

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

LE SUIVI SCIENTIFIQUE AU PARC NATIONAL DE L'ICHKEUL ANNEE 2002-2003



Février 2004

Sommaire

CONTEXTE	3
PRINCIPAUX FAITS MARQUANTS DE L'ANNEE 2002-2003	5
PREMIERE PARTIE :	7
LES RESULTATS DU SUIVI SCIENTIFIQUE POUR L'ANNEE 2002-2003	7
I - Hydrologie du lac Ichkeul	7
1- Programme de suivi	7
2- Pluviométrie	9
3- Apports d'eau à l'Ichkeul	11
3.1. Apports du bassin versant	11
3-2. Autres apports et bilan annuel global	16
3-3. Evolution des apports au lac durant la dernière décennie	17
4- Suivi des paramètres physico-chimiques	19
4.1-Niveau d'eau	19
4.2-Sens du courant dans l'oued Tinja	22
4.3-Salinité	23
5- Caractéristiques hydrologiques de l'année 2002-2003 - Récapitulatif	27
II – Biologie du lac Ichkeul	29
1- Végétation aquatique du lac	29
1.1-Répartition du macrophytobenthos	29
1.2-Phytomasse	33
2- Faune halieutique	34
2.1-Recrutement des alevins	34
2.2-Production halieutique	34
III - Végétation des marais	37
IV - Avifaune dans le Parc	42
DEUXIEME PARTIE : ETUDES SPECIFIQUES	45
Invertébrés aquatiques	45
1- Au niveau des oueds	46
2- Au niveau du lac	48

TROISIEME PARTIE: TENDANCES D'EVOLUTION ET PERSPECTIVES D'ACTIVITES	51
I - Tendances d'évolution des milieux depuis septembre 2003	51
II - Gestion de l'eau	54
1- Alimentation du lac à partir des lâchers des barrages	54
2- Maintenance de l'écluse et mise en place d'un manuel de procédure	55
3- Réactualisation des modèles de simulation et de prévision	56
4- Etude bathymétrique et topographique du lac et des marais	56
III - Suivi scientifique	57
1- Suivi hydroclimatique et de la qualité des eaux	57
2- Suivi des paramètres biologiques	57
IV - Collaboration avec le projet GEF/Banque Mondiale « Gestion des aires protégées »	58

CONTEXTE

Le Parc National de l'Ichkeul, créé en 1980 (décret n°80-1608 du 18/12/1980), est l'un des rares sites naturels inscrits à la fois sur plusieurs listes internationales : Liste des Réserves de la Biosphère (1977, UNESCO), Liste du patrimoine mondial (1979, UNESCO), Zone Humide d'Importance Internationale Particulièrement comme Habitats des Oiseaux d'Eau (1980, Convention RAMSAR).

En 1990, un séminaire international regroupant différents spécialistes nationaux et internationaux a débattu des mesures de sauvegarde de l'Ichkeul compte tenu des programmes de mobilisation des ressources en eau du Nord Ouest et des programmes de développement agricole.

Comme suite à une des recommandations de ce séminaire, une étude pluridisciplinaire a été réalisée, entre 1993 et 1996, par l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement en vue d'élaborer, sur la base d'une analyse détaillée de la situation, des scénarii de gestion des différents paramètres qui régissent l'équilibre de l'écosystème.

Cependant, depuis le début des années 90, le Parc National de l'Ichkeul est en voie de transformation du fait essentiellement de la réduction des apports en eau douce conjuguée à de longues périodes de sécheresse mais aussi des pressions anthropiques sur ses richesses naturelles.

Devant cette fragilisation des écosystèmes, l'UNESCO a décidé, lors de sa 20^{ème} session en 1996, l'inscription du 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.

Afin de procéder à la mise en œuvre pratique de ces décisions, la Tunisie a bénéficié d'une assistance d'urgence de l'UNESCO en décembre 2002 en vue de réaliser les activités suivantes :

- la définition d'un programme de suivi scientifique basé sur des paramètres indicateurs pertinents arrêtés en collaboration étroite entre les experts de l'ANPE et de l'UICN
- la contribution au cadrage du plan de gestion actuellement en cours d'élaboration dans le cadre du projet GEF/Banque Mondiale « Gestion des Aires protégées »
- l'organisation d'un atelier sur la gestion intégrée du bassin versant de l'Ichkeul, qui a eu lieu les 28 et 29 janvier 2003

Le programme de suivi scientifique proposé par l'UICN dans ce cadre et validé lors de l'atelier du mois de janvier 2003 a repris pour l'essentiel le suivi des paramètres abiotiques mené par l'ANPE depuis 1995 et l'a élargi aux paramètres biologiques relatifs à la flore, l'ornithologie et l'ichtyologie. La mise en œuvre de ce programme devrait permettre de :

- collecter les données nécessaires pour étudier le comportement des écosystèmes
- détecter les évolutions tendanciennes et déterminer les modifications pouvant surgir sur le niveau d'équilibre écologique
- de fournir les données et compléter la connaissance des écosystèmes pour les activités de recherche.

C'est ce programme que l'ANPE a commencé à mettre en place en 2003 et qu'elle continuera à compléter en 2004 notamment pour les aspects liés à la végétation des marais, à l'ornithologie et à l'ichtyologie.

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 2002-août 2003) et l'état de réhabilitation des écosystèmes du Parc National de l'Ichkeul.
- une deuxième partie traitant des résultats d'études spécifiques menées pour le compte de l'ANPE, suite à des observations particulières faites au cours des campagnes de suivi
- une troisième partie consacrée à la description des tendances d'évolution du milieu depuis septembre 2003 ainsi que des réalisations techniques mises en place pour la sauvegarde des écosystèmes notamment les lâchers d'eau des barrages et la réhabilitation de l'écluse dans le cadre des actions de gestion de l'eau à l'Ichkeul

PRINCIPAUX FAITS MARQUANTS DE L'ANNEE 2002-2003

L'année 2002-2003 a été marquée par des conditions climatiques et des évolutions très contrastées par rapport aux années précédentes qui viennent bouleverser les prévisions et les analyses faites jusqu'à présent sur le devenir probable de l'Ichkeul. Nous citons en particulier :

▪ **Des apports d'eau du bassin versant particulièrement importants (près de 500 millions de m³) dépassant les apports moyens à l'Ichkeul avant barrage.** Ces apports sont le résultat d'apports naturels mais aussi **d'apports d'eau très importants à partir des barrages existants qui ont atteint 290 millions de m³, largement supérieurs au quota moyen annuel prévu de 80 à 120 millions de m³ pour la sauvegarde de l'Ichkeul ;**

▪ **L'augmentation importante des niveaux d'eau mais surtout la baisse spectaculaire de la salinité des eaux qui est passée de 80g/l en septembre 2002 à 8-9 g/l aux mois de mai et juin 2003. C'est la première fois depuis 10 ans que les conditions limites de germination des potamots** (telles qu'identifiées lors de l'étude de 93-96, à savoir une salinité inférieure à 10 g/l pendant deux mois consécutifs) **ont été atteintes ;**

▪ **L'inondation de l'ensemble des marais de l'Ichkeul**, y compris les parties hautes des marais de Joumine et la persistance significative de l'inondation des parties basses des marais durant le printemps ;

Cette restauration généralisée et persistante de conditions favorables du milieu a été suivie d'une régénération plus ou moins importante de la végétation des marais et du lac avec :

▪ **Le développement spectaculaire des herbiers à scirpes** dans l'ensemble des marais qui s'est poursuivi pendant le printemps;

▪ **La réapparition des herbiers de potamots pour la première fois depuis dix ans dans le lac**, même si ce n'est pas encore avec la même ampleur qu'en 1993. En 1998, seuls quelques pieds avaient pu être observés;

L'impact de ces améliorations sur les oiseaux d'eau hivernants n'a pas encore pu être établi compte tenu du temps de réponse nécessaire aux oiseaux pour réagir aux nouvelles conditions de milieu. On peut signaler toutefois une intensification des activités de reproduction des oiseaux nicheurs cet été en relation avec la reprise de la végétation et de la faune vagile du lac.

Ces résultats prouvent que, **malgré la succession d'années particulièrement difficiles les écosystèmes conservent encore des capacités de régénération qui s'expriment dès que les conditions de milieu deviennent à nouveau favorables**, comme cela a été le cas en 2002-2003. Les premiers résultats de 2003-2004 présagent d'une deuxième année consécutive favorable (niveau d'environ 170 cm NGT et salinité de l'ordre de 6 g/l fin janvier 2004) et permettent d'espérer la confirmation de la réhabilitation des écosystèmes.

L'année 2002-2003 a également été marquée par :

- **la réalisation des travaux de réhabilitation de l'écluse** (automatisation des vannes) qui sont actuellement en phase d'achèvement, élément essentiel dans la gestion de l'eau à l'Ichkeul ;
- **la réalisation des travaux de levés bathymétriques du lac et topographiques des marais.**

PREMIERE PARTIE :

LES RESULTATS DU SUIVI SCIENTIFIQUE POUR L'ANNEE 2002-2003

I - Hydrologie du lac Ichkeul

1- Programme de suivi

Depuis 1995, l'ANPE effectue un suivi journalier des paramètres climatiques, des niveaux d'eau et de la salinité des eaux du lac et un suivi mensuel de la qualité des eaux du lac dans 11 stations ainsi que dans les oueds.

Depuis 2002, l'ANPE a entrepris la réhabilitation de son réseau de suivi par l'installation de stations de mesure automatiques des niveaux, salinité et température de l'eau et de deux stations météo. Les deux stations météo et trois stations hydrométriques sont fonctionnelles depuis le deuxième semestre 2003 et il est prévu de compléter ce réseau dans le cadre du projet GEF actuellement mis en œuvre par le Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources Hydrauliques.

- Suivi journalier des paramètres climatologiques
- Suivi journalier des paramètres physico-chimiques des eaux autour du lac + stations de mesures automatiques
- Suivi mensuel des paramètres physico-chimiques sur le lac (11 points de mesure) et sur les oueds

Station météo Joumine Parc



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Suivi mensuel dans le lac



Photo N. Ben M'barek-ANPE

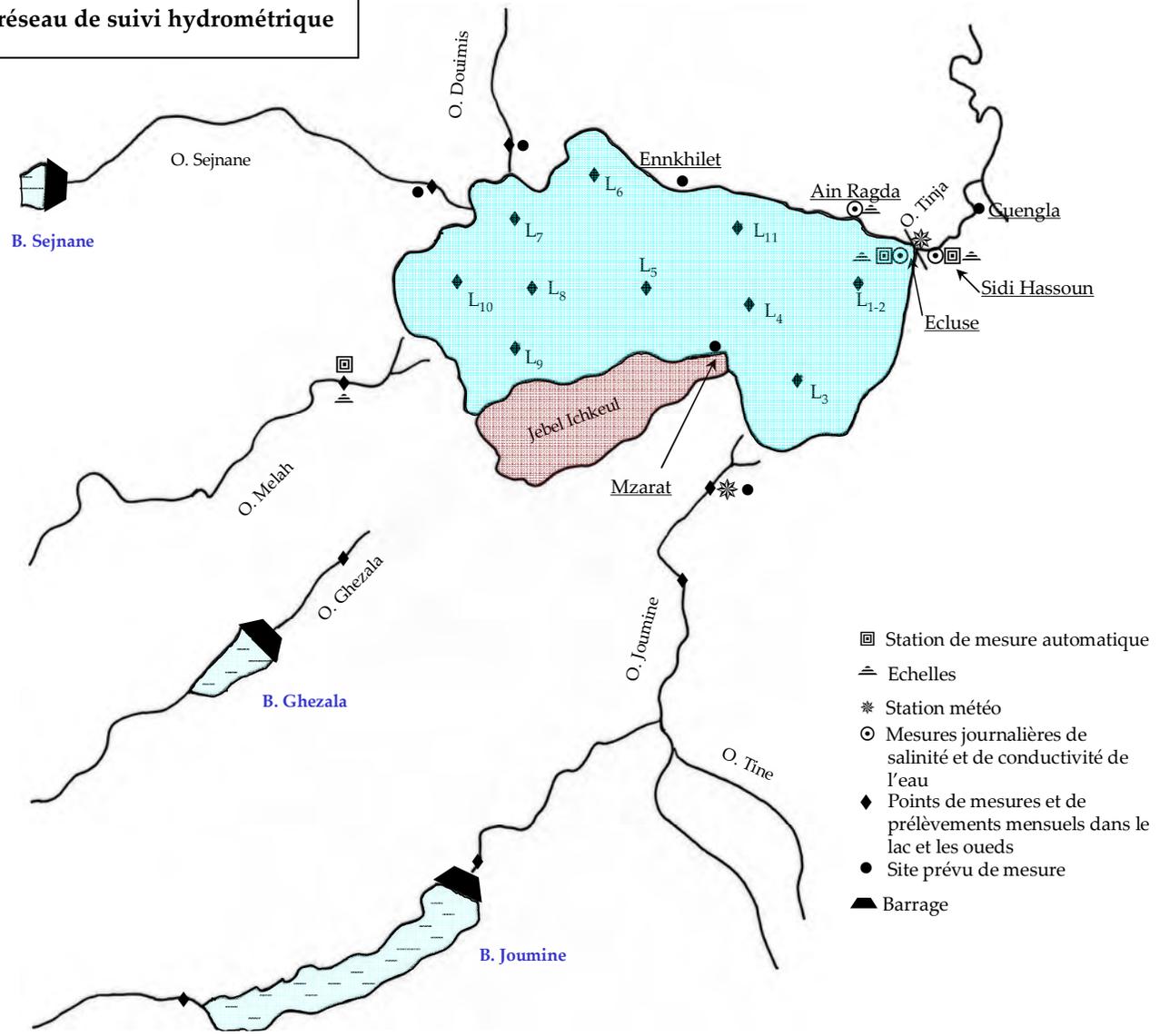
Station et échelle Sidi Hassoun



Photo N. Ben M'barek-ANPE

La description du réseau et la localisation des points de mesure sont données dans la carte ci-après.

