIERE PARTIE : Les résultats du suivi scientifique</b>	<b>6</b>
<b>I Hydrologie du lac Ichkeul</b>	<b>6</b>
<u><b>1 Pluviométrie</b></u>	<b>8</b>
1.1 Pluviométrie à la station de Tinja	8
1.2 Pluviométrie dans le bassin versant de l'Ichkeul	9
1.3 Pluviométrie directe sur le lac	10
<u><b>2 Apports d'eau à l'Ichkeul</b></u>	<b>10</b>
2.1 Apports du bassin versant	10
2.1.1 Apports des barrages	10
2.1.2 Apports des cours d'eau au lac Ichkeul	11
2.1.3 Apports totaux au lac Ichkeul	12
2.1.4 Apports totaux dans l'ensemble du bassin versant	13
2.1.5 Analyse des résultats	13
2.2 Apports de la lagune de Bizerte	15
2.3 Volumes des apports directs au lac et volumes évaporés	15
2.4 Volume sortant du lac par l'oued Tinja	16
2.5 Bilan global du lac 2003-2004	16
2.6 Evolution interannuelle des apports au lac Ichkeul	17
<u><b>3 Cas du suivi de l'oued Melah</b></u>	<b>17</b>
<u><b>4 Suivi des paramètres physicochimiques du lac et de l'oued Tinja</b></u>	<b>20</b>
4.1 Niveau d'eau	20
4.2 Sens du courant dans l'oued Tinja	23
4.3 Salinité des eaux	24
<u><b>5 Caractéristiques hydrologiques de l'année 2002-2003</b></u>	<b>26</b>
<b>II Biologie du lac Ichkeul</b>	<b>28</b>
<u><b>1 Végétation aquatique du lac</b></u>	<b>28</b>
1.1 Cartographie des macrophytes benthiques	28
1.2 Evolution du phytobenthos	32
<u><b>2 Faune halieutique</b></u>	<b>33</b>
2.1 Recrutement des alevins	33
2.2 Production halieutique	33
<b>III Végétation des marais</b>	<b>36</b>
<b>IV Avifaune</b>	<b>42</b>
<u><b>1 Oiseaux d'eau hivernants</b></u>	<b>42</b>
<u><b>2 Oiseaux nicheurs</b></u>	<b>46</b>

---

<b>DEUXIEME PARTIE : Etudes spécifiques et assistance à la Recherche</b>	<b>48</b>
<b>I Bathymétrie du lac et topographie des marais</b>	<b>48</b>
<b>II Projet MED-CORE</b>	<b>49</b>
<b>III Assistance à la Recherche</b>	<b>50</b>
<b>TROISIEME PARTIE : Gestion de l'eau</b>	<b>52</b>
Remarques préliminaires	52
<b>I Alimentation du lac à partir des barrages</b>	<b>53</b>
<b>II Gestion de l'écluse de Tinja</b>	<b>55</b>
<u>1 Grandes lignes de la gestion de l'écluse</u>	55
<u>2 Etalonnage des vannes</u>	57
<b>CONCLUSION</b>	<b>59</b>

---

## CONTEXTE

---

Le lac et les marais de l'Ichkeul sont depuis longtemps reconnus (avec Doñana en Espagne, la Camargue en France et la région d'El Kala en Algérie) comme une des quatre principales zones humides du bassin occidental de la Méditerranée. Le Parc National de l'Ichkeul est également un des rares sites au monde inscrit dans trois conventions internationales :

- Réserve de la Biosphère (UNESCO)
- Patrimoine Mondial Naturel (UNESCO)
- Zone humide d'importance internationale (convention de RAMSAR)



Le Parc National de l'Ichkeul, situé à 75Km au nord de Tunis dans le Gouvernorat de Bizerte

Dès 1990, les autorités tunisiennes ont organisé un séminaire international sur l'Ichkeul qui a abouti à la réalisation d'une étude pluridisciplinaire « Etude pour la Sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul » entre 1993 et 1996 traitant de tous les aspects abiotiques et biotiques du milieu et qui a élaboré des scénarii de gestion des différents paramètres qui régissent l'équilibre de l'écosystème.

La réduction des apports d'eau douce à l'Ichkeul a coïncidé cependant avec une décennie caractérisée par des périodes de sécheresse prolongées (7 années sur les dix dernières ont eu une pluviométrie inférieure à la moyenne) et l'on a assisté jusqu'en 2002 à un déséquilibre des écosystèmes de l'Ichkeul.

Devant cette fragilisation des écosystèmes, l'UNESCO a décidé, lors de sa 20<sup>ème</sup> session en 1996, d'inscrire le Parc National de l'Ichkeul sur la liste du Patrimoine Mondial en péril et a demandé aux autorités tunisiennes de présenter un programme de mesures correctives, basé sur les recommandations de l'étude pour la sauvegarde du PNI (1996), pour inverser le processus de dégradation.

Pour redresser la situation et honorer ses engagements internationaux, la Tunisie avait déjà pris certaines décisions et entrepris certaines actions, dont notamment :

- 1- Garantir une alimentation du lac à partir des eaux de barrages par des lâchers d'eau « écologique », décision d'une très grande portée pour un pays aride en voie de développement ;
- 2- Mettre en œuvre un programme de suivi scientifique reconnu par tous, sur la base du suivi minimum effectué par l'ANPE depuis 1995 ;
- 3- Réunir les conditions nécessaires à la mise en œuvre d'un plan de gestion du parc, grâce au projet GEF/Banque Mondiale « Gestion des aires protégées » ;
- 4- Elaborer un programme de développement durable, au delà des limites du Parc National lui-même, couvrant tout le bassin versant des cours d'eau alimentant le lac Ichkeul.

L'atelier de concertation sur la gestion intégrée du bassin versant de l'Ichkeul (organisé en janvier 2003 avec le concours de l'UNESCO) a permis de dégager plusieurs recommandations relatives aux aspects institutionnels, scientifiques et de gestion. Ces recommandations qui s'inscrivent dans une vision de développement durable ont défini les éléments de base pour l'élaboration d'un agenda21 local pour l'ensemble du bassin versant.

Au niveau du parc lui-même, la définition et la mise en œuvre par l'ANPE d'un programme de suivi scientifique, élargi par rapport au programme mené depuis 1995 selon les recommandations de l'UICN, et basé sur des indicateurs pertinents est une des actions primordiales pour la mise en œuvre des programmes de réhabilitation de l'Ichkeul

C'est ce programme élargi que l'ANPE a commencé à mettre en place en 2003 et qu'elle a poursuivi en 2004. La période a été d'autre part particulièrement propice puisque les deux dernières années ont été caractérisées par des conditions climatiques particulièrement favorables qui, conjuguées aux lâchers d'eau des barrages, ont permis une restauration généralisée et persistante des conditions favorables du milieu, suivie d'une régénération plus ou moins importante de la végétation du lac et des marais.

Le présent rapport est composé d' :

- ❖ **une première partie qui présente les résultats du suivi scientifique mené par l'ANPE pour l'année hydrologique 2002-2003 (septembre 2003-août 2004) et l'état de réhabilitation des écosystèmes du Parc National de l'Ichkeul ;**
- ❖ **une deuxième partie traitant des activités spécifiques et d'appui à la recherche ;**
- ❖ **une troisième partie consacrée à la mise en place des différents éléments pour la gestion de l'eau à l'Ichkeul.**

---

## RESUME

---

### Principaux faits marquants de l'année 2003-2004

---

L'année 2003-2004 a été marquée par le maintien des très bonnes conditions de milieu qui avaient été rétablies lors de l'année précédente, exceptionnellement humide et confortant ainsi les perspectives de rétablissement durable des écosystèmes. Nous citons en particulier :

- ✚ Une pluviométrie importante sur l'ensemble du bassin versant, même si les ruissellements ont été inférieurs à la moyenne ;
- ✚ **Des apports des barrages encore importants cette année, 120 millions de m<sup>3</sup>, qui sont venus compenser les déficits en ruissellements dans le bassin versant et prolonger la « séquence humide » entamée l'année précédente ;**
- ✚ **Le maintien de niveaux d'eau importants une bonne partie de l'année, supérieurs à 70 cmNGT durant 6 mois, avec des salinités très faibles, de l'ordre de 6 g/l pendant au moins 4 mois. C'est ainsi que les conditions limites de germination des potamots (telles qu'identifiées lors de l'étude de 93-96, à savoir une salinité inférieure à 10g/l pendant au moins deux mois consécutifs) ont été atteintes pour la deuxième année consécutive ;**
- ✚ **L'inondation de la quasi-totalité des marais à la fin du mois de janvier 2004 avec persistance de l'inondation sur toutes les parties basses des marais pendant au moins 6 mois.**

Ce maintien des conditions favorables du milieu a été suivi par la poursuite de la régénération des écosystèmes et notamment :

- ✚ **Le maintien du développement des herbiers à scirpes dans les marais durant tout le printemps ;**
- ✚ **La consolidation du développement des herbiers à potamots qui étaient réapparus dans le lac l'année précédente avec extension des superficies qui sont comparables à celles relevées en 93, lors de l'étude de 93-96 et des densités relativement importantes dans certaines zones ;**
- ✚ **Une reprise, même si elle est encore timide, de la fréquentation des oiseaux d'eau hivernants et des activités de reproduction des oiseaux nicheurs mais aussi de la faune ichthyique avec la confirmation de la réapparition de la production d'anguilles.**

**Les résultats du suivi scientifique de l'année 2003-2004 permettent de constater la confirmation de la réhabilitation des écosystèmes de l'Ichkeul entamée en 2002-2003 après une décennie particulièrement difficile.**

Les premiers résultats de l'année 2004-2005, sont encore encourageants et présagent d'une troisième année consécutive favorable. Suite à la pluviométrie importante enregistrée dans le nord du pays durant le début de l'hiver, on a pu noter des apports d'eau des barrages au lac qui avoisinent 120 millions de m<sup>3</sup> à la fin du mois de janvier 2005. Les niveaux d'eau observés à l'écluse à cette même date ont atteint 2,00 m.NGT et les salinités sont déjà de l'ordre de 4 à 5 g/l.

Parallèlement au suivi scientifique mené conformément aux recommandations de l'UICN, l'ANPE a consenti des efforts pour encourager et assister les projets de recherche sur l'Ichkeul dans des domaines divers (biologie, hydrologie, sédimentologie, géomatique,...). L'apport de ces travaux est primordial pour une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes et à moyen terme une meilleure gestion du parc. C'est aussi un moyen pour disposer de données fiables, actualisées sur divers aspects de l'Ichkeul, validées par les institutions universitaires, notamment dans le cadre de masters et de thèses, et de les centraliser à l'ANPE.

**L'année 2003-2004 a également été marquée par l'achèvement des travaux de réhabilitation de l'écluse de Tinja (automatisation des vannes) qui vient compléter le dispositif mis en place depuis quelques années par les autorités tunisiennes pour la gestion hydrique du lac avec :**

- les transferts d'eau possibles vers le bassin versant de l'Ichkeul à partir du barrage de Sidi El Barrak
- l'allocation de volumes d'eau pour l'Ichkeul (plus de 120 millions de m<sup>3</sup> par an ces trois dernières années).

**Ainsi, de la période de gestion écologique « aléatoire » des années 90, décrite dans « l'Etude pour la Sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul », on entre dans la période de gestion écologique « stabilisée » où les flux d'eau entrants et sortants de l'Ichkeul sont dans une certaine mesure maîtrisés en vue de maintenir au mieux les caractéristiques écologiques des écosystèmes de l'Ichkeul.**

---

# PREMIERE PARTIE

## Les résultats du suivi scientifique

---

### I Hydrologie du lac Ichkeul

L'année 2003-2004 a vu la poursuite par l'ANPE du programme de suivi scientifique des paramètres physicochimiques entamé depuis 1995 et complété en 2002 selon le même protocole et dans les stations mentionnées dans la carte ci-après :

- Suivi journalier des paramètres climatologiques (2 stations à Tinja et Joumine Parc) ;
- Suivi journalier des paramètres physico-chimiques des eaux autour du lac (lecture d'échelle + prélèvements) + stations de mesures automatiques ;
- Suivi mensuel des paramètres physico-chimiques sur le lac (11 points de mesure) et sur les oueds ;
- Jaugeage régulier des cours d'eau au flotteur.



Récupération des données sur PC – station météo

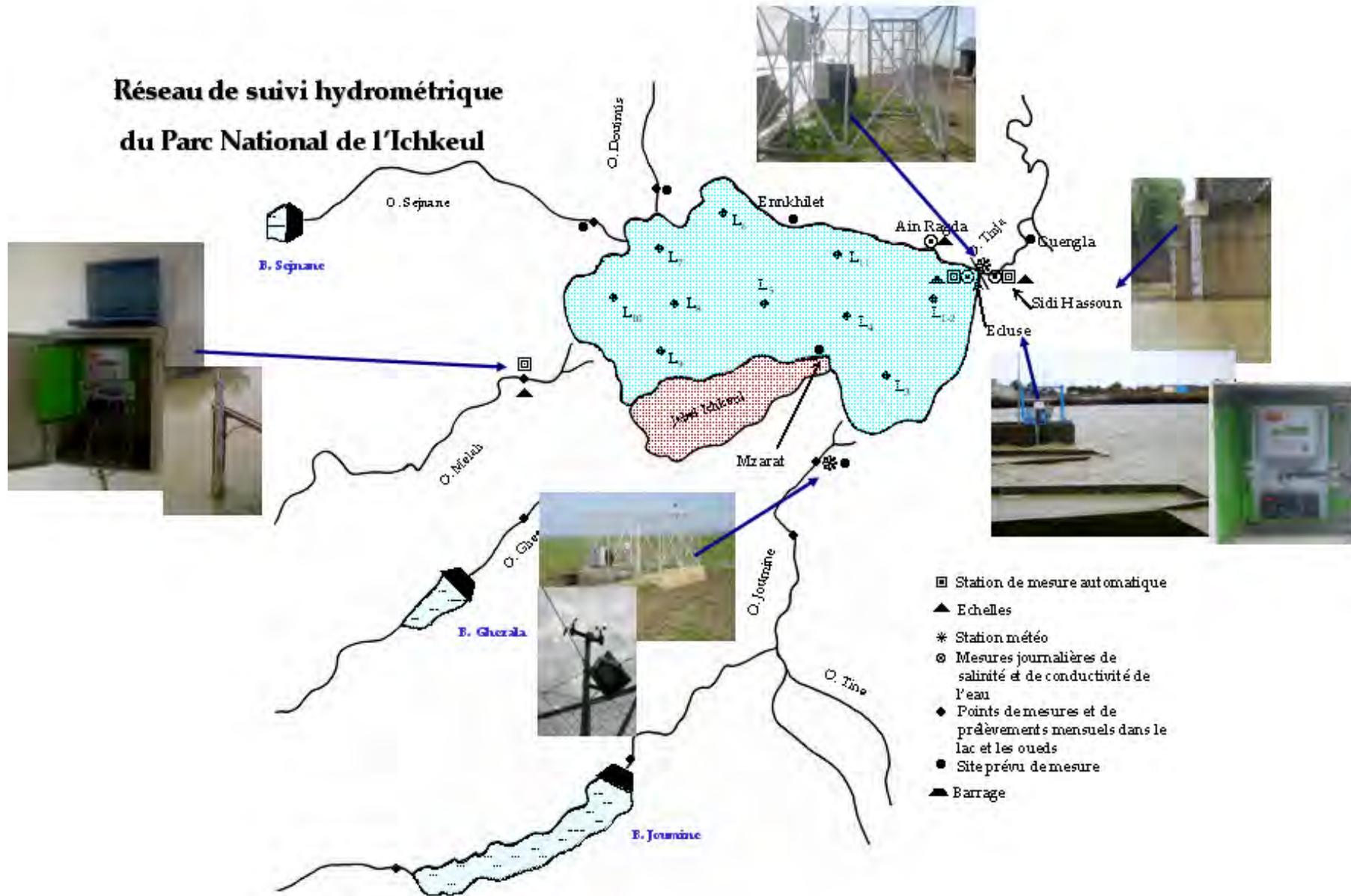
Photo N. Ben M'barek - ANPE



Mesures in situ dans les oueds

Photo N. Ben M'barek - ANPE

## Réseau de suivi hydrométrique du Parc National de l'Ichkeul

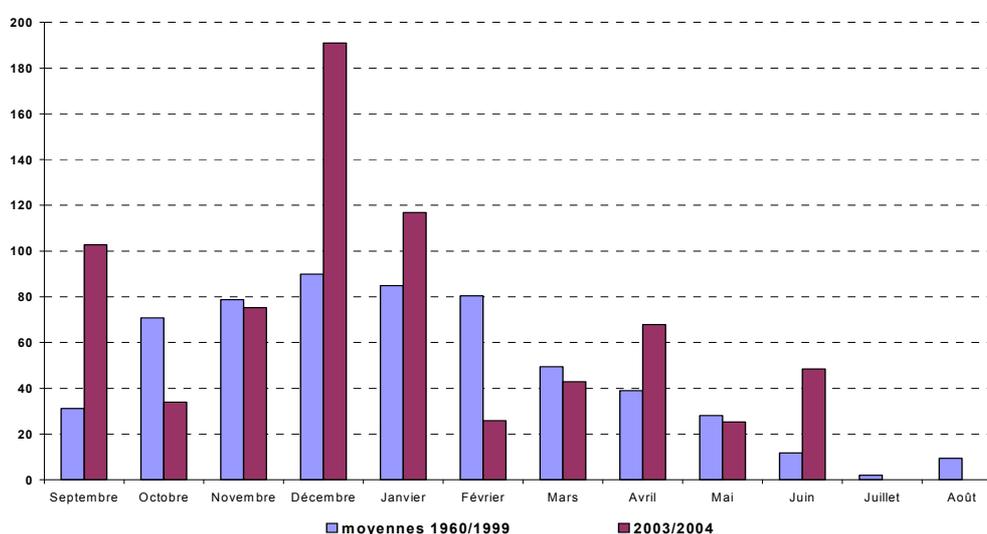


## 1. Pluviométrie<sup>1</sup>

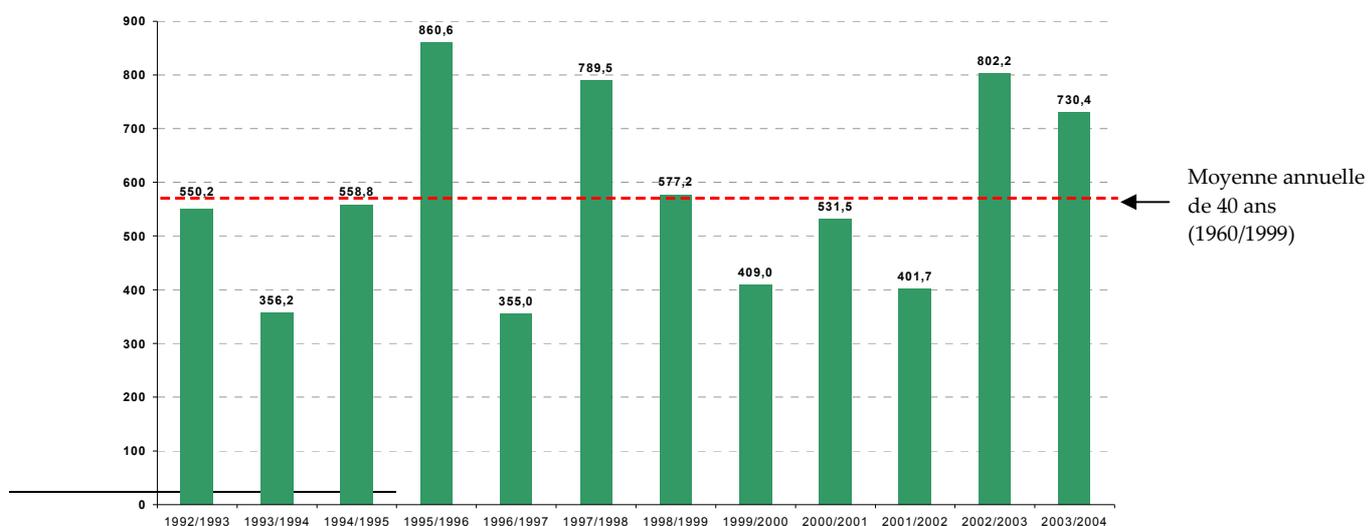
### 1.1 Pluviométrie à la station de Tinja

L'année hydrologique 2003-2004 est caractérisée par une pluviométrie relativement importante mais irrégulière dans le temps, avec un mois de septembre très arrosé (102,8 mm) et des pluviométries enregistrées aux mois d'octobre et février (respectivement 34 mm et 25,9 mm) nettement inférieures aux moyennes mensuelles de ces mois-là (70,8 mm et 80,4mm). La pluviométrie enregistrée à la station de Tinja pour 2003-2004 (730,4 mm), est légèrement inférieure à celle de l'année précédente (pluviométrie exceptionnelle) mais dépasse les moyennes mensuelles pour cette station ( 575,5 mm) et peut donc être considérée comme une année humide, comme le montrent les deux graphiques suivants :

**Précipitations mensuelles - année 2003-2004 et moyennes 60/99 (station Tinja)**



**Précipitations annuelles de 92/93 à 2003/2004 (station Tinja)**



<sup>1</sup> Les résultats cités dans les paragraphes suivants sont calculés à partir des données des stations pluviométriques publiées mensuellement par la Direction Générale des Ressources en Eau et obtenues auprès des responsables des barrages Sejnane, Ghezala et Joumine

## 1.2 Pluviométrie dans le bassin versant de l'Ichkeul

Pour tenir compte des différences spatiales au niveau des précipitations sur l'ensemble du bassin versant de l'Ichkeul, nous nous sommes référés aux résultats des observations pluviométriques de 8 stations bien réparties sur l'ensemble du bassin et de 2 stations de bassins limitrophes :

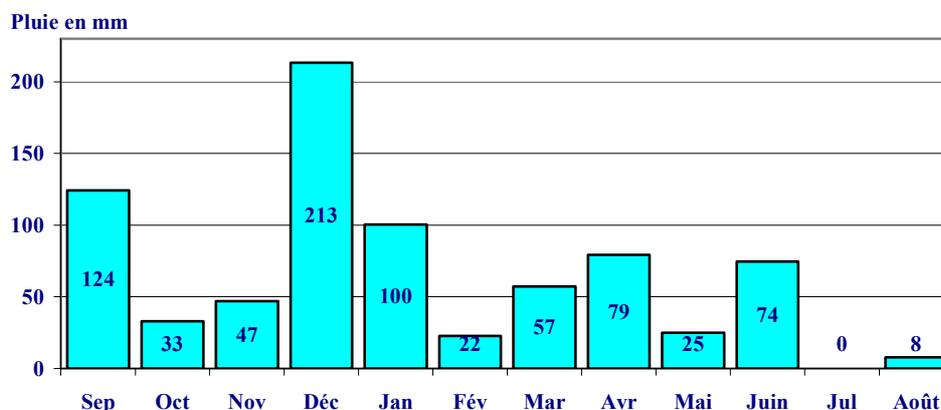
- Bizerte
- Tinja
- Mateur
- Barrage Ghezala
- Barrage Joumine
- Joumine village
- Sejnane ville (haut sejnane)
- Barrage Sejnane
- Nefza (Haut sejnane)
- Medjez

Les pluviométries relevées pour ces stations ont été pondérées selon des coefficients calculés en fonction de la situation de chacune d'elles dans le bassin versant et de leur influence relative. Les coefficients utilisés sont donnés dans le tableau qui suit :

	Bizerte	Tinja	Mateur	B.Ghezala	ElArrima	Joumine	Sejnane	B.Sejnane	Nefza	Medjez
Coefft. en %	8	5	35	6	10	9	5	5	7	10

Les moyennes mensuelles obtenues pour l'ensemble du bassin versant sont ainsi illustrées dans le graphique suivant avec une pluviométrie annuelle moyenne pour le bassin versant de 782 mm qui classe, là aussi, l'année 2003-2004 dans la catégorie des années humides.

