



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 2005-2006



Février 2007

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.

SOMMAIRE

CONTEXTE	1
RESUME : Principaux faits marquants de l'année 2004-2005	4
PREMIERE PARTIE : Les résultats du suivi scientifique	6
I Hydrologie du lac Ichkeul	6
<u>1 Programme de suivi</u>	6
<u>2 Pluviométrie</u>	8
2.1 Pluviométrie à la station de Tinja	8
2.2 Pluviométrie dans le bassin versant de l'Ichkeul	9
2.3 Pluviométrie directe sur le lac	10
<u>3 Apports d'eau à l'Ichkeul</u>	10
3.1 Apports du bassin versant	10
3.1.1 Apports des cours d'eau au lac Ichkeul	10
3.1.2 Apports des barrages au lac Ichkeul	11
3.1.3 Apports totaux au lac Ichkeul	11
3.1.4 Apports totaux dans l'ensemble du bassin versant	12
3.1.5 Analyse des résultats	13
3.2 Apports de la lagune de Bizerte	14
3.3 Volumes sortant du lac par l'oued Tinja	15
3.4 Volumes des apports directs au lac et volumes évaporés	15
3.5 Bilan global du lac 2004-2005	16
3.6 Evolution interannuelle des apports au lac Ichkeul	17
<u>4 Suivi des paramètres physicochimiques du lac et de l'oued Tinja</u>	18
4.1 Niveaux d'eau	18
4.2 Sens du courant dans l'oued Tinja	21
4.3 Salinité des eaux	21
<u>5 Caractéristiques hydrologiques de l'année 2002-2003 :</u>	24
II Biologie du lac Ichkeul	26
<u>1 Végétation aquatique du lac</u>	26
1.1 Méthodologie	26
1.2 Résultats des observations et cartographie	27
1.2.1 Etat des herbiers à <i>potamogeton pectinatus</i>	28
1.2.2 Etats des herbiers à <i>Ruppia cirrhosa</i>	30
1.2.3 Etat des peuplements algaux	31
1.3 Evolution du phytobenthos	32
<u>2 Faune halieutique</u>	33
2.1 Recrutement des alevins	33
2.2 Production halieutique	33

III Végétation des marais ;	35
<u>1 Inondation des marais</u>	35
<u>2 Suivi de la végétation des marais</u>	37
2.1 Méthodologie	37
2.2 Résultats des observations et du suivi	38
2.2.1 Etat général de la végétation	38
2.2.2 Etat de la scirpaie	44
IV Avifaune	51
<u>1 Oiseaux d'eau hivernants</u>	51
2.1 Anatidés et foulques à l'Ichkeul	51
2.2 Dénombrements d'oiseaux hivernants dans le Nord de la Tunisie	55
<u>2 Oiseaux nicheurs et estivants</u>	56
DEUXIEME PARTIE : Assistance à la Recherche	59
CONCLUSION	64

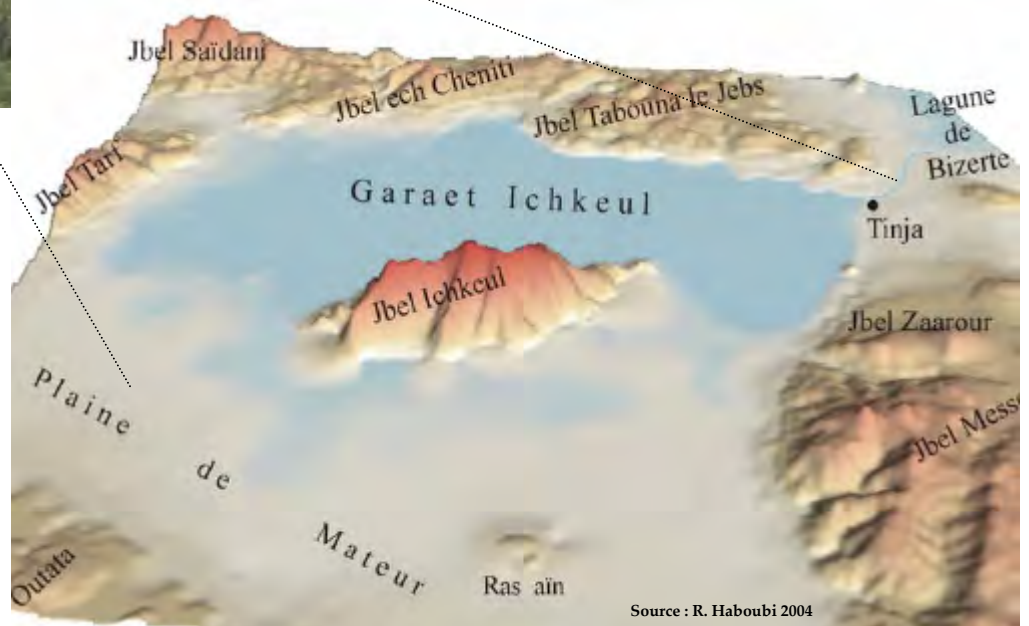
CONTEXTE

L'importance écologique du Parc National de l'Ichkeul comme l'un des principaux sites d'hivernage des oiseaux d'eau du paléarctique occidental est reconnue par son inscription au titre de trois conventions internationales. Son originalité tient essentiellement à l'hydrologie particulière de son système laguno-lacustre qui conditionne une végétation aquatique particulière servant d'alimentation principale à des milliers d'oiseaux d'eau migrants.



Photo MJ. Elloumi

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



Source : R. Haboubi 2004

Cependant les aménagements hydrauliques réalisés dans le bassin versant du lac, alliés à une longue période de sécheresse, ont fortement perturbé le fonctionnement originel de ce système durant les années 90.

Conscientes des risques pour l'Ichkeul, les autorités tunisiennes ont, dès 1990 organisé un séminaire international pour la sauvegarde de l'Ichkeul et réalisé une étude pluridisciplinaire entre 1993 et 1996 qui, à partir d'une analyse détaillée du fonctionnement du système, a élaboré des scénarii de gestion des différents paramètres qui régissent l'équilibre de l'écosystème et proposé une série de recommandations importantes quant à la gestion du site.

Devant la fragilisation des écosystèmes, le Comité du Patrimoine Mondial de l'UNESCO a décidé l'inscription du Parc National de l'Ichkeul, lors de sa 20^{ème} session en 1996, 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 de l'Ichkeul (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 :

- 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 ;
- Mettre en œuvre un programme de suivi scientifique reconnu par tous, sur la base du suivi minimum effectué par l'ANPE depuis 1995 ;
- 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 » ;
- 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.

La mise en œuvre concrète de ces orientations a été relancée en 2003 dans le cadre d'une collaboration avec l'UNESCO qui a abouti à l'organisation par l'ANPE d'un atelier de concertation sur la gestion intégrée du bassin versant de l'Ichkeul (en janvier 2003). Cet atelier a permis de dégager plusieurs recommandations relatives aux aspects institutionnels, scientifiques et de gestion qui s'inscrivent dans une vision de développement durable et d'élaboration d'un agenda 21 local pour l'ensemble du bassin versant.

Pour ce qui est du suivi scientifique, l'atelier a permis de valider le programme de suivi scientifique établi en concertation avec l'UICN sur la base du programme déjà mené par l'ANPE depuis 1995 et élargi aux paramètres indicateurs pertinents pour suivre et évaluer l'état de restauration de l'Ichkeul. C'est ce programme élargi, que l'ANPE a commencé à mettre en place en 2002/2003 et qu'elle poursuit jusqu'à aujourd'hui, qui fait l'objet de ce rapport.

Depuis 2002/2003 les conditions climatiques sont devenues plus favorables et grâce aux importants lâchers d'eau des barrages chaque hiver, on a pu assister à une restauration généralisée et persistante des conditions de milieu qui s'est traduite par la régénération de l'ensemble des écosystèmes présents à l'Ichkeul à des niveaux comparables, pour certains compartiments, à ceux des années 80.

Lors de sa 30^{ème} session en juillet 2006, le Comité du Patrimoine Mondial a reconnu les efforts importants déployés par la Tunisie et devant les tendances d'évolution positives des écosystèmes qui ont recouvré quasiment les valeurs pour lesquelles le site avait été classé, il a décidé de retirer l'Ichkeul de la liste du patrimoine mondial en péril.

Le présent rapport est composé :

- ❖ **D'une première partie qui présente les résultats du suivi scientifique mené par l'ANPE pour l'année hydrologique 2005-2006 (septembre 2005-août 2006) et l'état de réhabilitation des écosystèmes du Parc National de l'Ichkeul ;**
- ❖ **D'une deuxième partie traitant des activités d'appui à la recherche ;**

RESUME

Principaux faits marquants de l'année 2005/2006

L'année 2005-2006 a été caractérisée par le maintien des bonnes conditions de milieu rétablies depuis 2002/2003, malgré une pluviométrie relativement faible. Elle a surtout été marquée par la régénération très importante de l'ensemble des écosystèmes. Nous citons en particulier :

- ✚ Une pluviométrie relativement faible sur l'ensemble du bassin versant avec des valeurs proche de la quinquennale sèche (station de Tinja) ;
- ✚ **Des apports des barrages encore importants cette année avec 116,5 millions de m³ qui ont permis de prolonger la « séquence humide » entamée il y a quatre ans ;**
- ✚ **Le maintien de niveaux d'eau hauts une bonne partie de l'année, supérieurs à 80 cmNGT durant plus de trois mois avec un niveau maximum de 185 cmNGT enregistré au début du mois de mars 2006 ;**
- ✚ **Le maintien de salinités très faibles, de l'ordre de 3,5 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 au printemps) ont été atteintes pour la quatrième année consécutive ;**
- ✚ L'inondation d'une très grande partie des marais durant les mois de février et mars avec **persistance de l'inondation sur toutes les parties basses des marais pendant 5 mois.**

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

- ✚ **Le maintien du développement des herbiers à scirpes dans les marais durant tout le printemps avec par endroit des recouvrements et des hauteurs comparables à celles citées par Hollis pour la fin des années 70, notamment dans la portion Est des marais de Joumine ainsi que le développement important des parties végétatives des plantes (bulbes et rhizomes) témoignant de la consolidation de ces herbiers ;**
- ✚ **La consolidation du développement des herbiers à potamots qui étaient réapparus dans le lac en 2003 avec une extension très importante des superficies (70,2 Km² soit près de 80% de la superficie du lac) qui sont**

nettement supérieures à celles qu'on pouvait trouver avant barrage et des recouvrements importants (plus de 40 Km² à recouvrement supérieur à 90%);

- + Une reprise très importante de la fréquentation des oiseaux d'eau hivernants avec des niveaux comparables à ceux des années 80 et des activités de reproduction des oiseaux nicheurs au niveau de l'oued Sejnane**
- + Une reprise de la faune ichthyique avec l'augmentation notable de la production d'anguilles.**
- + Une régénération progressive des bancs de phragmites autour du lac.**

Les résultats du suivi scientifique de l'année 2005-2006 permettent de constater la réhabilitation quasi-complète de l'ensemble des écosystèmes de l'Ichkeul à un niveau comparable, pour certains compartiments, à celui de la fin des années 70 – début des années 80. Les indicateurs mesurés montrent que le site a récupéré les valeurs biologiques et écologiques sur la base desquelles le site a été classé sur la liste du Patrimoine Mondial.

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.