Le réseau de suivi hydrométrique



- ▣ Station de mesure automatique
- △ Echelles
- ★ Station météo
- Mesures journalières de salinité et de conductivité de l'eau
- ◆ Points de mesures et de prélèvements mensuels dans le lac et les oueds
- Site prévu de mesure
- ▲ Barrage

station météo de Tinja



Photo N. Ben M'barek-ANPE

station de mesure de niveau et de salinité à l'écluse

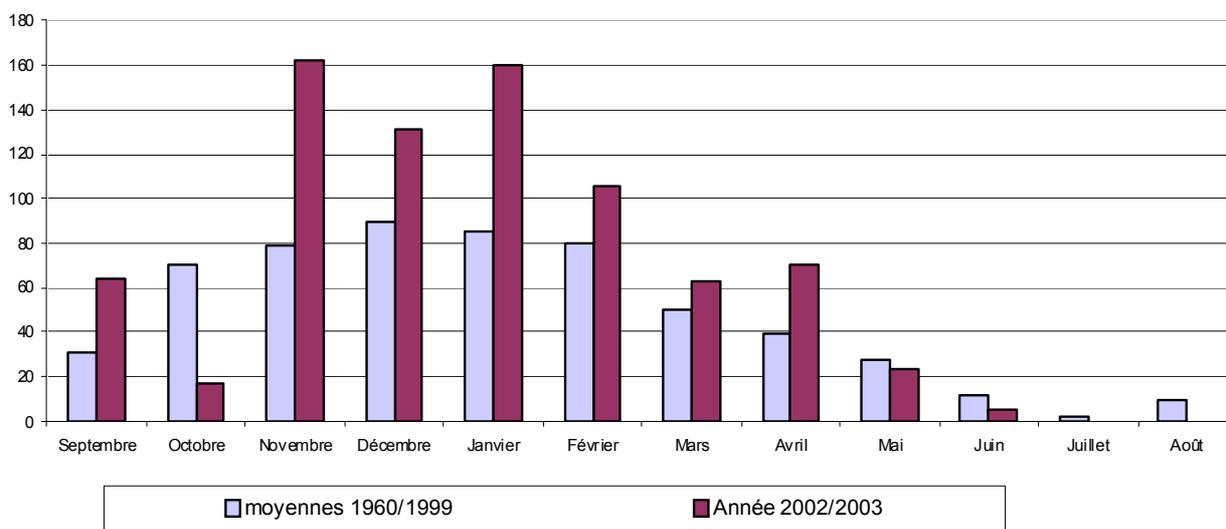


Photo N. Ben M'barek-ANPE

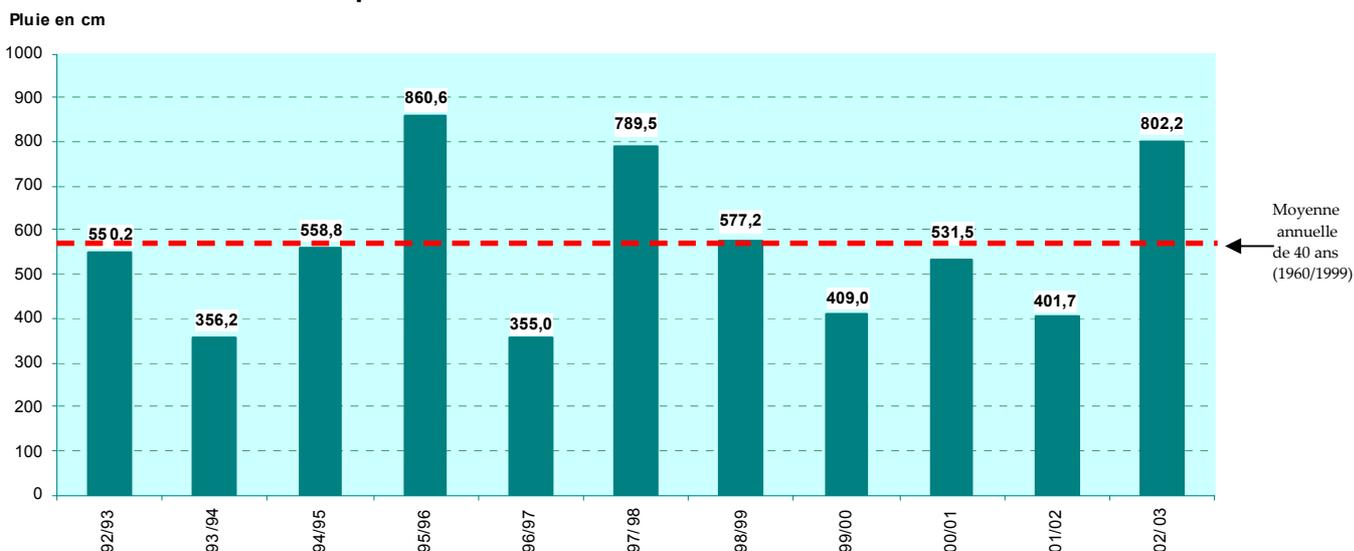
2-Pluviométrie

Après une période de sécheresse qui a marqué les quatre dernières années, l'année hydrologique 2002-2003 se distingue par une pluviométrie très importante. Les pluviométries enregistrées à la station de Tinja sont nettement supérieures à la moyenne des dix dernières années comme le montrent les graphiques et le tableau suivants.

Précipitations mensuelles année 2002-2003 et moyennes 92-2003



Précipitations annuelles de 92/93 à 2002/2003



Pluviométrie annuelle à la station de Tinja de 1992 à 2003

Mois	Moyenne 1960-1999*	1992/1993	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003
Septembre	31,1	11,2	27,6	61,6	62	38,9	113,6	43,1	12,8	57,3	19,4	63,9
Octobre	70,8	61,4	51,4	85,3	27,7	55,1	158,9	64,6	6,2	69,5	0,8	17,4
Novembre	78,7	103,3	66	59,3	58,1	32,8	134,6	84,7	154,8	54,3	111,6	162,3
Décembre	89,9	144,2	79,5	73,3	103	65,2	88,8	34	82	111,5	77,7	130,8
Janvier	84,9	56,6	44,9	167,6	88,6	61,4	76,6	161,8	44,5	104	30,1	159,8
Février	80,4	70,8	55	1,2	266,2	40,8	58,5	85,8	36,1	54,9	18,2	105,7
Mars	49,5	40,1	0,2	48,7	51,3	3,4	28,7	39,8	11,4	35,5	30,3	63,2
Avril	38,9	8	29,9	20,2	87,1	32,4	26,8	37,5	35,8	25,3	47,8	70,8
Mai	28,1	54,6	1,7	4,7	29,3	5,8	20,9	22,1	25,4	19,2	25	23,7
Juin	11,8	0	0	25,4	70,3	10,8	9,1	3,8	0	0	9,5	4,6
Juillet	2	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	9,5	0
Août	9,4	0	0	11,5	16,6	8,4	73	0,3	0	0	21,8	0
Total	575,5	<u>550,2</u>	<u>356,2</u>	<u>558,8</u>	860,6	<u>355,0</u>	789,5	577,2	<u>409,0</u>	<u>531,5</u>	<u>401,7</u>	802,2

* moyenne des pluviométries à la station de Tinja sur 40 ans de 1960 à 1999

_____ : année déficitaire (pluviométrie inférieure à la moyenne)

Cette situation est également valable pour l'ensemble du bassin versant de l'Ichkeul, comme le montre le tableau suivant :

**Pluviométrie mensuelle au niveau de la station de Tinja et des stations des barrages
au cours de 2002-2003**

Mois	Station Tinja	Barrage Sejnane	Barrage Joumine	Barrage Ghezala
Septembre	63,9	72,8	112,3	57,6
Octobre	17,4	54,0	41,2	46,7
Novembre	162,3	145,7	89,2	116,4
Décembre	130,8	183,3	100,4	138,1
Janvier	159,8	283,5	204,7	251,4
Février	105,7	153	120,3	131,1
Mars	63,2	25,3	37,9	27,4
Avril	70,8	107	84,5	82,7
Mai	23,7	30,0	28,0	26,1
Juin	4,6	2,0	5,3	6,0
Juillet	0	0	0	0
Août	0	0,5	0	0
TOTAL	802,2	1057,1	823,8	883,5

3- Apports d'eau à l'Ichkeul¹

3.1. Apports du bassin versant²

Suite aux pluies enregistrées sur le bassin versant de l'Ichkeul durant la période automnale et hivernale de l'année hydrologique 2002/2003, des crues importantes ont été observées sur l'ensemble du bassin hydrographique du lac Ichkeul.

Les barrages Sejnane, Joumine et Ghezala ont vu leurs retenues remplies et des déversements et lâchers importants atteignant 290 millions de m³ y ont été enregistrés (septembre 2002- août 2003). Ces apports d'eau en provenance des barrages sont nettement supérieurs aux quotas écologiques minimums identifiés lors de l'atelier et qui sont de 80 à 120 millions de m³.

Il est à rappeler qu'après le remplissage du Barrage de Sidi El Barrak durant la période hivernale de l'année hydrologique 2001/2002, les transferts d'eau vers Sejnane ont commencé dès le mois d'avril 2002. Cependant, le barrage de Sejnane ayant atteint sa côte maximale à la fin du mois de janvier 2003, les transferts ont été arrêtés à cette date, et les quantités d'eau transférées sont restées de l'ordre de 30 Mm³, du début du mois de septembre 2002 à la fin du mois de janvier 2003.

¹ Partie élaborée par M. KALLEL, consultant hydrologue de l'ANPE

² Les résultats cités dans le paragraphe suivant sont tirés et/ou calculés à partir des données sur la situation hydraulique des barrages établies quotidiennement par la Direction Générale des Barrages et Grands Travaux Hydrauliques

Les lâchers d'eau en provenance du barrage de Sejnane ont débuté dès le 03/12/2002 pour s'intensifier au mois de janvier avec plus de 75 millions de m³ déversés vers l'Ichkeul (lâchers, déversements et dévasement) ; ils se sont poursuivis en février avec 53 millions de m³. Durant les mois suivants (mars-avril) les lâchers se sont poursuivis à une cadence moins élevée et le total des apports à l'Ichkeul à partir du barrage de Sejnane s'élevait à la fin du mois d'Août à environ 170 millions de m³.

Les lâchers du Barrage de Joumine n'ont débuté qu'à partir de la fin du mois de janvier pour atteindre à la fin du mois de février 2003 près de 90 millions de m³. Environ 13 millions de m³ supplémentaires ont été déversés au cours des mois suivants. Le total des apports à l'Ichkeul à partir du barrage Joumine a atteint ainsi à la fin du mois d'Août environ 102 millions de m³.

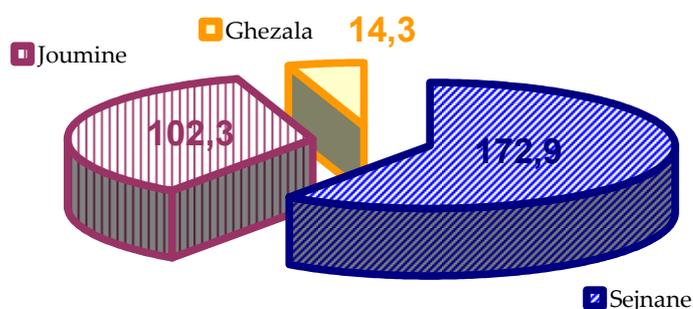
Les lâchers à partir du barrage de Ghezala ont contribué aux apports au lac Ichkeul pour un peu plus de 14 millions de m³.

Le tableau suivant donne la répartition des lâchers par barrage au cours de l'année 2002-2003 :

En millions de m³

	Septembre à Novembre 2002	Décembre 2002	Janvier 2003	Février 2003	Mars 2003	Avril 2003	Mai 2003	Juin à Août 2003	TOTAL
Barrage Sejnane	-	29,2	75,6	53,1	4,3	10,7	-	-	172,9
Barrage Joumine	0,5	1,7	19,9	66,5	7,2	5,2	0,3	1,0	102,3
Barrage Ghezala	-	0,1	0,3	8,7	0,7	1,7	0,5	2,3	14,3
TOTAL barrages	0,5	31,0	95,8	128,3	12,2	17,6	0,8	3,3	289,5

Le graphique suivant illustre la répartition des lâchers par barrage (en millions de m³):



Remplissage du barrage de Sejnane et lâchers d'eau à l'Ichkeul (janvier 2003).



Photo N. Ben M'barek-ANPE-ANPE



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Barrage Ghezala



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Crues au niveau des Oueds (janvier-février 2003).

Oued Sejnane



Photo M. Doggui-ANPE

Oued Douimis



Photo M. Doggui-ANPE

Oued Joumine



Photo F. Marouani-ANPE

Une évaluation de la situation hydrique du lac au cours de l'année hydrologique 2002-2003 a fait ressortir un apport global au lac et aux marais de l'Ichkeul à partir des oueds d'environ 492 Mm³ dont 90% (soit 440 Mm³) au cours des six premiers mois.

**Estimations des apports d'eau du bassin versant de l' Ichkeul
au lac au cours de l'année hydrologique 2002-2003.**

	<i>Surface du bassin versant de l'Ichkeul sans le lac</i>	<i>Apport moyen interannuel avant barrage</i>	<i>Volumes ruisselés des bassins (*)</i>	<i>Apport à partir des barrages 2002/2003</i>	<i>Apport du bassin non contrôlé estimé</i>	<i>Apport total au lac Ichkeul</i>
Total (Mm³)	1991Km²	340Mm³	626Mm³	290 Mm³	202 Mm³	492 Mm³

* Il s'agit des volumes totaux ruisselés sur les bassins des différents cours d'eau pris dans leur intégrité.

Pour l'année 2002-2003, les volumes totaux ruisselés de l'ensemble du bassin versant de l'Ichkeul (sans le lac) ont donc été estimés à 626 millions de m³, ce qui représente 1,85 fois la moyenne interannuelle à l'état naturel (avant barrage).

Quant à l'apport global au lac à partir de son arrière bassin il a été évalué à 492 millions de m³, ce qui représente 78,5% des volumes totaux ruisselés au cours de l'année.

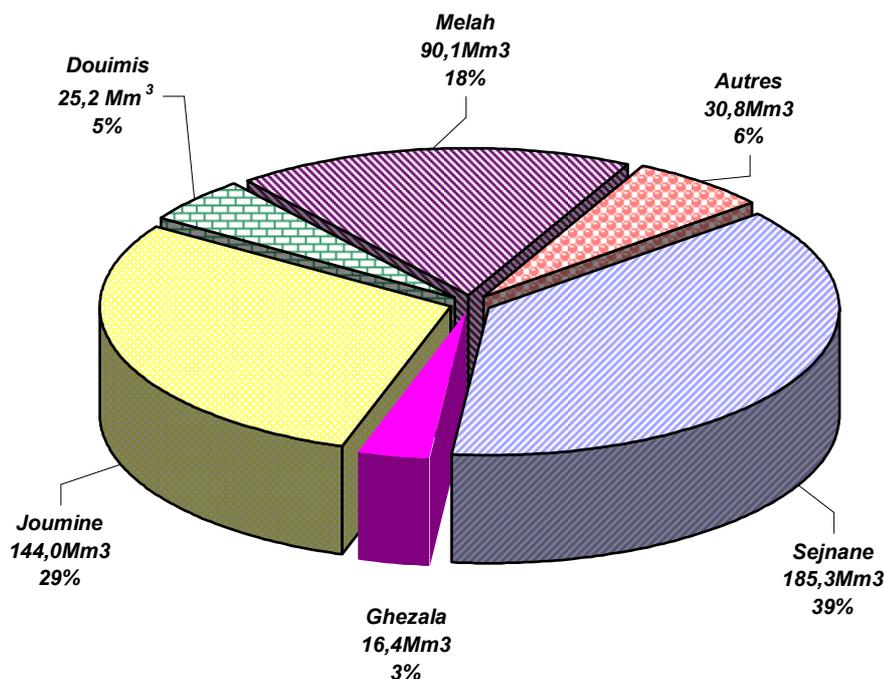
Ces apports se répartissent comme suit :

Oued	Surface Bassins (Km ²)	Surface contrôlée (Km ²)	Apports moyens des bassins avant barrages (Mm ³)	Volumes ruisselés des bassins (Mm ³)	Apports à l'Ichkeul hors barrages (Mm ³)	Apports à l'Ichkeul à partir des lâchers des barrages (Mm ³)	Apports totaux à l'Ichkeul (Mm ³)
Sejenane	460	367	105	233,9	12,4	172,9	185,3
Ghezala	53	48	11	22,1	2,0	14,3	16,4
Joumine	1100	418	157	224,2	41,8	102,3	144,0
Douimis	66	0	11	25,2	25,2	-	25,2
Melah	179	0	40	90,1	90,1	-	90,1
Autres	133	0	16	30,8	30,8	-	30,8

TOTAL	1991	833	340	626,3	202,3	289,5	491,8
--------------	-------------	------------	------------	--------------	--------------	--------------	--------------

La contribution des différents sous-bassins versants aux apports d'eau au lac pour l'année 2002-2003 est illustrée par le graphique suivant :

Contribution des différents bassins aux apports au lac Ichkeul



3-2. Autres apports et bilan annuel global

Les apports des précipitations directes sur le lac ont été estimés à **75 millions de m³** à partir de la pluviométrie annuelle de la station de Tinja et d'une superficie moyenne du lac au cours de l'année prise égale à 95 Km². Les volumes évaporés au cours de la même période sont de l'ordre de **120 millions de m³** d'après l'évaporation annuelle moyenne du lac. Les apports en provenance de la lagune de Bizerte en automne 2002 ont quant à eux été estimés à **20 Millions de m³** calculés à partir du dénivelé total dans l'oued Tinja au niveau de Sidi Hassoun pendant les trois mois de courant entrant.

Le bilan global du lac Ichkeul durant l'année hydrologique 2002-2003 a ainsi atteint 465 millions de m³ répartis selon le schéma ci-après.