### Pluviométrie moyenne mensuelle sur le bassin versant de l'Ichkeul (2003-2004)



On verra plus loin, cependant, que ces précipitations n'ont pas engendré, comme on aurait pu s'y attendre, des volumes ruisselés appropriés.

### 1.3 Pluviométrie directe sur le lac

De même, afin d'avoir une estimation plus précise des apports directs au lac, la pluviométrie moyenne sur le lac a été calculée à partir des observations des stations de Bizerte, Tinja, Barrage Ghezala et Mateur avec des coefficients respectifs de 20, 50, 20 et 10%. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Station	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jul	Août	Année
Pluviométrie moyenne sur le lac en mm	118	31	65	209	108	27	45	73	25	60	0	4	765

Par rapport à la seule station de Tinja, utilisée auparavant, ce calcul permet de mieux prendre en compte les zones Nord-Ouest du lac, généralement plus arrosées que la zone Est, aux environs de Tinja.

## 2 Apports d'eau à l'Ichkeul<sup>2</sup>

### 2.1. Apports du bassin versant<sup>3</sup>

#### 2.1.1 Apports des barrages au lac Ichkeul

Suite aux pluies enregistrées sur l'ensemble des régions Nord-Ouest de la Tunisie durant la période automnale et le début de l'hiver de l'année hydrologique 2003-2004, des crues relativement importantes ont eu lieu dans les bassins des barrages, notamment celui de Sejnane. Les barrages de Sejnane, Joumine et Ghezala, étant encore relativement pleins grâce aux apports de l'année précédente particulièrement pluvieuse, **des lâchers (lâchers, déversées et dévasage) ont pu être encore effectués cette année pour un volume total de 120,55 millions de m<sup>3</sup>.**

Le tableau suivant donne la répartition des lâchers par barrage au cours de l'année 2003/2004 :

#### Volume des lâchers de barrages (lâchers, déversées et/ou dévasement) en Mm<sup>3</sup>

	Sept 2003	Oct. 2003	Nov. 2003	Déc. 2003	Janv. 2004	Fev. 2004	Mars 2004	Avril 2004	Mai 2004	Juin 2004	Juil. 2004	Août 2004	TOTAL
B. Sejnane	0,05	0,05	0,05	15,22	48,23	7,15	0,05	0,09	0,05	0,89	0,05	0,04	71,93
B.Joumine	11,28	0,32	0,31	8,54	19,96	1,68	0,32	0,31	0,32	0,61	0,32	0,31	44,26
B.Ghezala	0	0	0	0,90	2,42	0,61	0,28	0,13	0,01	0	0	0	4,36
Total	11,33	0,37	0,36	24,66	70,61	9,44	0,65	0,53	0,38	1,50	0,37	0,35	120,55

<sup>2</sup> Partie élaborée par M. Kallel, consultant hydrologue de l'ANPE

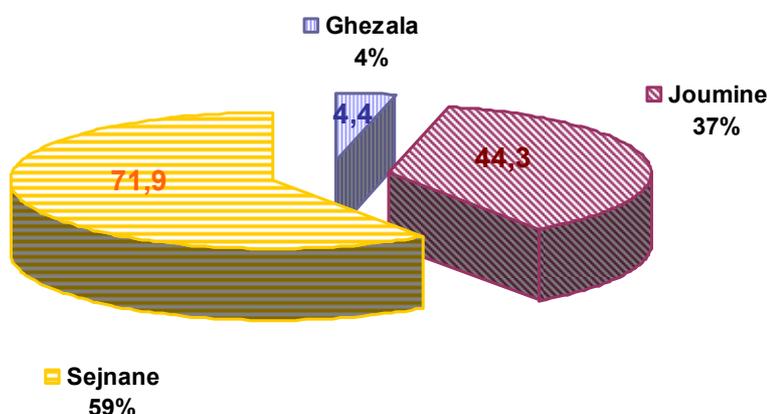
<sup>3</sup> Les résultats cités dans les paragraphes suivants sont tirés et/ou calculés à partir des données générales sur la situation hydraulique des barrages publiés par la Direction Générale des Barrages et Grands Travaux Hydrauliques et des données obtenues auprès des responsables des barrages Sejnane, Ghezala et Joumine

Les lâchers d'eau du barrage de Joumine ont été répartis sur deux périodes distinctes : durant le mois de septembre, suite aux pluies enregistrées dans ce sous bassin particulièrement importantes pour la saison, puis entre fin décembre et janvier avec un total de 44,3 millions de m<sup>3</sup>.

Les apports en provenance du barrage de Sejnane se sont concentrés durant la période de crues hivernales, entre fin décembre et début février, avec un volume total de près de 72 millions de m<sup>3</sup>.

Les lâchers à partir du barrage Ghezala ont quant à eux contribué aux apports pour 4,4 millions de m<sup>3</sup>.

Le graphique suivant illustre la part de chaque barrage aux apports totaux lâchés :



### 2.1.2 Apports des cours d'eau au lac Ichkeul

Les apports au lac proviennent des cours d'eau non barrés et des sous bassins intermédiaires des oueds Sejnane, Ghezala et Joumine, c'est-à-dire des parties de leurs bassins versants non contrôlés par les barrages.

Ces différents apports exprimés en millions de m<sup>3</sup> sont récapitulés comme suit :

#### **Apports naturels à l'Ichkeul en Mm<sup>3</sup>**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	An
Apports naturels	1,1	0,3	0,5	29,8	31,9	6,9	6,3	5,1	3,0	4,9	1,7	1,1	92,6

**Le volume total déversé dans l'Ichkeul à partir des bassins non contrôlés par les barrages et des bassins intermédiaires s'élève donc à 92,6 millions de m<sup>3</sup>.**

### 2.1.3 Apports totaux au lac Ichkeul

La répartition mensuelle de ces apports totaux au lac Ichkeul est récapitulée dans le tableau suivant. Sont indiqués également dans ce tableau, les lames ruisselées moyennes sur les parties du bassin non contrôlées par les barrages soit environ 1160 Km<sup>2</sup> et les coefficients de ruissellement correspondants.

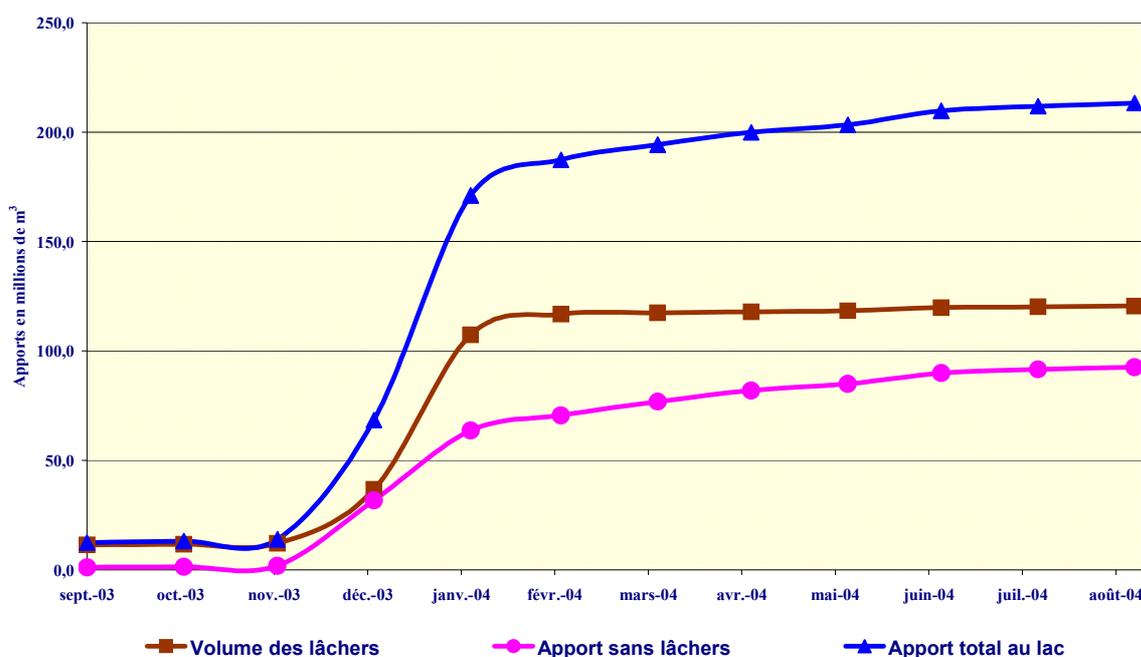
#### Apports totaux au lac Ichkeul en Mm<sup>3</sup>

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jul	Août	An
Apport total (Millions m <sup>3</sup> )	12,4	0,7	0,9	54,5	102,5	16,3	6,9	5,6	3,4	6,4	2,1	1,5	213,2
Lame ruisselée mm	10,8	0,6	0,7	47,0	88,4	14,0	6,0	4,9	2,9	5,5	1,8	1,2	183,8
Coefficient ruissellement	9%	2%	1%	22%	88%	63%	10%	6%	12%	7%	-	16%	23%

Si l'on considère les lâchers des barrages le volume total déversé dans le lac Ichkeul est d'environ 213 millions de m<sup>3</sup> pour l'année 2003-2004.

Le graphique suivant montre l'évolution des différents apports au lac et la part des apports des barrages par rapport aux apports totaux.

Evolution des différents apports au lac au cours de l'année hydrologique 2003-2004



Sur ce graphique, on observe notamment la forte inflexion de la courbe des apports totaux en décembre-janvier avec près de 75% des apports au lac qui sont arrivés en l'espace d'un mois. Ce qui explique la brusque montée des eaux enregistrée dans le lac les 15 premiers jours de janvier 2004 (voir plus loin)

#### 2.1.4 Apports totaux dans l'ensemble du bassin versant

Pour l'année 2003-2004, les volumes totaux ruisselés de l'ensemble du bassin versant de l'Ichkeul (sans le lac) sont quant à eux estimés à 294.4 millions de m<sup>3</sup>, soit 87% de la moyenne interannuelle estimée à 340 millions de m<sup>3</sup>. On est donc en dessous des volumes enregistrés l'année précédente. Ces apports sont répartis comme suit :

#### **Volumes ruisselés dans l'ensemble du bassin versant en Mm<sup>3</sup>**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	An
Apport total (Millions m <sup>3</sup> )	6,0	1,8	2,4	105,0	109,2	14,2	17,7	12,6	6,9	13,3	1,1	4,2	294,4
Lame ruisselée mm	3,0	0,9	1,2	52,7	54,8	7,1	8,9	6,3	3,5	6,7	0,6	2,1	147,9
Coefficient ruissellement	2%	3%	3%	25%	55%	32%	16%	8%	14%	9%	5%	28%	19%

Malgré une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à la moyenne interannuelle (783 mm contre 650 mm), on constate que le coefficient de ruissellement (19%) a été inférieur au coefficient interannuel estimé à 26%, reflétant ainsi un déficit d'écoulement de 635 mm contre un déficit moyen interannuel de l'ordre de 480mm. Ceci s'explique entre autres par un comportement hydrologique différent d'un sous bassin à l'autre suite à la distribution mensuelle des précipitations et l'importance des crues qui en découlent.

#### 2.1.5 Analyse des résultats

**Sur un total de volume ruisselé de 294.4 Millions de m<sup>3</sup> au cours de l'année hydrologique 2003-2004, sur l'ensemble du bassin de l'Ichkeul, le lac Ichkeul a bénéficié d'un apport de 213 Millions de m<sup>3</sup> soit 72% du volume total.**

L'apport reçu par le lac représente par ailleurs 63 % de la moyenne interannuelle. Le tableau suivant récapitule la contribution de chacun des principaux oueds et autres ensembles de sous bassins appartenant au bassin total du lac Ichkeul.

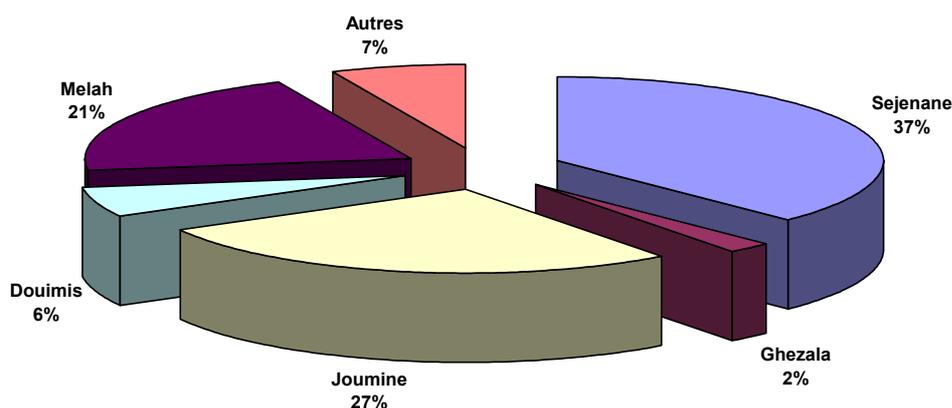
Le tableau et le graphique suivant récapitule la contribution de chacun des principaux oueds et autres ensembles de sous bassins appartenant au bassin total du lac Ichkeul.

Oued	Surface Bassins (Km <sup>2</sup> )	Surface contrôlée (Km <sup>2</sup> )	Apports moyens des bassins avant barrages (Mm <sup>3</sup> )	Volumes ruisselés des bassins (Mm <sup>3</sup> )	Apports à l'Ichkeul hors barrages (Mm <sup>3</sup> )	Apports à l'Ichkeul à partir des lâchers des barrages (Mm <sup>3</sup> )	Apports totaux à l'Ichkeul (Mm <sup>3</sup> )
Sejenane	460	367	105	124,6	7,8	71,9	79,7
Ghezala	53	48	11	9,2	0,9	4,4	5,3
Joumine	1100	418	157	90,3	13,6	44,3	57,9
Douimis	66	0	11	12,0	12,0	-	12,0
Melah	179	0	40	44,0	44,0*	-	44,0
Autres	133	0	16	14,3	14,3	-	14,3

<b>TOTAL</b>	<b>1991</b>	<b>833</b>	<b>340</b>	<b>294,4</b>	<b>92,6</b>	<b>120,6</b>	<b>213,2</b>
--------------	-------------	------------	------------	--------------	-------------	--------------	--------------

\* volumes calculés à partir des résultats de la station automatique de mesure hydrométrique (voir plus loin)

### Contribution des différents bassins aux apports du lac Ichkeul



Outre les apports des deux sous-bassins de Sejnane et Joumine (qui comprennent les apports des barrages) qui représentent près des 2/3 des apports totaux au lac, on peut noter l'importance du sous-bassin du Melah qui participe à lui seul pour plus d'1/5<sup>ème</sup> des apports de l'ensemble du bassin versant au lac.

## 2.2 Apports de la lagune de Bizerte

Les apports en provenance de la lagune de Bizerte en automne 2003 ont quant à eux été estimés à 10 millions de m<sup>3</sup>, calculés à partir du dénivelé total dans l'oued Tinja au niveau de Sidi Hassoun pendant les mois de septembre à novembre 2003.

En été 2004 le suivi régulier des débits dans l'oued Tinja, effectué dans le cadre de l'étalonnage des vannes de l'écluse a permis d'évaluer les quantités d'eau de mer entrante à un volume de 6 millions de m<sup>3</sup> essentiellement durant le seul mois d'août.

**Sur l'ensemble de l'année, c'est donc un apport total d'eau de la lagune de Bizerte égal à 16 millions de m<sup>3</sup>.**

## 2.3 Volumes d'apports directs au lac et volumes évaporés

En se référant à la courbe « surface du lac/niveau d'eau à l'écluse » établie par l'Etude en 1995, on a pu estimer les superficies moyennes mensuelles du lac comme base de calcul des volumes annuels d'apports directs au lac et des volumes évaporés.

La répartition mensuelle des surfaces libres du lac et des volumes précipités et évaporés se présente comme suit :

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Hauteur moyenne du lac en cm	17,9	25,7	31,6	68,3	155,8	137,8	97,1	82,0	68,3	50,0	27,5	23,7	<b>65</b>
Superficie moyenne du lac en Km <sup>2</sup>	79,5	80,3	81,0	85,0	94,6	92,7	88,2	86,5	85,0	83,0	80,5	80,1	<b>85</b>
Pluviométrie moyenne sur le lac en mm	118	31	65	209	108	27	45	73	25	60	0	4	<b>765</b>
Volume précipité sur le lac en Mm <sup>3</sup>	9,4	2,5	5,3	17,8	10,2	2,5	4,0	6,3	2,1	5,0	0,0	0,3	<b>65</b>
Evaporation moyenne sur le lac en mm	150	100	60	55	50	70	80	95	125	145	205	165	<b>1300</b>
Volume évaporé en Mm <sup>3</sup>	11,9	8,0	4,9	4,7	4,7	6,5	7,1	8,2	10,6	12,0	16,5	13,2	<b>108</b>

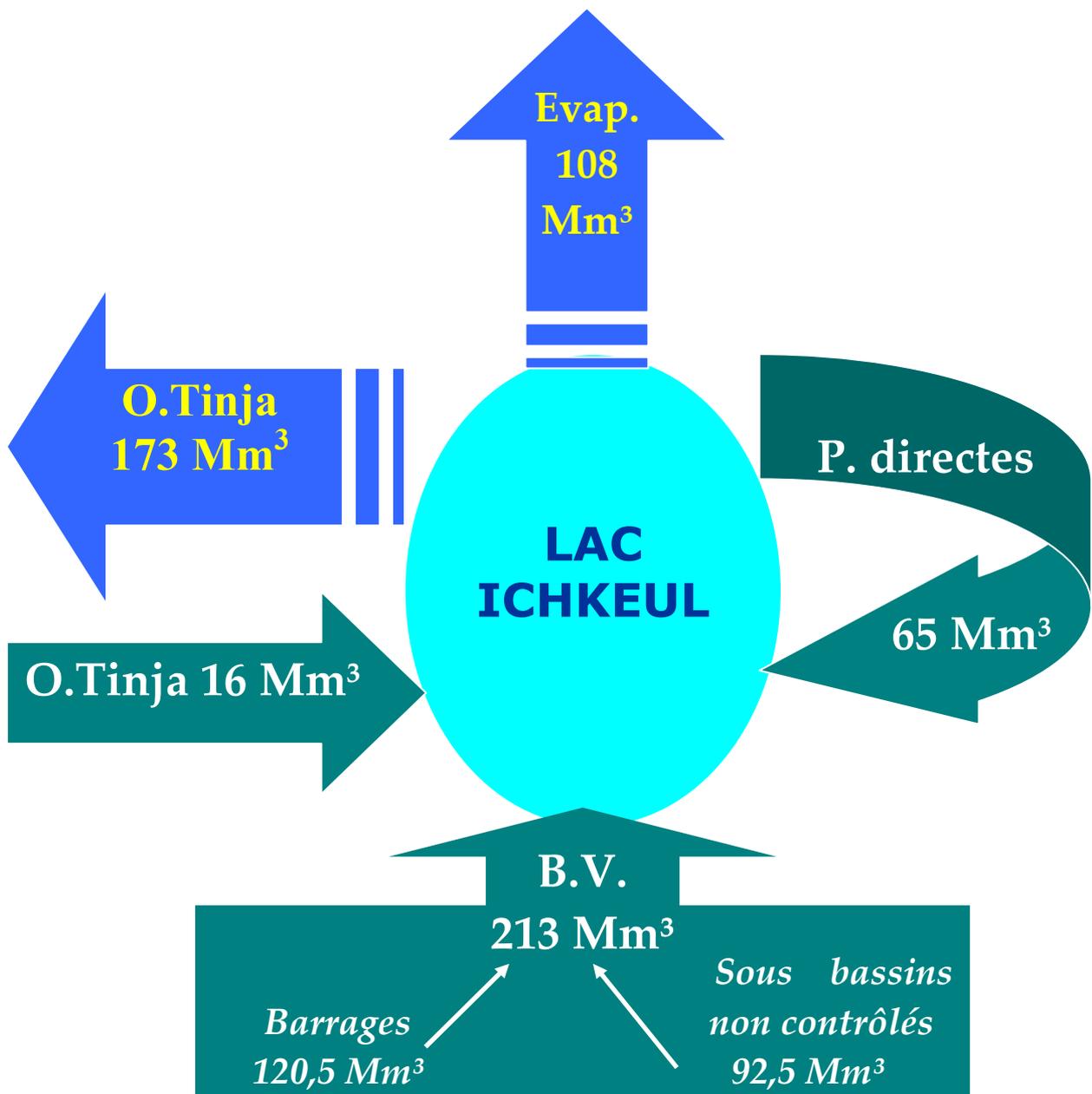
**Les apports des précipitations directes sur le lac ont ainsi atteint 65 millions de m<sup>3</sup> alors que les volumes évaporés au cours de la même période sont de l'ordre de 108 millions de m<sup>3</sup>.**

### 2.4 Volume sortant du lac par l'Oued Tinja

Le volume sortant du lac par l'Oued Tinja sur l'ensemble de l'année est évalué à 173 millions de m<sup>3</sup>, correspondant à un débit moyen journalier de l'ordre de 8,2 m<sup>3</sup>/s pendant une durée estimée de 245 jours où le courant était sortant et/ou variable.