PREMIERE PARTIE

Les résultats du suivi scientifique

I Hydrologie du lac Ichkeul

1 Programme de suivi

Durant l'année hydrologique 2005/2006, l'ANPE a poursuivi la mise en œuvre du programme de suivi scientifique des paramètres physicochimiques entamé depuis 1995 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 physicochimiques des eaux autour du lac (lecture d'échelles + prélèvements) + stations de mesure automatique
- Suivi mensuel des paramètres physicochimiques sur le lac (11 points de mesure) et sur les oueds
- Jaugeage régulier des cours d'eau (au flotteur et au moulinet) et notamment de l'oued Tinja

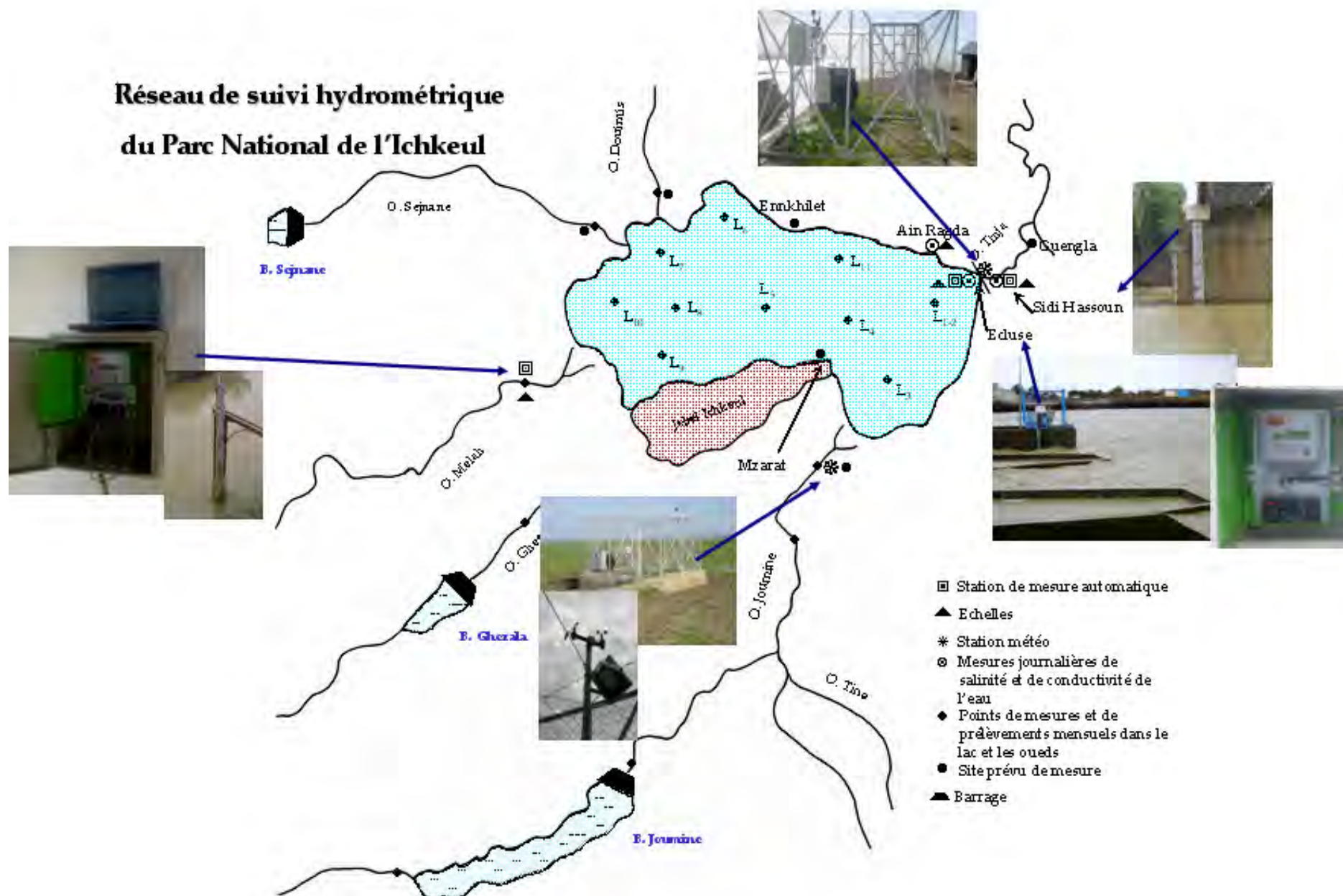


Jaugeage au moulinet dans l'oued Tinja
Photos ANPE



Mesure de salinité des eaux in-situ
Photo ANPE

Réseau de suivi hydrométrique du Parc National de l'Ichkeul



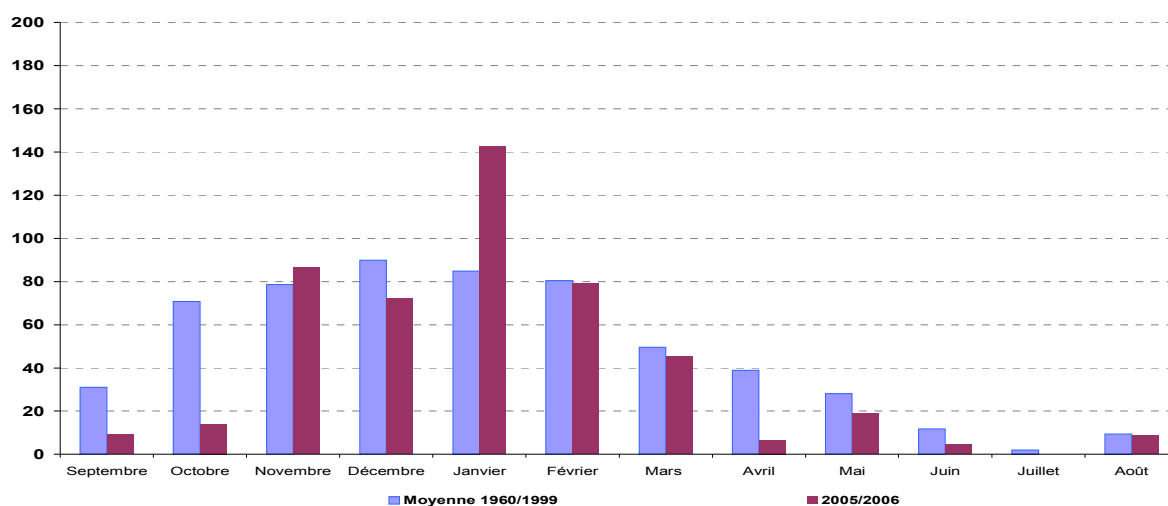
2. Pluviométrie¹

2.1 Pluviométrie à la station de Tinja

L'année hydrologique 2005/2006 a été caractérisée par une pluviométrie relativement faible à moyenne. Après un début d'automne très sec, la pluie s'est concentrée essentiellement sur quatre mois (près de 80% de la pluie annuelle de novembre à février) avec seul le mois de janvier excédentaire. Le printemps a été globalement déficitaire, notamment le mois d'avril. Ainsi, on a enregistré à la station de Tinja une pluviométrie pour 2005/2006 de 487,7 mm, inférieure à la moyenne et même proche de la quinquennale sèche.

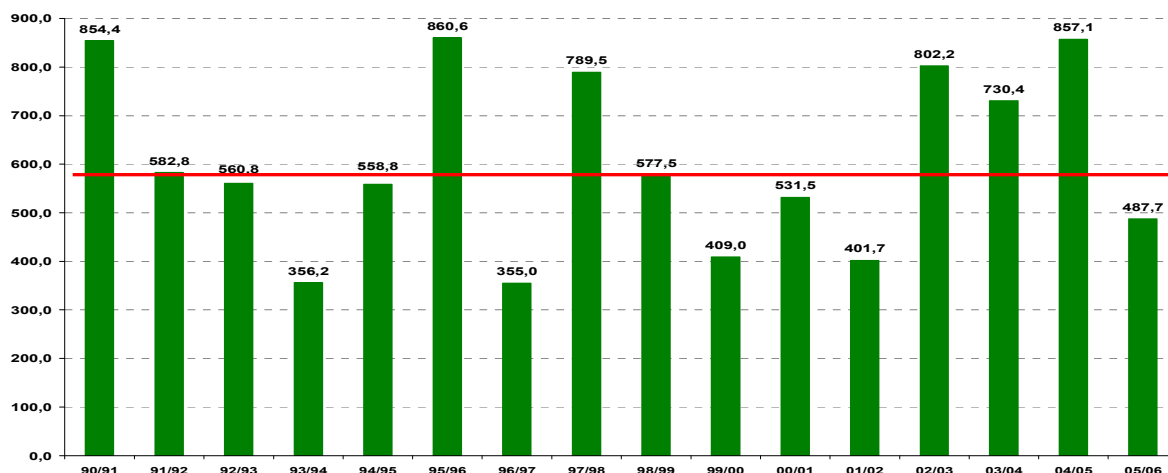
Précipitations mensuelles à la station de Tinja (année 2005/2006 et moyennes 60/99)

Pluviométrie en mm



Précipitations annuelles à la station de Tinja durant les quinze dernières années

Pluviométrie en mm



Moyenne de
1960/1999

¹ 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, Joumine et Ghezala.

2.2 Pluviométrie dans le bassin versant de l'Ichkeul

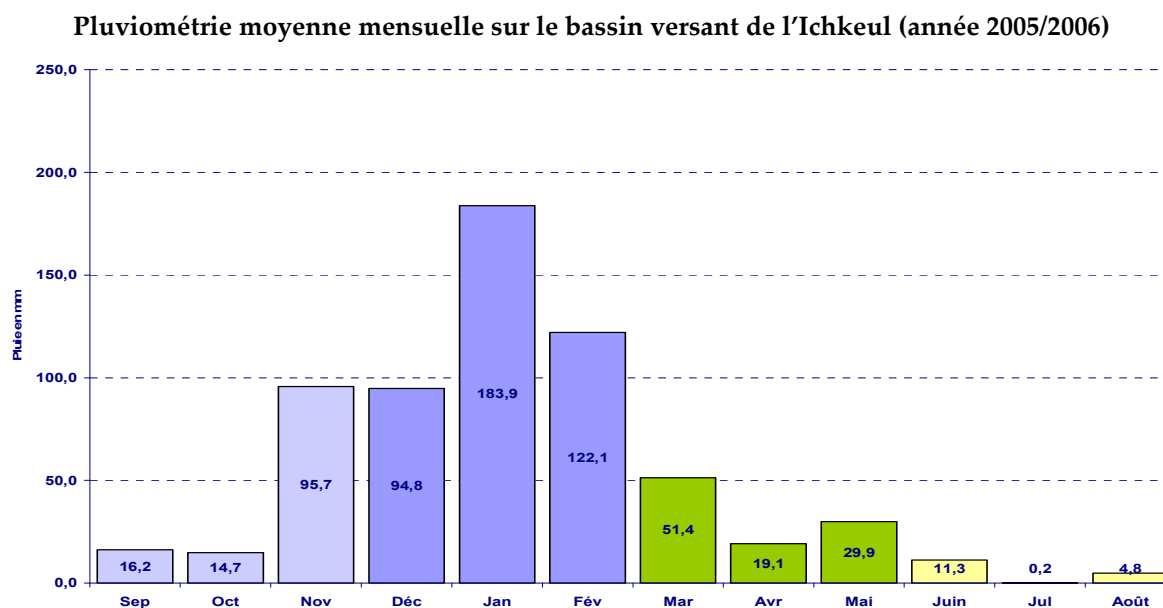
Pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle au cours de l'année hydrologique 2005-2006 sur l'ensemble du bassin du lac Ichkeul, nous nous sommes référés aux résultats des observations pluviométriques effectuées sur 8 stations bien réparties sur l'ensemble du bassin et deux stations de bassins limitrophes.