Bilan hydrologique du lac Ichkeul en 2002-2003

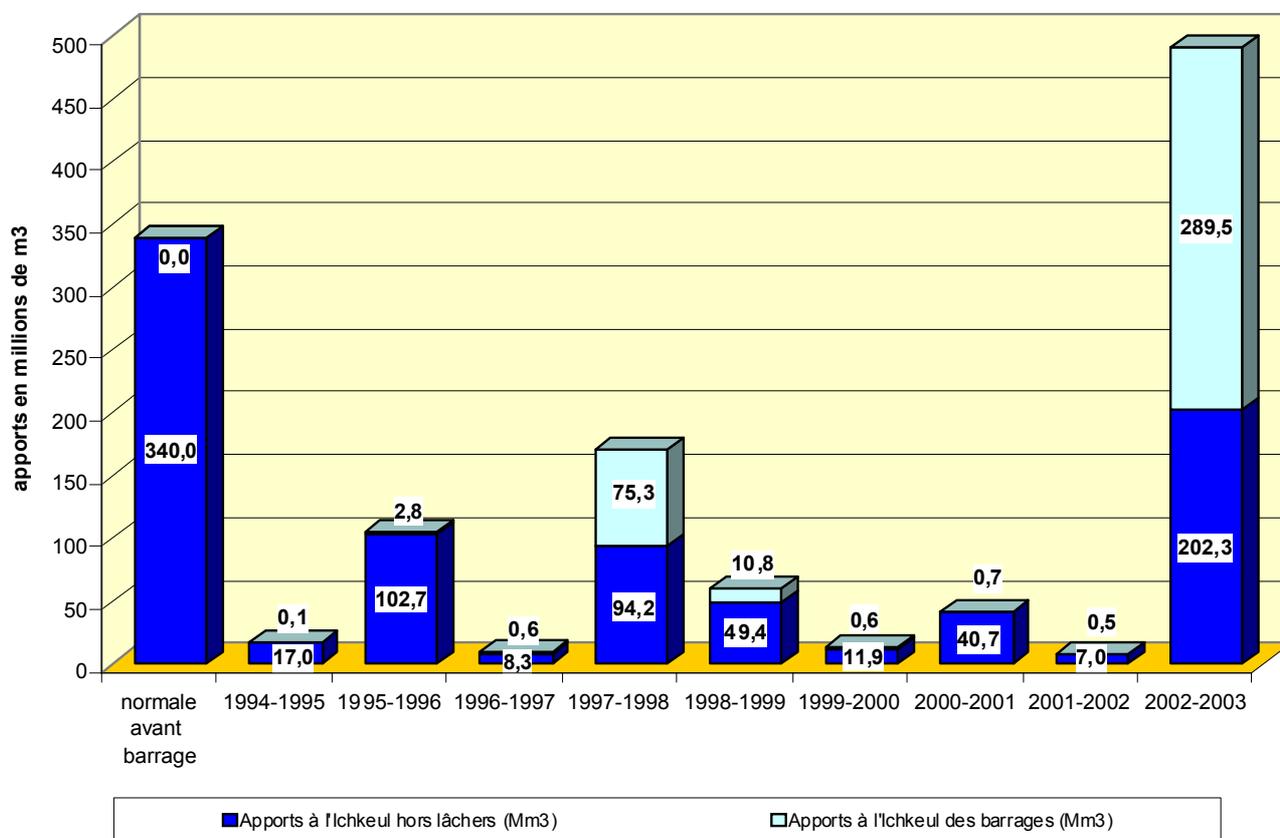
3-3. Evolution des apports au lac durant la dernière décennie

Afin de mettre en évidence l'importance des apports au cours de l'année hydrologique écoulée (2002-2003), nous avons reporté dans le tableau et sur le graphique suivant les apports annuels pour la période 1994/95 à 2002/03 avec pour chaque année la précision des apports à l'Ichkeul hors barrages et les apports provenant des barrages.

Comparaison annuelle des apports à l'Ichkeul

Année	Apports à l'Ichkeul hors lâchers (Mm ³)	Apports à l'Ichkeul des barrages (Mm ³)	Apports totaux à l'Ichkeul (Mm ³)	Rapport A la normale
Normale avant Barrage	340	0	340	100%
1994-1995	17,0	0,1	17,1	5,0%
1995-1996	102,7	2,8	105,5	31,0%
1996-1997	8,3	0,6	8,9	2,6%
1997-1998	94,2	75,3	169,5	49,9%
1998-1999	49,4	10,8	60,2	17,7%
1999-2000	11,9	0,6	12,5	3,7%
2000-2001	40,6	0,7	41,4	12,2%
2001-2002	7,0	0,5	7,5	2,2%
2002-2003	202,3	289,5	491,8	144,6%

Evolution des apports d'eau à l'Ichkeul entre 1994 et 2003



L'examen de ces données permet ainsi de relever :

- l'année écoulée a enregistré l'apport d'eau au lac le plus fort avec 492 millions de m³, suivie de l'année 1997/98 qui n'a enregistré que 170 millions de m³ ;
- l'année écoulée a enregistré la plus forte contribution des barrages aux volumes totaux d'eau atteignant le lac, suivie de 1997/98 ;
- les volumes lâchés au cours de ces deux années ont atteint respectivement 59% des apports totaux de l'année 2002/03 et 44% des apports totaux de 1997/98 ;
- l'apport total enregistré en 2002/03 dépasse le volume global d'apports d'eau au lac enregistré pour l'ensemble des années de 1994/95 à 2001/02 qui ont totalisé 423 millions de m³ seulement. Ceci dénote essentiellement le caractère exceptionnellement déficitaire de toute la période écoulée depuis 1994, excepté l'année 1997/98 qui a enregistré un déficit moins accentué (50% de la normale).

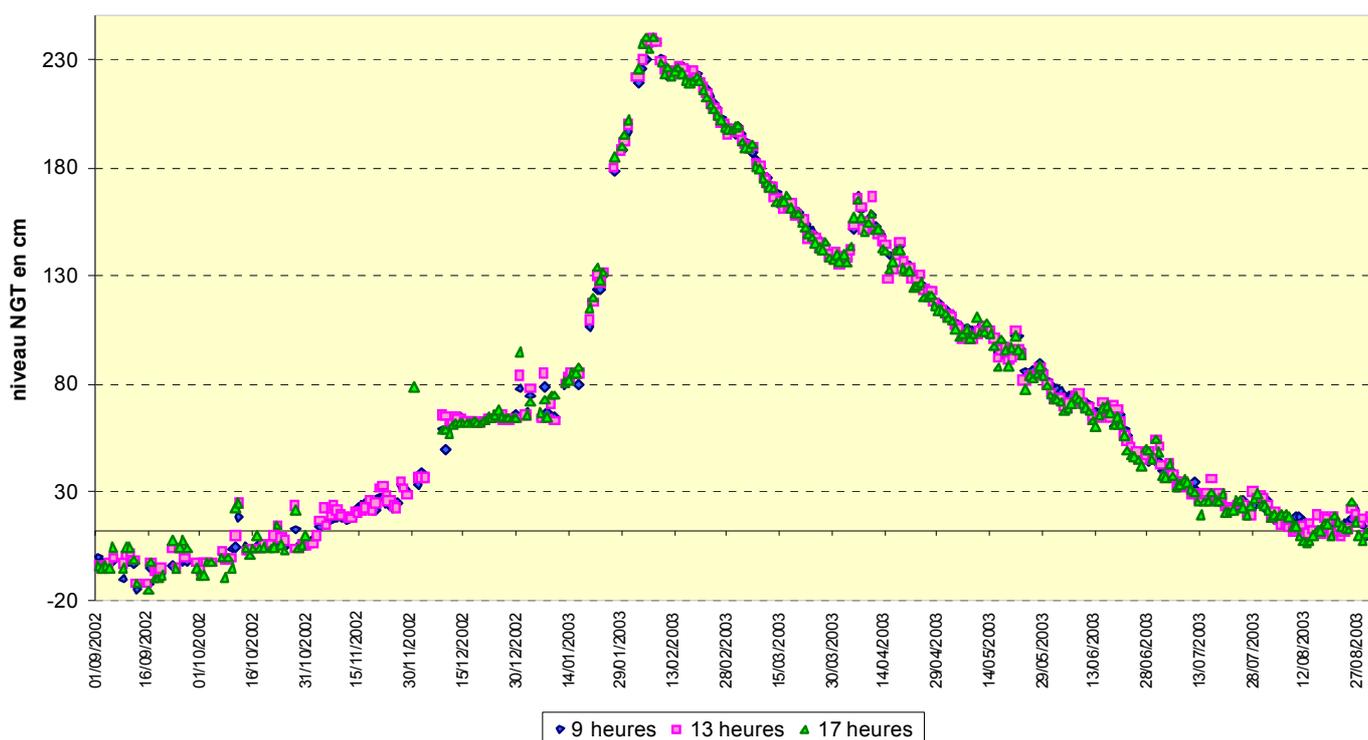
4-Suivi des paramètres physico-chimiques

4.1-Niveau d'eau

Les relevés des niveaux d'eau aux échelles et stations dans le lac durant l'année 2002-2003 ont permis de constater une évolution importante du niveau de l'eau au cours de l'année.

Les chiffres suivants sont ceux relevés à la station de l'écluse. Inférieur à 0 cm NGT en septembre 2002, le niveau a commencé à augmenter de façon notable dès la fin du mois de décembre pour atteindre 240 cm NGT fin janvier 2003. Le niveau a ensuite décliné de façon plus ou moins régulière pour atteindre les valeurs d'équilibre à la fin du mois d'août, l'écluse ayant été fermée à partir de fin mai, comme le montre le graphique suivant :

Evolution du niveau NGT (en cm) à l'écluse
Année hydrologique 2002-2003



Ces niveaux d'eau élevés reflètent l'importance des volumes d'eau dans le lac cet hiver ainsi que l'étendue des zones inondées. En se référant à la courbe « surface du lac/niveau d'eau à l'écluse » établie par l'étude en 1995, on peut affirmer qu'à la fin du mois de février 2003 le lac était à son étendue quasi maximale soit environ 105 Km², ce qui correspond à un volume des eaux du lac légèrement supérieur à 300 millions de m³.

**Extension maximale du lac
Vue côté Ain ragda**



Photo M. Doggui-ANPE

**Hauts niveaux d'eau à l'écluse de Tinja et
pêcherie en aval de l'écluse inondée
Février 2003**



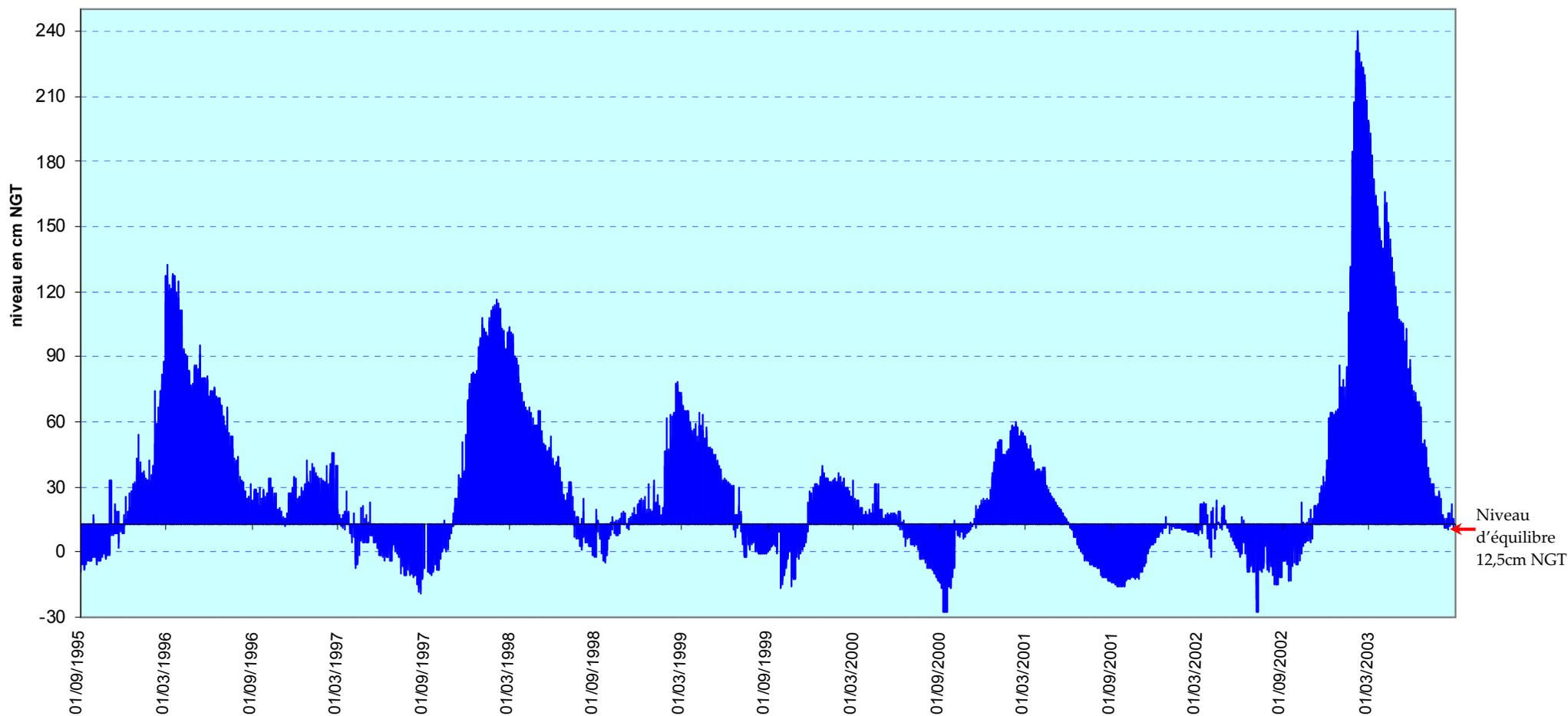
Photo N. Ben M'barek-ANPE



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Le graphique présentant l'évolution des niveaux d'eau à l'écluse en cm NGT depuis 1995 montre bien l'aspect exceptionnel de l'année hydrologique 2002-2003.

Evolution des niveaux d'eau à l'échelle de l'écluse de 1995 à 2003



4.2-Sens du courant dans l'oued Tinja

Durant le premier trimestre de l'année hydrologique 2002/2003, le sens du courant au niveau de l'oued Tinja est resté rentrant de la lagune de Bizerte vers le lac Ichkeul. Après les pluies du mois de novembre 2002, le sens du courant s'est inversé à partir du 3 décembre 2003 pour devenir sortant du lac Ichkeul vers la lagune de Bizerte.

Cette inversion du courant s'est également accompagnée d'importants débits sortants, notamment au mois de février où ils ont été estimés à plus de 50m³/s.

A partir du début du mois de juin 2003, l'écluse sur l'oued Tinja a été fermée et le courant a été nul tout l'été.