### 2.5 Bilan global du lac 2003-2004

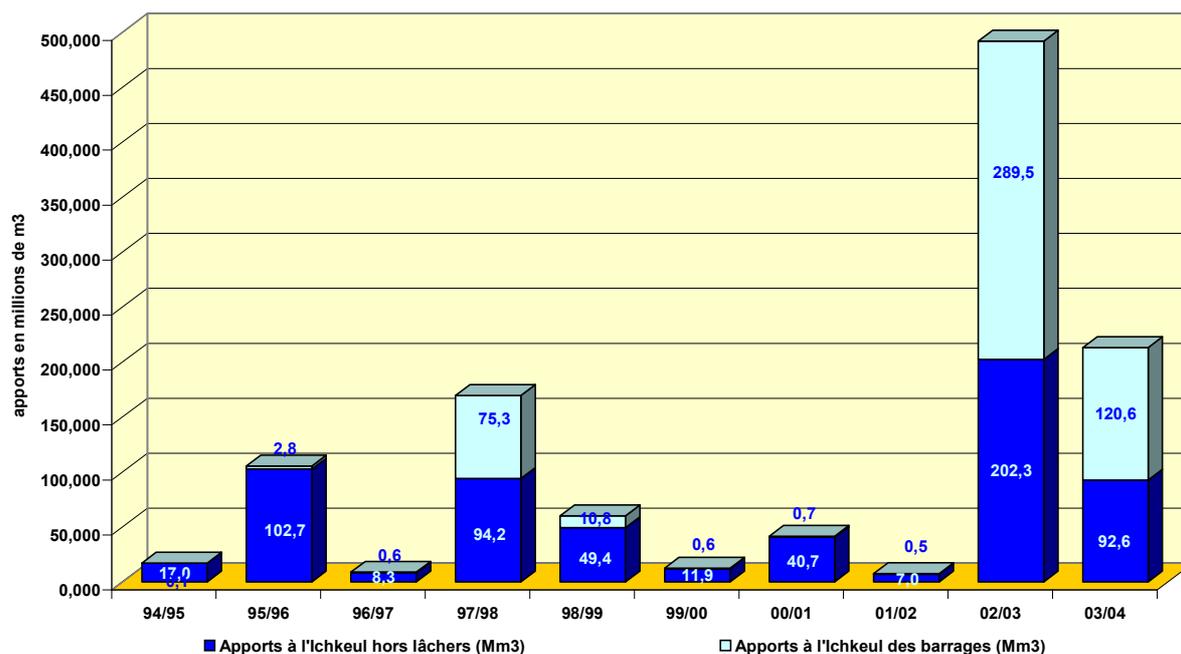
Le bilan global du lac Ichkeul durant l'année hydrologique 2003-2004 a ainsi mis en jeu des volumes d'eau estimés tels que répartis selon le schéma ci-après :



## 2.6 Evolution interannuelle des apports au lac Ichkeul

Le graphique suivant nous montre que l'année 2003-2004 n'est pas caractérisée par des apports très importants, même si elle se classe deuxième derrière l'année 2002-2003 pour la dernière décennie. Les résultats montrent cependant bien l'importance des lâchers des barrages qui représentent près de 60% des apports d'eau au lac cette année, les apports naturels étant inférieurs aux années 95/96 et 97/98.

Evolution des apports d'eau à l'Ichkeul entre 1994 et 2004



## 3 Cas du suivi de l'oued Melah

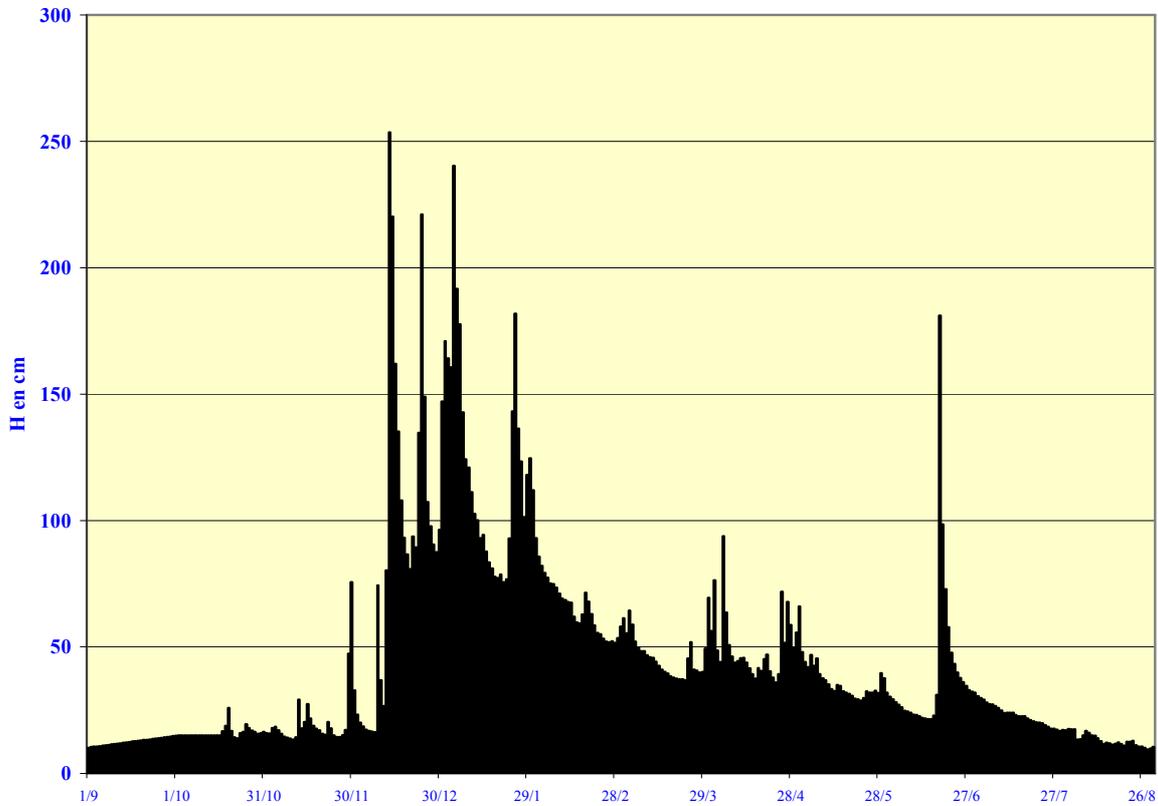
Tout comme pour l'oued Tinja, l'ANPE dispose de mesures en continu du niveau d'eau dans l'oued Melah (avec un pas de temps de 6 mn permettant de bien visualiser les épisodes de crues). Ce suivi est important pour l'évaluation des apports d'eau au lac car cet oued, comme il a été signalé au paragraphe 2.1.5, participe pour 1/5<sup>ème</sup> des apports totaux au lac.

Le dépouillement des enregistrements de la station automatique de l'Oued Melah a permis de dresser le tableau des hauteurs moyennes journalières et d'établir le limnigramme de l'oued Melah pour l'année 2003-2004.

Niveaux moyens journaliers de l'Oued Melah en cm NGT (année hydrologique 2003-2004)

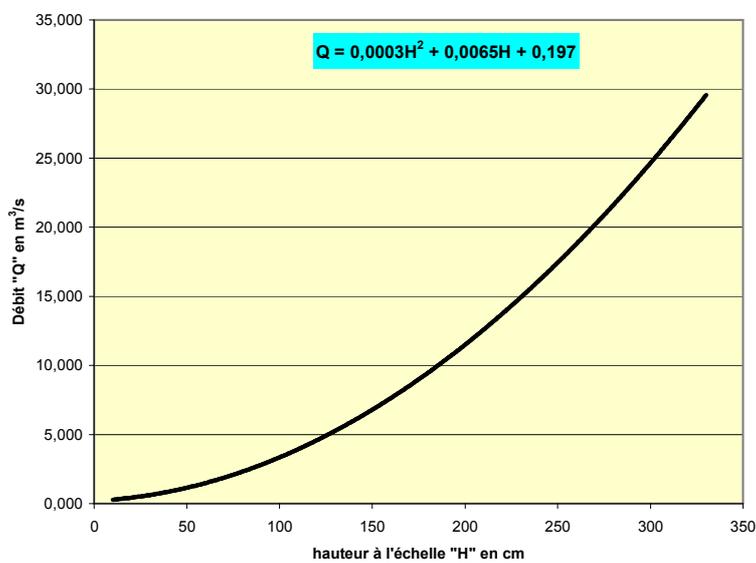
	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
<i>Niveau moyen journalier en cm NGT</i>	12	17	21	96	119	65	47	50	35	39	22	13

**Limnigramme annuel 2003-2004 Oued El Melah**



Par ailleurs les mesures de débits effectuées durant les deux dernières années hydrologiques ont permis de tracer une première courbe d'étalonnage de la station traduisant les hauteurs à l'échelle H en débits Q et présentant la forme suivante :

**Courbe d'étalonnage de Oued Melah**



La traduction des hauteurs moyennes journalières en débits moyens journaliers a abouti aux résultats suivants :

Date	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
1	0,287	0,353	0,360	0,482	7,993	2,592	1,538	2,149	1,084	0,600	0,611	0,385
2	0,291	0,355	0,394	0,427	7,691	2,411	1,321	1,105	0,968	0,576	0,597	0,385
3	0,292	0,356	0,399	0,402	16,201	2,281	1,651	0,968	0,911	0,558	0,574	0,330
4	0,294	0,358	0,379	0,383	10,618	2,201	1,447	3,006	1,047	0,537	0,563	0,331
5	0,296	0,360	0,358	0,376	9,239	2,095	1,216	1,618	0,922	0,510	0,559	0,350
6	0,298	0,362	0,344	0,372	6,221	2,088	1,137	1,170	1,008	0,506	0,545	0,377
7	0,300	0,364	0,339	0,369	4,858	2,022	1,096	1,030	0,835	0,495	0,531	0,365
8	0,302	0,366	0,333	2,059	4,640	1,919	1,097	0,959	0,794	0,482	0,512	0,350
9	0,304	0,368	0,329	0,775	4,010	1,837	1,044	0,977	0,773	0,479	0,492	0,348
10	0,305	0,370	0,340	0,545	3,498	1,817	1,022	1,011	0,735	0,471	0,496	0,335
11	0,307	0,372	0,598	2,329	3,350	1,785	1,017	1,015	0,691	0,459	0,498	0,319
12	0,309	0,374	0,391	17,927	2,962	1,778	0,972	0,959	0,674	0,456	0,494	0,306
13	0,311	0,376	0,431	13,750	3,034	1,561	0,926	0,898	0,731	0,451	0,479	0,312
14	0,313	0,378	0,562	7,808	2,691	1,477	0,885	0,835	0,721	0,453	0,471	0,309
15	0,315	0,380	0,455	5,647	2,479	1,461	0,860	0,792	0,671	0,475	0,470	0,303
16	0,317	0,374	0,408	3,813	2,363	1,591	0,842	0,901	0,658	0,639	0,470	0,307
17	0,319	0,407	0,389	2,970	2,212	1,937	0,814	0,870	0,647	9,574	0,457	0,313
18	0,321	0,530	0,380	2,631	2,189	1,793	0,803	1,000	0,631	3,266	0,444	0,306
19	0,323	0,376	0,359	2,356	2,256	1,597	0,793	1,051	0,608	1,994	0,434	0,299
20	0,325	0,339	0,354	2,998	2,117	1,436	0,782	0,867	0,600	1,405	0,430	0,316
21	0,327	0,335	0,432	2,771	2,168	1,327	0,784	0,802	0,588	1,073	0,427	0,316
22	0,329	0,362	0,390	5,605	2,955	1,310	0,773	0,753	0,613	0,946	0,423	0,320
23	0,331	0,371	0,351	13,848	6,246	1,252	1,010	0,834	0,670	0,852	0,411	0,299
24	0,333	0,417	0,342	6,711	9,641	1,216	1,205	1,954	0,657	0,800	0,400	0,295
25	0,336	0,393	0,341	3,777	5,729	1,205	0,884	1,199	0,660	0,757	0,389	0,294
26	0,338	0,379	0,352	3,220	4,800	1,218	0,873	1,788	0,675	0,721	0,389	0,286
27	0,340	0,371	0,382	2,827	3,430	1,198	0,852	1,441	0,654	0,682	0,383	0,281
28	0,342	0,359	1,061	2,675	4,449	1,263	0,860	1,132	0,846	0,668	0,377	0,284
29	0,344	0,363	2,118	3,145	4,886	1,414	1,127	1,332	0,794	0,658	0,381	0,291
30	0,346	0,372	0,678	6,559	4,061		1,852	1,712	0,660	0,628	0,380	0,302
31		0,364		8,614	2,964		1,356		0,623		0,386	0,322

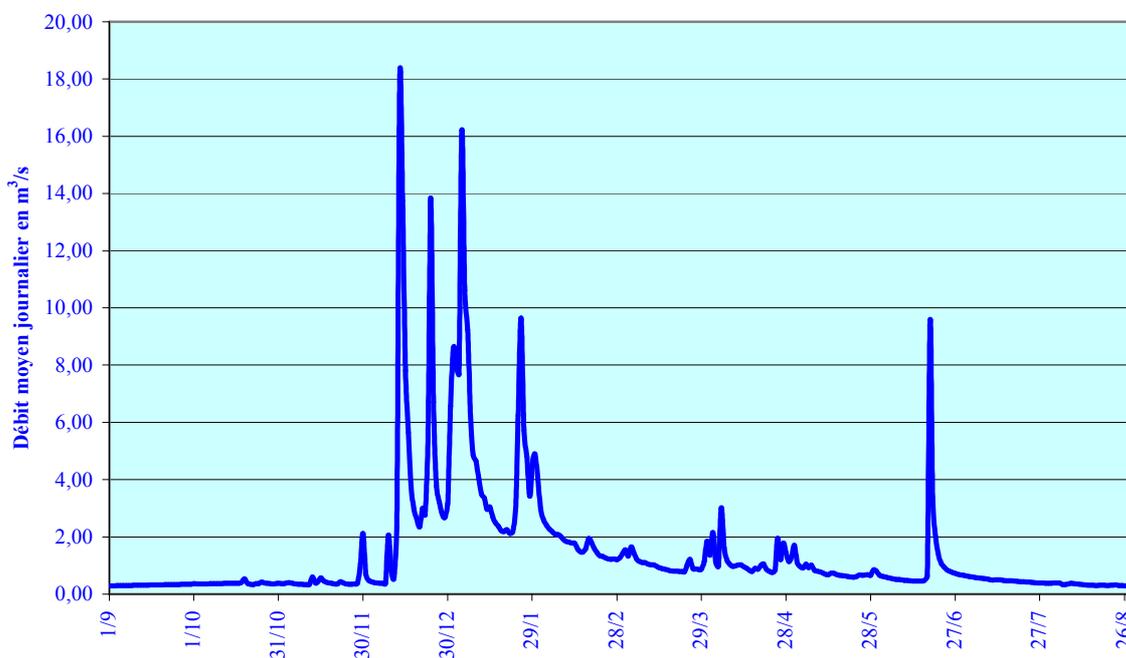
<i>Moyenne</i>	<b>0,317</b>	<b>0,374</b>	<b>0,478</b>	<b>4,135</b>	<b>4,902</b>	<b>1,692</b>	<b>1,059</b>	<b>1,204</b>	<b>0,747</b>	<b>1,072</b>	<b>0,467</b>	<b>0,320</b>
----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ces débits moyens mensuels donnent **un module annuel de 1,403 m<sup>3</sup>/s** et **un volume total de 44 Millions de m<sup>3</sup>** répartis et évoluant mensuellement comme suit :

<i>Apport mensuel</i>	0,821	1,002	1,240	11,074	13,129	4,241	2,837	3,121	2,000	2,780	1,250	0,858
<i>Apport cumulé</i>	0,430	1,432	2,672	13,746	26,874	31,115	33,952	37,073	39,074	41,853	43,103	43,962

Le graphique suivant représente l'hydrogramme annuel 2003-2004 de Oued El Melah.

**Hydrogramme annuel 2003-2004 Oued Melah**



## 4 Suivi des paramètres physicochimiques du lac et de l'oued Tinja

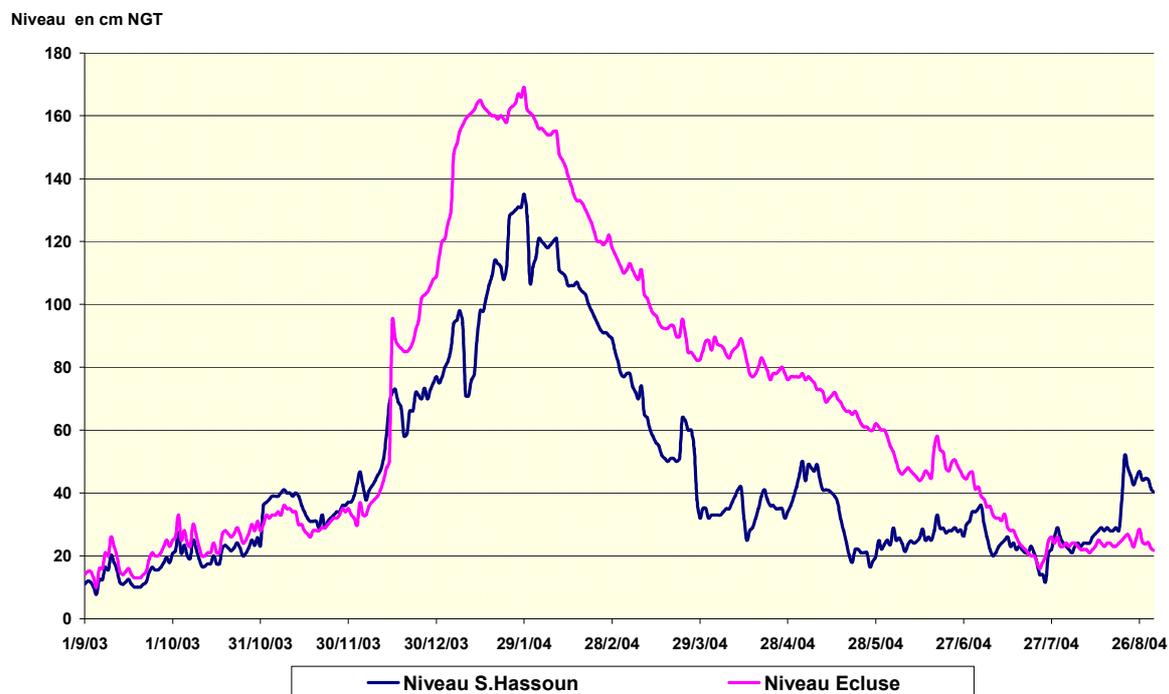
### 4.1 Niveaux d'eau

Les relevés des niveaux d'eau aux échelles et stations dans le lac durant l'année 2003-2004 ont permis de constater la poursuite des bonnes conditions de niveau.

Le graphique suivant donne l'évolution des niveaux d'eau journaliers à l'Ecluse et à Sidi Hassoun.

On note que dans le lac, les niveaux ont commencé à augmenter de façon notable à partir de la mi-décembre pour atteindre un maximum de 169 cm NGT à la mi-janvier. Le niveau a ensuite décliné de façon relativement régulière pour atteindre les valeurs d'équilibre à la fin du mois de juillet. L'écluse partiellement ouverte pendant l'hiver et printemps a été progressivement réouverte à partir du début du mois de juin.