Les pluviométries relevées pour ces stations ont été ensuite pondérées selon des coefficients calculés en fonction de la situation de chacune d'elles dans le bassin versant et de leur influence relative. Les stations utilisées et les coefficients qui leur ont été attribués sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

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

La pluviométrie dans le bassin versant a été inégalement répartie au niveau de l'espace mais également dans le temps. La pluviométrie annuelle moyenne obtenue pour le bassin versant s'élève à 644 mm pour l'année 2005/2006 (782 mm en 2003/2004 et 894 mm en 2004/2005) et classe ainsi cette année dans la catégorie des années égalant à peine la moyenne.

Les moyennes mensuelles obtenues pour l'ensemble du bassin versant sont illustrées dans le graphique suivant.



Dans le bassin versant également, on observe la même répartition saisonnière des pluies avec un début d'automne et un printemps relativement sec, l'essentiel des pluies étant concentré sur quatre mois, de novembre 2005 à février 2006.

2.3 Pluviométrie directe sur le lac

Afin d'avoir une estimation aussi précise que possible 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 de pondération respectifs de 20, 50, 20 et 10%. 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.

Les pluviométries moyennes mensuelles et annuelle se présentent alors comme suit :

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Pluviométrie moyenne sur le lac en mm	10,5	15,4	92,3	77,5	162,2	88,0	45,4	12,7	22,7	9,2	0,1	7,4	543,4

La pluviométrie moyenne sur le lac pour l'année 2005/2006 est ainsi nettement inférieure à celle de 2004/2005 (884,4 mm) très humide mais également à celle de 2003/2004 (765mm).

3. Apports d'eau à l'Ichkeul²

3.1 Apports du bassin versant³

3.1.1. Apports des cours d'eau au lac Ichkeul

Le tableau suivant récapitule les apports au lac, exprimés en millions de m³, qui proviennent des parties des sous bassins non contrôlés par les barrages soit environ 1160 km² et les lames ruisselées moyennes correspondantes :

Apports naturels au lac Ichkeul en millions de m³

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
Apports directs naturels Mm ³	0,327	0,263	5,010	23,200	12,935	36,842	21,173	1,983	0,838	0,592	0,259	0,358	103,780

² Partie élaborée par M. Kallel, consultant hydrologue de l'ANPE

³ 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 des Grands Travaux Hydrauliques et des données obtenues auprès des responsables des barrages Sejnane, Ghezala et Joumine.

Compte tenu de la pluviométrie à peine moyenne sur l'ensemble du bassin versant, le volume des apports naturels avec 104 millions de m³ a diminué de près de moitié par rapport à l'année précédente (190 millions de m³).

3.1.2. Apports des barrages au lac Ichkeul

Les apports directs moyens ont cependant été renforcés par les apports lâchés par les trois barrages et qui se présentent selon les bulletins du Ministère de l'Agriculture comme suit :

Volume des lâchers de barrages (lâchers, déversées et/ou dévasements) en Mm³

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
Volumes des lâchers (Mm ³)	0,360	0,314	0,360	0,326	27,516	50,500	35,521	0,393	0,231	0,369	0,310	0,310	116,510

Les lâchers d'eau des barrages ont ainsi totalisé un peu plus de 116 millions de m³ soit trois fois moins que l'année dernière. Ces lâchers sont concentrés sur la fin de l'hiver et le début du printemps puisque près de 98% de ces lâchers ont eu lieu durant les mois de janvier, février et mars 2006.

3.1.3. Apports totaux au lac Ichkeul

Les apports totaux mensuels et annuels qui ont rejoint le lac Ichkeul au cours de la période écoulée de l'année 2005-2006 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

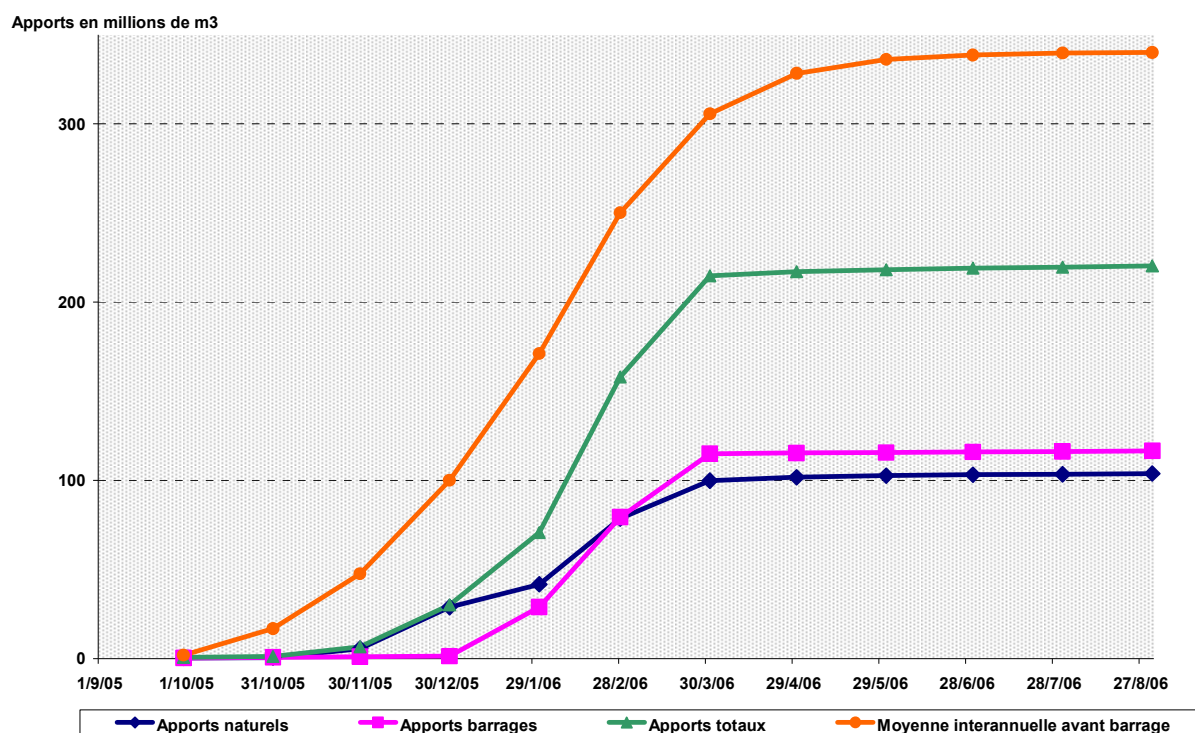
Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Total
Apport total (Millions m ³)	0,687	0,577	5,370	23,526	40,451	87,342	56,694	2,376	1,069	0,961	0,569	0,668	220,3
Moyenne mensuelle interannuelle	1,95	14,80	30,80	52,50	71,00	79,00	55,57	22,73	7,80	2,47	1,11	0,27	340
Rapport à la moyenne	35%	4%	47%	62%	32%	107%	107%	10%	14%	39%	51%	247%	65%

En considérant les apports des lâchers de barrages, le volume total déversé dans le lac Ichkeul pour l'année 2005/2006 est de l'ordre de 220 millions de m³ soit à peu près la moitié des apports de l'année dernière (535 millions de m³ en 2004/2005). Ils

sont comparables aux apports enregistrés en 2003/2004 (213 millions de m³) et représentent seulement 65% des apports annuels moyens avant barrages.

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

Evolution mensuelle des différents apports au lac Ichkeul au cours de l'année 2005/2006



Sur ce graphique on observe notamment l'inflexion de la courbe des apports de barrages durant les mois de janvier, février et mars. On remarque également que les apports totaux au lac Ichkeul sont restés bien en deçà de la moyenne interannuelle naturelle (avant la construction des barrages).

3.1.4. Apports totaux dans l'ensemble du bassin versant

Afin de situer les apports qui ont atteint le lac Ichkeul au cours de l'année hydrologique 2005-2006 nous avons évalué les apports naturels totaux enregistrés sur les différents cours d'eau. Ces apports ont été de 380.2 Millions de m³ soit 111,8% de la moyenne annuelle estimée à 340 Millions de m³. Ces apports sont répartis comme suit :

Volumes ruisselés dans l'ensemble du bassin versant en millions de m³

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Total
Apports aux barrages	1,22	0,70	0,96	3,25	138,41	81,19	41,32	5,79	2,54	1,67	1,33	1,24	279,60
Apport total bassin	1,55	0,97	1,01	4,56	178,19	119,40	60,94	7,96	3,38	2,26	1,59	1,59	383,40
Moyenne interannuelle	1,95	14,8	30,8	52,5	71	79	55,57	22,73	7,8	2,47	1,11	0,27	340
Rapport à la moyenne	79%	7%	3%	9%	251%	151%	110%	35%	43%	91%	143%	579%	112%

3.1.5 Analyse des résultats

Au cours de l'année hydrologique 2005-2006, le lac Ichkeul a bénéficié d'un apport de l'ordre de 220 Millions de m³, sur un total de volume de 383 Millions de m³ ruisselé sur l'ensemble du bassin de l'Ichkeul, soit 58% du volume total.

Malgré leur déficit, ces apports placent l'année en cours en troisième position de la période 1994-2006 après les années 2002-2003 et 2004-2005 particulièrement ruisselantes.

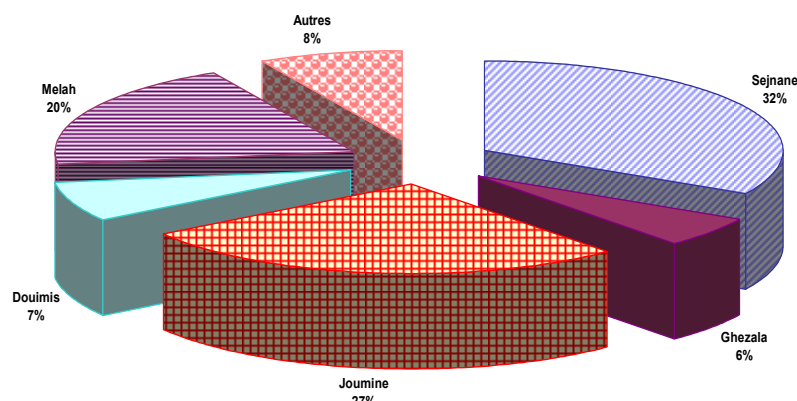
L'apport reçu par le lac représente par ailleurs 65 % de la moyenne interannuelle. Ceci peut s'expliquer en plus de la faiblesse des écoulements des bassins intermédiaires par la réduction de la cadence et la faiblesse relative des volumes des lâchers des barrages durant les derniers mois.

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

Apports d'eau au lac Ichkeul et sur l'ensemble du bassin versant (année 2005/2006) en Mm³

Oued	Surface Bassins (Km ²)	Surface contrôlée (Km ²)	Apports moyens des bassins avant barrages (Mm ³)	Volumes ruisselés des bassins (Mm ³) en 2005 /2006	Apports à l'Ichkeul hors barrages (Mm ³) en 2005/2006	Apports à l'Ichkeul à partir des lâchers de barrage(Mm ³) en 2005/2006	Apports totaux à l'Ichkeul (Mm ³) en 2005/2006
Sejenane	460	367	105	163,011	9,455	63,483	72,938
Ghezala	53	48	11	14,589	1,326	10,900	12,226
Joumine	1100	418	157	129,685	16,900	42,127	59,027
Douimis	66	0	11	15,833	15,833	-	15,833
Melah	179	0	40	43,046	43,046	-	43,046
Autres	133	0	16	17,219	17,219	-	17,219
TOTAL	1991	833	340	383,384	103,780	116,510	220,289

Contribution des différents bassins aux apports du lac Ichkeul en 2005/2006



Ensemble, les sous-bassins de Jourmine et Sejnane représentent près de 60% des apports au lac Ichkeul. On peut remarquer néanmoins l'importance relative du sous-bassin du Melah qui participe cette année pour 1/5^{ème} aux apports totaux au lac. Cette répartition rappelle celle de 2003-2004 où les apports étaient comparables et montrent bien l'importance de bassins comme le Melah en année moyenne.