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

Mois	Ichkeul Bizerte	Bizerte Ichkeul	Courant variable
Septembre 2002	0	30	0
Octobre 2002	0	31	0
Novembre 2002	0	25	7
Décembre 2002	29	0	2
Janvier 2003	31	0	0
Février 2003	28	0	0
Mars 2003	31	0	0
Avril 2003	30	0	0
Mai 2003	31	0	0
Juin 2003*	-	-	-
Juillet 2003*	-	-	-
Août 2003*	-	-	-
TOTAL	180 jours	86 jours	9 jours

* Ecluse de Tinja fermée avec des ouvertures ponctuelles et partielles pour les besoins d'alevinage et de pêche

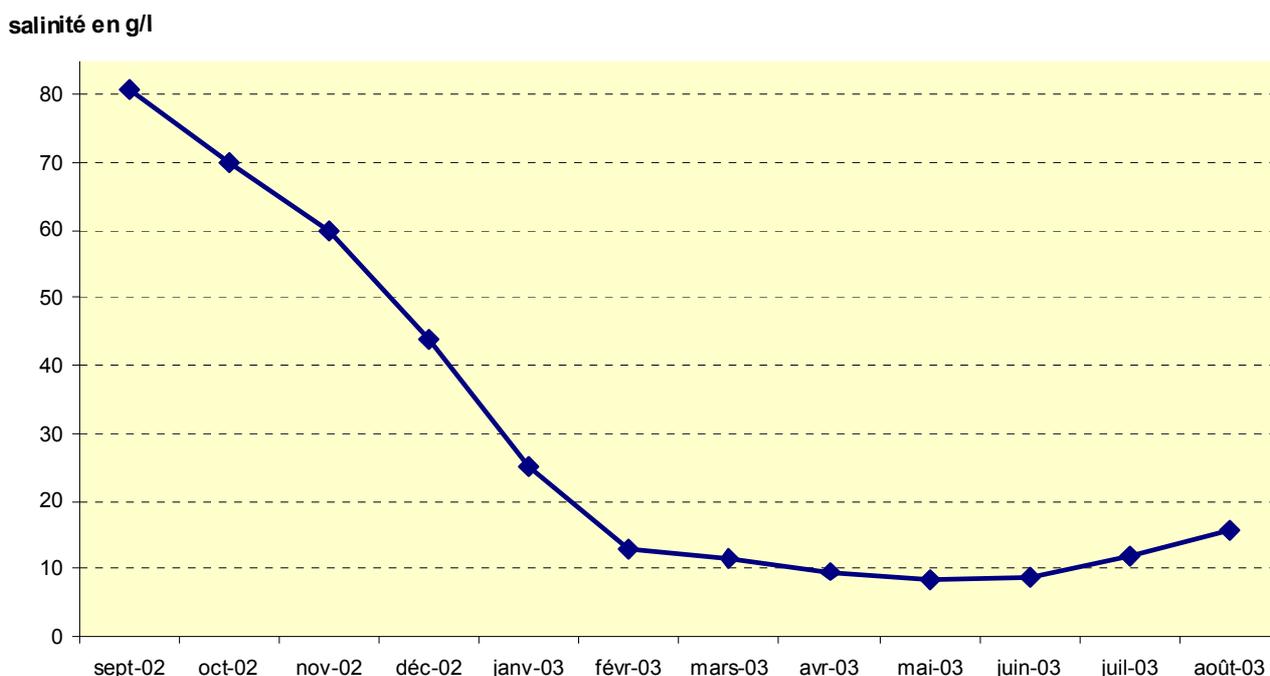
Là aussi on peut remarquer que l'on est revenu à une situation plus proche de la normale, avec seulement trois mois de courant entrant du lac de Bizerte, alors que les trois dernières années, les échanges avec le lac de Bizerte s'étaient inversés puisqu'on enregistrait de 8 à 9 mois sur douze de courant entrant à l'Ichkeul.

4.3-Salinité

Les conditions hydrologiques particulièrement favorables de l'année 2002-2003 se sont traduites également par une baisse spectaculaire de la salinité des eaux du lac. Cette baisse a été d'autant plus importante qu'en septembre 2002 on a enregistré des salinités « records » avec des valeurs dépassant par endroit 80g/l. Paradoxalement, c'est la première fois depuis près de 10 ans que les salinités sont passées en dessous de la limite des 10 g/l pendant plus de deux mois (avril-mai-juin), condition nécessaire pour une régénération des herbiers à potamogeton.

L'évolution de la salinité mensuelle moyenne des eaux du lac est donnée dans le graphique ci-dessous

**Evolution de la salinité moyenne des eaux du lac Ichkeul
durant l'année 2002-2003**



- **Evolution mensuelle de la salinité durant 2002-2003**

Septembre 2002

Au début de l'année hydrologique 2002/2003, la salinité des eaux du lac Ichkeul était particulièrement élevée et très hétérogène puisqu'elle variait de 46.4 g/l, du côté Nord-Est du lac (L₁) (proche des rentrées d'eau de Bizerte) à 92 g/l, du côté Sud-Est (L_{8,9}). Des dépôts de sel ont même été relevés dans les marais de Douimis et Sejnane.

Décembre 2002

Suite aux précipitations du mois de novembre 2002 et aux lâchers d'eau du début du mois de décembre 2002 à partir du barrage de Sejnane, les teneurs en sels dans le lac ont sensiblement diminué. On a ainsi enregistré des valeurs variant de 50.5 g/l à 26.6 g/l dans la partie Ouest et de 48,8 g/l à 44 g/l au centre et à l'Est du lac. La direction Nord-Ouest du vent en cette période et sa faible vitesse (1 à 4 m/s) n'ont en effet pas favorisé un brassage suffisant des eaux du lac et la salinité est restée de ce fait hétérogène avec un gradient croissant de l'Ouest vers l'Est.

Janvier 2003

Le lessivage des sels concentrés dans les eaux et les sédiments du lac s'est poursuivi durant le mois de janvier 2003 grâce aux lâchers d'eau des barrages et à la bonne pluviométrie enregistrée dans la région de l'Ichkeul. Au début du mois, les vents à l'Ichkeul de direction Nord-Ouest et d'une vitesse variant entre 4 et 15 m/s ont favorisé le mélange des eaux du lac avec une remise en suspension des sédiments du fond entraînant une forte turbidité des eaux. La salinité était ainsi beaucoup plus homogène quoique encore relativement élevée, variant de 39.6 g/l du côté de l'Oued Sejnane à 42.5 g/l au centre du lac. Avec le démarrage des lâchers d'eau importants à partir du barrage de Joumine durant les derniers jours du mois de janvier 2003 (près de 20 millions de m³), la salinité des eaux du lac a chuté de façon conséquente.

Février 2003

C'est durant le mois de Février que l'on a enregistré les plus forts lâchers des barrages puisqu'ils ont atteint presque 130 millions de m³ pour ce seul mois. Conjugués à la persistance de fortes pluies pour la saison (plus de 100 mm.), ces lâchers ont permis la poursuite de la diminution de la salinité des eaux du lac qui est descendue au dessous de 13 g/l à la fin du mois.

Mars 2003 – Avril 2003

La pluviométrie enregistrée durant le mois de mars 2003, de l'ordre de 63,2 mm au niveau de la station de Tinja et des vents relativement forts ont favorisé l'homogénéisation dans tout le lac de la salinité qui devenue égale à 11,4 g/l.

Durant le mois d'avril 2003, les précipitations importantes pour la saison au niveau de la région (71 mm à Tinja, nettement supérieures à la moyenne mensuelle) et la poursuite des lâchers d'eau des barrages de l'ordre de 17,5 Mm³ d'eau pour le mois d'avril expliquent la diminution conséquente de la salinité dans le lac qui a atteint, pour la première fois depuis dix ans des valeurs inférieures à 10 g/l dans tout le lac.

Mai 2003 – Juin 2003

La salinité a continué à décroître de façon significative puisque le minimum des teneurs en sels dans les eaux du lac a été mesuré au cours du mois de Mai 2003 avec des valeurs atteignant 8,4 g/l. Ces conditions favorables du milieu, niveau élevé et salinité faible, ont

permis la fermeture de l'Ecluse à la fin du mois de mai 2003. Malgré les faibles apports d'eau douces au lac et l'augmentation de l'évaporation en début d'été, la salinité du lac est restée durant tout le mois de juin inférieure à 9 g/l, probablement suite à la fermeture de l'Ecluse de Tinja.

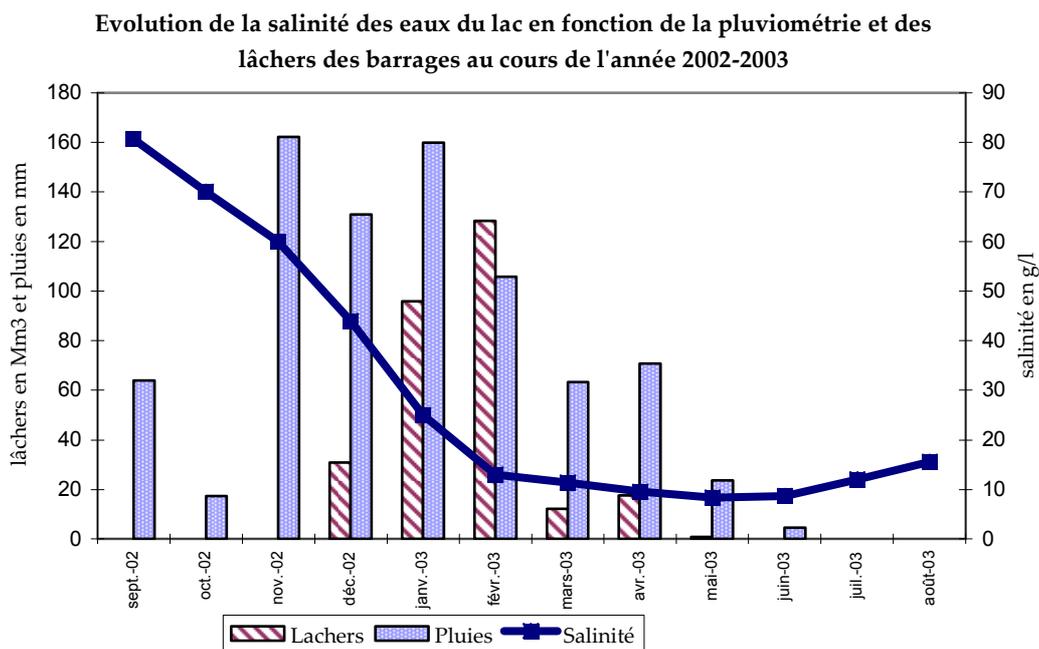
La persistance d'une salinité faible dans tout le lac durant deux mois consécutifs traduit là aussi le caractère particulier de l'année 2002-2003.

Juillet 2003

Au mois de juillet 2003 la salinité des eaux du lac a commencé à augmenter suite à l'élévation significative de la température de l'air et donc de l'évaporation durant ce mois et la salinité moyenne du lac à la fin du mois est devenue égale à 12 g/l.

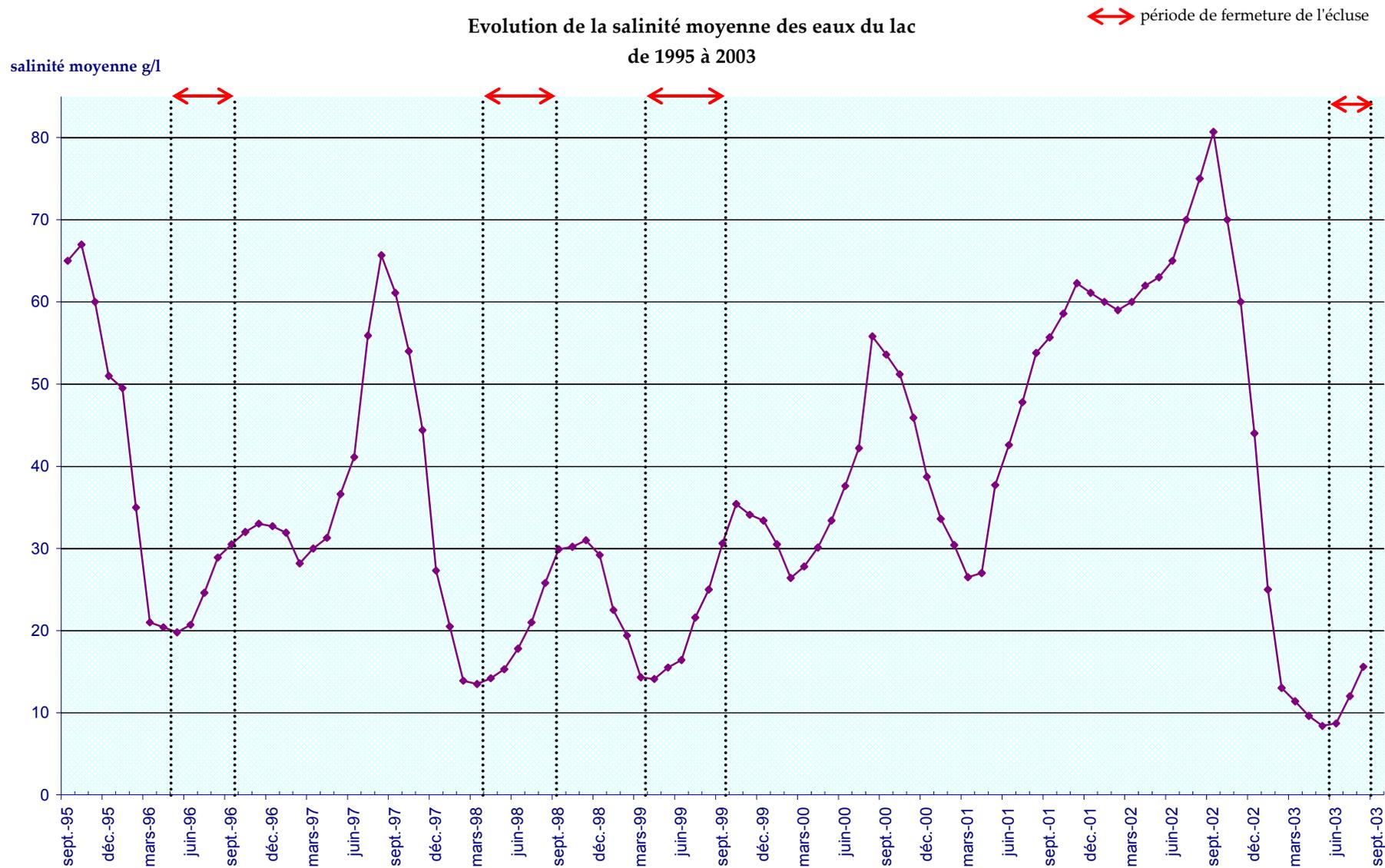
Août 2003

Durant le mois d'août la salinité moyenne du lac a été de l'ordre de 15,6 g/l, valeur qui reste assez faible pour la période estivale. Des ouvertures périodique des vannes de l'Ecluse ont été faites (une par jour) pour permettre la migration des femelles des muges et le fonctionnement de la bordigue située en aval de l'Ecluse.



- **Evolution de la salinité des eaux du lac depuis septembre 1995**

L'évolution de la salinité moyenne des eaux du lac depuis 1995 montre également le caractère exceptionnel de l'année 2002-2003, par rapport aux années précédentes, puisque c'est la première fois depuis 10 ans que les salinités ont atteint des valeurs inférieures à 10g/l durant une période de plus de deux mois, conditions favorables à la reprise des potamogétons dans le lac.



5- Caractéristiques hydrologiques de l'année 2002-2003 - Récapitulatif

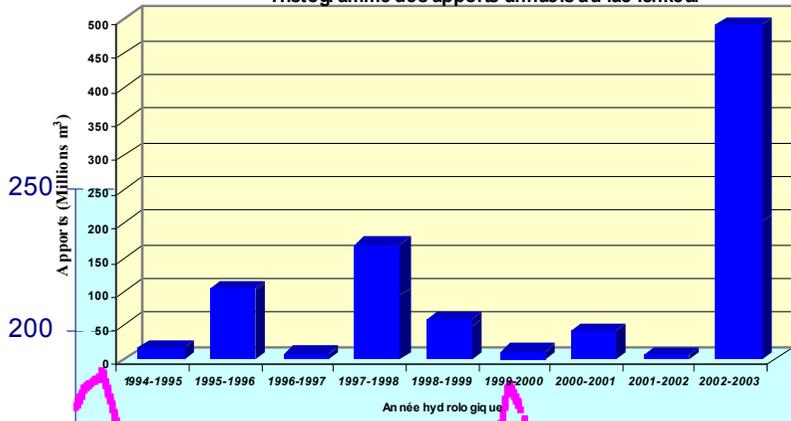
Les résultats précédents montrent que l'Ichkeul a été soumis durant ces dernières années à des situations hydrologiques particulièrement contrastées.