### Niveaux d'eau journaliers à l'Ecluse et à Sidi Hassoun durant l'année hydrologique 2003-2004



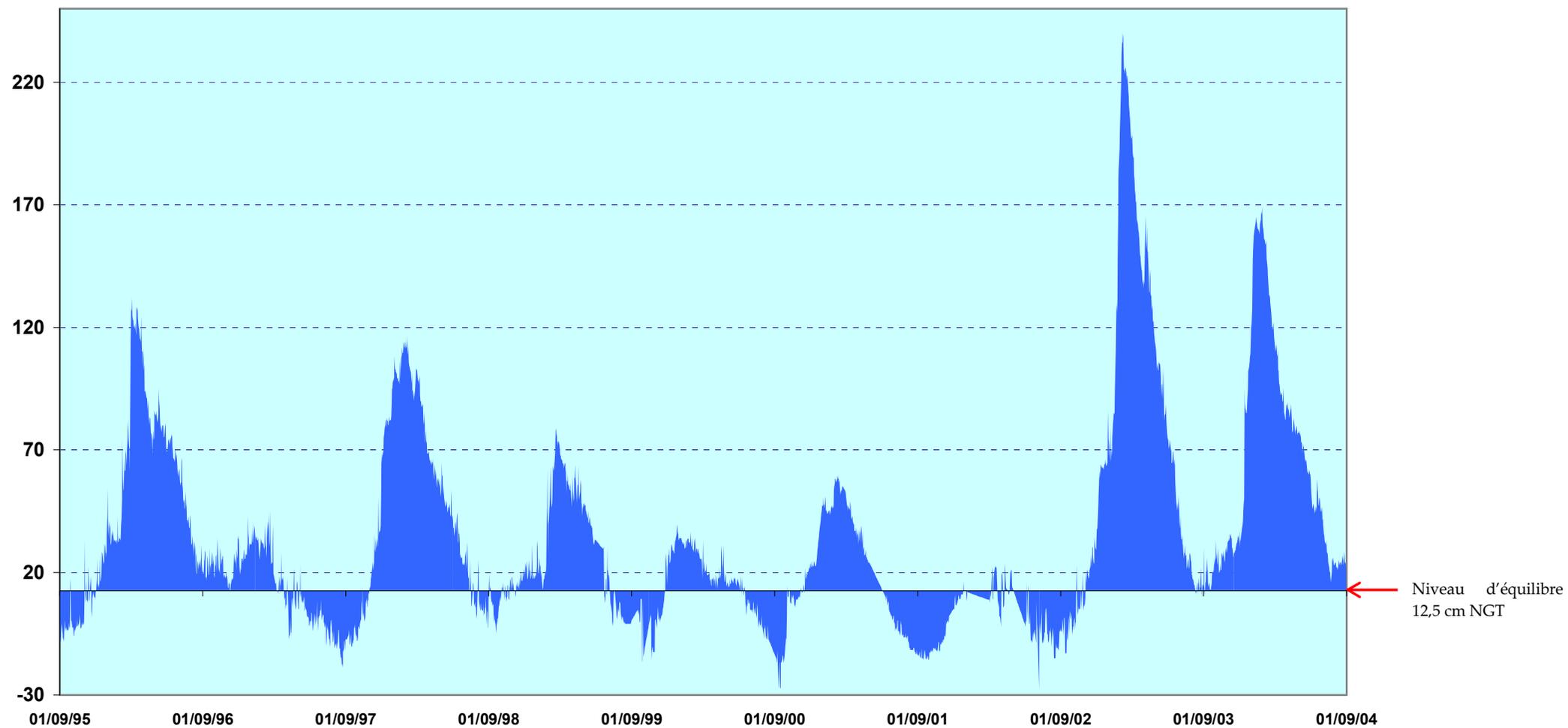
Les niveaux sont en deçà des niveaux exceptionnels de l'année précédente mais sont restés suffisamment élevés pour inonder une grande partie des marais de façon relativement prolongée, entre mi-décembre et mi-mai.

Si l'on se réfère à la courbe « surface du lac/niveau d'eau à l'écluse » établie par l'étude en 1995, on peut estimer qu'à la fin du mois de janvier le lac était à son extension maximum, de l'ordre de 95 Km<sup>2</sup>.

Le graphique suivant présentant l'évolution des niveaux d'eau à l'écluse depuis 1995 montre le maintien de bonnes conditions de niveau en 2003-2004 après l'année exceptionnelle de 2002-2003.

### Evolution des niveaux d'eau à l'échelle de l'écluse de 1995 à 2004

Niveau en cm NGT



## 4.2 Sens du courant dans l'oued Tinja

Durant les premiers mois de l'année hydrologique 2003-2004, le sens du courant au niveau de l'oued Tinja est resté rentrant de la lagune de Bizerte vers le lac Ichkeul. On constate une inversion progressive du sens du courant durant le mois de novembre avec un changement définitif du sens du courant dès le mois de décembre avec l'arrivée de pluies importantes et des premiers lâchers d'eau des barrages conséquents.

En été 2004, du fait de la gestion de l'écluse, le courant ne s'est inversé que vers la fin du mois de juillet 2004.

Sur l'année hydrologique on a donc 62% de jours de courant sortant et 28% de jours de courant rentrant avec 10% des jours où le courant a été variable.

**Après la période de sécheresse, on constate un retour à la normale depuis l'année 2002-2003 pour ce qui est du sens du courant**

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

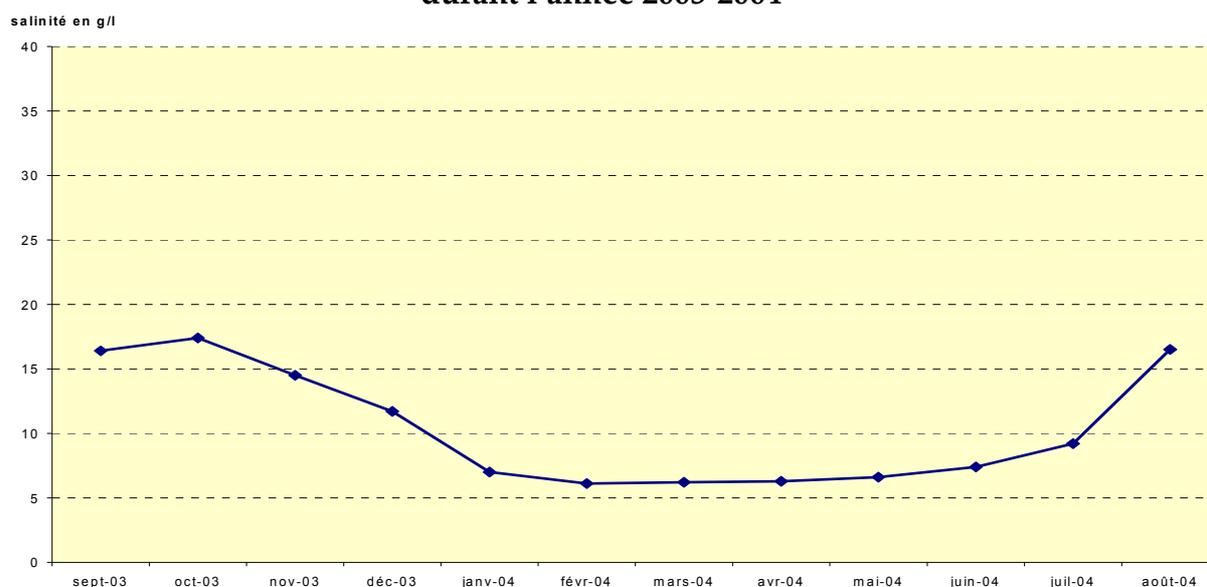
### Sens du courant à l'oued Tinja en nombre de jours

Mois	Ichkeul Bizerte	Bizerte Ichkeul	Courant variable
Septembre 2003	0	30	0
Octobre 2003	0	28	3
Novembre 2003	7	10	13
Décembre 2003	20	3	8
Janvier 2004	31	0	0
Février 2004	29	0	0
Mars 2004*	31	0	0
Avril 2004*	30	0	0
Mai 2004*	31	0	0
Juin 2004*	26	0	4
Juillet 2004*	20	3	8
Août 2004*	1	28	2
<b>TOTAL</b>	<b>226 jours</b>	<b>103 jours</b>	<b>37 jours</b>

### 4.3 Salinité des eaux du lac

Les conditions hydrologiques particulièrement favorables de l'année 2002-2003 se sont poursuivies cette année. A la fin de l'été et durant l'automne la salinité est restée basse pour la saison avec des valeurs moyennes entre 16 et 18g/l (comme le montre plus loin la carte d'évolution de la salinité mensuelle moyenne depuis 1995). Dès le mois de décembre, avec les premiers apports importants, cette salinité est descendue à 11 g/l. A partir du mois de janvier elle descend à 7 g/l pour atteindre un minimum de 6,1 g/l en février. Elle est remontée ensuite sensiblement, mais était encore inférieure à 10 g/l au mois de juin. Avec l'ouverture de l'écluse et l'inversion du courant à la fin du mois de juillet, la salinité a augmenté sous l'effet conjoint de l'évaporation et des rentrées d'eau de mer. Elle est restée cependant relativement basse pour la saison puisqu'elle n'a pas dépassé les 20g/l sauf pour les stations proches de l'écluse, directement sous l'influence des entrées d'eau de mer.

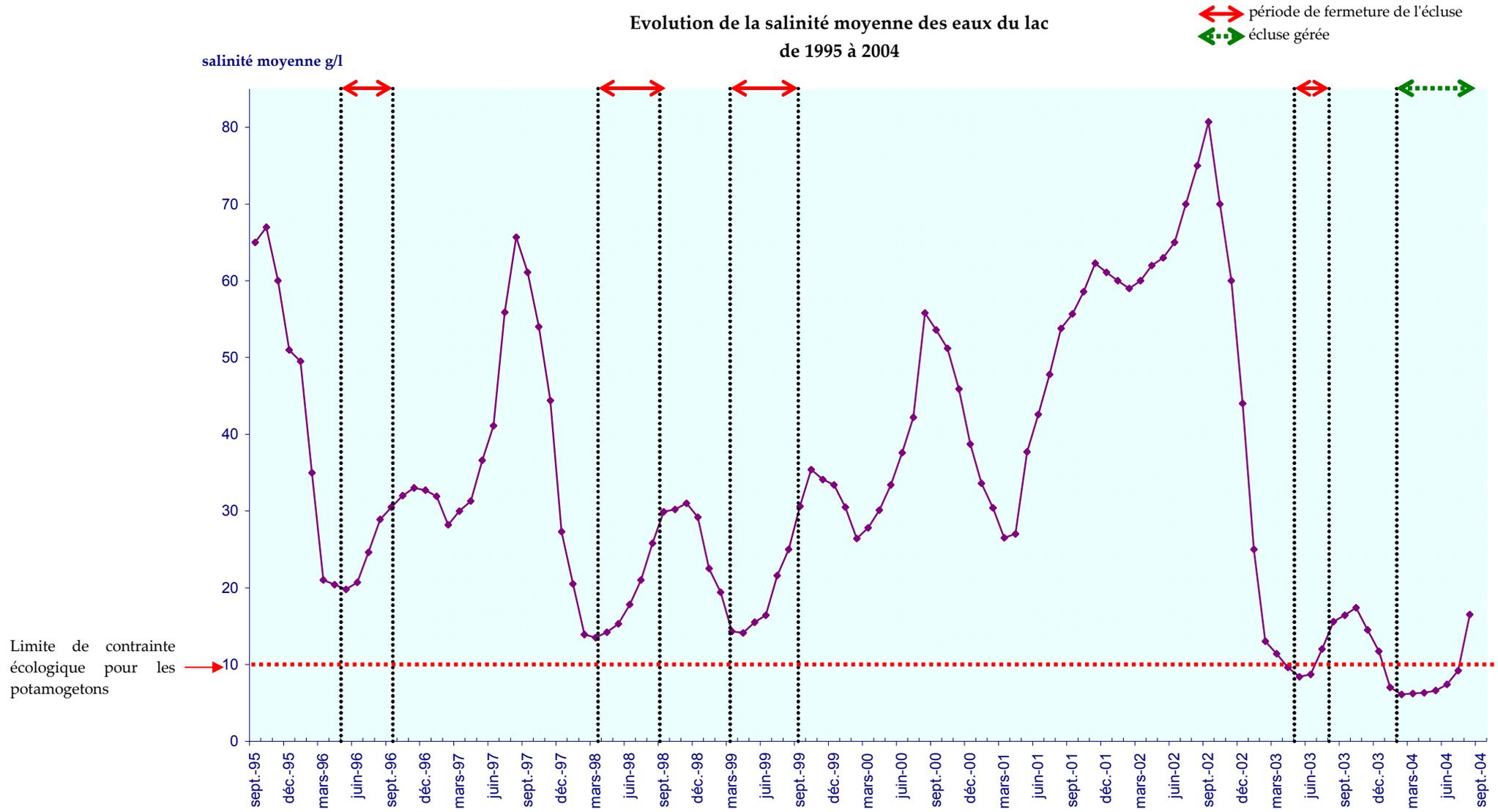
#### Evolution de la salinité moyenne des eaux du lac Ichkeul durant l'année 2003-2004



Depuis septembre 1995, c'est la deuxième année consécutive que les niveaux de salinité s'abaissent au dessous de 10 g/l pour une période supérieure à deux mois, créant ainsi des conditions favorables pour la consolidation des herbiers à potamogeton qui étaient réapparus avec les bonnes conditions de l'année 2002-2003.

Les eaux du lac ont en effet vu leur salinité atteindre des valeurs très basses, de l'ordre de 6g/l pendant quatre mois.

Le graphique suivant montre bien la permanence de conditions favorables de salinité ces deux dernières années par rapport aux précédentes.



## **5 Caractéristiques hydrologiques de l'année 2003-2004**

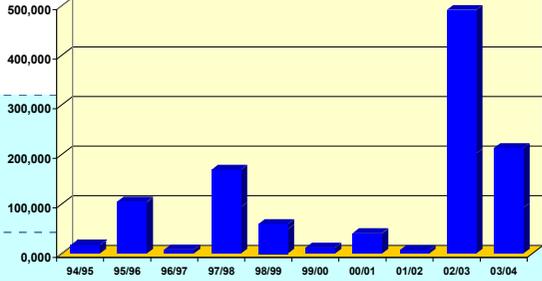
L'année 2003-2004, malgré des apports naturels modérés de l'ordre de 100 Millions de m<sup>3</sup> plaçant l'année en quatrième position après les années 95/96, 97/98 et 02/03, a pu bénéficier des conditions très favorables de l'année précédente, notamment grâce aux lâchers des barrages qui se sont poursuivis au cours de l'année et ont ainsi contribué, avec près de 60% des apports d'eau au lac, à « prolonger » la séquence « humide » de l'année précédente. Ceci s'est notamment reflété sur les niveaux dans le lac qui sont restés assez importants ainsi que sur les valeurs très faibles des salinités.

**Quoique inférieurs aux niveaux exceptionnels de l'année précédente, les niveaux dans le lac, sont en effet restés, cette année, suffisamment élevés pour inonder une grande partie des marais de façon relativement prolongée, en hiver et au printemps** (voir plus loin). A la fin du mois de janvier le lac était à son extension maximum, de l'ordre de 95 Km<sup>2</sup>.

**Par ailleurs, les eaux du lac ont vu leur salinité atteindre des valeurs très basses, de l'ordre de 6g/l pendant quatre mois, et c'est la deuxième année consécutive, depuis 1995, que les salinités n'excèdent pas les 10g/l pour une période supérieure à deux mois, créant ainsi des conditions favorables pour la consolidation des herbiers à potamogeton qui étaient réapparues avec les bonnes conditions de l'année 2002-2003.** Il y a lieu de rappeler, en effet, que les apports ruisselés cette année là au lac qui ont été près d'une fois et demi supérieurs à la normale ont permis en l'espace d'une année seulement de retrouver des conditions de milieu favorables pour le développement des herbiers du la lac et des marais

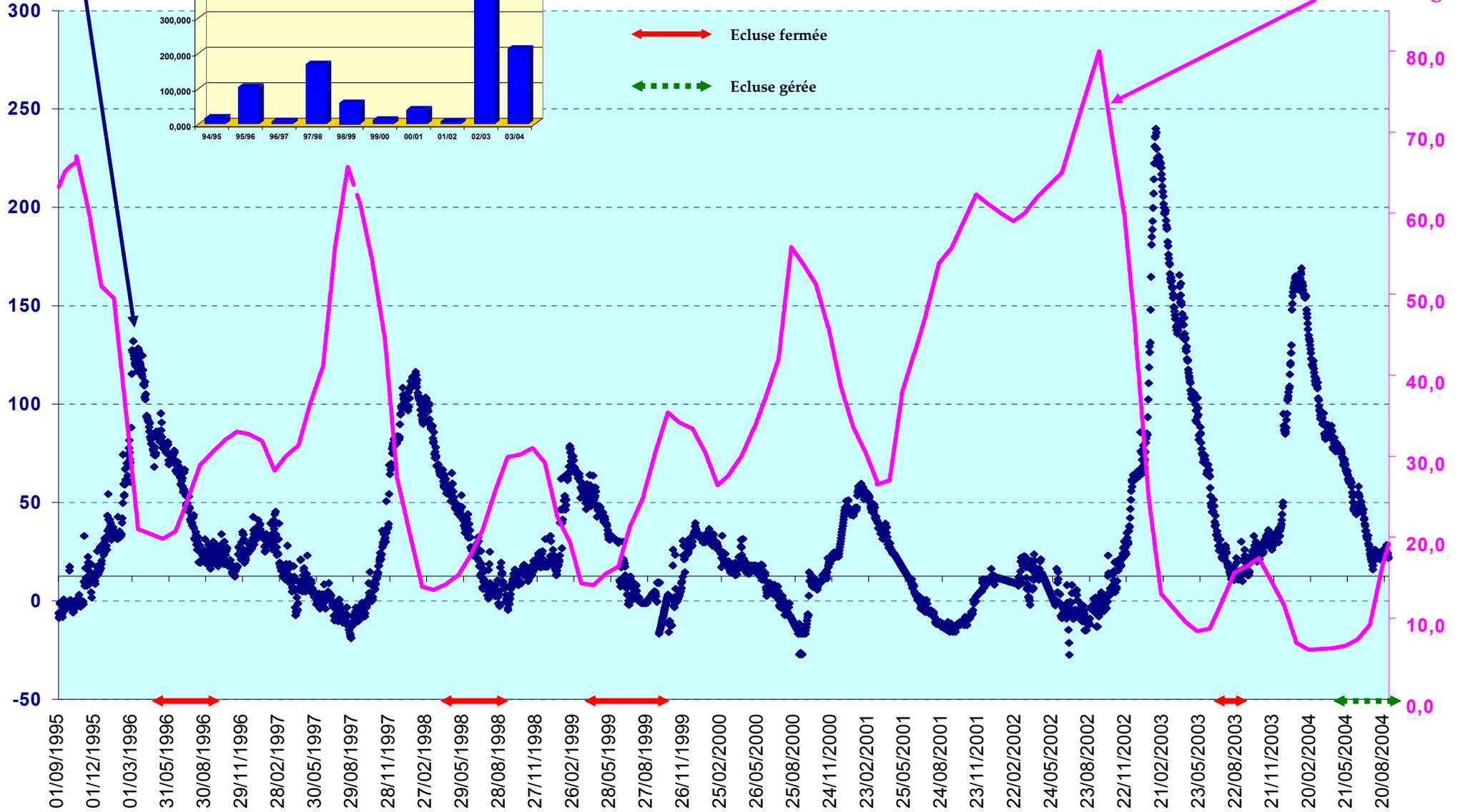
Les résultats du suivi des deux principaux paramètres régissant les conditions de milieu du lac, à savoir la salinité et le niveau des eaux du lac ainsi que l'estimation des apports en eau au lac durant les dernières années sont récapitulés dans le graphique suivant.

Histogramme des apports annuels au lac Ichkeul en Mm<sup>3</sup>



Evolution des niveaux à l'échelle de l'écluse et de la salinité moyenne du lac de 1995 à 2004

Niveau en cm NGT

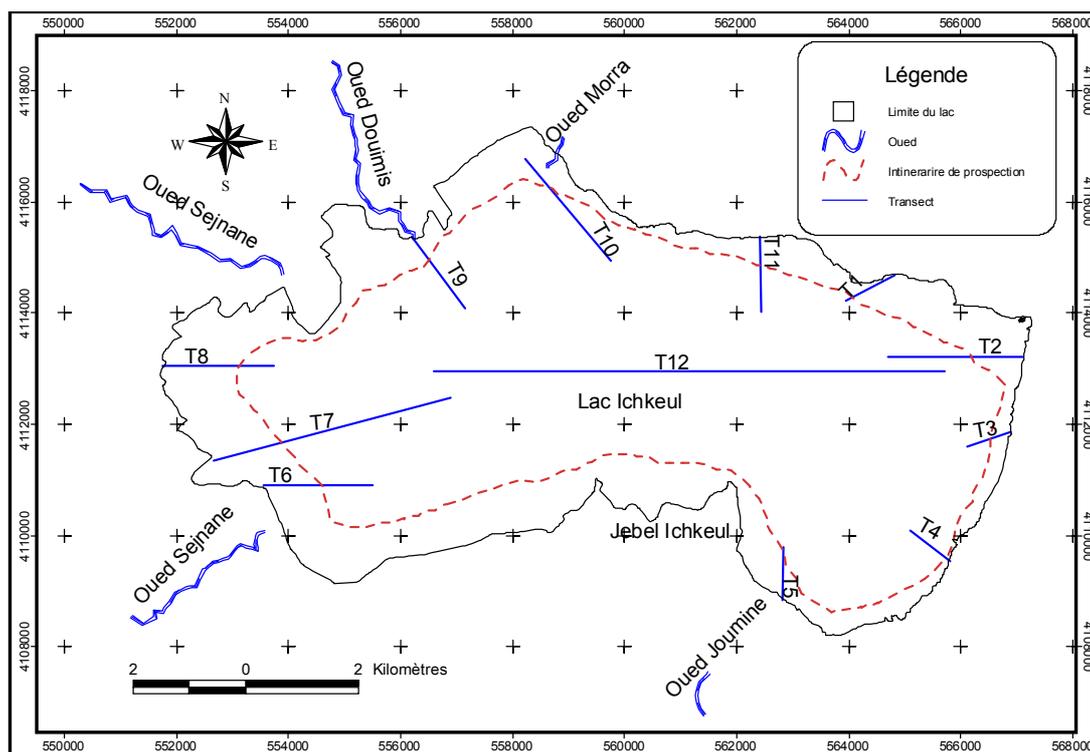


## II Biologie du lac Ichkeul

### 1 Végétation aquatique du lac<sup>4</sup>

Le suivi de la végétation aquatique du lac a été réalisé comme l'année précédente lors d'une campagne au mois de septembre 2003 selon la même méthodologie et sur les mêmes transects.