3.2 Apports de la lagune de Bizerte

Le dépouillement des enregistrements des niveaux d'eau de part et d'autre de l'écluse pour l'année 2005/2006 a conduit à l'établissement de tableaux des niveaux moyens journaliers. Ces niveaux ont ensuite été traduits en débits moyens journaliers dans l'oued Tinja à l'aide de courbes d'étalonnage établies à partir des campagnes de jaugeage et ont permis d'évaluer les débits moyens journaliers et par là même d'estimer les apports d'eau circulant dans un sens ou dans l'autre dans l'Oued Tinja.

Les apports en provenance de la lagune de Bizerte en automne 2005 et à la fin de l'été 2006 ont été estimés à 50,4 Millions de m³ sur une période totale de 163 jours d'écoulements rentrants de l'oued Tinja, soit du 1/09/2005 au 10/12/2005 et du 01/07/2006 au 31/08/2006. Les apports au cours de ces deux périodes ont atteint respectivement 31,8 et 18,6 Millions de m³.

Mois	sept-05	Oct. 2005	Nov.2005	Déc.2005	Juil.06	août-06
Débits moyens journaliers (m3/s)	3,573	3,373	3,657	4,191	3,434	3,524
Volume (Mm ³)	9,262	9,035	9,480	3,983	9,197	9,438
	31,760				18,635	

Sur l'ensemble de l'année 2005/2006, c'est donc un apport total d'eau de la lagune de Bizerte égal à 50,4 millions de m³.

3.3 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 216,1 millions de m³, pendant une durée estimée de 201 jours où le courant était sortant et/ou variable entre le 12/12/2005 et le 30/06/2006 et répartis mensuellement comme suit :

Mois	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
Débit (m ³ /s)	5,212	6,331	15,540	33,466	13,210	6,170	4,693
Volume (Mm ³)	9,007	16,957	37,594	89,637	34,241	16,526	12,165
	216,126						

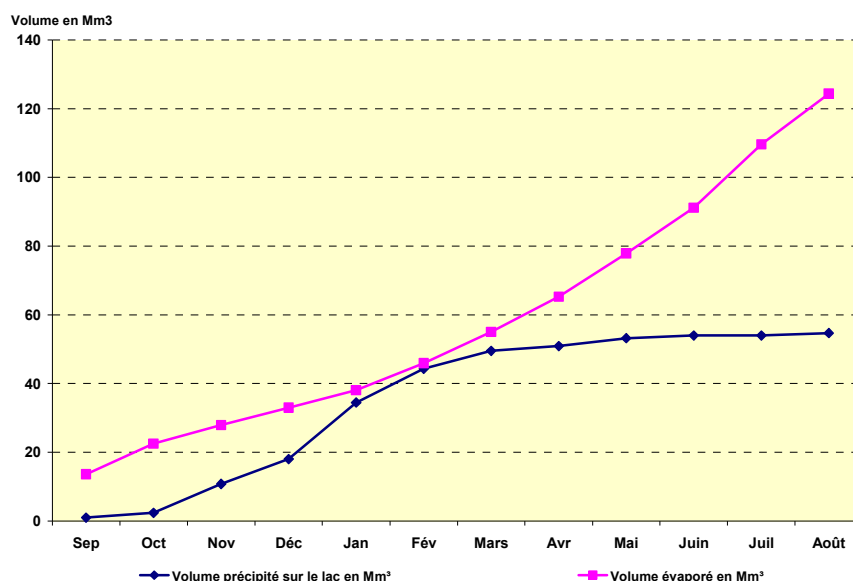
3.4 Volumes d'apports directs au lac et volumes évaporés

En se référant à la bathymétrie de 2003, 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 volumes précipités et évaporés se présente comme suit :

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Année
Volume précipité sur le lac en Mm ³	1,0	1,4	8,4	7,2	16,5	9,8	5,2	1,4	2,3	0,8	0,0	0,7	54,5
Volume évaporé en Mm ³	13,6	8,9	5,4	5,1	5,1	7,8	9,1	10,3	12,6	13,3	18,4	14,8	124,5

Evolution mensuelle des volumes cumulés évaporés et précipités sur le lac en 2005/2006



Compte tenu de la pluviométrie relativement faible enregistrée dans les stations autour du lac Ichkeul, les apports des précipitations directes sur le lac ont ainsi atteint seulement 54,5 millions de m³ alors que les volumes évaporés au cours de la même période sont de l'ordre de 124,5 millions de m³.

3.5 Bilan global du lac 2005-2006

Le bilan global du lac Ichkeul durant l'année hydrologique 2005-2006 a ainsi mis en jeu des volumes d'eau estimés tels que répartis selon le schéma ci-après :

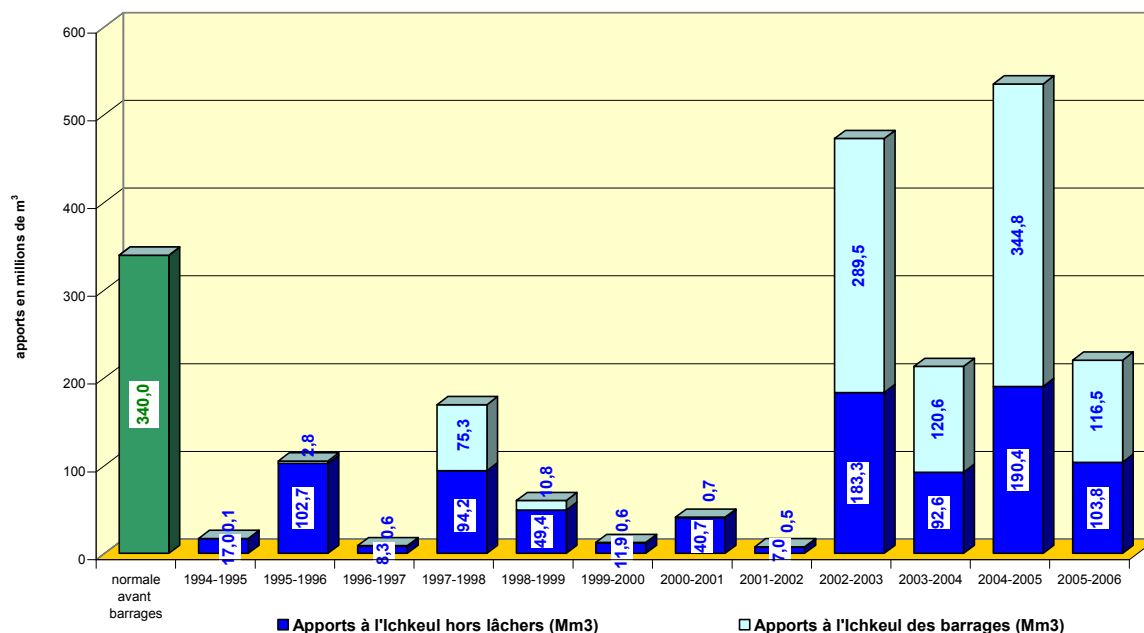


Bilan global du lac Ichkeul en 2005/2006

3.6 Evolution interannuelle des apports au lac Ichkeul

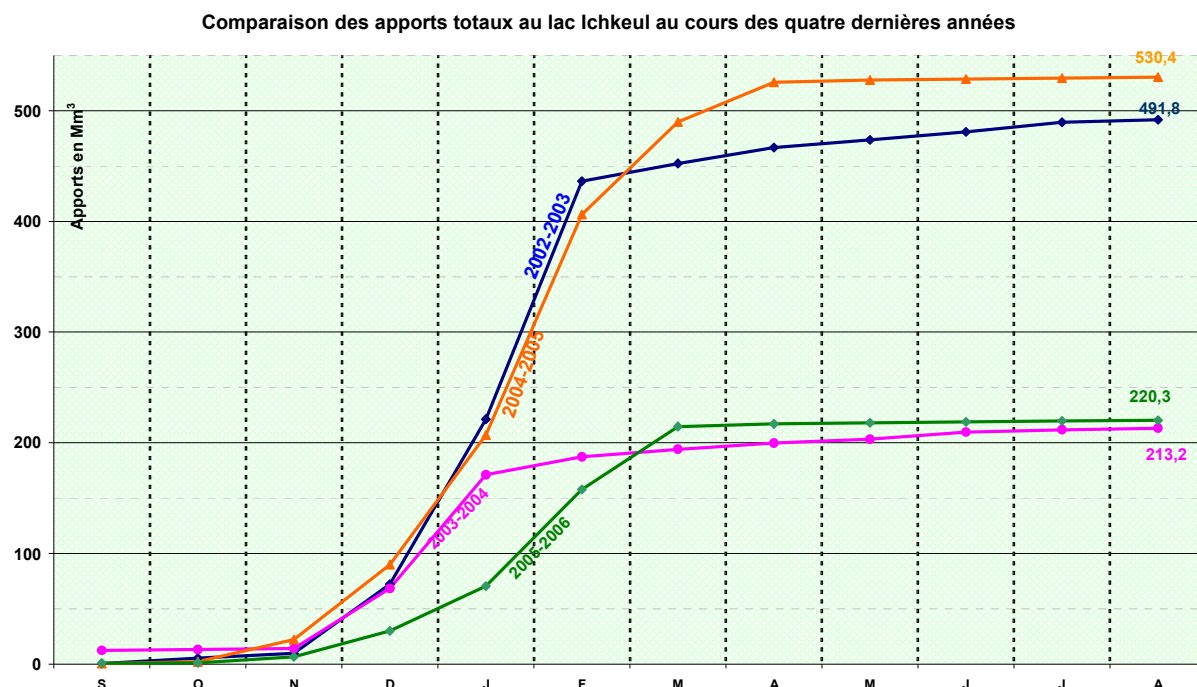
Le graphique suivant nous montre que l'année 2005/2006 est caractérisée par des apports d'eau du bassin versant comparables à ceux de 2003/2004 et inférieurs à la moyenne interannuelle de 340 millions de m³. Ces résultats montrent également l'importance des lâchers de barrages qui représentent près de 53% des apports d'eau au lac. Les apports naturels au lac, des bassins versants intermédiaires et des sous bassins non contrôlés, sont comparables (légèrement supérieurs) à ceux de 2003-2004.

Evolution des apports d'eau à l'Ichkeul entre 94/95 et 2005/2006



L'examen de ces données permet ainsi de relever :

- les quatre dernières années écoulées ont enregistré les plus forts apports d'eau au lac depuis plus de dix ans ;
- Durant les quatre dernières années les apports d'eau des barrages ont représenté plus de 50% des volumes totaux d'eau atteignant le lac, sur les quatre années soit en moyenne près de 220 millions de m³ par an ;
- L'apport total au lac ces quatre dernières années a atteint 1441 Mm³ ce qui représente une moyenne annuelle de 360 millions de m³, proche de la moyenne interannuelle naturelle sans barrage.