Les dix dernières années ont en effet été marquées par deux périodes prolongées (3 et 4 ans) de sécheresse plus ou moins marquée. La diminution importante des apports d'eau à l'Ichkeul, accentuée par la mise en eau du barrage Sejnane durant la même période, a fait que l'Ichkeul a été soumis pendant près de dix ans à des conditions drastiques de milieu qu'il n'avait pas connu auparavant, du moins en termes de durée : apports d'eau nettement inférieurs à la normale pendant 10 ans, salinités records des eaux du lac en été (80g/l en septembre 2002) mais aussi en hiver (supérieures à 20g/l durant les trois hivers 2000-2001 et 2002); courants entrants 9 mois sur 12 au cours de plusieurs années successives, disparition du potamogéon,.....

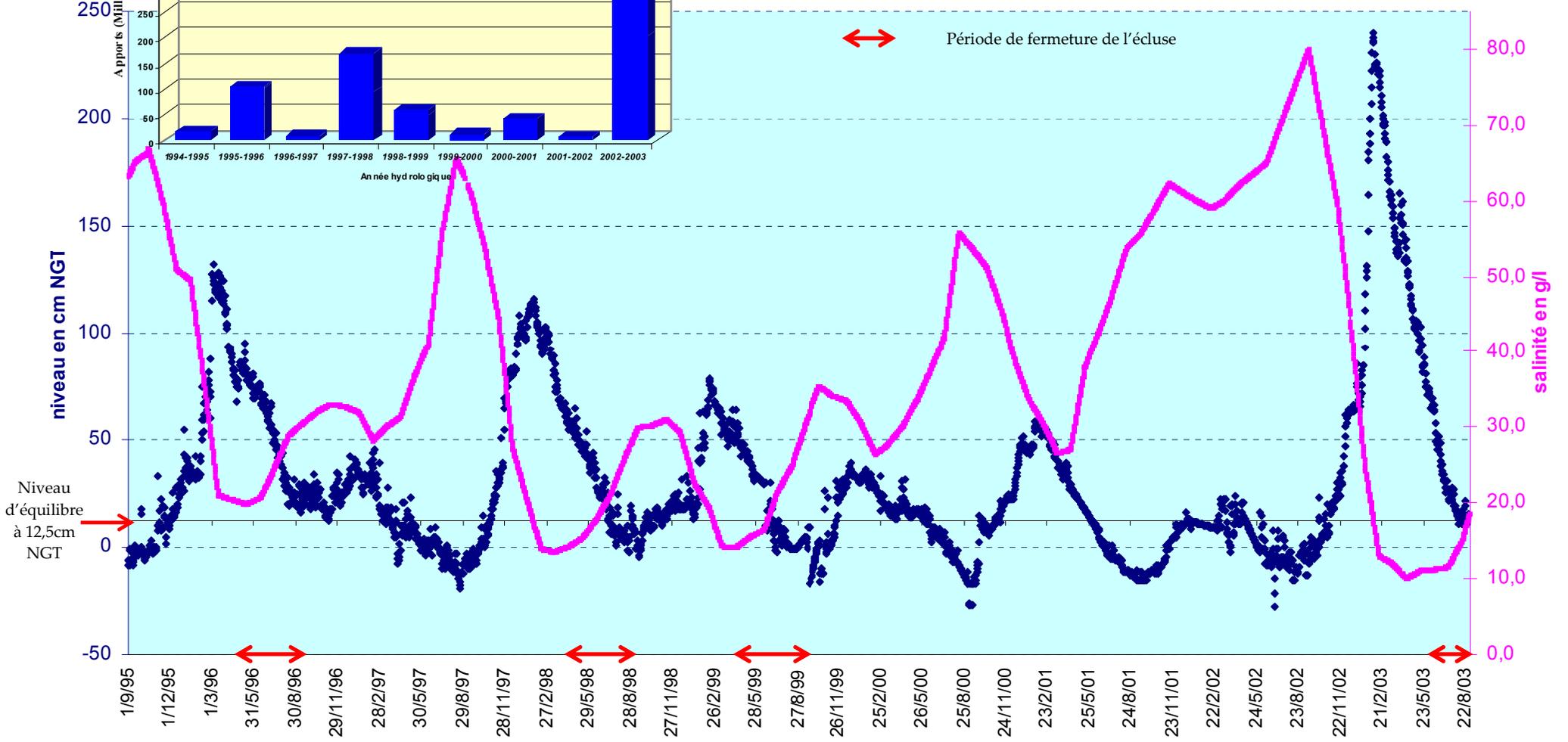
L'année 2002-2003, avec des apports ruisselés au lac près d'une fois et demi supérieurs à la normale a permis en l'espace d'une année seulement de retrouver des conditions de milieu favorables pour le développement des herbiers du lac et des marais, pour la population ichtyque ainsi que pour l'avifaune même s'il est probable que pour les deux derniers les effets de cette amélioration ne soient pas immédiats.

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

Histogramme des apports annuels au lac Ichkeul



Evolution des niveaux à l'échelle de l'écluse et de la salinité moyenne du lac
Période de 1995 à 2003

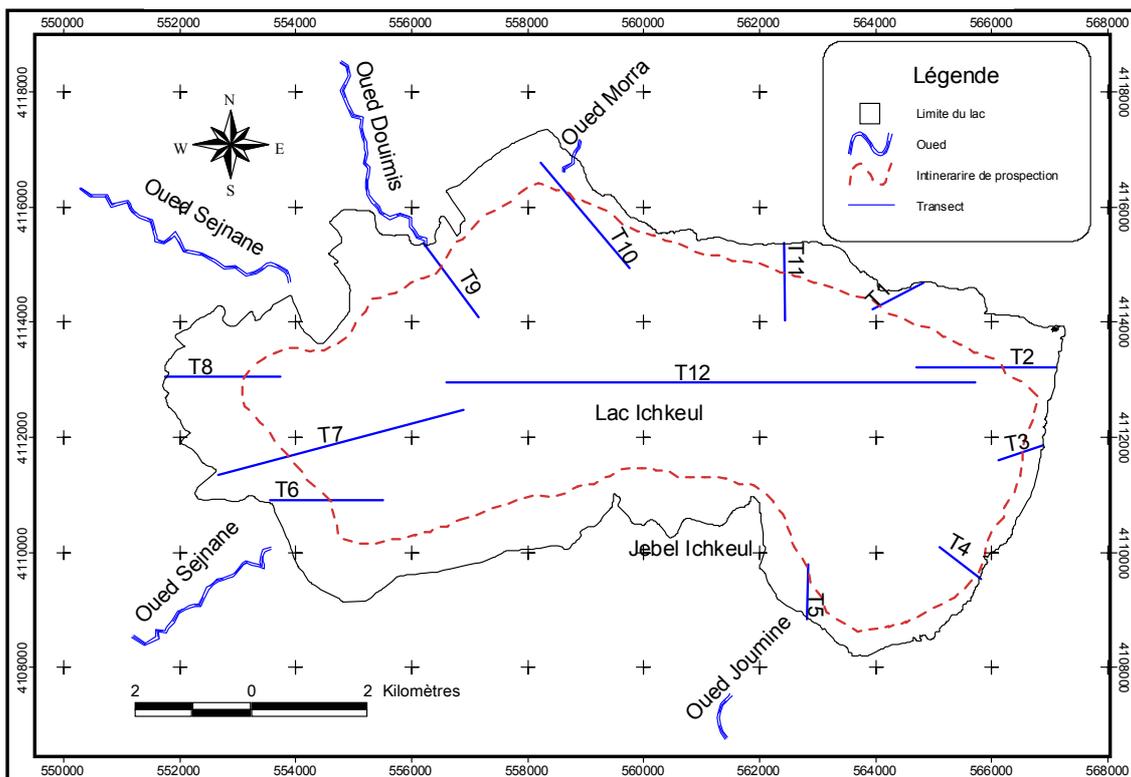


II – Biologie du lac Ichkeul

1- Végétation aquatique du lac³

Le suivi de la végétation aquatique du lac a été réalisé lors d'une campagne au mois de septembre 2003 selon la même méthodologie et sur les mêmes transects que lors de la précédente étude menée pour le compte de l'ANPE en 1998 par le bureau d'études ERI « Etude de la flore du Parc National de l'Ichkeul ».

Transects et itinéraires de prospection – septembre 2003



1.1-Répartition du macrophytobenthos

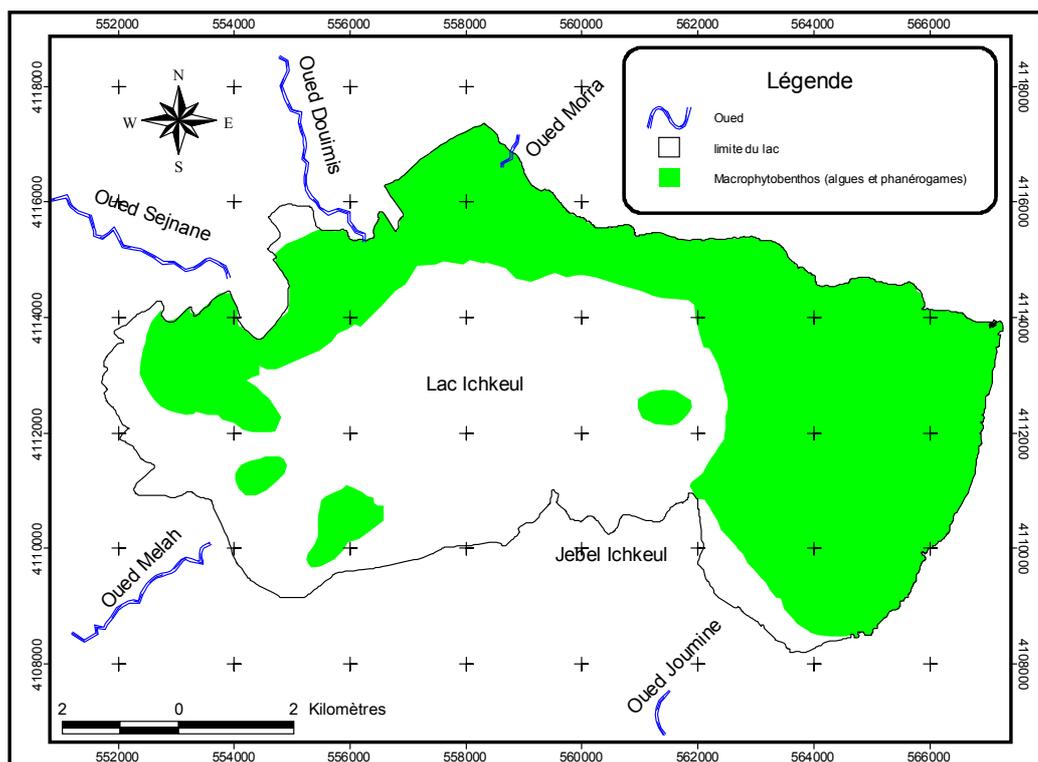
Grâce au rétablissement des conditions de milieu favorables (faibles salinités, extension des limites du plan d'eau,..) des changements importants ont été observés:

1. De façon générale: un développement végétal très important à l'Est, au Nord et au Nord Ouest du lac
2. **La réapparition de l'herbier à *Potamogeton Pectinatus* pour la première fois depuis 1994**, (en 1998, seuls quelques pieds isolés avaient été observés), notamment au Nord et de façon moindre à l'Est et au Sud-Est, même si les recouvrements sont nettement moins importants qu'en 1993.

³ D'après les résultats obtenus dans le cadre d'une expertise réalisée par MM Lotfi BACCAR, Ridha BACCAR (bureau d'études ERI) et Abdesselem SHILI (enseignant à l'INAT) en septembre 2003

3. La présence d'un herbier de *Ruppia Cirrhosa* toujours aussi développé qu'en 1998 mais sa progression a été freinée par la compétition induite par la réapparition des potamots
4. Un fort développement de masses d'algues vertes, essentiellement de *Cladophora* du côté Est du lac.

Répartition du macrophytobenthos dans le lac Ichkeul en septembre 2003

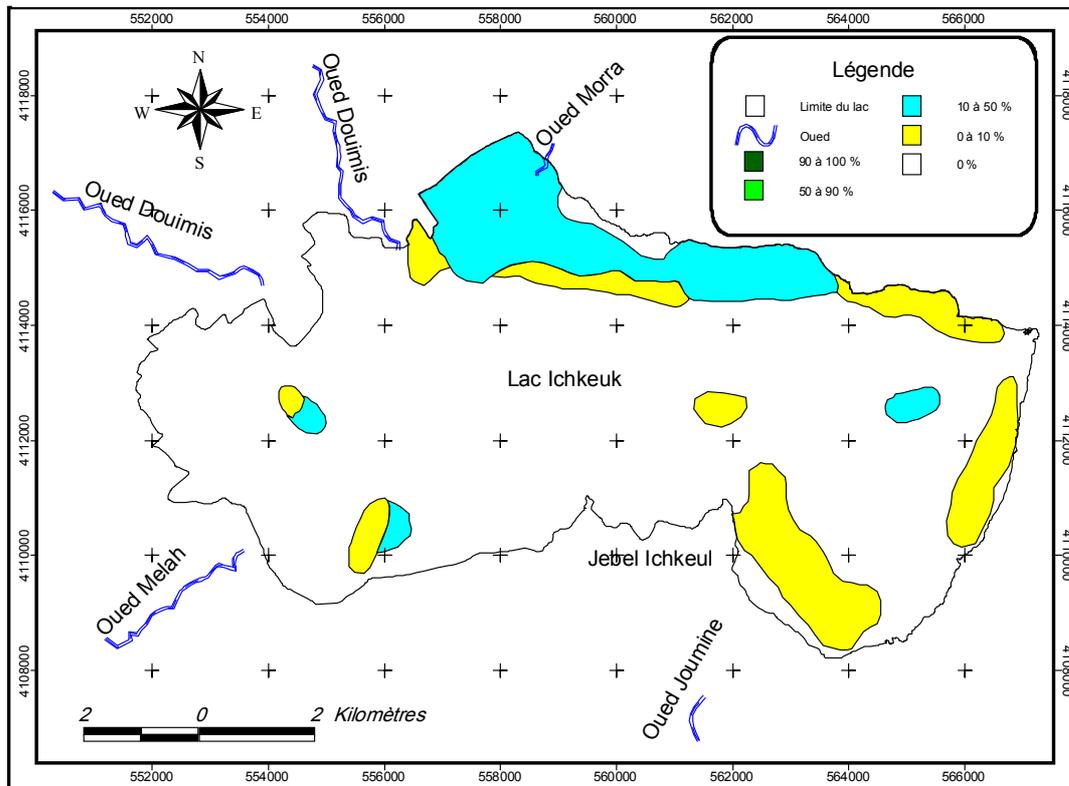


Le tableau suivant donne la répartition de l'extension des différents types d'herbiers du lac Ichkeul selon leur taux de recouvrement tels qu'observés en septembre 2003.