#### Transects utilisés pour la prospection de la végétation du lac



#### 1.1 Cartographie des macrophytes benthiques

Grâce au maintien des conditions de milieu favorables (faibles salinités, hauts niveaux d'eau,...) cette année, on a pu assister :

- de façon générale, à un développement végétal très important sur tout le pourtour du lac (plus de 60% de superficie couverte)
- l'extension de l'herbier à potamots par rapport à l'année dernière. Les superficies atteintes sont même comparables aux superficies enregistrées en

<sup>4</sup> D'après les résultats obtenus dans le cadre d'une expertise réalisée par M. Abdesselem SHILI (enseignant à l'INAT) en septembre 2004

1993, dernière année où la présence d'herbiers avait été enregistrée avant 2002-2003 ;

- la régression de l'herbier dense à *Ruppia* essentiellement du fait de la compétition avec l'herbier de potamots ;
- la présence toujours aussi importante depuis quelques années des peuplements algaux.

Le tableau suivant donne la répartition de l'extension des différents types d'herbiers du lac Ichkeul selon leur taux de recouvrement, tels qu'observés en septembre 2004.

Type de végétation	Herbier à <i>Potamogeton</i>		Herbier à <i>Ruppia</i>		Peuplement algal	
	Rec. moyen	Surface (km <sup>2</sup> )	Rec. moyen	Surface (km <sup>2</sup> )	Rec. moyen	Surface (km <sup>2</sup> )
90 à 100 %	97 %	7,785	90 %	2.760	95 %	2.664
50 à 90 %	61 %	0,939	69 %	7,109	66 %	9.704
10 à 50 %	25 %	21,452	31 %	19,885	30 %	29.098
0 à 10 %	4 %	6.755	2 %	4,540	4 %	8.017
<b>Dans tout le lac</b>	<b>22 %</b>	<b>36.930</b>	<b>32 %</b>	<b>34,294</b>	<b>44 %</b>	<b>49.484</b>

(Rec. = recouvrement)

La surface de la couverture végétale représente ainsi plus que 60 % de la surface totale du lac. Les macrophytes dominants considérés séparément représentent par rapport à la surface du Lac : 61 % (macroalgues), 46 % (*Potamogeton pectinatus*) et 42 % (*Ruppia cirrhosa*).

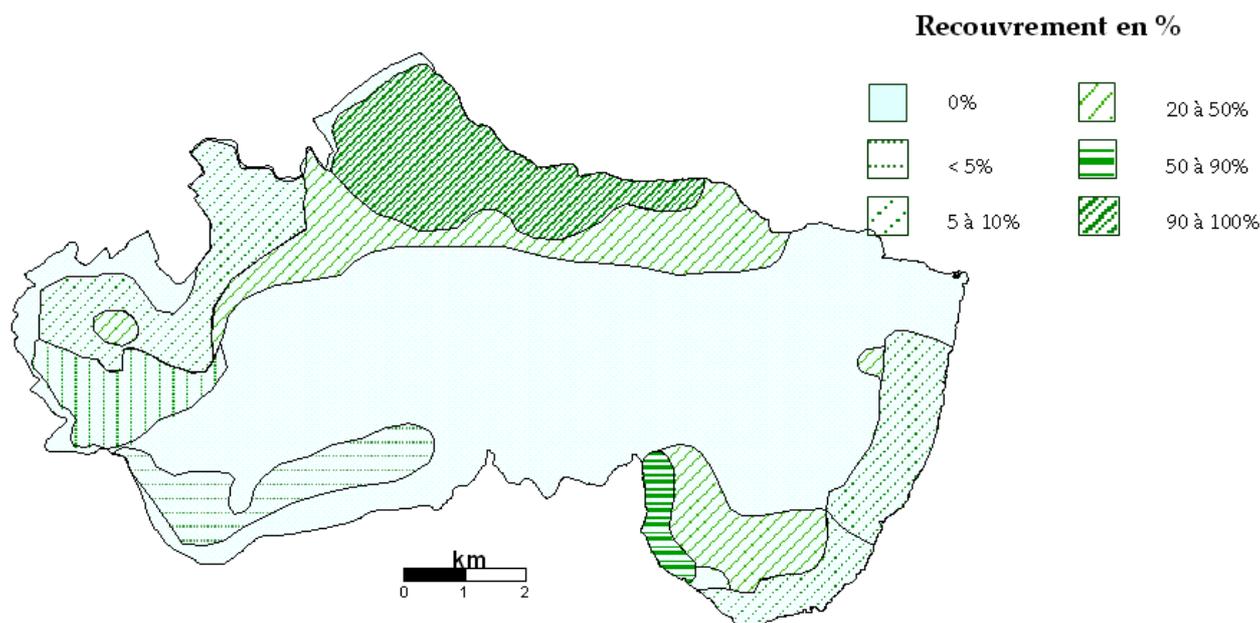
Le détail des observations et des mesures cartographiques de *Potamogeton* de *Ruppia* et des macroalgues est porté sur les cartes ci-après.

En septembre 2004, les peuplements phytobenthiques couvrent presque tous les secteurs du lac à l'exception de la zone centrale. Les peuplements les plus denses sont situés au Nord-Ouest et au Sud-Est du lac.

Le secteur Nord-Est est dominé par les *Ruppia* qui forment des peuplements mixtes avec *Potamogeton* et *Cladophora*. Le secteur de Joumine (Sud-Est) présente des herbiers bien étendus de *Potamogeton pectinatus*. Les herbiers les plus denses sont situés dans des zones relativement abritées près du jebel.

Le long des berges nord se développe un herbier mixte *Potamogeton-Ruppia* à forte dominance de *P. pectinatus* surtout au nord ouest du lac. En effet, c'est à proximité des oueds Morra et Douimis que les herbiers denses sont bien étendus.

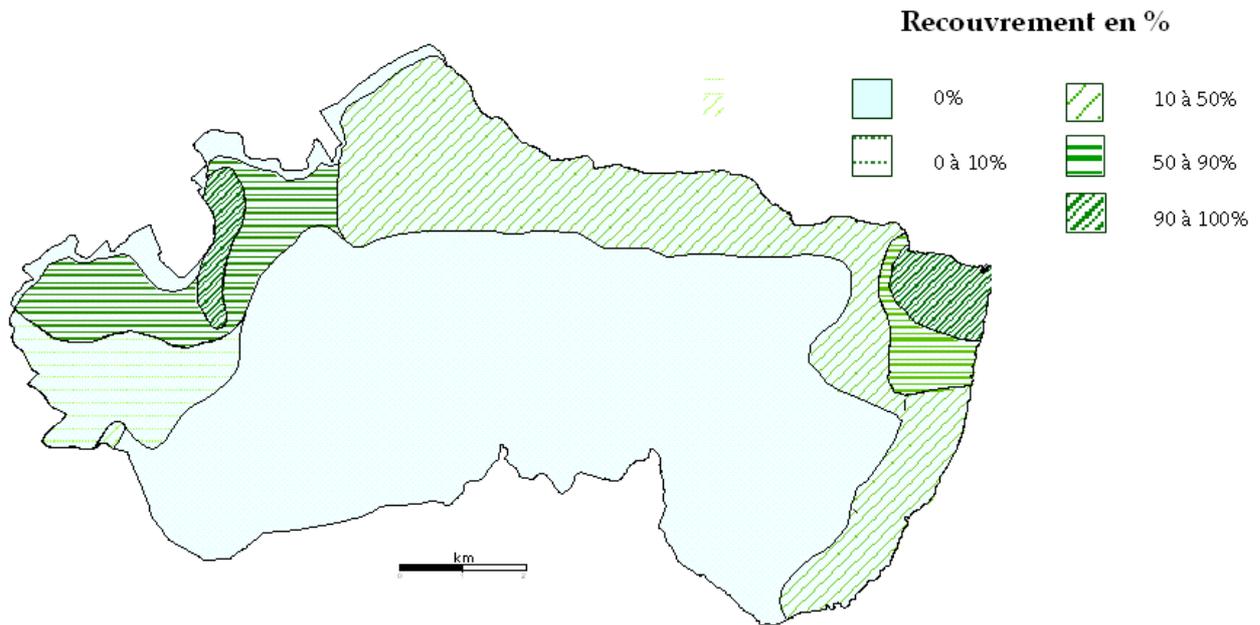
### Cartographie des herbiers à *Potamogeton pectinatus* du lac Ichkeul en septembre 2004



Avec une superficie totale de près de 37 Km<sup>2</sup>, l'herbier à *Potamogeton pectinatus* s'étend actuellement sur 46 % de la surface du lac. Les herbiers les plus denses (90 à 100% de recouvrement) occupent 10% du lac et sont localisés essentiellement le long des berges nord. L'herbier clairsemé (<50%) est localisé essentiellement dans les zones ouest et sud-est au droit des embouchures du Sejnane, du Melah et du Joumine.

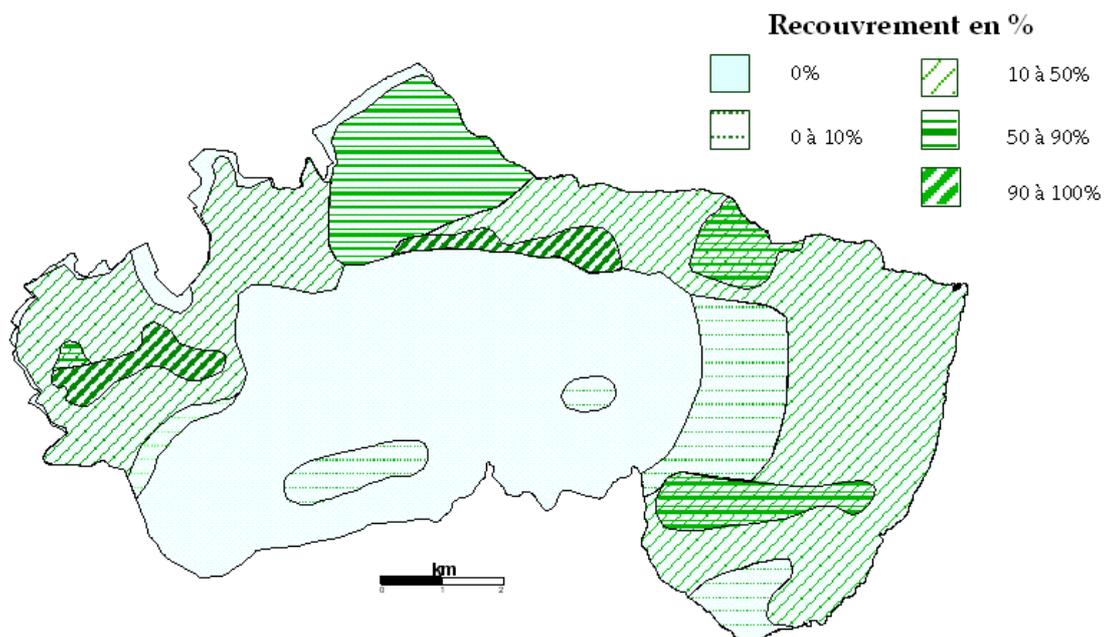
La réapparition des herbiers l'année dernière a donc été confirmée cette année par la présence d'herbiers sur une surface importante et avec des densités relativement élevées. Ceci traduit la réinstallation progressive des herbiers à *potamogeton pectinatus* dans le lac Ichkeul.

### Cartographie des herbiers à *Ruppia cirrhosa* du lac Ichkeul en septembre 2004



L'herbier dense de *Ruppia cirrhosa* (90 à 100 %) s'étend sur 3 % de la surface du lac alors qu'il s'étendait sur 14 % en 2003. En revanche, l'herbier clairsemé (10-50 %) s'étend actuellement sur 25 % de la surface du lac alors qu'il occupait 14 % en 2003. Les herbiers denses de 50 à 100% sont limités aux secteurs Est et Ouest du lac. Les herbiers clairsemés, de 10 à 50% de recouvrement, sont bien étendus le long des berges Nord et Est du lac.

### Cartographie des macroalgues du lac Ichkeul en septembre 2004



Le peuplement algal s'étend sur près de 50 Km<sup>2</sup> et est dominé par les *Cladophora* et les *Charophycées* (algues vertes à affinité nitrophiles). Les *Cladophora* se développent surtout dans la partie Est du lac, le long des berges nord et un peu moins au Nord-Ouest. Les *Charophycées* présentent une extension relativement importante, leur prolifération demeure limitée au secteur nord-ouest du lac. Les densités les plus importantes des peuplements algaux sont relevées au niveau des herbiers.

## 1.2 Evolution du phytobenthos

Par comparaison à l'état observé en 2003 à la même saison, nous remarquons une extension très importante des herbiers à *Potamogeton pectinatus* contre une régression des herbiers denses à *Ruppia*. **En effet, la surface d'extension des herbiers à *Potamogeton pectinatus* a progressé de 18,12 km<sup>2</sup> en 2003 à 36,93 km<sup>2</sup> en 2004 : il s'agit d'une évolution du simple au double, on est même revenu à une répartition des herbiers à *Potamogeton. pectinatus* comparable en terme de superficie à l'année 1993, dernière année avant une décennie particulièrement sèche, où la présence d'herbiers avaient été établie, lors de l'Etude pour la sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul.**

**On assiste donc à une consolidation de la reprise des herbiers à potamots qui étaient réapparus l'année dernière, présageant bien d'un retour à la normale les prochaines années.**

En ce qui concerne les ruppias, on peut noter une diminution importante de la densité de peuplement de cette espèce par rapport à 1998 où les herbiers à *Potamogeton pectinatus* étaient inexistantes ; cette espèce paraissant ainsi souffrir de la compétition avec ces derniers.

On remarque encore cette année le maintien voire le développement des peuplements algaux.

Les variations des surfaces d'extension et des densités de recouvrement des différents types de peuplements végétaux du lac Ichkeul observées entre 1993 et 2004 sont récapitulées ci-après.

Période	Observations faites dans le cadre de l'Etude de 1996				Suivis ultérieurs					
	Octobre 1993		Septembre 1994		Septembre 1998		Septembre 2003		Septembre 2004	
Type de peuplement	Recouv.	Surface Km <sup>2</sup>	Recouv.	Surface Km <sup>2</sup>	Recouv.	Surface Km <sup>2</sup>	Recouv.	Surface Km <sup>2</sup>	Recouv.	Surface Km <sup>2</sup>
Herbier à <i>Potamogeton pectinatus</i>		30,00		0		0	14%	18,12	22%	36,93
Herbier à <i>Ruppia cirrhosa</i>		5,30	59%	2,07	74%	26,04	35%	30,48	32%	34,294
Peuplement algal		1,73	33%	2,11	24%	26,04	47%	37,38	44%	49,49
Herbier à <i>Zostera Noltii</i>		0		0	90%	0,09		0		0

## 2 Faune halieutique

### 2.1 Recrutement des alevins

Depuis l'année hydrologique 2002-2003, les conditions de courant sortant en hiver et au printemps ont été rétablies par rapport à la normale avec un allongement de la période de courant sortant de l'Ichkeul qui démarre dès le mois de décembre. Le courant d'appel ainsi créé est donc propice à la remontée des alevins et des quantités importantes d'alevins et de juvéniles ont ainsi été observées durant cette période.

Un travail de fin d'études d'une étudiante de l'Institut National Agronomique de Tunis sur le recrutement des civelles a permis également de constater un recrutement continu de civelles tant que le sens du courant était sortant.

### 2.2 Production halieutique

Malgré l'amélioration des conditions climatiques ces deux dernières années, la production halieutique, toutes espèces confondues, n'a pas connu d'augmentation particulière par rapport aux années 2000-2002. La production déclarée par le concessionnaire s'est stabilisée autour de 70 à 80 tonnes.

La production d'anguilles, 10,1 tonnes en 2003 et 7 tonnes en 2004, montre également une reprise très timide. Ceci est sans doute lié aux importants apports d'eau des barrages dès le mois de décembre qui entraînent une brusque élévation des niveaux d'eau du lac dès le mois de janvier dépassant alors ceux des barrages de nasses et empêchant la poursuite de la pêche d'anguilles.

Le tableau suivant récapitule l'évolution de la production halieutique depuis l'année 1983.

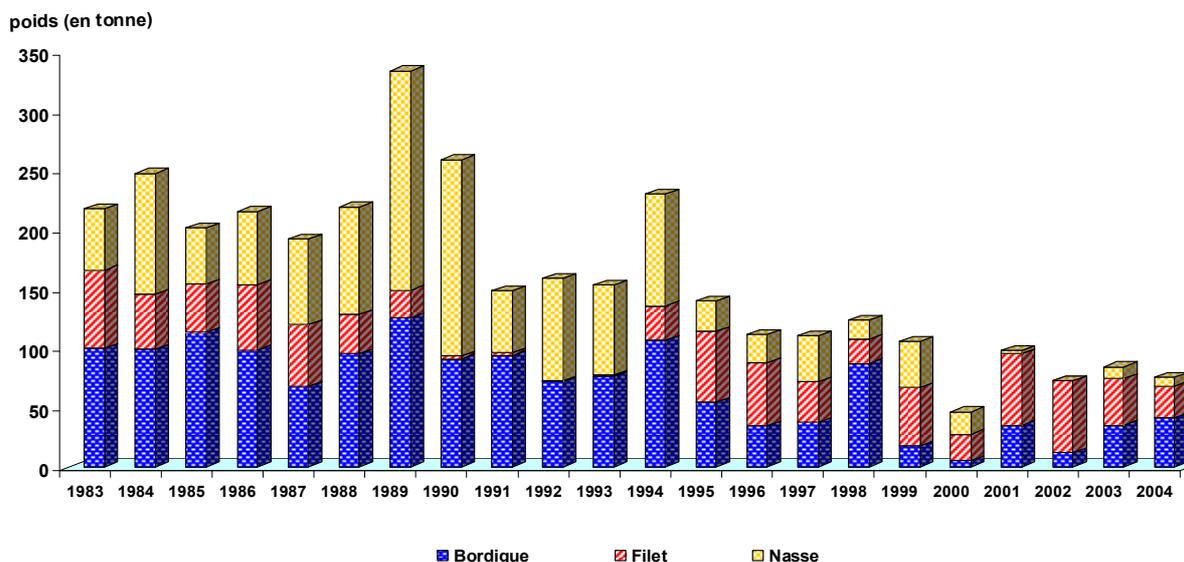
**Production halieutique annuelle dans le lac Ichkeul de 1983 à 2004, exprimée en tonne (sources : ONP et STL)**

Années	anguilles	Autres espèces	Total
1983	51.8	166	217.8
1984	101.8	145.9	247.7
1985	47.3	154.2	201.5
1986	61.7	153.7	215.4
1987	72	120.2	192.2
1988	91	128.3	219.3
1989	185.1	148.9	334
1990	165.7	93.2	258.9
1991	52.1	96	148.1
1992	86	72.7	158.7
1993	75.9	77	152.9
1994	94.8	135.5	230.3
1995	25.5	114.6	140.1
1996	24.2	87.4	111.6
1997	38.7	71.8	110.5
1998	26.3	115.4	141.7
1999	38.8	67.1	105.9
2000	19	27.5	46.5
2001	3	95	98
2002	0	70	70
2003	10.1	63.5	73.6
2004	7	68,2	75,2

Le graphique suivant illustre l'évolution de la production halieutique par engins de pêche :

- les nasses : engins de pêche utilisé pour la pêche des anguilles
- la bordigue ou pêcherie fixe : installée dans l'oued Tinja, elle est particulièrement utilisée pour la capture des femelles des mullets qui migrent vers la mer à la fin de l'été. Son utilisation dépend du sens du courant dans l'oued Tinja.
- Les filets trémails dans le lac.

### Evolution de la production halieutique par engin de pêche de 1983 à 2004



Traditionnellement, la pêche à la bordigue était prépondérante par rapport à la pêche aux filets dans le lac qui avait quasiment disparu au début des années 90, la pêche aux nasses étant réservée aux anguilles.

Depuis les premières fermetures de l'écluse en 1996, qui avaient lieu essentiellement entre les mois d'avril et septembre, la part de la pêche à la bordigue a nettement diminué au profit de la pêche aux filets dans le lac. En effet, elle représentait en moyenne 75% de l'effort de pêche des espèces autres que l'anguille entre 1983 et 1995 (100% même de 1990 à 1993). Elle représente actuellement moins de la moitié de la production.

Avec la gestion de l'écluse et la maîtrise des échanges, il est en effet à prévoir une nécessaire adaptation des méthodes de pêche aux périodes d'ouverture ou de fermeture des vannes qui ne sont pas dépendantes du seul compartiment « poissons » mais de l'ensemble des écosystèmes (voir plus loin). A terme, la pêche dans le lac devrait devenir prépondérante.

### III Végétation des marais

Des campagnes de prospections de la végétation des marais de Joumine ont été effectuées d'avril à juin 2004 dans le cadre d'un travail de fin d'études d'une étudiante de l'INAT en collaboration avec l'ANPE. La campagne du mois de juin a été élargie aux autres marais ; campagne durant laquelle la majorité des observations ont été réalisées, une grande partie des marais étant restée inondée tout le printemps et restant inaccessible.