La comparaison de l'évolution mensuelle des apports ces dernières années permet de relever que l'activité hydrologique du bassin durant l'année 2005/2006 a été plus tardive que pour les années précédentes. L'essentiel des apports s'est concentré sur l'hiver avec une évolution régulière de janvier à mi-mars et à partir de cette date aucun apport appréciable n'a été observé. Le printemps a été particulièrement sec, les apports naturels ainsi que les lâchers de barrage durant cette période ont été négligeables. Le volume total des apports du printemps et de l'été n'a pas dépassé 5,7 millions de m³ soit 2,5% des apports totaux de l'année.

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

4.1. Niveaux d'eau

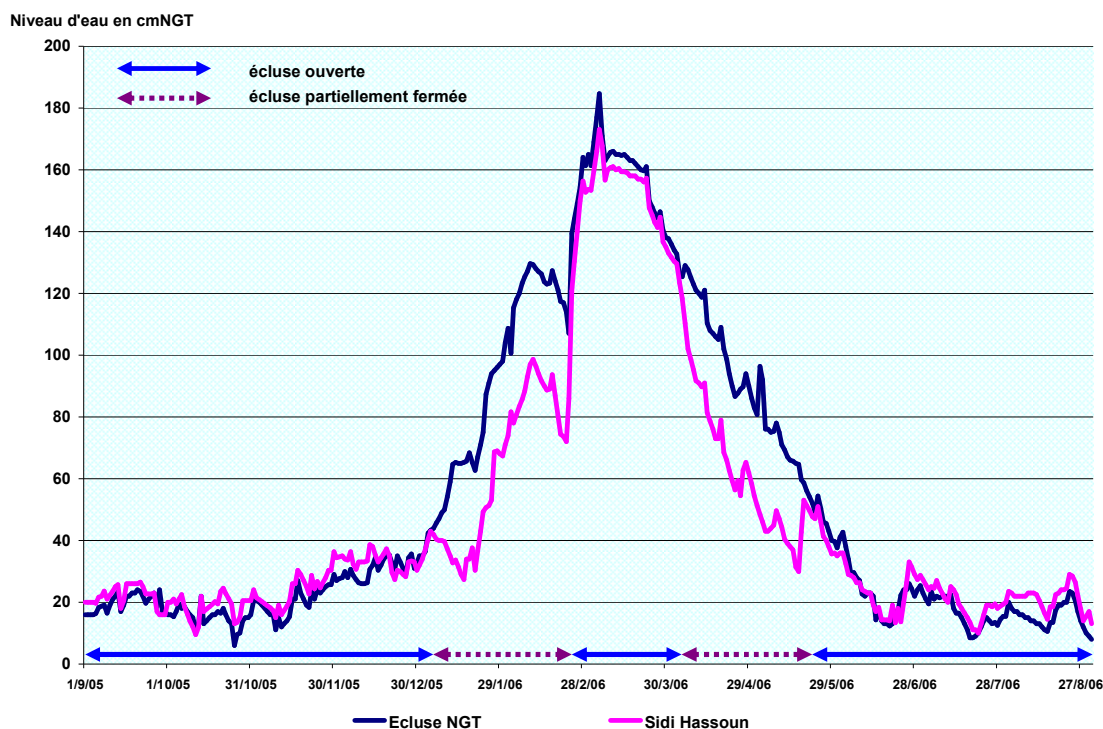
Les relevés des niveaux d'eau aux échelles et stations dans le lac durant l'année 2005-2006 ont permis de constater la poursuite des bonnes conditions de niveau. Le graphique suivant donne l'évolution des niveaux d'eau journaliers à l'Ecluse et à Sidi Hassoun.

On note que dans le lac, les niveaux ont commencé à augmenter de façon notable à partir de début janvier 2006 pour atteindre un maximum de 185 cm NGT au début

du mois de mars. Le niveau a ensuite décru de façon relativement régulière pour atteindre les valeurs d'équilibre à la fin du mois de juin.

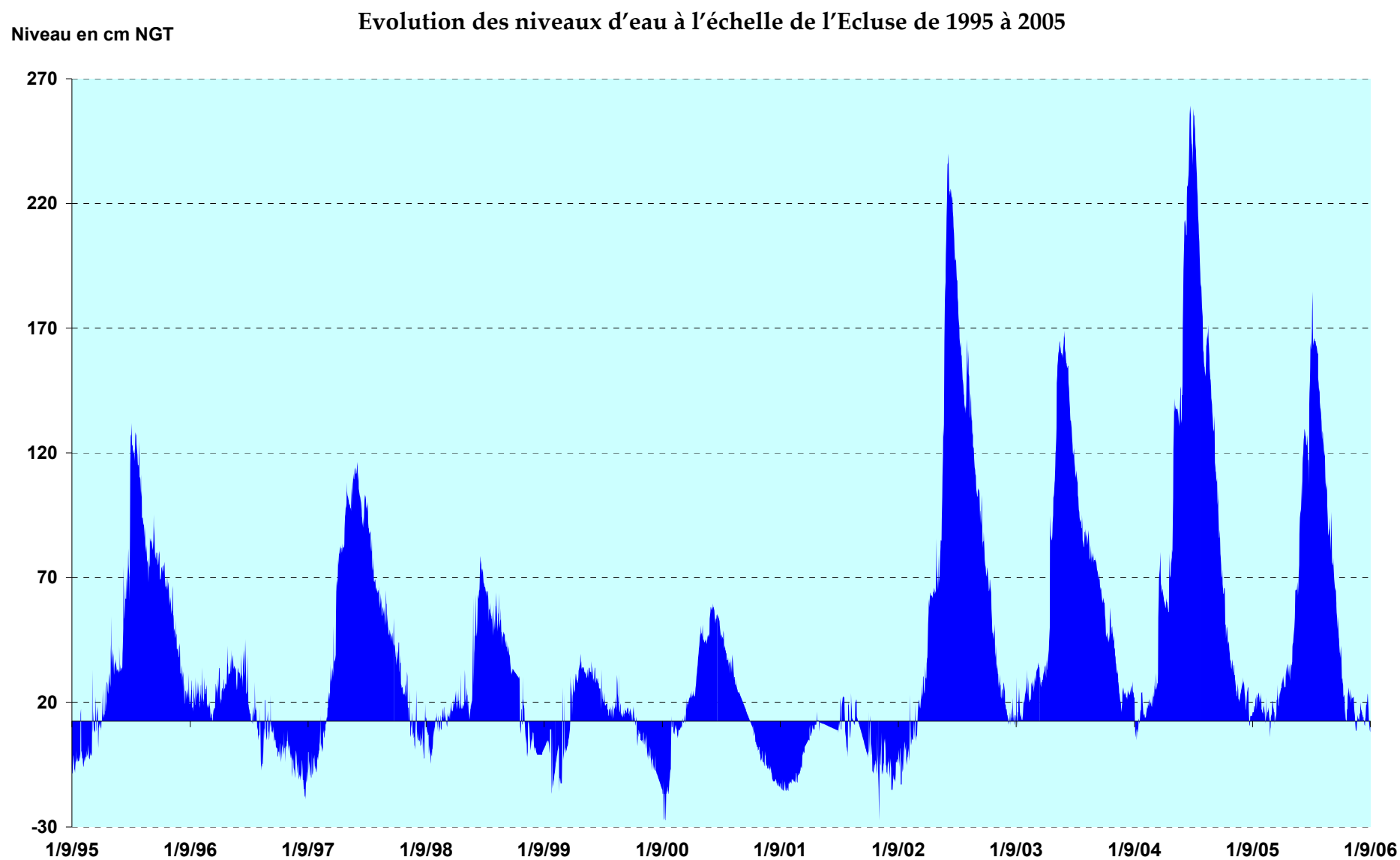
Pendant l'hiver et le printemps, l'écluse a été fermée seulement partiellement pour assurer un courant d'attrait des alevins. Elle a été totalement ouverte pendant environ un mois après une crue soudaine fin février qui a entraîné une élévation brusque et importante des niveaux et ce pour éviter tout risque d'inondation des terres agricoles à l'amont. Refermée partiellement dès que les niveaux ont été moins importants, l'écluse a ensuite été réouverte à partir de début juin afin que le niveau baisse jusqu'à l'équilibre et que l'eau de mer puisse pénétrer dans le lac Ichkeul pendant l'été.

Niveaux d'eau journaliers à l'Ecluse et à Sidi Hassoun durant l'année hydrologique 2005-2006



Les niveaux d'eau enregistrés cette année 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 fin janvier et début mai.

Le graphique suivant présentant l'évolution des niveaux d'eau à l'écluse depuis 1995 montre le maintien de bonnes conditions de niveau d'eau chaque hiver depuis 2002/2003.



4.2. Sens du courant dans l'oued Tinja

Durant les premiers mois de l'année hydrologique 2005/2006, 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 brusque du sens du courant relativement tard dans la saison, à partir du 10 décembre 2005.. En été le courant s'est inversé progressivement à la fin du mois de juin pour être définitivement rentrant à partir du début du mois de juillet.

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

Mois	Ichkeul Bizerte	Bizerte Ichkeul	Courant variable
Septembre	0	30	0
Octobre	0	31	0
Novembre	0	30	0
Décembre	21	10	0
Janvier	31	0	0
Février	28	0	0
Mars	31	0	0
Avril	30	0	0
Mai	31	0	0
Juin	21	0	9
Juillet	0	31	0
Août	0	31	0
TOTAL	193	163	9

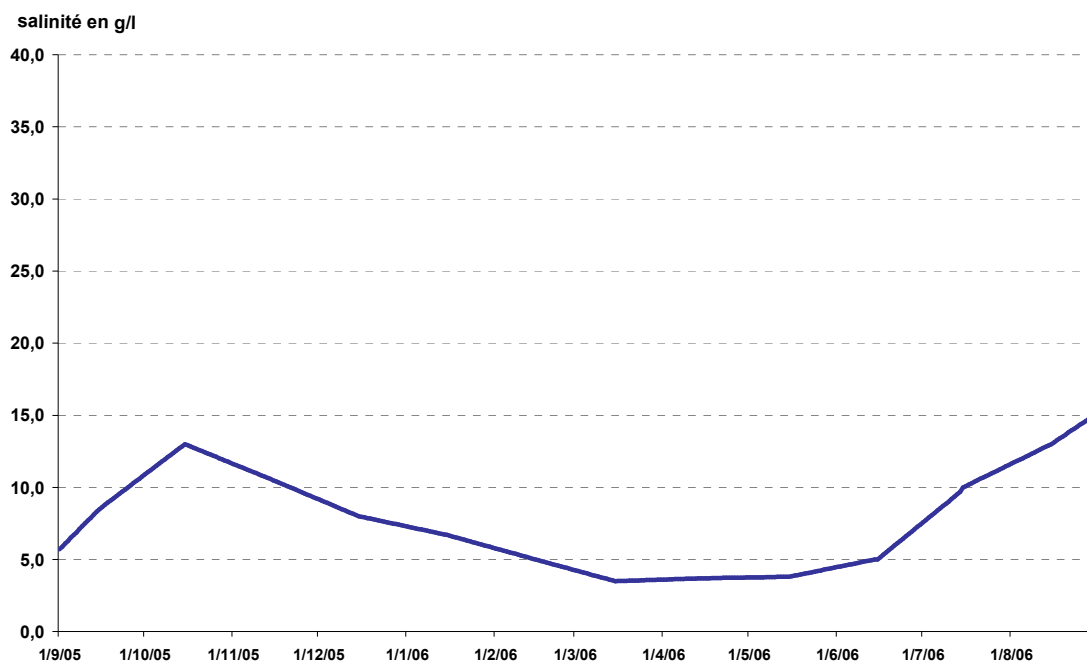
Sur l'année hydrologique on a donc environ 53% de jours de courant sortant et 45% de courant entrant avec très peu de jours où le courant a été variable compte tenu de la brusque inversion du courant en décembre 2005. Les faibles pluies de l'automne et l'absence consécutive d'écoulement notable sur le bassin versant expliquent l'inversion tardive du sens du courant et le nombre de jours importants où le courant a été entrant.