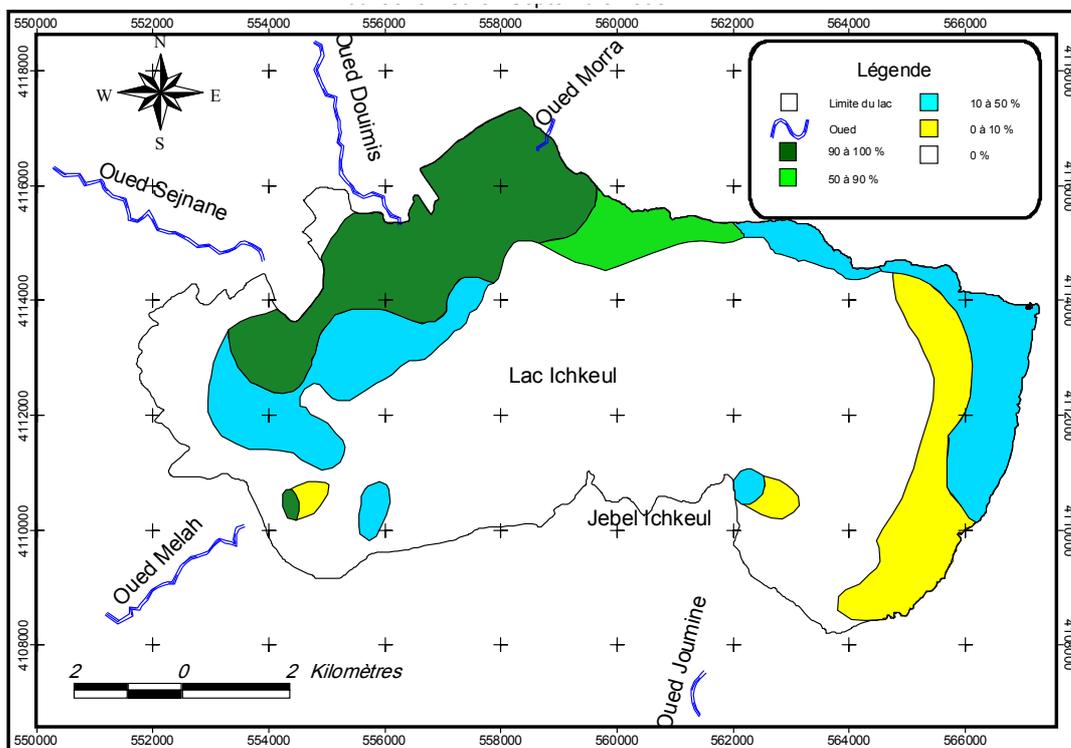
Type de végétation	Herbier à potamogeton		Herbier à ruppia		Peuplement algal	
	Recouvrement Moyen	Surface en (Km ²)	Recouvrement Moyen	Surface en (Km ²)	Recouvrement Moyen	Surface en (Km ²)
Limites de recouvrement						
90 à 100%	0%	-	98%	10,96	94%	4,63
50 à 90%	0%	-	68%	2,13	69%	5,09
10 à 50%	21%	9,04	24%	11,23	30%	23,60
0 à 10%	4%	9,08	4%	6,16	4%	4,06
Dans tout le lac	14%	18,12	35%	30,48	47%	37,38

Pour une surface totale du plan d'eau évaluée à environ 81 Km², les herbiers de potamogeton avec 18,1 Km² occupent 22,4%, contre 46,3% pour les macroalgues et 37,7% pour les herbiers de Ruppias

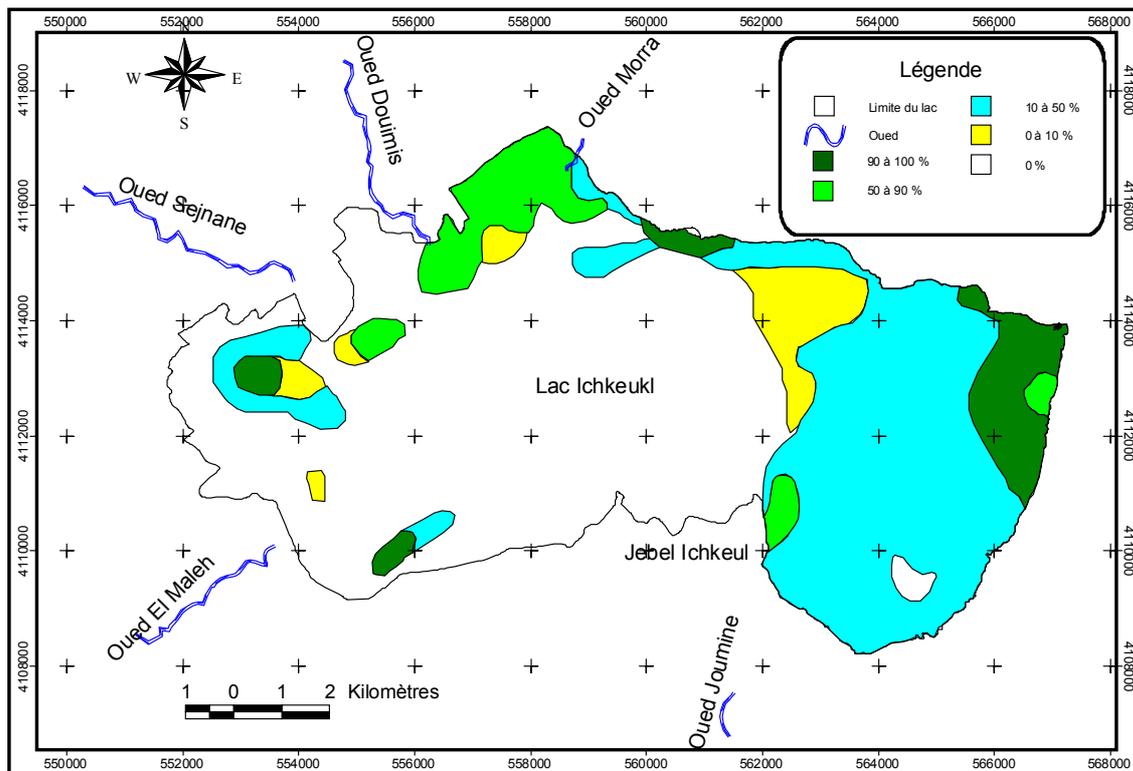
Répartition des herbiers à *Potamogeton pectinatus* dans le lac Ichkeul – septembre 2003



Répartition des herbiers à *Ruppia cirrhosa* dans le lac Ichkeul – septembre 2003



Répartition des macroalgues dans le lac Ichkeul – septembre 2003



Les variations des surfaces d'extension et des densités de recouvrement des différents types de peuplements végétaux du lac Ichkeul observées entre 1993 et 2003 sont données ci-après.

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

Les faits les plus marquants sont la réapparition de l'herbier à potamogeton disparu depuis 1994 et l'augmentation sans cesse croissante depuis 1998 des peuplements algaux, traduisant sans doute la dégradation des conditions de milieu des dernières années.

1.2-Phytomasse

La phytomasse totale du lac au mois de septembre 2003 a été estimée à 10 942 tonnes de poids sec représentée respectivement par 41% de *Potamogeton Pectinatus*, 45% de *Ruppia Cirrhosa* et 14% de macroalgues. La phytomasse moyenne pour l'ensemble de la végétation est de 122g de poids sec/m² : la phytomasse moyenne du potamogeton est de 315g/m², celle des Ruppias est de 149 g/m² et celle des peuplements algaux (dominés par *Cladophora*) est de 24 g/m².

Les variations spécifiques de phytomasse par rapport à 1993, 1994 et 1998 sont données dans le tableau suivant

Type de peuplement	Période	TOTAL du lac (en tonnes)	Poids moyen (en g/m ²)	Recouvrement moyen (en %)
Herbier à <i>Potamogeton Pectinatus</i>	Octobre 1993	7436	86 à 224	
	Septembre 1994	0	-	
	Septembre 1998	0	-	
	Septembre 2003	4514	315	14%
Herbier à <i>Ruppia Cirrhosa</i>	Octobre 1993	1300	236	-
	Septembre 1994	191	92	59%
	Septembre 1998	7604	292	74%
	Septembre 2003	4883	149	35%
Herbier à <i>Zostera Noltii</i>	Octobre 1993	-	-	-
	Septembre 1994	0	-	-
	Septembre 1998	25,4	270	90%
	Septembre 2003	0	-	-
Peuplement algal (à dominance <i>chlorophyceae</i>)	Octobre 1993	41	32,6	32%
	Septembre 1994	20	15,6	33%
	Septembre 1998	2425	93	24%
	Septembre 2003	1527	24	47%
Peuplement végétal total	Octobre 1993	8777		
	Septembre 1994	211		
	Septembre 1998	10054,4		
	Septembre 2003	10924		

Par rapport à 1998, la phytomasse totale n'a pas trop varié mais on a assisté à un rééquilibrage entre les potamogetons et les ruppias et une baisse de la phytomasse des macroalgues, probablement à cause de l'adoucissement des eaux du lac qui ont favorisé *Cladophora* moins dense (par rapport aux macroalgues à affinité marine *Chaetomorpha* présentes en 1998).

2- Faune halieutique

2.1-Recrutement des alevins

La production halieutique du lac Ichkeul est tributaire des recrutements des alevins et des juvéniles qui s'effectue essentiellement en période printanière, pour la plupart des espèces, et ce par courant d'eau sortant du lac Ichkeul vers la lagune de Bizerte par l'intermédiaire de l'Oued Tinja.

Compte tenu des conditions défavorables des dernières années le courant sortant de l'Ichkeul vers la lagune de Bizerte s'effectuait avec un débit très faible et pendant une période très courte. Ces conditions ont engendré la réduction du recrutement de ces alevins et juvéniles dans le lac Ichkeul et ont affecté de manière conséquente la production halieutique du lac.

Après les pluies hivernales de l'année hydrologique 2002/2003, le sens du courant d'eau dans l'Oued Tinja s'est inversé d'une manière durable (Ichkeul vers Bizerte) et ceci dès le début du mois de décembre 2002. Ces conditions ont favorisé le recrutement des alevins au lac Ichkeul avec des quantités considérables (confirmé par le représentant de la Société Tunisie Lagunes (STL) qui gère et exploite la production de poissons du lac Ichkeul). Ceci devrait avoir un impact positif sur la production halieutique pour les années à venir, la production halieutique de l'année étant en effet liée aux recrutements ayant eu lieu 3 à 5 ans auparavant (âge commercial des poissons de 3 à 5 ans).

2.2-Production halieutique

En se basant sur les statistiques disponibles (Office National de la Pêche et STL) durant les dernières 20 années (1983 à 2003), on constate que la production halieutique totale du lac Ichkeul a accusé une baisse remarquable passant de 200 t/an pendant la période 1983-1997 à environ 90 t/an durant la période 1998-2003, avec une production déclarée d'anguilles nulle pour les années 2001 et 2002 (voir tableau et graphique ci-après).

En effet, la faune ichtyque a également souffert des conditions défavorables du milieu induites par la période de sécheresse plus ou moins marquée ces dernières années et notamment :

- l'élévation importante des salinités dans le lac sur des périodes relativement prolongées
- la perturbation des échanges entre le lac Ichkeul et le lac de Bizerte avec un raccourcissement de la période de courant sortant pendant l'alevinage

- l'envasement plus ou moins marqué de la partie Nord-Est du lac ainsi que dans l'oued Tinja formant un obstacle physique à la communication entre les deux lacs et empêchant ainsi les mouvements de recrutement des alevins et les dévalaisons des géniteurs

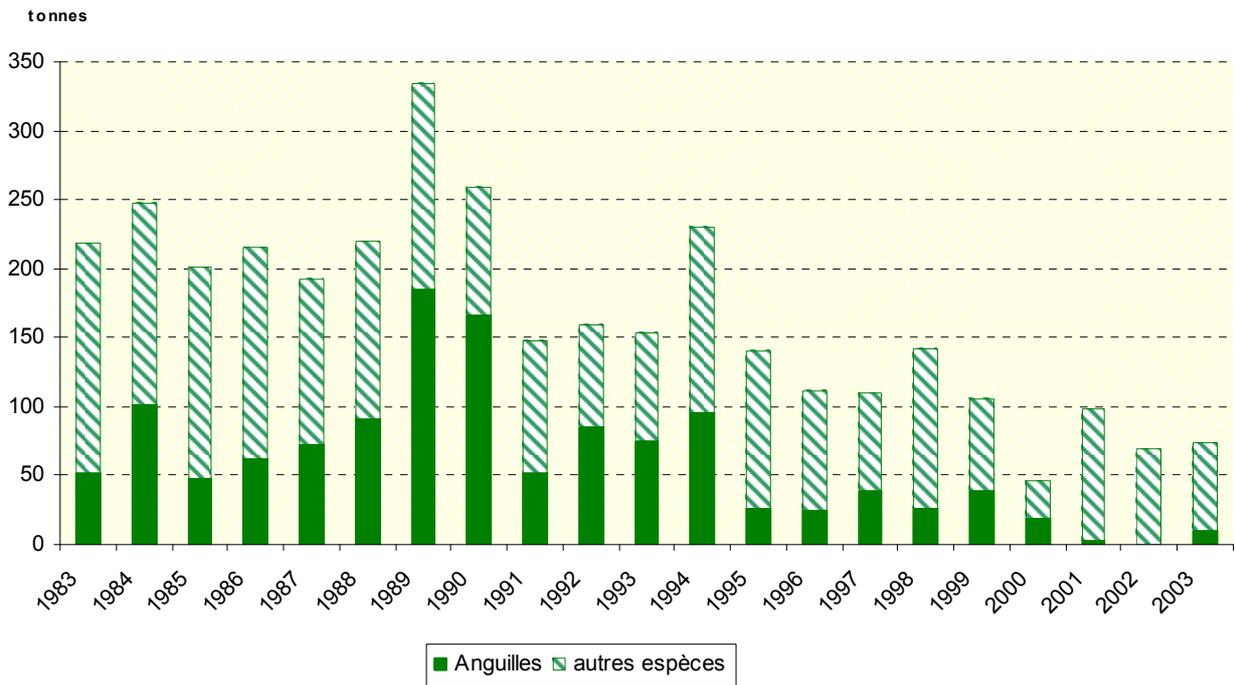
Pour l'année 2003 on n'a pas constaté d'amélioration particulière de la production halieutique dans le lac Ichkeul, le chiffre déclaré étant de 73,6 tonnes, toutes espèces confondues. Il est quand même à signaler que, compte tenu des conditions climatiques pluvieuses de l'hiver et des niveaux d'eau élevés dans le lac, les pêches dans le lac n'ont pas pu avoir lieu durant les quatre premiers mois de 2003. Les chiffres donnés correspondent donc à une production halieutique de 8 mois seulement.

D'autre part, la réapparition de la production d'anguille, environ 10 tonnes déclarées, est de bon augure pour les années à venir.

**Production halieutique annuelle dans le lac Ichkeul de 1983 à 2003, 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

Evolution de la production halieutique dans le lac Ichkeul depuis 20 ans



III - Végétation des marais

Malgré les quantités importantes de pluies de l'automne 2002/2003, les eaux n'avaient pas encore atteint les zones des marais de l'Ichkeul au début du mois de décembre 2002, probablement en raison de l'étendue très faible du plan d'eau du lac à la suite de la persistance de la sécheresse des années 1999 à 2001.

A partir du mois de décembre 2002 et suite aux pluies abondantes et aux lâchers d'eau des barrages de Sejnane (depuis la fin du mois de décembre 2002) et de Joumine (à partir de la fin du mois de janvier 2003), on a assisté à une inondation progressive et complète vers la mi-février 2003, de tous les marais de l'Ichkeul. La clôture qui les délimite a été noyée sur de grandes hauteurs. Cette inondation qui s'est plus ou moins prolongée selon la topographie des marais a entraîné ainsi un drainage des sels accumulés dans les sédiments des marais depuis plusieurs années.

Inondation des marais de Joumine



(Janvier 2003)

Photo F. Marouani-ANPE



(Février 2003)

Photo M. Doggui-ANPE



Inondation des marais de Ghezala

(Janvier 2003)

Photo N. Ben M'barek-ANPE



Photo M. Doggui-ANPE

Vues des marais du Melah inondés (Février 2003)



Photo M. Doggui-ANPE

Un développement de l'herbier à Scirpes dans plusieurs secteurs des marais de Joumine, Ghezala et Melah a pu être observé dès les mois de décembre 2002 et janvier 2003. La prolongation de la période d'inondation durant le printemps et la baisse consécutive de la salinité des sols a permis le développement spectaculaire de l'herbier à scirpes dans tous les marais durant les mois d'avril et mai 2003 et ce au détriment des espèces plus halophytes (salicornes,...) qui s'étaient étendues ces dernières années.

Un travail récent d'une étudiante de l'Institut National Agronomique de Tunis réalisé dans le cadre d'un Master⁴ avec l'appui de l'ANPE a montré que le stade de dégradation atteint par la végétation des marais durant l'été 2002 était très poussé, avec :

- une réduction des superficies occupées par la végétation hygrophile, limitées aux cours d'eau. Les herbiers à scirpes avaient disparus de l'ensemble des marais ;
- une extension par rapport aux résultats de l'étude de 96 de l'aire de répartition de la végétation halophile à base de *Sacocornia fructicosa* à tous les marais avec apparition d'espèces non signalées dans les études précédentes comme *Arthrocnemum indicum* confirmant la salinisation du milieu.