#### Carte de localisation des marais de l'Ichkeul



Les principaux résultats de ces observations sont résumés ci-dessus :

#### Marais Douimis

L'observation de la végétation au niveau de marais de Douimis a montré une bande de 40 m de *Scirpus Maritimus* avec des densités de l'ordre de 80%, du côté de l'embouchure de l'Oued Douimis et au niveau des berges du lac. La hauteur de ces plantules variait de 30 à 60 cm.

Scirpes dans les marais de Douimis



Photo N. Ben M'barek - ANPE

## Marais Sejnane

La présence de Scirpes au niveau des marais de Sejnane (le long et niveau de l'embouchure de l'oued) est restée très faible, cependant des observations ont révélé la présence de peuplements denses à *scirpus maritimus* en dehors des limites du parc dans les zones qui avaient été inondées en hiver. De manière générale, on a pu noter une régénération de la végétation hygrophile dans ces marais avec de nouveaux pieds de tamaris, des jeunes roseaux,.....



Photo N. Ben M'barek - ANPE

Paradoxalement, on a pu observer un développement relativement important de salicornes dans les zones basses en bordure de lac en liaison avec la salinité des eaux du lac (environ 8g/l) encore plus ou moins présentes dans les zones récemment dénoyées.

Salicornes en bordure de lac dans les marais de Sejnane

## Marais Melah

Les marais du Melah étaient encore inondés et difficilement accessibles. On n'a ainsi pu observer que quelques touffes de *Scirpus Maritimus* mal réparties. Dans ces marais également, en bordure de l'oued et au niveau des berges du lac on a pu observer une régénération de la végétation des tamarix africana et des phragmites avec la réapparition de jeunes pieds.

## Marais de l'ouest (ou du sud)

C'est le secteur où on a observé les taux du recouvrement de *Scirpus Maritimus* les plus importants par rapport aux autres marais. Malheureusement c'est une des zones où le surpâturage est relativement important entraînant une dégradation conséquente des parties aériennes des plantes.



Observations des scirpes dans les marais du Sud

Photo N. Ben M'barek - ANPE

### Marais Joumine

Les prospections faites sur ces marais confirment la réapparition des *scirpus maritimus*. Les relevés de recouvrement de cette espèce montrent toutefois des densités relativement faibles et la présence de l'espèce reste encore fragmentaire ; on la retrouve essentiellement dans les zones basses où il y a stagnation d'eau comme dans les zones d'accumulation des eaux en provenance des stations de pompages.



Pieds de scirpes bien développés mais localisés dans les marais de Joumine

Photo N. Ben M'barek - ANPE

**De manière générale on a constaté, cette année encore, une reprise de la végétation hygrophyle dans les marais et notamment des scirpes, même si cette reprise reste encore un peu timide. Après la disparition presque complète de l'espèce et sa réapparition spectaculaire l'année précédente, essentiellement due à la reproduction sexuée, il semble que les plantes aient besoin de plusieurs années consécutives de conditions favorables pour pouvoir reconstituer de façon conséquente le stock de bulbes et rhizomes initial, principale voie de reproduction de l'espèce en temps normal.**

D'autre part, la répartition de la végétation des scirpes dans les marais a elle aussi connu une certaine évolution. C'est dans les marais du Melah, reconnus auparavant comme zone propice au développement des scirpes que les scirpes sont les plus faiblement représentés actuellement. Ceci peut sans doute être lié à la topographie très basse de ces marais qui sont restés inondés la plus grande partie des deux dernières années caractérisées par des hauts niveaux d'eau du lac; empêchant par là-même le développement optimal des scirpes. Ceci semble confirmé par l'observation des scirpes dans certaines zones en dehors des limites du parc.



**Inondation des marais du Melah (à gauche) et de Joumine (au dessous) en hiver (janvier 2004)**



Photos N. Ben M'barek - ANPE

**Portion des marais de Joumine encore inondée au mois de mai 2004**



Photo ANPE

La persistance de l'inondation d'une grande partie des marais est illustrée dans la carte suivante, élaborée à partir de la carte topographique des marais (voir plus loin) et les niveaux d'eau du lac enregistrés cette année.

On peut voir :

- en vert sur la carte, que la presque totalité du parc était inondée à la fin du mois de janvier 2004, période où l'on a enregistré les niveaux d'eau maximum.
- en marron, la portion des marais qui est restée inondée au moins 6 mois, de décembre 2003 à mai 2004, période durant laquelle les niveaux d'eau ne sont pas descendus au dessous de 70 cmNGT. C'est en fait la portion des marais la plus propice à la végétation hygrophile et notamment aux scirpes. Malheureusement cette année les campagnes de prospection se sont déroulées trop tôt pour pouvoir noter la présence de scirpes dans certaines zones encore inondées ou à peine dénoyées.
- enfin, en bleu la limite des plus basses eaux, 13 cmNGT. On voit bien qu'une portion conséquente des marais de Melah surtout est ainsi restée inondée toute l'année.

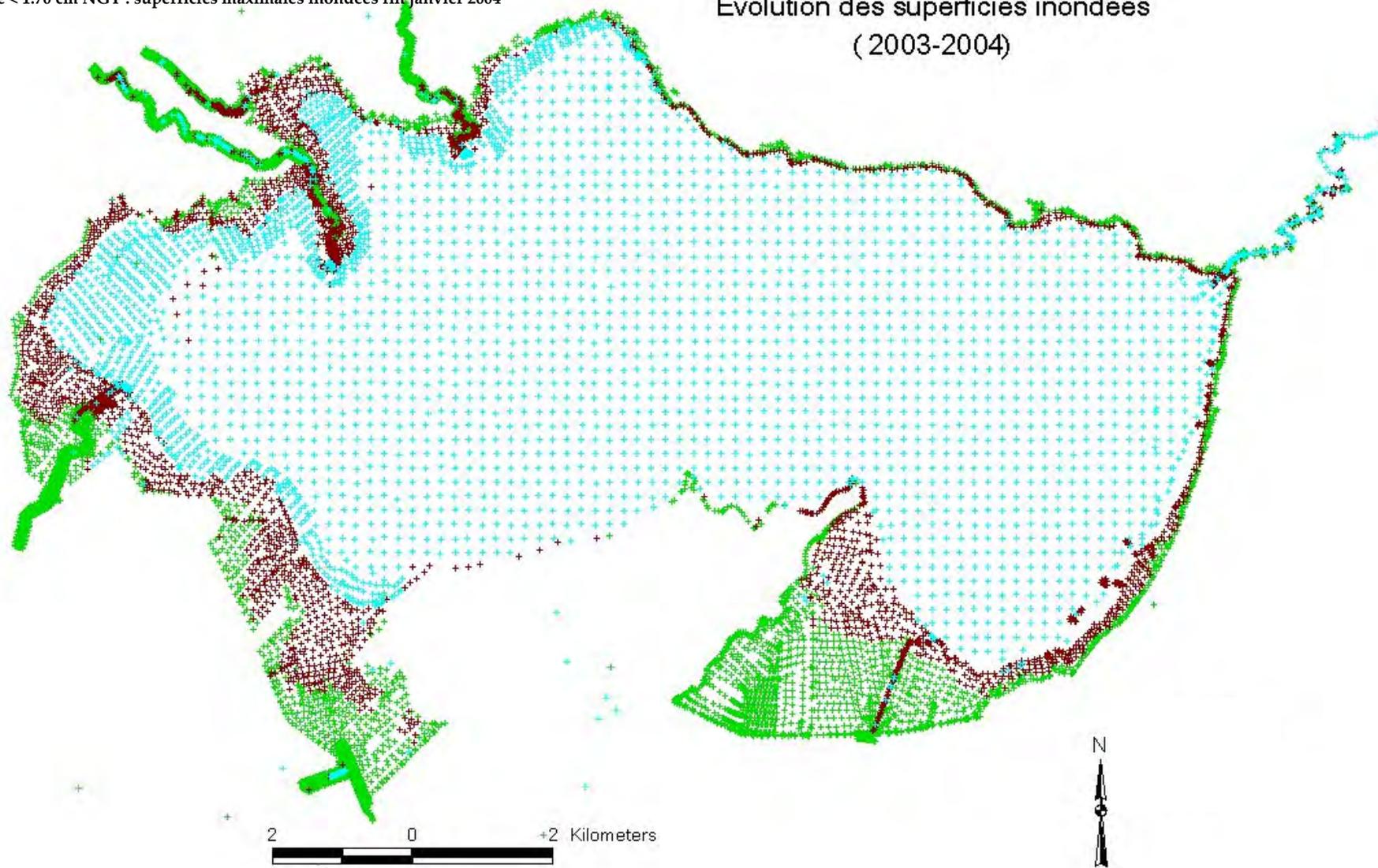
**Portion des marais du sud encore inondée au mois de juin 2004**  
On remarque les pieds de scirpes dans l'eau et la présence d'aigrettes



Photo N. Ben M'barek - ANPE

- Hauteur d'eau à l'écluse < 0.13 cm.NGT : superficies inondées toute l'année
- Hauteur d'eau à l'écluse < 0.70 cm.NGT : superficies inondées au moins pendant 6 mois
- Hauteur d'eau à l'écluse < 1.70 cm.NGT : superficies maximales inondées fin janvier 2004

### Evolution des superficies inondées (2003-2004)



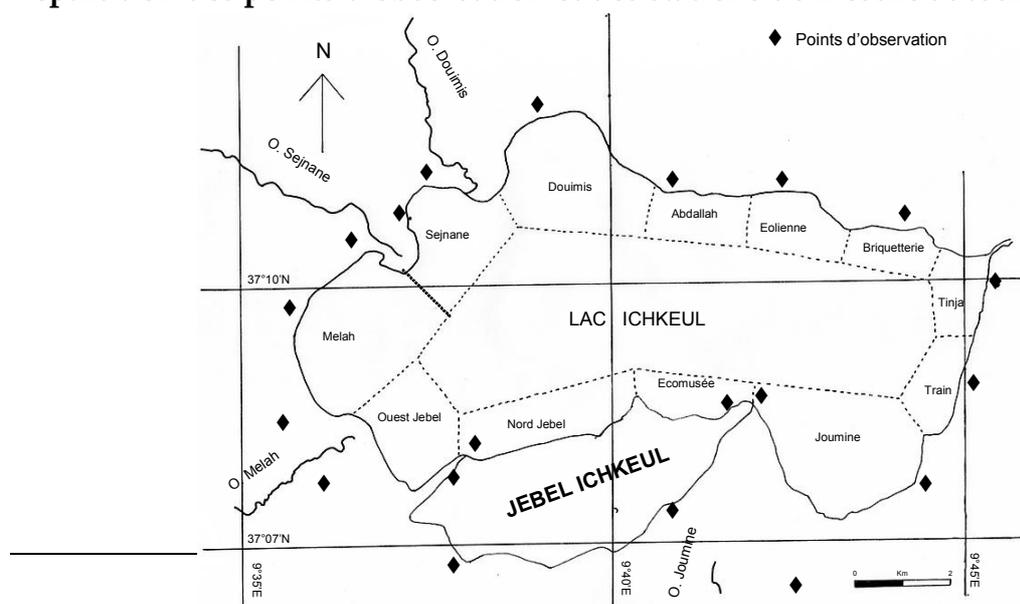
## IV Avifaune<sup>5</sup>

### 1 Oiseaux d'eau hivernants

Des dénombrements systématiques des principales espèces d'oiseaux d'eau hivernants à l'Ichkeul ont été effectués deux fois par mois entre décembre 2003 et mars 2004. Ces dénombrements ont été réalisés selon un protocole traditionnel de comptage utilisé régulièrement pour définir avec un maximum de précision les effectifs de canards sur une zone humide. Cette méthode déjà éprouvée dans plusieurs zones humides méditerranéennes, en particulier en Camargue. Appliqués de façon répétée à l'Ichkeul dans les années 80-90 et depuis 2002-2003, ces dénombrements permettent de présenter des résultats fiables et relativement précis sur la taille, la composition, la distribution géographique et la dynamique de stationnement du peuplement d'oiseaux d'eau hivernants.

Les divers comptages sont effectués à partir de points d'observation répartis autour du lac qui permettent d'obtenir des comptages pour des secteurs bien précis du lac : Joumine, Train, Tinja, Briquetterie, Eolienne, Abdallah, Douimis, Sejnane, Melah, Ouest jebel, Nord jebel, Ecomusée. D'autres stations comme Ghezala et Sud jebel sont visitées les années de submersion importante. En l'occurrence, on a pu constater un regroupement important des oiseaux à certaines périodes dans la zone de Sud jebel depuis que lors des crues de 2002-2003 la digue séparant cette zone de l'ouest du jebel, l'eau du lac y pénètre en hiver créant ainsi un plan d'eau peu profond et abrité des vents dominants et des courants dans le lac.

### Répartition des points d'observation et des stations de mesure autour du lac

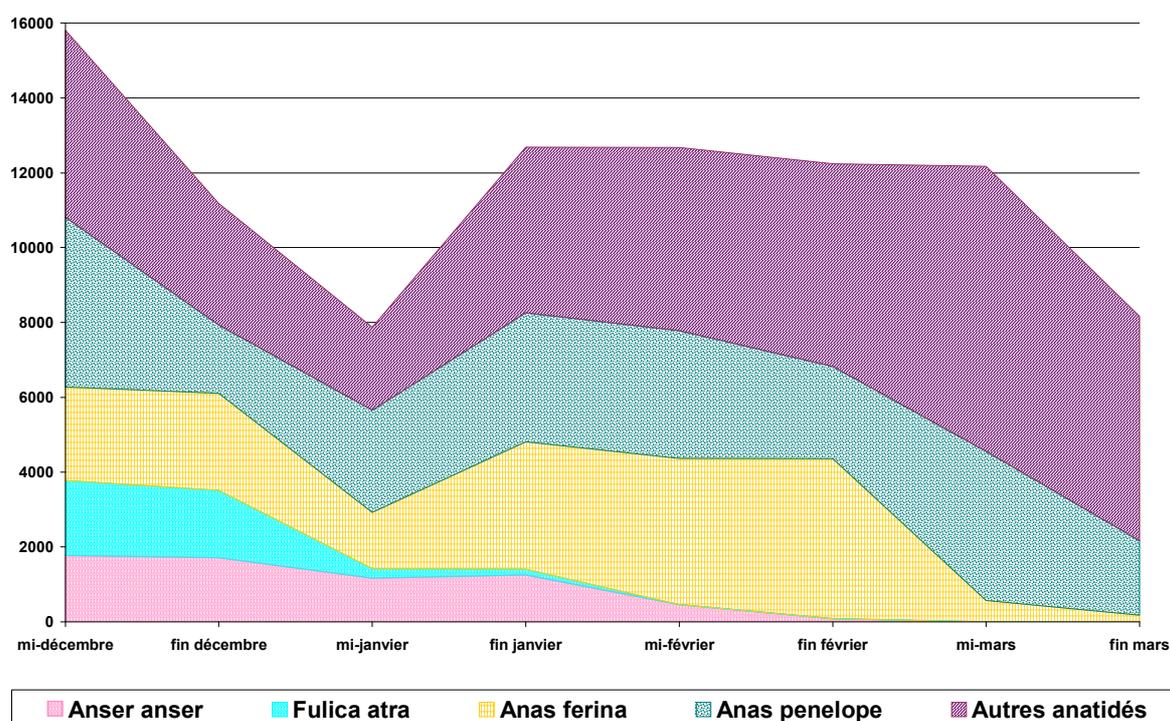


<sup>5</sup> Résultats obtenus dans le cadre de l'expertise fournie par M. Imed ESSETI (ornithologue) durant l'hiver 2003-2004 et le printemps 2004

Les résultats globaux de dénombrements ainsi que ceux des quatre espèces initialement majeures à l'Ichkeul sont donnés dans le tableau et le graphique suivant.

	mi-décembre	fin décembre	mi-janvier	fin janvier	mi-février	fin février	mi-mars	fin mars
<b>Oie cendrée (<i>Anser anser</i>)</b>	1775	1715	1170	1257	463	85	1	3
<b>Canard siffleur (<i>Anas penelope</i>)</b>	4530	1830	2740	3446	3419	2470	3980	1990
<b>Canard Colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)</b>	495	670	100	238	80	49	61	33
<b>Canard chipeau (<i>Anas strepera</i>)</b>	1400	590	840	1126	1376	1258	1550	703
<b>Canard pilet (<i>Anas acuta</i>)</b>	1300	550	260	370	547	704	206	154
<b>Canard souchet (<i>Anas clypeata</i>)</b>	900	740	1010	932	705	1100	3700	3770
<b>Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)</b>	461	280	0	1465	2083	2299	2090	940
<b>Fuligule milouin (<i>Anas ferina</i>)</b>	2500	2590	1500	3400	3900	4270	570	170
<b>Autres anatidés</b>	450	420	0	300	100	0	15	400
<b>Foulque macroule (<i>Fulica atra</i>)</b>	2000	1800	250	150	0	1	0	0
<b>Total canards et foulques</b>	14036	9470	6700	11427	12210	12151	12172	8160
<b>Total général</b>	15811	11185	7870	12684	12673	12236	12173	8163

### Résultats des dénombrements au cours de l'hiver 2003-2004

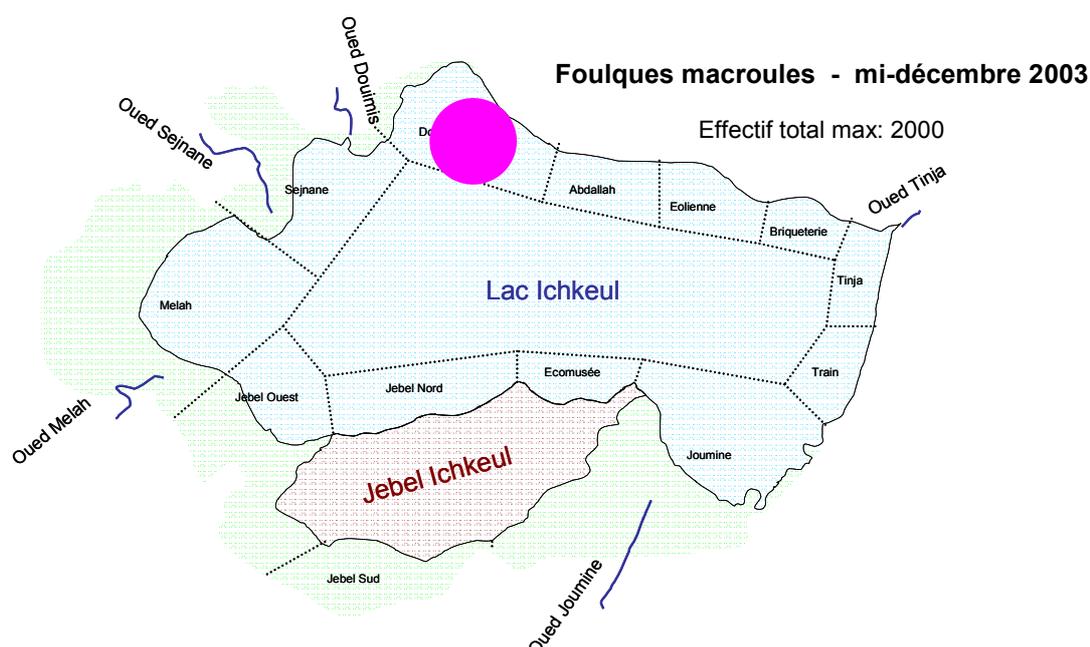


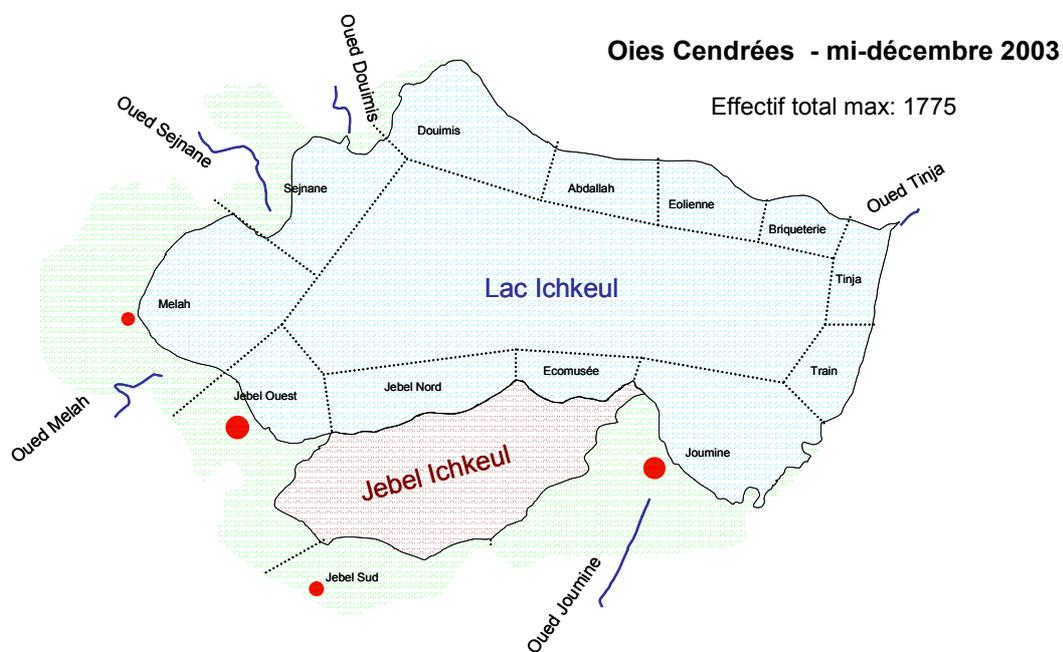
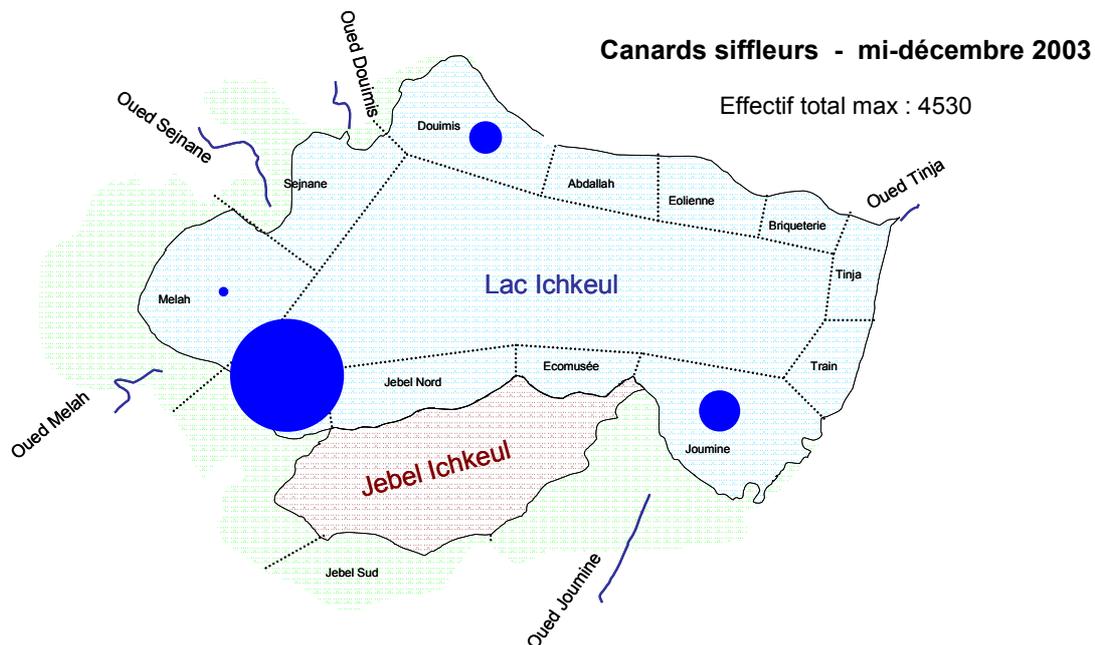
Comme on pouvait s'y attendre, l'amélioration des conditions de milieu durant l'année 2002-2003 ne s'est pas immédiatement traduite par une augmentation aussi spectaculaire de la population d'oiseaux d'eau hivernant. On peut cependant constater une légère augmentation du nombre total d'oiseaux d'eau avec près de 16000 individus au mois de décembre mais surtout une augmentation du nombre de foulques, très peu présente les années précédentes et des oies cendrées.