4.3. Salinité des eaux du lac

Suite aux conditions exceptionnelles de l'année précédente, la salinité des eaux du lac à la fin de l'été 2005 et durant le début de l'automne est restée très basse pour la saison avec des valeurs moyennes maximum de l'ordre de 13g/l (en octobre 2005). Avec les premières crues du mois de novembre la salinité a commencé à décroître. Cette diminution s'est accélérée avec les premiers lâchers de barrages, à partir de la mi-janvier pour descendre au dessous de 10 g/l. Compte tenu des crues relativement importantes de la fin du mois de février, même si elles ont été limitées dans le temps,

cette salinité a continué à diminuer pour atteindre un minimum de 3,5g/l en avril 2006. En été, l'entrée d'eau de mer à partir de début juillet et l'absence totale de pluviométrie durant ce mois ont entraîné une augmentation relative de la salinité jusqu'à 15g/l en moyenne dans le lac à la fin du mois d'août, sauf pour le côté du lac directement sous l'influence des entrées d'eau de mer (amont de l'écluse).

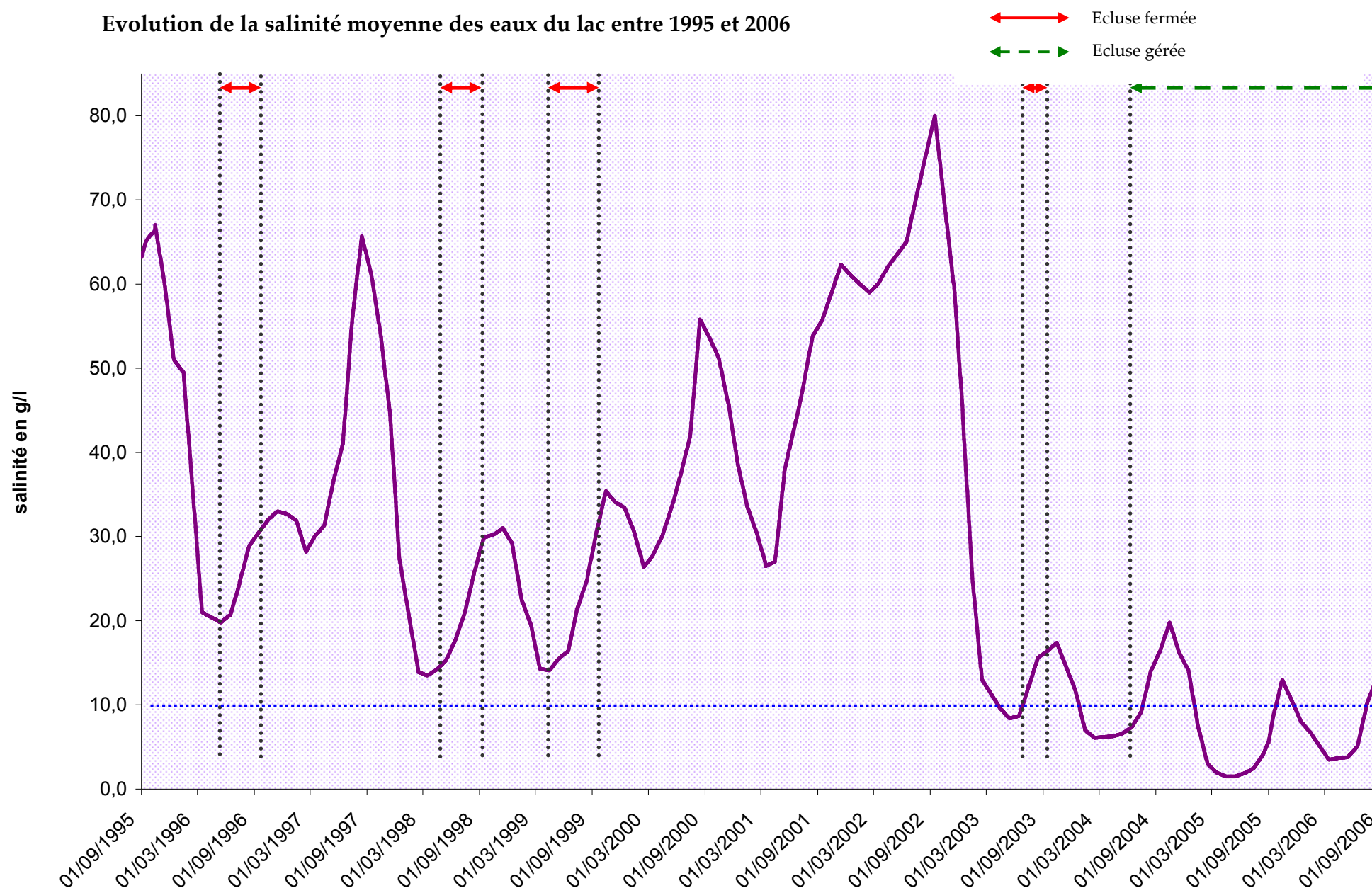
Evolution de la salinité moyenne des eaux du lac
durant l'année hydrologique 2005/2006



C'est donc la quatrième année consécutive que les niveaux de salinité s'abaissent au dessous de 10g/l pour une période supérieure à deux mois pendant le printemps. Cette année, les salinités sont restées inférieures à 5g/l pendant 4 mois créant ainsi des conditions favorables pour le développement des herbiers de potamots.

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

Evolution de la salinité moyenne des eaux du lac entre 1995 et 2006



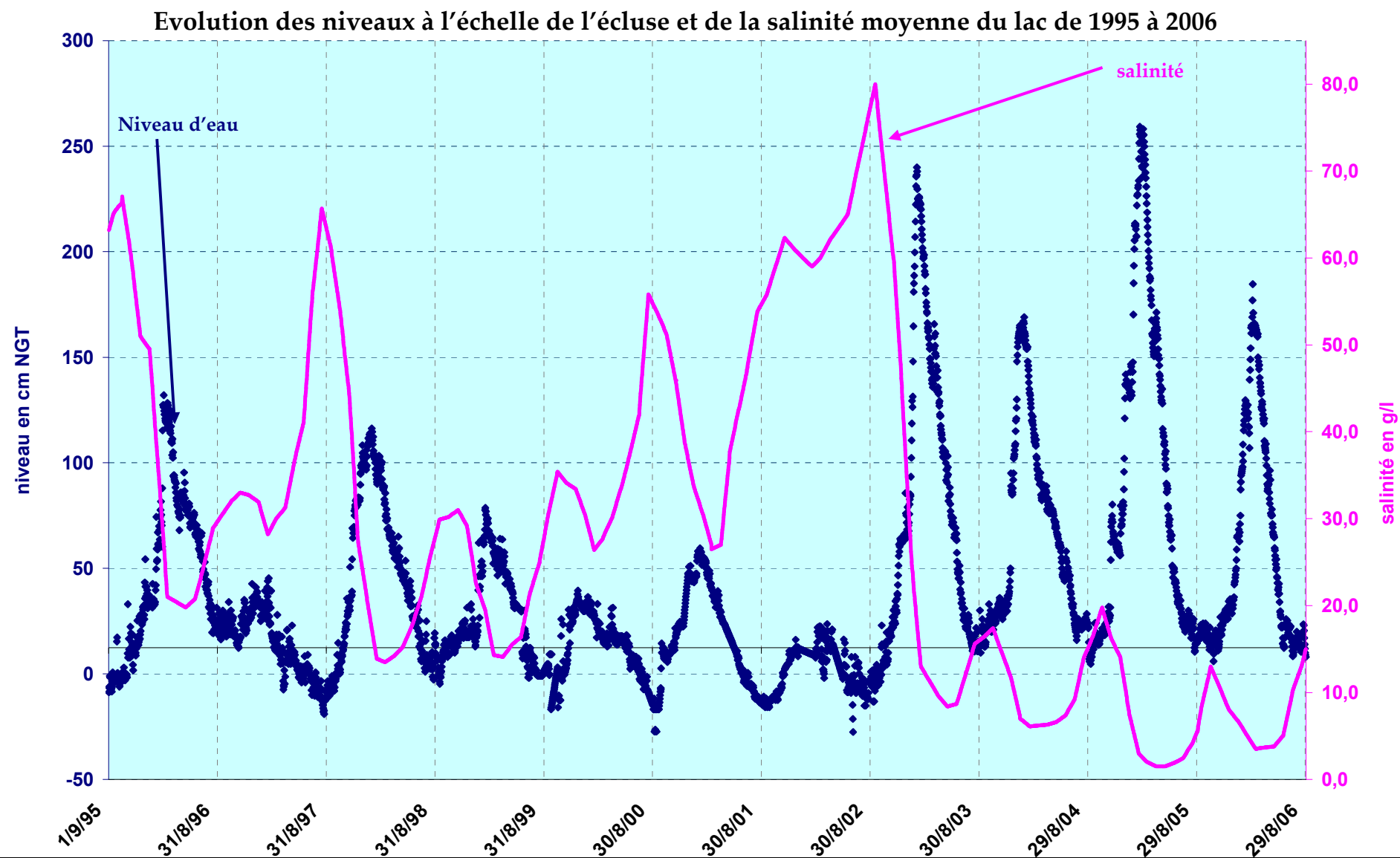
5. Caractéristiques hydrologiques de l'année 2005/2006

L'année 2005/2006 avec des apports naturels modérés de l'ordre de 100 millions de m³, plaçant l'année en troisième position après les années 2004/2005 et 2002/2003, a pu bénéficier des conditions favorables de l'année précédente, notamment grâce aux lâchers de barrages qui se sont poursuivis au cours de l'année et ont ainsi contribué, avec près de 53% des apports d'eau du 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.

Quoiqu'inférieurs aux niveaux exceptionnels des années 2004/2005 et 2002/2003, les niveaux dans le lac, sont en effet restés, cette année suffisamment élevés pour inonder une grande partie des marais sur une période de quatre mois (janvier à avril). Au début du mois de mars, la surface d'eau libre du système lac-marais était à son extension maximum de l'ordre de 115 Km².

Par ailleurs, les eaux du lac ont vu leur salinité descendre à des valeurs très basses de l'ordre de 3,5 g/l pendant trois mois (mars, avril et mai) et c'est la quatrième année consécutive, depuis 1995, que les salinités n'excèdent pas les 10 g/l pour une période supérieure à deux mois. Cette salinité optimale pour la germination des potamots explique la consolidation et l'extension remarquable des herbiers dans le lac cette année.