Il a donc suffi d'une année favorable pour permettre la régénération de la végétation hygrophile à base de jonc, rumex, carex et de scirpes. Compte tenu de l'état de dégradation des rhizomes et des bulbes, constaté en 2002, il semble d'autre part que les scirpes se soient régénérés par voie sexuée. Les graines ont donc une certaine capacité à résister à des conditions extrêmes et prolongées de salinité et de sécheresse .

Leur mode de multiplication végétative (bulbes et rhizomes) est capable ensuite de prendre rapidement le relais et permettre une propagation rapide puisque dès mai 2003, les plans de scirpes commençaient à développer des bulbes et rhizomes dans les zones de marais où l'eau s'était retirée.



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Plant de *scirpus maritimus* – formation de nouveaux bulbes et rhizomes

⁴ Master en sciences agronomiques de l'INAT « Application de la télédétection pour l'étude de l'évolution récente de la végétation des marais du Parc National de l'Ichkeul » par Sanioura NAJLAOUI – Février 2004



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Inflorescences de scirpes



Photo N. Ben M'barek-ANPE



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Reprise des scirpes dans les marais au printemps 2003



Photo N. Ben M'barek-ANPE



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Reprise spectaculaire des scirpes dans les marais au printemps 2003



Photos N. Ben M'barek-ANPE

IV - Avifaune dans le Parc

- Hiver 2002/03

Au début de l'hiver, en novembre 2002, les pluies n'étaient pas encore arrivées et les effectifs de canards ressemblaient à ceux de l'hiver précédent (effectifs très bas pour toutes ces espèces). Malgré les bonnes pluies de décembre et du début de janvier, ainsi que les apports des barrages, les plantes et invertébrés qui forment l'alimentation de base des oiseaux aquatiques mettant bien sûr un certain temps à se reconstituer, on ne pouvait donc pas s'attendre à ce que les populations d'oiseaux augmentent dès l'arrivée des eaux. Par la suite les niveaux d'eau étaient peut être trop élevés pour les oiseaux.

Les recensements effectués par la Direction du Parc National de l'Ichkeul (Arrondissement des Forêts de Bizerte) en janvier 2003 ont donné les chiffres suivants pour les principales espèces d'oiseaux d'eau hivernants caractéristiques de l'Ichkeul :

- Oies cendrées : 635
- Canards siffleurs : 5900
- Fuligules milouins : 4850
- Foulques macroules : 3950
- Sarcelles d'hiver : 2250
- Canards pilet : 1750
- Canards souchet : 3450

D'autres dénombrements effectués à la même époque⁵ donnent des chiffres moins importants, entre 10 et 11000 individus de ces espèces au total.

- Été 2003⁵

Quelques observations intéressantes ont été effectuées au cours de l'été 2003. Les bonnes pluies de l'hiver précédent ont permis un début de reconstitution de la végétation et sans doute des invertébrés. Les oiseaux d'eau ont donc pu reprendre leurs activités de reproduction. L'observation la plus intéressante est celle de la belle héronnière qui s'est installée ou réinstallée dans les tamarix à la pointe du delta du Sejnane ; cette colonie était en pleine activité au 11 juin et comportait de l'ordre de 200 nids, surtout de hérons garde-

⁵ résultats obtenus lors de dénombrements et observations effectuées par M. Michael SMART (spécialiste en ornithologie) – communication personnelle

bœufs, mais avec quelques nids de héron cendré, d'aigrette garzette, de héron bihoreau et même de héron crabier ; la colonie est toujours active le 28 juillet et même encore le 19 août.

Parmi les autres espèces nicheuses en juin, on peut mentionner des colonies d'une cinquantaine d'échasses blanches et d'une trentaine de sternes naines qui nichaient près du delta du Sejnane, et une autre colonie de 30 sternes naines sur l'îlot près de l'écluse de Tinja (où des jeunes de gravelot à collier interrompu ont été observés) ; enfin il y a même eu un petit groupe de jeunes flamants qui a fait un effort, pas très sérieux, de reproduction, comme cela se passe presque tous les ans dans différents endroits de la Tunisie.

Enfin, en ce qui concerne les flamants, on a enregistré des effectifs estivaux très importants : au moins 2.500 le 28 juillet et plus de 7.000 le 19 août. Normalement de tels effectifs auraient indiqué la présence d'une très forte salinité et auraient provoqué des réactions d'alarme auprès des gestionnaires. Mais dans ce cas, on sait que le niveau de salinité était autour de 18 grammes par litre – condition idéale pour l'éclosion des invertébrés du type crevette (voir plus loin le diagnostic sur les invertébrés aquatiques du lac) forment la nourriture préférée du flamant – et il semblerait donc que les flamants se sont concentrés à l'Ichkeul pour profiter d'une source d'alimentation particulièrement riche.



Photo F.Marouani-ANPE

Aigrettes garzettes dans les marais de Joumine



Photo F.Marouani-ANPE

Canards colvert

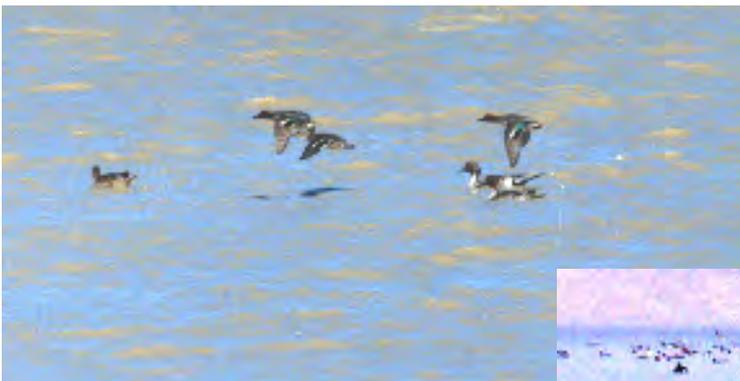


Photo F.Marouani-ANPE

Oies cendrées dans les marais du Joumine



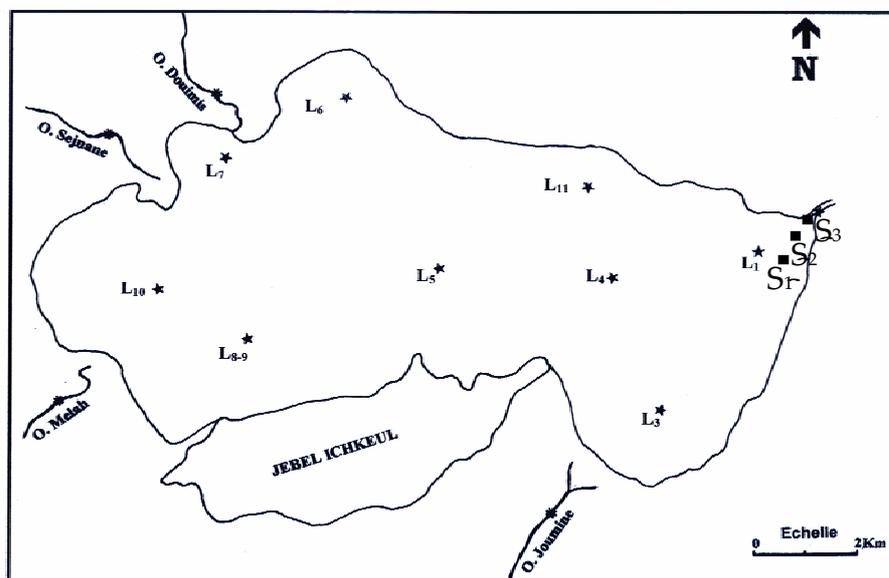
Photo F. Marouani-ANPE

DEUXIEME PARTIE : ETUDES SPECIFIQUES

Invertébrés aquatiques⁶

Dans le cadre de ses campagnes mensuelles de mesure des paramètres physico-chimiques des eaux et des sédiments au niveau du lac Ichkeul, l'équipe chargée du suivi avait constaté la présence en quantité relativement importante d'invertébrés dans les sédiments prélevés lors de la campagne du mois de mars.

Pensant qu'il pouvait s'agir d'oligochètes appartenant au genre tubifex, animaux considérés comme des espèces indicatrices du dysfonctionnement du milieu et donc indicateurs de premier ordre de la pollution de l'eau et par ailleurs soupçonnés d'être des hôtes intermédiaires de certains parasites dont l'hôte définitif est le poisson, il a été décidé d'effectuer une campagne de prélèvement d'échantillons de sédiments dans le lac et dans les oueds pour établir un diagnostic sur les invertébrés aquatiques et notamment la présence ou non de tubifex en tant qu'indicateur de pollution et leur état éventuel de parasitisme.

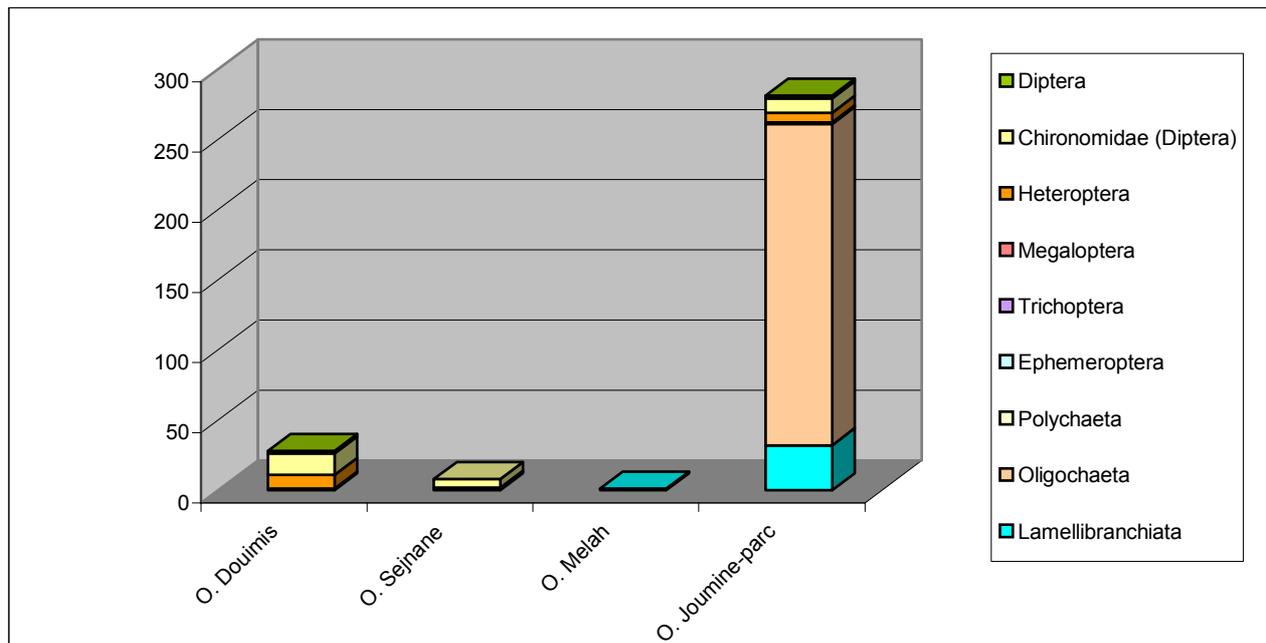


Localisation des stations de récolte des échantillons au niveau du lac Ichkeul et de ses embouchures - Août 2003

⁶ d'après les résultats obtenus dans le cadre d'une expertise réalisée par madame Sihem BAHRI (enseignante à la Faculté des Sciences de Tunis) en août 2003

1- Au niveau des oueds:

Les prélèvements de sédiments effectués en août 2003 au niveau des oueds ont permis de recenser les espèces suivantes:



L'oued Joumine est ainsi caractérisé par une plus grande diversité d'espèces avec une espèce dominante *Tubifex tubifex* (81%) traduisant une certaine pollution de cet oued. La richesse spécifique des trois autres oueds est quant à elle très faible.

L'analyse histologique des individus de tubifex rencontrés dans l'oued Joumine n'a pas montré la présence de stades parasites d'actinomyxidies entre les cellules intestinales. Les annélides *Tubifex* récoltés dans l'embouchure de l'oued Joumine ne sont donc pas porteurs de parasites pouvant infester les poissons du lac Ichkeul (muges).

Annélides oligochètes *Tubifex tubifex*



Photo S. Bahri

Hétéroptère aquatique



Photo S. Bahri

Hétéroptères *Nepa cineria*



Photo S. Bahri

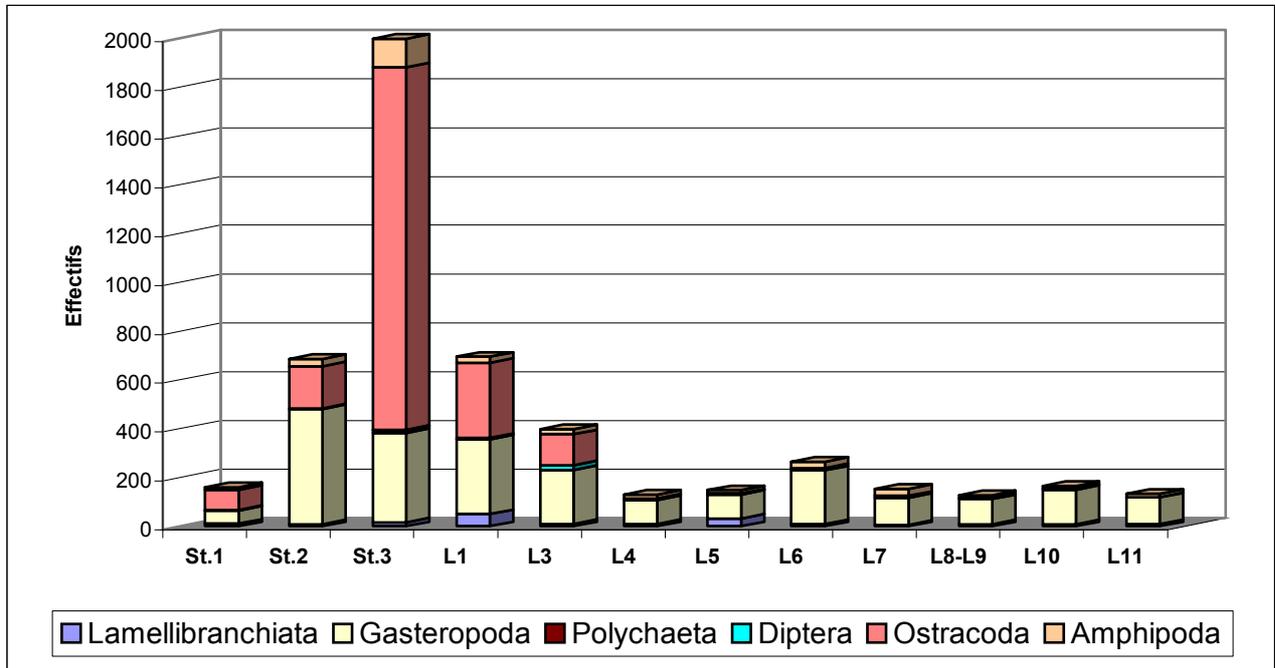
Insectes diptères *Chironomus sp*



Photo S. Bahri

2- Au niveau du lac:

Les prélèvements effectués dans le lac ont donné les résultats suivants:



La macrofaune endogée est représentée par deux mollusques bivalves strictement endogés: *Scrobicularia plana* et *Cerastoderma glaucum* et par un très petit gastéropode qui peut occasionnellement exister dans la couche sédimentaire : *Hydrobia ventrosa*.

Cerastoderma glaucum occupe toutes les stations du lac avec une concentration plus élevée du côté de oued Tinja en amont de l'écluse. *Scrobicularia plana* présente une répartition spatiale sélective ; elle est uniquement présente dans le secteur Tinja et dans le secteur central. *Hydrobia ventrosa* est quant à lui présent dans tout le lac avec une forte abondance dans le secteur de Tinja.