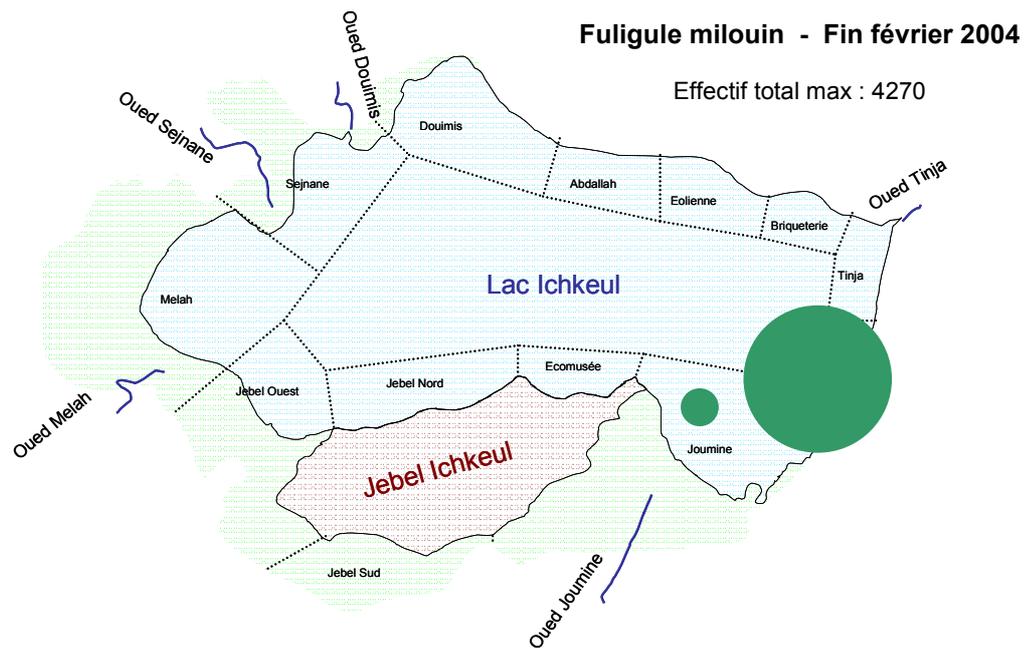
La diminution constatée du nombre des oiseaux durant le mois de janvier est sans doute liée à l'augmentation rapide des niveaux d'eau et l'agitation des eaux du lac suite aux lâchers d'eau de barrages durant cette période. Les oiseaux sont cependant revenus sur le lac dès que les conditions l'ont permis excepté pour les foulques, déjà reparties.

Par rapport aux années 80 et début 90, on remarque par ailleurs que la proportion des quatre espèces qui représentaient avant plus de 90% de la population des oiseaux d'eau n'est plus aussi importante. On retrouve par contre en quantité appréciable d'autres espèces, avant moins représentées, comme le canard chipeau, le canard pilet, le canard souchet et la sarcelle d'hiver avec des effectifs supérieurs à 1000 voire 2000 individus pour la dernière espèce. Les dénombrements des prochaines années permettra sans doute de suivre l'évolution de la composition des populations et de voir si cette tendance se confirme ou s'inverse.

Les cartes suivantes représentent la répartition spatiale de chacune des quatre espèces principales à la date de leur effectif respectif maximum. On remarque d'ailleurs que pour les foulques, les canards siffleurs et les oies cendrées, le maximum des effectifs est atteint en décembre alors que pour les fuligules milouin, c'est en février que l'on a dénombré le plus d'individus.



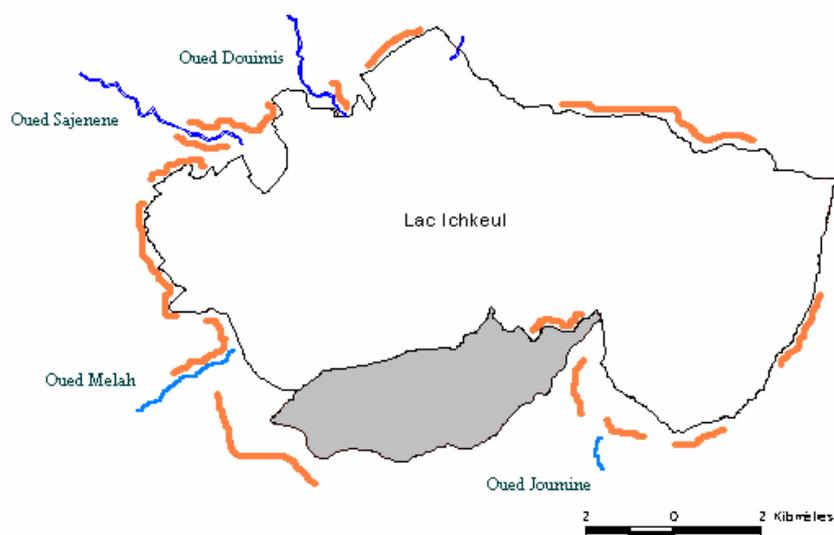




## 2 Oiseaux nicheurs

Des visites mensuelles à l'Ichkeul, dans les marais et le long des oueds sejnane et Melah ont été effectués d'avril à juin 2004 pour étudier et observer les populations d'oiseaux nicheurs.

La carte suivant représente les itinéraires prospectés durant ces visites



Les marais de Joumine, Melah et nord Jebel ont été prospectés à pied alors que dans la partie de l'embouchure de l'oued sejnane, encore inondée du fait des niveaux d'eau élevés, les observations ont été faites au télescope à partir des berges du lac de chaque côté de l'oued.

Malgré des conditions de milieu favorables (niveaux d'eau élevés et salinités faibles), la nidification en général est restée relativement faible exceptée le succès de la reproduction dans la colonie de hérons à l'embouchure de l'oued sejnane.

Ceci peut sans doute s'expliquer essentiellement par l'absence d'habitats adéquats, les roselières qui constituaient un refuge pour la nidification n'ayant pas encore été reconstituées. Côté nord, les niveaux d'eau étaient encore élevés à cette époque de l'année et les nicheurs étaient pratiquement absents de cette côte.

Comme l'année précédente on a pu cependant constater le maintien de l'héronnière réinstallée l'année dernière dans les tamarix de l'embouchure de l'oued sejnane, bien à l'abri d'une végétation dense, avec la même activité.

En effet, ont pu être recensés entre 70 à 80 couples de hérons garde-bœufs, 35 à 40 couples d'aigrette garzette, 15 couples de hérons bihoreau, 15 à 20 couples de hérons crabier et 7 à 8 couples de hérons cendrés.

Parmi les autres espèces nicheuses observées on peut mentionner des colonies d'environ une vingtaine de sternes naines du côté de Melah, d'une trentaine d'échasses blanches entre Melah et Sejnane.

Les flamants roses étaient nettement moins nombreux, au début de l'été, que les années précédentes avec un maximum de 240 individus dénombrés en juin près de Melah. Des observations ponctuelles faites dans le courant de l'été ont montré une augmentation du nombre de flamands au fur et à mesure que l'on avançait dans la saison.

Du côté des marais de Joumine, plusieurs couples de Tadorne de belon et une centaine de canards colvert ont pu être dénombrés mais sans preuve tangible de nidification.

---

## DEUXIEME PARTIE

### Etudes spécifiques et assistance à la Recherche

---

#### I Bathymétrie du lac et topographie des marais

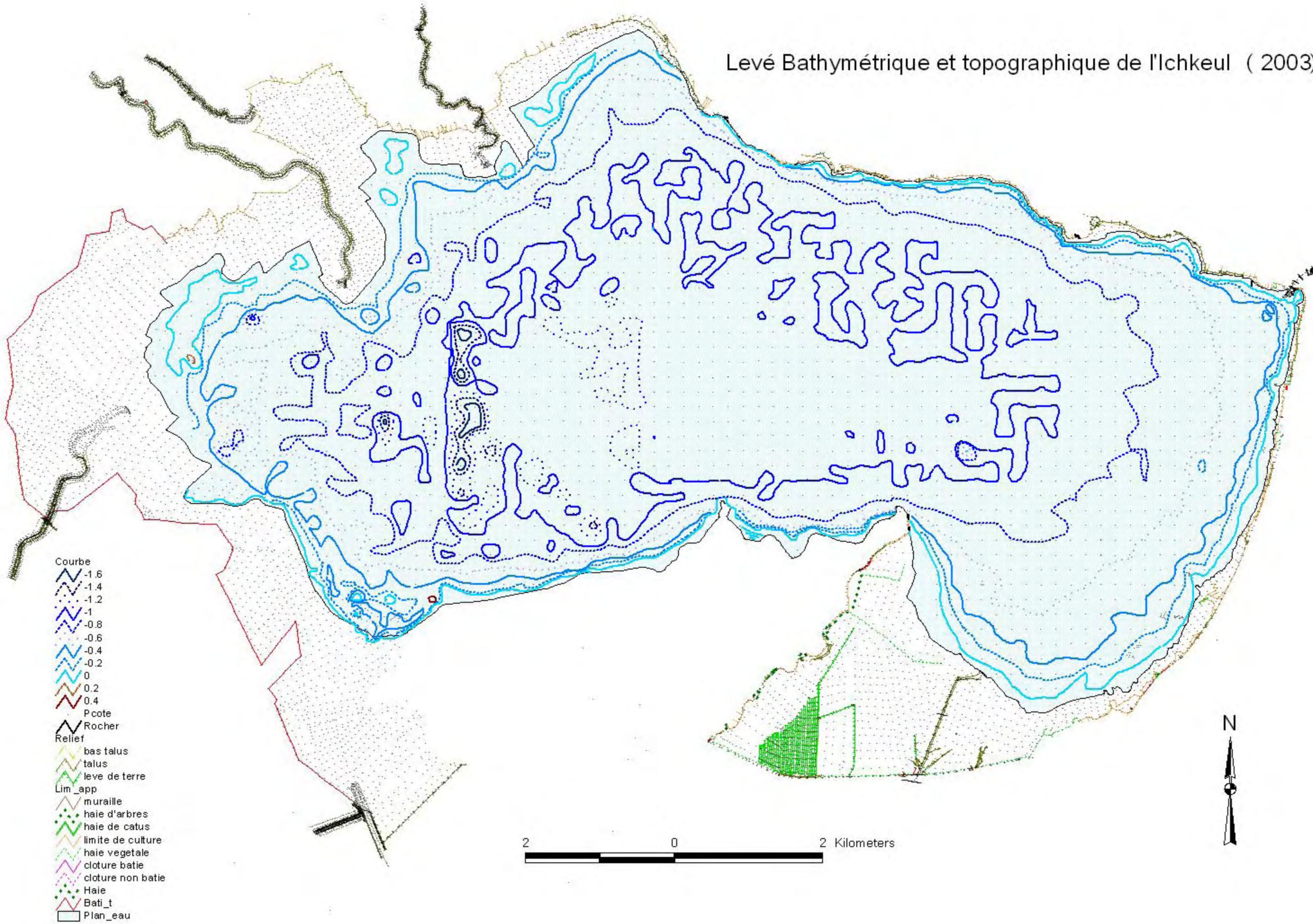
Dans le cadre de l'Etude pour la Sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul, des levés bathymétriques et topographiques avaient été réalisés en 1994 dans le lac et sur les marais afin de décrire la géométrie du lac en établissant notamment des relations hauteur d'eau/surface et hauteur d'eau/volume pour les introduire dans les modèles mathématiques établis alors.

Après une décennie de conditions climatologiques particulièrement contrastées, la mise en eau du barrage Sejnane, la fermeture de l'écluse pendant les périodes estivales 1996, 1998, 1999 et 2002 et les lâchers d'eau des barrages les hivers 97/98 et 2002/2003 des signes de modifications des fonds sont apparus avec un engraissement apparent immédiatement en amont de l'écluse et dans l'oued Tinja. Il a donc été jugé nécessaire de disposer de nouveaux relevés bathymétriques et topographiques pour évaluer de manière précise les modifications de la morphologie générale du lac et des marais et leurs impacts sur la circulation des eaux au niveau de l'oued Tinja et identifier les actions éventuellement nécessaires pour les atténuer.

Ces travaux de levés bathymétriques du lac et topographiques des marais ont eu lieu au cours du dernier trimestre de l'année 2003. Les levés bathymétriques ont été réalisés à la même échelle que la bathymétrie effectuée en 1994, au 1/10000<sup>ème</sup>. La topographie des marais a quant à elle été réalisée au 1/5000<sup>ème</sup> et les abords des oueds au 1/2000<sup>ème</sup>. Nous disposons également des profils en long et en travers des oueds sur une distance de 500 m. depuis le lac et sur tout l'oued Tinja.

Une toute première évaluation des résultats par rapport à la bathymétrie effectuée en 1994 permet de constater un engraissement relatif de l'ensemble du lac et spécialement, comme cela avait été pressenti, à l'amont immédiat de l'écluse, les niveaux étant rehaussés dans cette zone d'une trentaine de centimètres environ, avec un impact certain sur la circulation de l'eau entre le lac et l'oued Tinja. Une des solutions à étudier pour améliorer cette circulation en période de basses eaux pourrait être une opération de dragage limitée en profondeur aussi bien qu'en superficie.

# Levé Bathymétrique et topographique de l'Ichkeul ( 2003)



Une numérisation des anciennes planches a été engagée et devrait permettre une étude comparative susceptible d'identifier quantitativement l'engraissement et de délimiter les zones d'intervention éventuelle. Par ailleurs, un travail de recherche dans le cadre d'une thèse qui doit être entamé en 2005 par un doctorant de la Faculté des Sciences de Bizerte pourra s'appuyer sur ces résultats pour étudier l'évolution des échanges d'eau et de sédiments entre le lac Ichkeul, son bassin versant et le lac de Bizerte.

Les données sur les oueds, avec les résultats des campagnes de jaugeage, serviront quant à elles à établir ou confirmer les courbes de tarage de chacun des oueds et préciser les débits arrivant ou sortant du lac.

## II Projet MED-CORE

L'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL), relevant du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, et la Faculté des Sciences de Tunis sont partenaires du projet régional de recherche MED-CORE : « du bassin versant de cours d'eau à la mer : approche comparative et intégrée de l'écologie des zones côtières méditerranéennes pour une gestion durable ». Le Parc National de l'Ichkeul est l'un des deux sites retenus par ces deux institutions.

Au niveau de l'Ichkeul, il s'agit à travers ce projet d'analyser la situation tendancielle des écosystèmes pour mettre en évidence les différentes adaptations et évolutions des espèces présentes en fonction des modifications contrastées et rapides que subissent les milieux ces dernières années tout en venant compléter le suivi scientifique mené par l'ANPE.

Les évolutions des milieux constatées ces deux dernières années sur la base des résultats du suivi scientifique (reprise des herbiers, amélioration durable des conditions de milieu, reprise quoique encore timide de la production d'anguilles....) ont suscité certaines interrogations quant aux mécanismes mis en jeu dans cette régénération.

C'est ainsi que l'APAL et l'ANPE ont identifié quatre études principales qui sont en cours de réalisation depuis l'été 2004 et dont les résultats devraient être disponibles au courant du printemps 2005. Il s'agit de :

1. La mise au point d'un système de suivi halieutique pour évaluer l'efficacité des passes à poissons (passe à civelle et échelles à poissons) dans la remontée des alevins vers le lac. Ce protocole pourra par la suite être utilisé dans le cadre du programme de suivi scientifique pour mieux apprécier la situation

actuelle et tendancielle des stocks ichtyiques et adapter éventuellement la gestion de ces ouvrages;

2. La caractérisation chimique complète des eaux et des sédiments du lac et des oueds par la réalisation d'une campagne d'analyses chimiques complètes des eaux et des sédiments au niveau des stations de mesure dans le lac et les cours d'eau qui l'alimentent. Ceci permettra de disposer d'analyses complémentaires au suivi actuellement mené, notamment analyses des sels nutritifs et des métaux lourds. Deux campagnes ont eu lieu au printemps et en été 2004 ; les résultats sont en cours d'analyse et de comparaison avec des travaux antérieurs pour déceler d'éventuelles évolutions.

Parallèlement aux analyses chimiques, les sédiments prélevés ont fait l'objet d'analyses microfaunistiques. Les caractéristiques (couleur, composition, déformations, etc...) de ces peuplements benthiques devraient permettre de caractériser les conditions environnementales du milieu et de mieux cerner ses évolutions ;

3. La prospection d'herbiers à potamots dans les oueds alimentant l'Ichkeul. En effet, vue la réponse très rapide des herbiers à potamots du lac Ichkeul à l'amélioration des conditions de milieux en 2002-2003, il a semblé intéressant de chercher à savoir si cette reprise pouvait provenir d'un stock de bulbes encore présent dans les sédiments du lac malgré les conditions extrêmes de salure probables ou bien si les oueds pouvaient jouer un rôle de réservoir d'organes reproducteurs de ces plantes capables de régénérer dès que les conditions le permettent. Une campagne a été réalisée durant le mois de septembre 2004 et là aussi les résultats devraient être disponibles au printemps 2005 ;
4. La compilation des données et des observations concernant les oiseaux d'eau à l'Ichkeul et la réalisation d'une synthèse sur la base des données fiables qui permette de retracer la situation historique des oiseaux d'eau à l'Ichkeul et les tendances d'évolution afin d'établir des valeurs référence pour le suivi futur.

### III Assistance à la Recherche

L'ANPE collabore actuellement avec plusieurs institutions universitaires de Tunis et Bizerte dans le cadre de travaux universitaires tels que projets de fin d'études, masters et thèses avec pour sujets des thèmes relatifs à l'Ichkeul.

En 2004, deux projets de fin d'études de l'Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), ont été réalisés : l'un sur la végétation de scirpes des marais de Joumine et l'autre sur le recrutement des civelles.

Une convention a également été établie avec la Faculté des Sciences de Tunis dans le cadre de la réalisation d'un master sur la qualité des eaux de nappe. Une première

campagne de mesure a été réalisée durant l'été, une deuxième est prévue pour cet hiver ; Les résultats finaux étant prévus pour l'été 2005.

Pour l'année 2005, l'ANPE a entamé une collaboration avec l'INAT pour la réalisation d'une thèse sur les risques d'eutrophisation du lac Ichkeul, et ceci en liaison avec la diminution des apports d'eau douce et la gestion de l'écluse.

D'autres collaborations sont engagées dans le cadre d'un master de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis en géomatique qui devrait aboutir entre autres à la numérisation de l'ancienne bathymétrie afin de faciliter la comparaison des deux cartes. Ce sujet est d'ailleurs relayé par une thèse de la Faculté des Sciences de Bizerte sur la caractérisation des apports d'eaux et de sédiments au lac Ichkeul et de leur évolution.