Les résultats du suivi des deux principaux paramètres régissant les conditions de milieu du lac, à savoir les niveaux et la salinité des eaux du lac, sont récapitulés dans le graphique suivant :



II Biologie du lac Ichkeul

1 Végétation aquatique du lac⁴

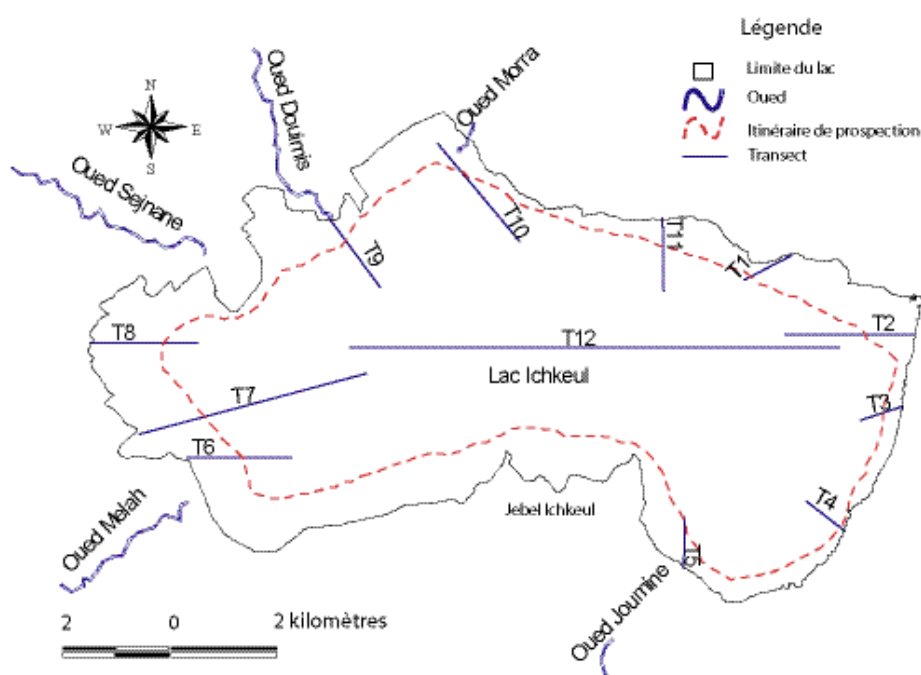
1.1 Méthodologie :

Le suivi annuel de la végétation aquatique du lac a été réalisé en septembre 2006 à partir d'une cartographie des principaux peuplements phytobenthiques (phanérogames et algues) avec estimation de leurs densités selon la même méthodologie que les campagnes effectuées depuis 1993 afin de pouvoir faire un diagnostic comparatif.

La délimitation des surfaces d'extension des herbiers et principaux peuplements (Potamogeton, Ruppia et macroalgues) est réalisée d'une manière systématique, suivant un itinéraire de prospection dans le lac, le long de onze transects radiaux (T1 à T11) et d'un transect longitudinal Est-Ouest (T12) passant par le centre du lac; Les positions des transects sont identiques à celles des trois dernières années. La longueur des transects radiaux est cependant variable selon l'extension du plan d'eau, allant de la limite de l'eau à la côte jusqu'à quelques centaines de mètres plus loin que la limite intérieure des herbiers et en direction du centre du lac.

L'identification des espèces rencontrées est effectuée généralement d'abord sur terrain. Toutefois, des échantillons sont toujours transportés au laboratoire pour observation de détail sous loupe et au microscope pour confirmation de nomenclature.

Transects et itinéraire de prospections réalisés en septembre 2006 pour la cartographie des peuplements phytobenthiques du lac Ichkeul



⁴ D'après les résultats obtenus dans le cadre d'une expertise réalisée par M. Abdesslem SHILI (enseignant à l'INAT) en octobre 2005

1.2 Résultats des observations et cartographie

Grâce à la poursuite des bonnes conditions de milieu durant l'hiver et le printemps 2005-2006, on a pu assister :

- de façon générale à un développement végétal très important et très dense dans tout le lac (près de 80% de superficie couverte),
- à l'extension de l'herbier à potamots par rapport à l'année dernière avec des superficies atteintes nettement supérieures aux superficies enregistrées en 1993 et durant les années 70 et 80 avec des herbiers qui demeurent encore affleurantes dans une grande partie du lac à l'automne,
- à une extension des herbiers très denses à la zone centrale du lac,
- à une légère progression des superficies des herbiers à *Ruppia* mais aussi des peuplements algaux par rapport à l'année 2005.

Le tableau suivant donne la répartition de l'extension des différents types d'herbiers du lac Ichkeul selon leurs taux de recouvrement, tels qu'observés en septembre 2006.

Type de végétation	Herbier à Potamogeton		Herbier à Ruppia		Peuplement algal	
	Rec. moyen	Surface (km ²)	Rec. moyen	Surface (km ²)	Rec. moyen	Surface (km ²)
90 à 100 %	98 %	40,55	-	0,00	-	0,00
50 à 90 %	70 %	8,58	69 %	10,25	66 %	6,29
10 à 50 %	31 %	19,81	25 %	13,04	29 %	21,42
0 à 10 %	5 %	1,27	-		-	
Dans tout le lac	79 %	70,21	44 %	23,29	-	27,71

(Rec. = recouvrement)

La surface de la couverture végétale représente ainsi près de 80 % de la surface totale du lac. Les macrophytes dominants considérés séparément représentent par rapport à la surface du Lac : 78 % pour *Potamogeton pectinatus*, 31 % pour les macroalgues et 26 % pour *Ruppia cirrhosa*.

En ce qui concerne la répartition spatiale on peut noter qu'en automne 2006, les peuplements phytobenthiques couvrent presque tous les secteurs du lac y compris la zone centrale. La densité de la végétation était très importante et certains secteurs du lac étaient difficilement accessibles. Les peuplements les moins denses sont situés dans le secteur de Joumine au Sud-Est du lac.

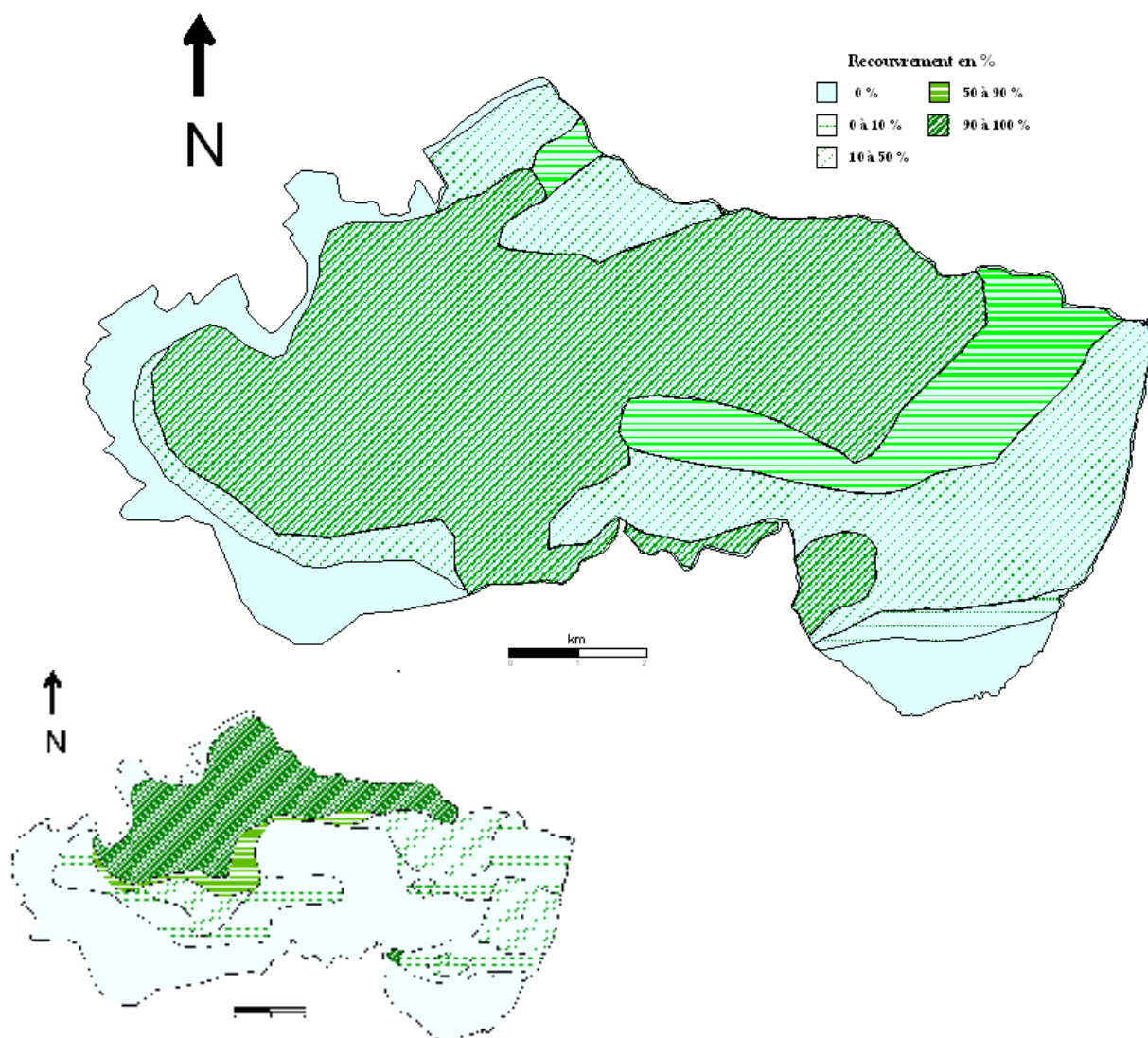
Au nord, au centre et à l'Ouest du lac se développe un herbier très dense et bien étendu à *P. pectinatus*. Le secteur Nord-Est est dominé par les *Ruppia* qui forment des peuplements mixtes avec *Potamogeton*, *Cladophora* et *Chaetomorpha*.

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

1.2.1 Etat des herbiers à *Potamogeton pectinatus*

En septembre 2006 l'herbier à *Potamogeton pectinatus* s'étend sur 70,21 Km² soit près de 80% de la surface du lac. Les herbiers les plus denses, 90 à 100% de recouvrement, occupent à eux seuls 40,55 Km² (presque autant que l'extension totale des potamots l'année dernière) et sont répartis dans tous les secteurs.

Cartographie des herbiers à *Potamogeton pectinatus* du lac Ichkeul en septembre 2006



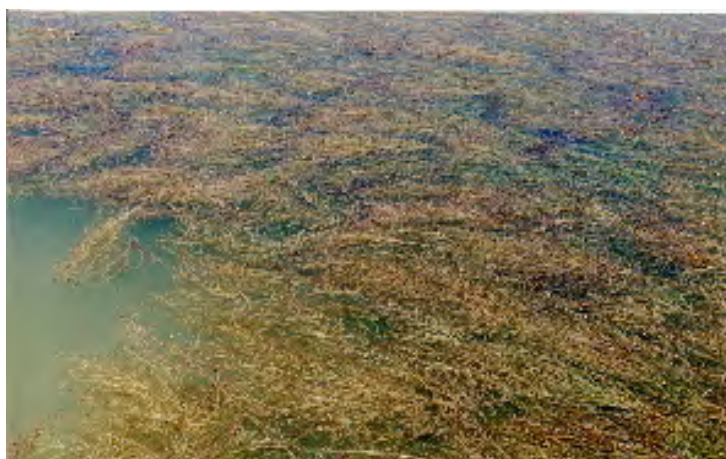
Cartographie des potamots – septembre 2005

Par comparaison à 2005, la surface d'extension des herbiers à *Potamogeton pectinatus* est passée de 46,36 km² en 2005 à 70,21 km² en 2006, soit une progression de 23,85 km².

Cette augmentation de l'extension des herbiers est en outre renforcée par une amélioration très nette du recouvrement des herbiers avec presque un doublement par rapport à 2005 (recouvrement moyen en 2005 de 40% et en 2006 de 79%)



Herbier émergeant à *Potamogeton pectinatus* au Nord du Jebel Ichkeul (septembre 2006, Photo SHILI)



Herbier émergeant à *Potamogeton pectinatus* (Septembre 2006, Photo SHILI).