Photo S. Bahri

Mollusque gastéropode *Hydrobiosa ventrosa*

Mollusque bivalve *Scrobicularia plana*



Photo S. Bahri

La faune invertébrée vagile est représentée par des espèces strictement épiphytes : les crustacés *Corophium* et *Cyprideis* et par le mollusque gastéropode *Hydrobia ventrosa* et le polychète *Nereis diversicolor*.

Le crustacé amphipode *Corophium orientale* se rencontre en abondance dans toutes les stations. Ce crustacé typiquement euryhalin, vient d'être réinstallé au niveau du lac (la dernière signalisation de cette espèce date de 1994).

Le crustacé ostracode *Cyprideis* est abondant dans toutes les stations prospectées et en particulier au niveau du secteur Tinja. Le polychète *Nereis diversicolor* a été rencontré seulement au niveau du secteur Est. Les larves de *Chironomus sp.* (Insectes Diptères aquatiques) sont présentes dans tout le lac mais avec une faible densité. Les tubifex sont absents dans le lac.

Crustacé amphipode *Corophium orientale*



Photo S. Bahri

Crustacé ostracode *Cyprideis*



Photo S. Bahri

Polychète *Nereis diversicolor*

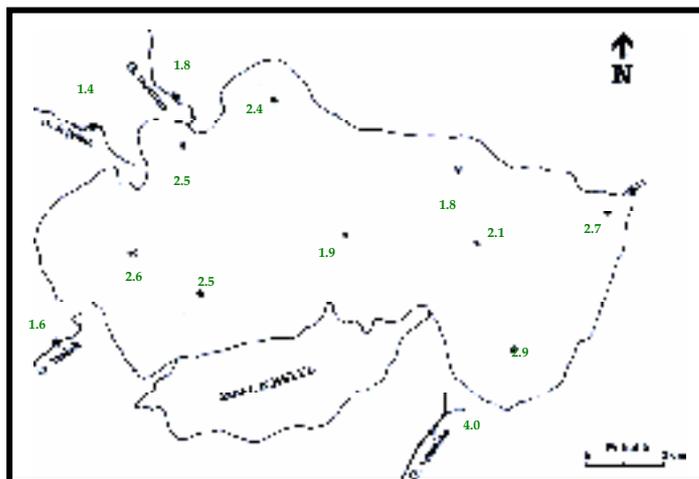


Phot S. Bahri

A l'occasion de cette étude il a également été effectué une analyse des échantillons de sédiments prélevés lors de cette campagne (août 2003) pour évaluer notamment la teneur en matière organique.

Les différentes analyses de sédiments superficiels ont été réalisées sur la fraction fine (inférieure à $63\mu\text{m}$). Cette fraction fine a fait l'objet d'étude de la matière organique et des métaux lourds.

Les teneurs en matière organique dans le lac sont variables. Les teneurs en COT les plus élevées ont été observées du côté Est du lac suite aux apports anthropiques en provenance de la ville de Mateur par l'oued Joumine et la lagune de Bizerte par l'oued Tinja par un courant d'eau rentrant. C'est dans les stations du centre du lac que les valeurs sont les plus faibles puisque cette zone est loin des apports anthropiques avec l'absence de végétation aquatique.



Répartition spatiale des pourcentages en COT (%) dans les sédiments superficiels du lac Ichkeul et son bassin versant, fraction inférieure à $63\mu\text{m}$ au cours de la campagne du mois d'août 2003.

TROISIEME PARTIE: TENDANCES D'EVOLUTION ET PERSPECTIVES D'ACTIVITES

Les résultats présentés dans les parties précédentes concernent l'année hydrologique 2002-2003 qui s'achève au 31 août 2003. Le suivi scientifique s'est depuis poursuivi et a été élargi encore à certains paramètres biologiques notamment en ce qui concerne le dénombrement des oiseaux d'eau.

I - Tendances d'évolution des milieux depuis septembre 2003

Les conditions climatiques de cette année sont moyennes à bonnes dans le bassin versant de l'Ichkeul. Certains sous-bassins ont reçu une pluviométrie supérieure à la moyenne, notamment celui du Sejnane, d'autres comme celui du Joumine un peu moindre.

Dès le mois de décembre les barrages ont effectué des lâchers d'eau qui se sont intensifiés durant le mois de janvier avec une moyenne d'environ 2 millions de m³ par jour. **Au 31/01/2004, ce sont environ 100 millions de m³ d'eau qui sont arrivés au lac Ichkeul en provenance des barrages**, ce qui se situe bien dans la fourchette des apports estimés nécessaires. **Les apports totaux au lac (y compris les bassins non contrôlés et les bassins résiduels) sont estimés à près de 160 millions de m³, l'ensemble des oueds étant en crue.**

Oued Douimis (fin janvier 2004)



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Oued Sejnane (fin janvier 2004)



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Oued Joumine (fin janvier 2004)

Photo N. Ben M'barek-ANPE

Oued Melah (fin janvier 2004)

Photo N. Ben M'barek-ANPE

La salinité relativement basse à la fin de l'été a continué à augmenter pour atteindre un maximum de 22g/l en septembre 2003. Avec les premières pluies et les premiers apports d'eau du bassin versant elle a commencé à diminuer dès le mois d'octobre. **Elle était d'environ 10 g/l au mois de décembre 2003 et est estimée à la fin du mois de janvier 2004 à environ 6g/l. Si ces conditions persistent ce serait la deuxième année consécutive où les contraintes de germination des potamots liées à la salinité seraient satisfaites.**

Les niveaux d'eau à l'écluse sont importants depuis la fin du mois de décembre et se situent actuellement à environ 170 cm NGT avec des déversements.

**Ecluse de Tinja (fin janvier 2004)**

Photo N. Ben M'barek-ANPE

L'inondation des marais a également débuté dès le mois de décembre pour devenir importante au courant du mois de janvier. Là aussi, on peut espérer une reprise des scirpes si ces conditions persistent d'ici le printemps.

Marais du Melah inondés (fin janvier 2004)



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Marais du Joumine inondés (fin janvier 2004)



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Photo N. Ben M'barek-ANPE

En ce qui concerne l'avifaune, on a pu noter une arrivée tardive (fin novembre) des oiseaux peut être en rapport avec des conditions extérieures à l'Ichkeul (dans les zones du nord de la méditerranée). **Les dénombrements effectués aux mois de décembre 2003 et janvier 2004 ⁷ montrent une fréquentation encore faible cette année des principales espèces d'oiseaux d'eau migrants. On peut noter cependant une augmentation des effectifs d'oies cendrées par rapport à l'année dernière, même si les effectifs ont diminué entre décembre 2003 et janvier 2004.**

Les dénombrements du mois de décembre 2003 donnent une population des principales espèces de canards et des foulques de 12 500 individus et 1800 oies cendrées. Ces chiffres sont descendus respectivement à 6400 et 1200 au mois de janvier 2004.

Les dénombrements effectués sur d'autres plans d'eau du Nord et du Cap Bon montrent que l'on a des populations aussi importantes dans le Cap Bon (barrage de Lebna et d'O. Rmel) et que les populations d'oiseaux ont eu tendance à augmenter entre décembre et janvier.

II - Gestion de l'eau

C'est un des volets fondamentaux de la gestion du Parc National de l'Ichkeul pour conserver les valeurs qui en ont fait un site internationalement reconnu. D'autre part, compte tenu de l'importance de la ressource « eau » pour la Tunisie, il est également impératif d'assurer une gestion optimale de cette ressource.

1- Alimentation du lac à partir des lâchers des barrages.

Pour l'année 2002-2003, compte tenu des pluviométries exceptionnelles, les apports des barrages à l'Ichkeul ont atteint près de 290 millions de m³ qui représentent près de 60% des apports totaux à l'Ichkeul.

Pour cet hiver (2003-2004), les barrages ont déjà lâché vers l'Ichkeul environ 100 millions de m³ jusqu'à fin janvier 2004, ce qui se situe dans la fourchette des lâchers minimums estimés nécessaires aux besoins de l'Ichkeul (80 à 120 millions de m³). Ces lâchers répondent donc pleinement aux engagements de la partie tunisienne à assurer une alimentation en eau minimum pour la sauvegarde de l'Ichkeul.

⁷ résultats obtenus dans le cadre d'une assistance technique à l'ANPE réalisée par M. Imed ESSETI (consultant en ornithologie - IBIS Production)

2- Maintenance de l'écluse et mise en place d'un manuel de procédure

Les travaux de réhabilitation de l'écluse (automatisation des vannes) sont en phase terminale.

Cette réhabilitation devrait permettre :

- une gestion plus fine des débits, jusqu'à présent il s'agissait d'une ouverture ou d'une fermeture totale de l'écluse
- une gestion plus fine de l'échelle à poissons qui devrait assurer de façon plus aisée le passage des alevins ou des poissons indépendamment de l'état de fermeture de l'écluse elle-même.

Servo-moteur en place avec volant de manipulation amovible (nouvelle acquisition)



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Vue de la passerelle avec les servo-moteurs installés



Photo N. Ben M'barek-ANPE

Le panneau de contrôle automatisé (nouvellement installé)



Photos N. Ben M'barek-ANPE

Des règles de gestion dérivant de celles proposées pendant l'étude sont en cours de mise au point et seront utilisées en première application. Des adaptations pourront être effectuées selon les résultats du modèle de simulation et de prévision dès que sa mise à jour sera fonctionnelle.

3- Réactualisation des modèles de simulation et de prévision

La mise à jour du modèle à l'environnement actuel devrait avoir lieu durant le premier trimestre 2004. Cela pourrait permettre d'utiliser dans de meilleures conditions le modèle existant et d'avoir des résultats sur les tendances d'évolution des écosystèmes en fonction des conditions de l'année en cours.

L'actualisation des paramètres d'entrée (séries hydroclimatiques, bathymétrie,...) devrait être un peu plus longue, elle dépend de la complexité éventuelle des implications du changement des paramètres d'entrée sur chacun des modules formant le modèle. Compte tenu des changements enregistrés durant la dernière décennie aussi bien dans les conditions climatiques que celles du milieu, cette tâche est cependant indispensable pour que les résultats du modèle collent mieux à la nouvelle réalité.

A plus long terme, il est possible d'élargir le modèle à certains paramètres non négligeables qui n'ont pas été pris en compte jusqu'à présent. Il s'agit en particulier des phénomènes de sédimentation au niveau de l'écluse et de l'oued Tinja mais aussi de l'hydrodynamique au niveau de cet oued en fonction de la gestion de l'écluse.

4- Etude bathymétrique et topographique du lac et des marais :

Les travaux de relevés bathymétriques du lac et topographiques des marais ont démarré en octobre 2003 et **se sont achevés à la fin du mois de décembre 2003**. Les premiers résultats ont été remis à l'ANPE, ils sont en cours de vérification.

Cette étude est le préalable à une évaluation de l'évolution sédimentaire du lac et des marais depuis 1994 et à l'identification d'éventuels aménagements à entreprendre. Compte tenu des importants apports d'eau de l'hiver 2002-2003 il sera peut-être difficile d'évaluer avec précision l'évolution sédimentaire de la partie du lac proche de l'oued Tinja et ceci d'autant plus que l'entreprise STL a effectué des travaux de dragage de l'oued Tinja dès l'automne 2002 sans attendre l'étude bathymétrique. Par contre les résultats de cette étude permettront de connaître avec certitude le nouveau profil de l'oued Tinja et il sera alors intéressant de rentrer ces nouvelles données dans le modèle pour apprécier avec plus d'exactitude les débits à travers cet oued.

III - Suivi scientifique

1- Suivi hydroclimatique et de la qualité des eaux

Consciente de la nécessité d'améliorer le dispositif de suivi scientifique mis en place depuis 1995, l'ANPE a entamé dès 2002 un programme de réhabilitation du réseau de suivi hydro-climatologique, tel que présenté dans le schéma en page 8 :

- installation de deux nouvelles stations météorologiques de mesure en continu au sein du parc (i) à l'écluse de Tinja et (ii) à Joumine-marais qui sont fonctionnelles depuis mi-2002.
- installation de nouvelles stations hydrométriques et automatisation de certaines des stations existantes afin de mesurer en continu les niveaux d'eau, la salinité et la température dans le lac (écluse côté amont et Jebel) et dans les principaux oueds (Sejnane, Melah, Joumine, Tinja aval de l'écluse et à Guengla). Les stations automatiques sont maintenant fonctionnelles (achèvement de la mise en service des équipements en novembre 2003).
- Des programmes de jaugeage des oueds au niveau des stations indiquées (spécialement à l'oued Tinja) ont été mis en place et entamés dès le printemps 2003 dans le but d'établir et/ou de réactualiser l'étalonnage des stations.

Ce dispositif déjà en place permet d'effectuer un suivi hydro-climatologique rigoureux conforme aux exigences du programme de suivi proposé par l'UICN.

Dans le cadre du projet GEF/Banque Mondiale (Gestion des Aires protégées) il est prévu l'acquisition d'une ou deux stations météorologiques supplémentaires dont l'installation est prévue de l'autre côté du parc, dans les marais de Melah (à proximité de la station hydrométrique) et dans les marais de Sejnane (prospection de site à réaliser) et ainsi permettre de couvrir l'ensemble du parc. Il sera également possible d'acquérir et/ou d'automatiser les stations hydrométriques restantes afin de disposer d'un réseau de mesure performant sur l'ensemble des oueds et de déterminer avec précision les apports d'eau effectifs au lac.

2- Suivi des paramètres biologiques

Pour faire face à l'élargissement du programme en matière de suivi de la végétation, des oiseaux et des poissons. L'ANPE compte, comme cela a été le cas déjà en 2003 pour la végétation du lac et le dénombrement des oiseaux (résultats pour l'année 2003-2004) entamer des consultations ou demande d'assistance auprès d'experts confirmés qui viendront en appui du travail quotidien de l'équipe en place.

Ces expertises sont réalisées selon les méthodologies précisées dans le programme de suivi préconisé par l'UICN et qui ont déjà été utilisées lors des études précédentes menées sur l'Ichkeul pour le compte de l'ANPE (programme d'urgence en 1991-92, partie 3 de l'Etude pour la sauvegarde du Parc National de l'Ichkeul 1993-94, études diagnostics sur la faune

et la flore du Parc National de l'Ichkeul 1998-99). Il sera ainsi possible d'évaluer l'évolution de l'état des écosystèmes de l'Ichkeul de façon plus adéquate.

Il est nécessaire également que les équipes travaillant sur le terrain soient au fur et à mesure formées à ces suivis afin qu'elle puissent être autonomes à plus ou moins long terme.

Les expertises pour l'année prochaine concernent en particulier :

- l'étude de la végétation des marais
- l'étude de la végétation aquatique
- le suivi des populations d'oiseaux d'eau mais aussi d'oiseaux nicheurs (pour l'été 2004, cette expertise est déjà confiée au même ornithologue qui suit les oiseaux d'eau cet hiver)
- le suivi de l'alevinage

Compte tenu des conditions climatiques favorables pour la deuxième année consécutive, ces suivis sont particulièrement importants pour évaluer les réponses des différents compartiments biologiques aux améliorations des conditions de milieu.

IV - Collaboration avec le projet GEF/Banque Mondiale

« Gestion des aires protégées »

L'unité de gestion du projet GEF/Banque Mondiale sur « La gestion des Aires protégées » a également impliqué l'ANPE pour les actions ayant trait à la partie du projet consacrée à l'Ichkeul.

Cette synergie avec le projet GEF sera matérialisée par une convention-cadre, en cours d'élaboration, entre la Direction Générale des Forêts, gestionnaire du projet, et l'ANPE précisant les modalités de collaboration des deux partenaires dans le cadre de ce projet.

Elle concerne principalement les activités relatives au suivi scientifique (assistance au suivi et acquisition d'équipements) et aux études de modélisation, comme parties intégrantes du plan de gestion du Parc National de l'Ichkeul qui sera mis en place au cours de projet et l'implication de l'ANPE dans la mise en œuvre du projet.