---

## TROISIEME PARTIE

### Gestion de l'eau

---

#### Remarques préliminaires

Le système hydrique de l'Ichkeul est régi par deux paramètres limitants, à savoir les niveaux d'eau et la salinité des eaux du lac, eux-mêmes commandés par deux facteurs essentiels :

- les apports d'eaux douce du bassin versant
- les échanges d'eau avec la mer (via le lac de Bizerte)

C'est ainsi que la gestion hydrique de l'écosystème laguno-lacustre est un des volets fondamentaux de la gestion du Parc puisque ce n'est qu'en agissant sur les niveaux et la salinité des eaux du lac que l'on pourra maintenir dans le lac et les marais des conditions favorables à la reconstitution et au maintien des herbiers, principal support alimentaire des oiseaux d'eau migrateurs mais aussi au maintien de la population de poissons.

Durant les années 90, la gestion hydrique du lac était « aléatoire », essentiellement commandée par les conditions climatiques. Depuis, les éléments de la gestion hydrique du Parc National de l'Ichkeul, tels que préconisés par l'Etude pour la Sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul, ont progressivement été mis en place.

Il s'agit :

- des transferts d'eau possibles vers le bassin de l'Ichkeul, via le barrage de Sejnane à partir du barrage de Sidi El Barrak (mis en eau depuis 2002)
- de la décision politique de considérer l'Ichkeul comme un consommateur d'eau à part entière et de lui réserver une moyenne annuelle de 80 à 120 millions de m<sup>3</sup> d'eau à partir des barrages. Dans les faits ces lâchers ont nettement dépassé les 100 millions de m<sup>3</sup> en 2002-2003 et 2003-2004. Ce devrait être encore le cas cette année puisqu'ils dépassent déjà 90 millions de m<sup>3</sup> à la fin du mois de janvier.
- de la réhabilitation de l'écluse de Tinja afin de maîtriser les échanges avec la mer. Les travaux ont pris fin cette année et un mode de gestion a été adopté.

**Avec la mise en œuvre de tous ces éléments on passe à un système de gestion hydrique du lac « stabilisé » à long terme, tel que décrit par l'Étude, qui s'appuie sur des lâchers (déversés, lâchers et/ou dévasements) des barrages et une gestion adéquate de l'écluse permettant de maîtriser les flux d'eau entrants et sortants du lac Ichkeul.**

**Il faut cependant bien garder à l'esprit que l'objectif recherché pour la sauvegarde des écosystèmes n'est pas la satisfaction systématique, chaque année, des contraintes biologiques de chacun des compartiments, mais plutôt une certaine récurrence de satisfaction de ces contraintes sur une longue durée.**

Par rapport à cette dimension interannuelle et à la complexité des exigences qu'implique les équilibres écologiques des écosystèmes il n'est donc pas souhaitable de rechercher à optimiser la gestion dynamique des barrages et celle de l'écluse en fonction de l'état du lac à un instant donné. En effet, le maintien de bonnes conditions écologiques toutes les années ne pourrait pas conduire à la sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul tel qu'il était avant en considérant que :

- les écosystèmes du lac et des marais n'ont jamais connu une telle situation et ont été soumis durant les décennies antérieures, comme les écosystèmes méditerranéens en général, à des variations extrêmes de conditions de milieu ;
- c'est même la succession des bonnes et mauvaises années passées pour chacun des compartiments qui a conditionné l'équilibre entre les différents compartiments écologiques et l'originalité du système de l'Ichkeul tel que nous le connaissions.

## **I Alimentation du lac à partir des barrages**

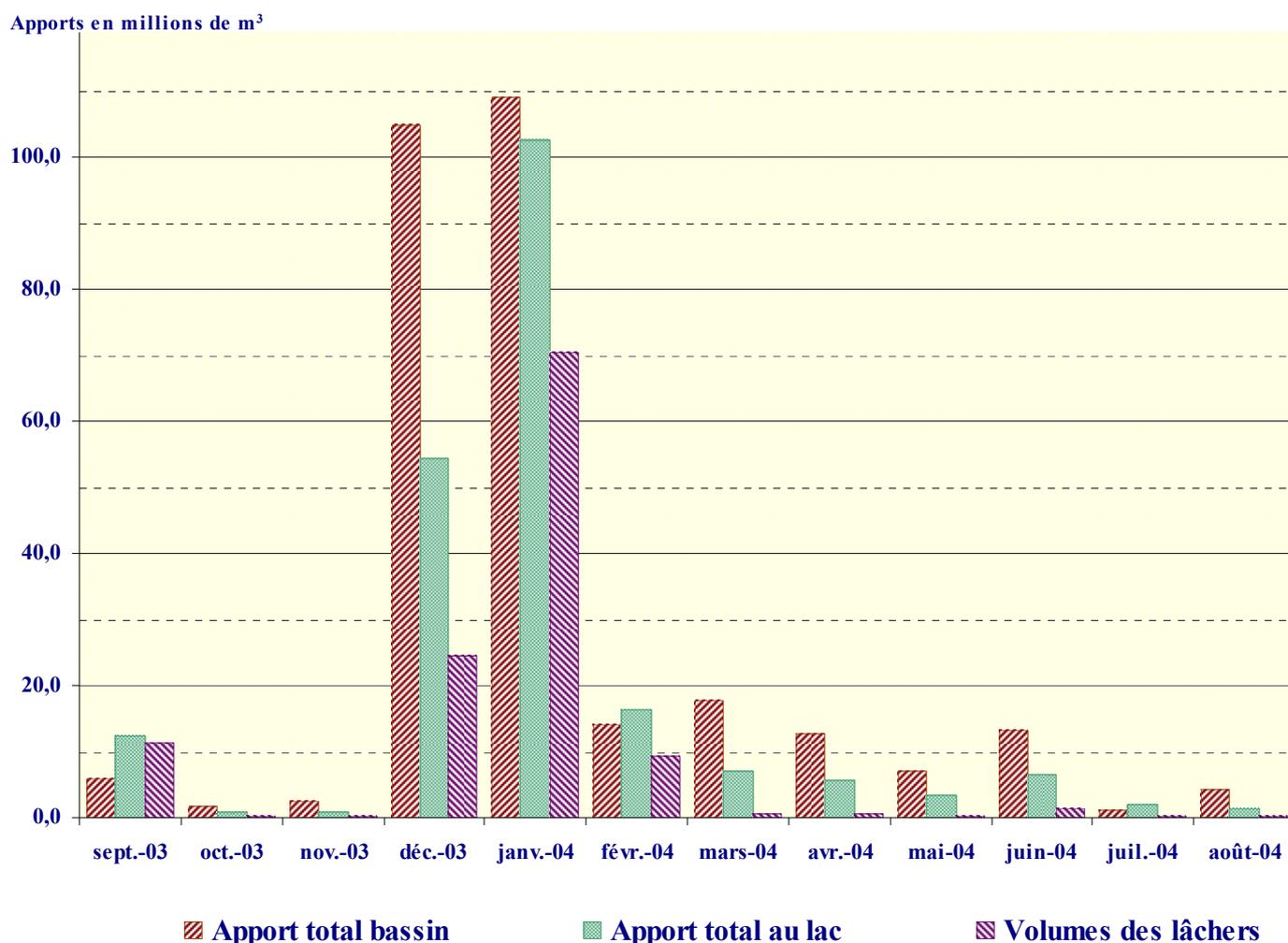
Après l'année 2002-2003 caractérisée par des pluviométries exceptionnelles, l'année 2003-2004, quoique relativement humide, a enregistré au niveau du bassin versant de l'Ichkeul un volume total ruisselé inférieur à la moyenne interannuelle de 340 Millions de m<sup>3</sup>. Les apports au lac des bassins versants non contrôlés par des barrages et des bassins intermédiaires ont été de l'ordre de 100 millions de .

**Toutefois, les apports en provenance des barrages qui se sont élevés à 120 millions de m<sup>3</sup>, conformes aux engagements de la partie tunisienne, ont permis de compenser en partie ce déficit et le lac a pu bénéficier d'apports de près de 215 millions de m<sup>3</sup>.**

Ces apports ont ainsi permis, comme on l'a vu plus haut de préserver des conditions de milieux favorables, tant en ce qui concerne les niveaux d'eau dans le lac et l'inondation des marais que pour ce qui est de la salinité des eaux du lac qui est descendu pour la deuxième année consécutive, après plus de dix ans, au dessous de 10 g/l pendant plus de deux mois.

Le graphique suivant montre l'importance des lâchers par rapport aux volumes ruisselés dans le bassin global, particulièrement en janvier mais aussi en septembre ou en février où les lâchers des barrages ont permis d'avoir des apports au lac supérieurs aux volumes mensuels ruisselés sur l'ensemble du bassin.

### Evolution des apports au lac durant l'année 2003-2004



## II Gestion de l'écluse de Tinja

La récente réhabilitation de l'écluse de Tinja (automatisation des vannes) permet désormais de disposer d'un outil plus efficace de régulation des échanges entre l'Ichkeul et le lac de Bizerte à travers :

- une gestion plus fine des débits, jusqu'alors il s'agissait d'une ouverture ou d'une fermeture totale de l'écluse entre le printemps et l'été selon le niveau et la salinité des eaux du lac au mois d'avril
- une gestion plus fine de l'échelle à poissons qui devrait assurer le passage des alevins indépendamment de l'état de fermeture de l'écluse elle-même et donc de préserver davantage l'activité halieutique.

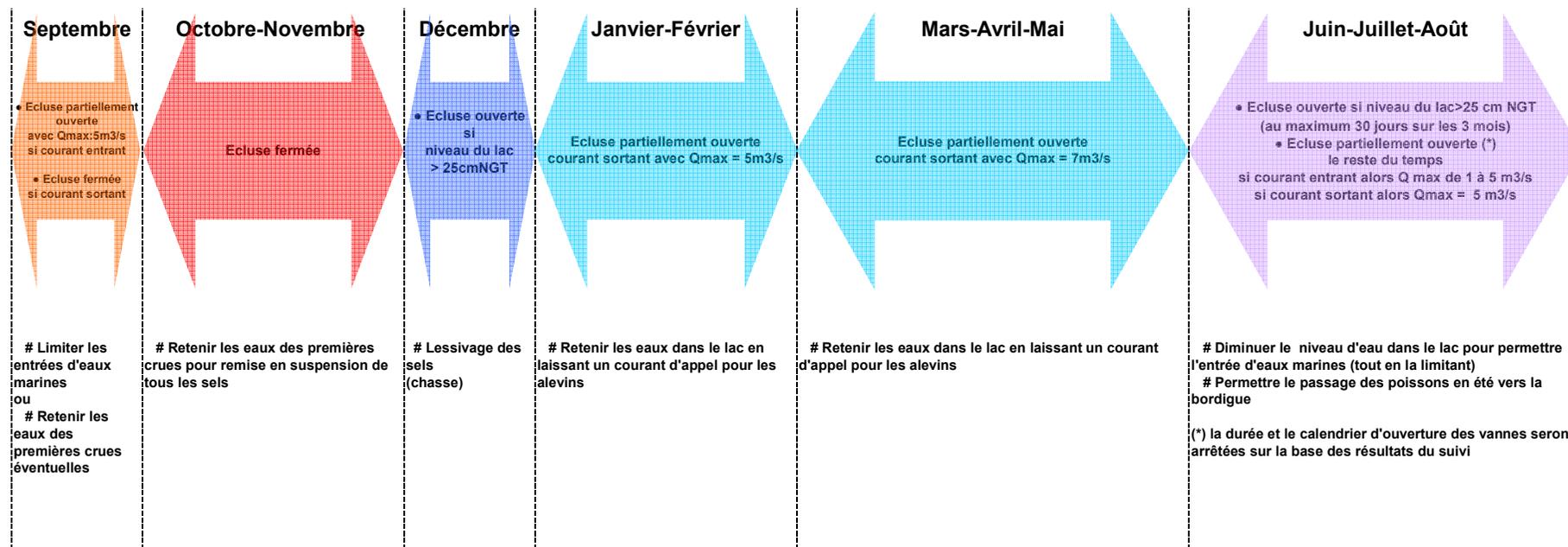
Les grandes lignes de la gestion de l'ouvrage, dérivant de celles proposées par l'étude pour la sauvegarde du Parc national de l'Ichkeul ont été mises au point cette année et utilisées en première application. Des adaptations peuvent toutefois être effectuées selon les résultats du suivi et/ou pour répondre dans la mesure du possible à certaines nécessités notamment au niveau de la production halieutique.

### 1 Grandes lignes de la gestion de l'écluse

Comme mentionné plus haut, il n'est pas question de maintenir de manière permanente (c'est-à-dire toutes les années) le lac dans des conditions optimales pour l'ensemble des compartiments écologiques. Les simulations sur 40 ans effectuées avec une gestion annuelle de l'écluse ont en effet montré que l'on tendait vers une salinité faible mais surtout très peu variable qui ne correspondait pas à la réalité des situations antérieures.

**Aussi, les règles de gestion de l'écluse proposées ont-elles évité une dépendance trop directe entre la gestion de l'écluse et la situation du lac à un instant donné afin d'éviter une dérive des conditions de milieu. C'est alors en terme de gestion interannuelle qu'il est proposé de gérer l'écluse.** Les grandes lignes de gestion sont en grande partie invariantes, dans la mesure où on est assuré de bénéficier de lâchers d'eau des barrages comme décrit plus haut. Le schéma donné en page suivante expose les lignes de gestion adoptées.

**PROGRAMME INTERANNUAL DE GESTION DE L'ECLUSE DE TINJA**



**Fonctionnement de la passe à poissons:** Passage des alevins au printemps et migration des adultes à la fin de l'été

Le fonctionnement de la passe à poissons est indépendant du programme de gestion des trois vannes de l'écluse  
 La passe à poissons sera manœuvrée pendant les périodes de passage des poissons en concertation avec la société de pêche

**Fonctionnement de la passe à civelle**

Le fonctionnement de la passe à civelle est indépendant du programme de gestion des trois vannes de l'écluse  
 Elle sera mise en fonctionnement pendant les périodes de passage des civelles en concertation avec la société de pêche

Au-delà de 1.50m NGT, l'eau déverse par-dessus les vannes et l'écluse doit être ouverte pour éviter toute inondation à l'amont.

**Il est à signaler que ce mode de gestion a été établi de façon à rechercher la satisfaction d'un maximum de compartiments écologiques (végétation aquatique, végétation des marais, oiseaux d'eau hivernants, poissons,...) avec la meilleure économie d'eau et sans hiérarchisation des objectifs de conservation.**

D'autres modes de gestion pourraient privilégier certains compartiments de l'écosystème par rapport à d'autres sans être sûr cependant que les mauvaises conditions pour les compartiments « sacrifiés » ne se traduiraient pas alors par une modification de l'écosystème qui pourrait être néfaste au compartiment que l'on voulait initialement privilégier ; les relations entre les différents écosystèmes de l'Ichkeul étant particulièrement complexes.

La réhabilitation de l'écluse a été achevée cette année au mois de juin 2004. Durant le printemps elle a été gérée de manière à permettre un courant sortant ne dépassant pas 7 m<sup>3</sup>/s afin de créer un appel pour les alevins.

A partir du mois de juin des ouvertures ont été pratiquées pour abaisser progressivement les niveaux d'eau dans le lac encore très élevés pour la saison et permettre une inversion du courant en été. L'entrée d'eau marine est en effet importante pour l'oxygénation du lac, pour la biodiversité ; d'un point de vue économique l'inversion du courant permet la pêche des femelles de mullets à la bordigue.

## **2 L'étalonnage des vannes**

Dans le cadre des activités hydrologiques, une campagne de suivi régulier des débits des écoulements de l'oued Tinja transités à travers les vannes a été effectué par l'Unité chargée du suivi scientifique de l'Ichkeul à l'ANPE entre les mois de juin à août 2004 à l'occasion de l'ouverture progressive de l'écluse. On a ainsi pu effectuer un étalonnage des vannes. Le tableau de la page suivante récapitule les résultats obtenus tout en les comparant avec des débits calculés en fonction de l'ouverture des vannes.

### Comparaison des débits calculés (formules de vannes) et observés (jaugeages) des écoulements de l'Oued Tinja transitant par l'Ecluse

Date	Ouverture totale (m)	Superficie ouverte (m <sup>2</sup> )	DH réel (m)	Débit (m <sup>3</sup> /s)		Qmes-Qcal	Qmes/Qcal (%)
				Calculé	Mesuré		
08/06/2004	0,50	1,00	0,35	2,10	2,45	0,35	17%
09/06/2004	1,00	2,00	0,21	3,25	3,61	0,36	11%
10/06/2004	1,25	2,50	0,20	3,96	3,83	-0,13	-3%
11/06/2004	1,30	2,60	0,17	3,80	4,00	0,20	5%
15/06/2004	1,30	2,60	0,15	3,57	3,86	0,29	8%
16/06/2004	1,30	2,60	0,25	4,61	3,87	-0,74	-16%
22/06/2004	1,30	2,60	0,26	4,70	3,23	-1,47	-31%
23/06/2004	1,30	2,60	0,27	4,79	3,66	-1,12	-23%
24/06/2004	1,30	2,60	0,22	4,32	3,21	-1,11	-26%
30/06/2004	1,80	3,60	0,09	3,83	4,41	0,58	15%
02/07/2004	1,80	3,60	0,07	3,38	4,20	0,82	24%
03/07/2004	1,80	3,60	0,10	4,03	4,60	0,57	14%
08/07/2004	1,80	3,60	0,15	4,94	3,72	-1,22	-25%
12/07/2004	2,00	4,00	0,06	3,47	4,01	0,53	15%
13/07/2004	3,30	6,60	0,08	6,61	5,13	-1,49	-22%
20/07/2004	3,30	6,60	0,05	5,23	4,64	-0,59	-11%
26/07/2004	3,30	6,60	0,05	5,23	3,92	-1,31	-25%
30/07/2004	3,80	7,60	0,02	3,81	3,12	-0,69	-18%
30/07/2004	4,00	8,00	0,02	4,01	4,15	0,14	4%
05/08/2004	4,00	8,00	0,01	2,83	2,89	0,05	2%
09/08/2004	4,00	8,00	0,01	2,83	2,41	-0,42	-15%
17/08/2004	4,00	8,00	0,02	4,01	4,24	0,23	6%
19/08/2004	4,00	8,00	0,03	4,91	4,05	-0,86	-18%
23/08/2004	4,00	8,00	0,04	5,67	4,47	-1,20	-21%
24/08/2004	4,00	8,00	0,01	2,83	3,13	0,29	10%
25/08/2004	4,00	8,00	0,03	4,91	3,38	-1,53	-31%
30/08/2004	4,00	8,00	0,01	2,83	3,23	0,40	14%
31/08/2004	4,00	8,00	0,02	4,01	2,89	-0,38	-28%
				Moyenne	3,73	-0,34	-6%

Cette opération a permis de vérifier les résultats des formules hydrauliques utilisées et ceux des mesures aux flotteurs. Les variations varient de 2 à  $\pm$  30%. Nous pensons à priori que les mesures directes sont à l'origine des ces petits écarts compte tenu des imprécisions touchant l'estimation des vitesses moyennes du courant et des superficies des sections mouillées de l'oued Tinja à l'endroit des secteurs de jaugeages. Aussi, l'acquisition prochaine d'un dispositif précis de mesures des vitesses de courant en divers points de la section mouillée et de détermination fiable de la superficie de cette section devrait apporter une meilleure précision dans les résultats des prochaines campagnes de jaugeages dans l'oued Tinja. Ce dispositif contribuera par ailleurs à une meilleure évaluation des apports véhiculés par les autres oueds alimentant le lac Ichkeul.

---

## CONCLUSION

---

Le suivi scientifique des paramètres physico-chimiques mené par l'ANPE depuis 1995 a été complété et élargi aux paramètres biologiques depuis 2002 afin d'évaluer les indicateurs biotiques et abiotiques appropriés pour connaître l'évolution de l'état de conservation/restauration du Parc National de l'Ichkeul.

Les résultats obtenus ces deux dernières années montrent ainsi que, malgré la succession d'années particulièrement difficiles, les écosystèmes conservent des capacités de régénération qui s'expriment de façon durable dès que les conditions de milieu deviennent à nouveau favorables. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les potamogétons dans le lac, puisqu'on a pu enregistrer cette année une extension des herbiers comparable à celles du début des années 1990 en terme de superficie. Ces constatations sont particulièrement importantes pour la gestion du Parc National de l'Ichkeul et notamment la gestion hydrique du lac et des marais. En effet, elles viennent conforter les options prises de gestion interannuelle des divers ouvrages hydrauliques, notamment de l'écluse, puisqu'il s'avère que les écosystèmes subsistent en dépit de la présence de « mauvaises années » et même, comme cela a été le cas dans le passé, sont façonnés par celles-ci.

D'autre part, ces évolutions récentes des écosystèmes, venues bouleverser les hypothèses les plus pessimistes sur le devenir probable de l'Ichkeul à la fin des années 1990, montrent l'importance de la recherche scientifique pour une meilleure compréhension du fonctionnement et des potentialités des écosystèmes. L'ANPE, consciente de la contribution de ces travaux pour une meilleure gestion du parc, est en train de développer une collaboration avec les institutions universitaires et de recherche sur divers domaines liés à l'Ichkeul. En outre, les aspects d'intégration des populations dans la perspective du développement durable à l'échelle du bassin versant méritent également d'être développés. Ainsi, la Tunisie espère-t-elle pouvoir continuer à bénéficier de la collaboration d'institutions ou organisations internationales comme le Centre du Patrimoine Mondial (UNESCO), l'UICN, le Secrétariat de la Convention de RAMSAR ou d'autres centres de recherche à l'étranger à l'instar de la Tour du Valat, pour consolider les actions entreprises pour la sauvegarde de l'Ichkeul et favoriser les échanges d'expériences avec d'autres zones humides.



**AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

**12 rue du Cameroun – 1002 Tunis Belvédère – Tunisie**

**Tel : +(216) 71 847 122 - Fax : +(216) 71 848 069**

**e-mail : [anpe.boc@anpe.nat.tn](mailto:anpe.boc@anpe.nat.tn)**