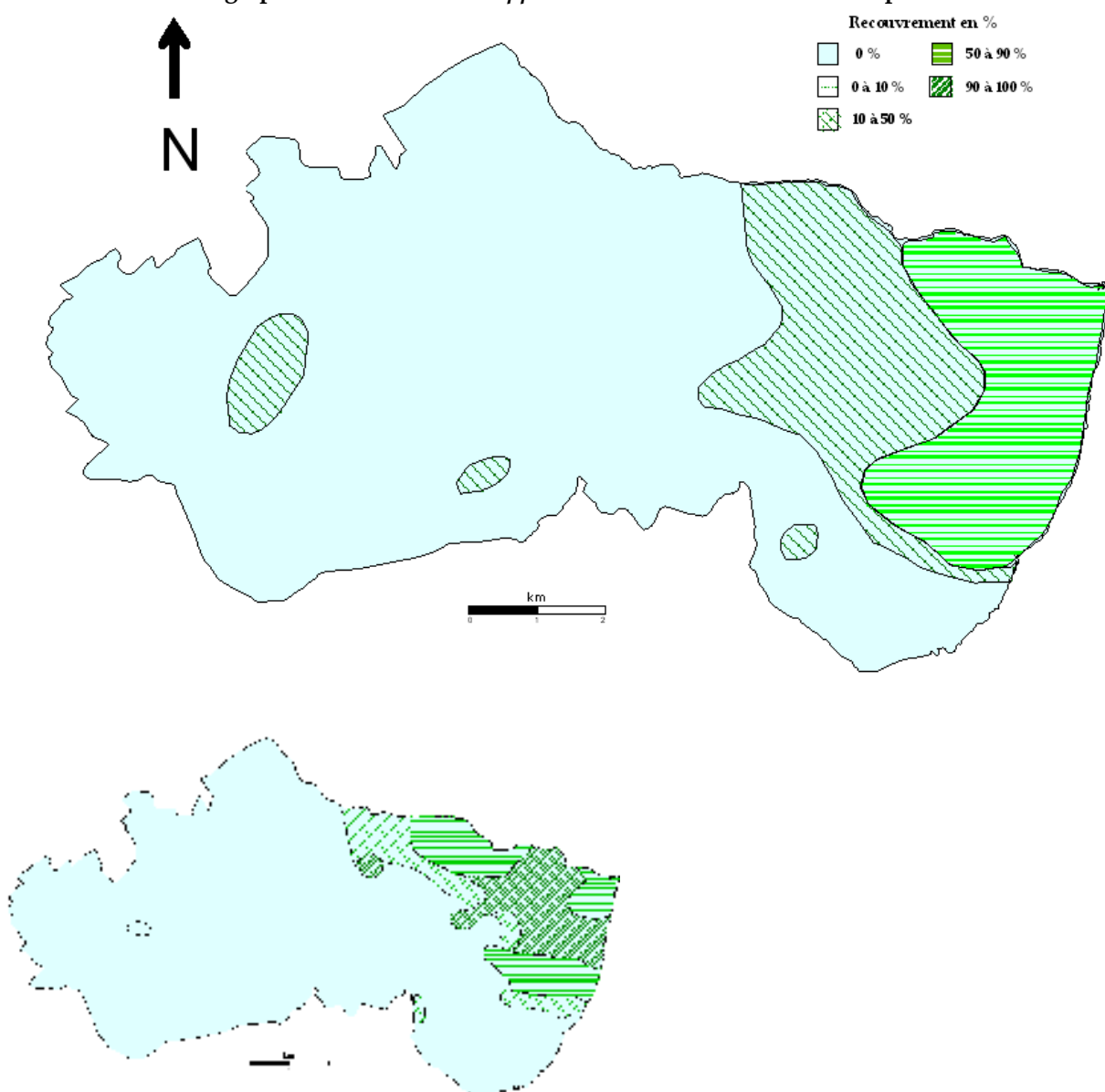


Herbier à *Potamogeton pectinatus* dans le secteur nord du lac Ichkeul (septembre 2006, Photo SHILI).

1.2.2 Etat des herbiers à *Ruppia cirrhosa*

Les *Ruppia* forment des herbiers mixtes avec *P pectinatus* dans les secteurs Est du lac. L'herbier très dense de *Ruppia cirrhosa* (90 à 100 %) n'apparaît plus en automne 2006 alors qu'il s'étendait sur 8 % en 2005. En revanche, l'herbier de 50-90 % de recouvrement s'étend actuellement sur 12 % de la surface du lac alors qu'il occupait 8 % en 2005. Les herbiers de recouvrement <50% s'étendent actuellement sur 14,2% alors qu'ils occupaient 6 % du lac en 2005.

Cartographie des herbiers à *Ruppia cirrhosa* du lac Ichkeul en septembre 2006



Cartographie des *Ruppia* – septembre 2005

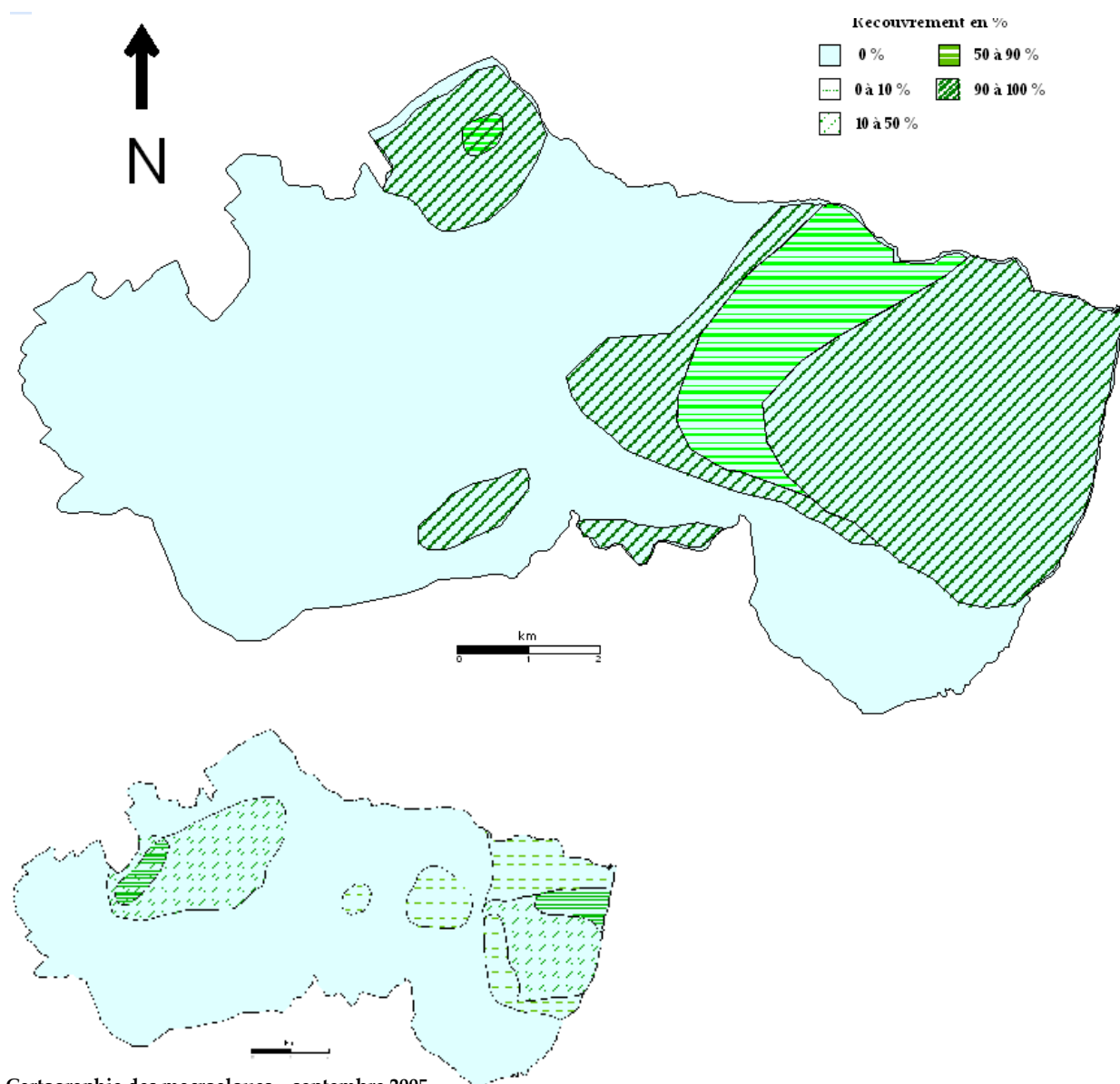
La surface totale d'extension des herbiers à *Ruppia* a progressé entre 2005 et 2006. Ainsi d'une surface totale de 17,61 km² mesurée en automne 2005 on est passé à 23,29 km² en automne 2006 mais avec un recouvrement moyen nettement inférieur (44% en 2006 contre 68% en 2005)

Les herbiers à *Ruppia* sont limités aux secteurs Est du lac, se rapprochant ainsi de la configuration spatiale initiale (avant barrages) de ces herbiers liée à l'arrivée d'eau de mer du côté de Tinja.

1.2.3 Etat des peuplements algaux

Par rapport à l'année 2005 on a constaté une légère progression des peuplements algaux avec une superficie de 27,7 Km² cette automne contre 22,1 Km² en 2005.

Cartographie des peuplements algaux du lac Ichkeul en septembre 2006



Cartographie des macroalgues – septembre 2005

Le peuplement algal est dominé par les *Cladophora*, les *Chaetomorpha* et les *Lamprothamnion* (algues à affinité nitrophiles). Les *Cladophora* et les *Chaetomorpha* se développent surtout dans la partie Nord-Est de la lagune. Les Charophycées présentent une extension limitée au secteur nord-ouest du lac. Les densités les plus importantes des peuplements algaux sont relevées au niveau des berges nord du lac.

1.3 Evolution du phytobenthos

Depuis leur réapparition en 2003, après 10 ans d'absence, les herbiers à *Potamogeton pectinatus* n'ont cessé de se développer d'année en année pour atteindre des superficies et des recouvrements très élevés comparativement à ceux des années 80. **En effet, la surface d'extension des herbiers à potamots avec 70,21 Km² a augmenté de près de 50% par rapport à 2005 (46,36 Km²) et est pratiquement le double des superficies enregistrées en 2004 (36,93 Km²) et en 1993 (30 Km²), dernière année où la présence d'herbiers développés avait été établie, avant une décennie particulièrement sèche.**

Cette consolidation des herbiers à potamots s'est accompagnée en parallèle d'une régression des superficies d'extension de *Ruppia* autre espèce de macrophyte qui s'était développée dans tous les secteurs du lac (en 1998) en l'absence de potamots. C'est ainsi que les herbiers à *Ruppia* ne représentent plus que 26 % de la superficie du lac et les peuplements algaux 31 % avec une organisation spatiale qui semble revenir à la normale.

La surface d'extension des herbiers à *P. pectinatus* du lac Ichkeul a atteint en 2006 une valeur record (70,21 Km²) qui a largement dépassé les surfaces relevées durant les années humides.

Une extension d'une aussi grande importance des herbiers à forte densité peut conduire dans certains secteurs du lac à la stagnation et à la dégradation de la qualité de l'eau qu'on a toutefois pas relevé jusque là.

Les variations des surfaces d'extension et des densités de recouvrement des différents types de peuplements végétaux du lac Ichkeul observées entre 1993 et 2006 sont récapitulées ci-après.

Période	Observations faites dans le cadre de l'Etude de 1996				Suivis ultérieurs									
	oct-93		sept-94		sept-98		sept-03		sept-04		oct-05		sept-06	
	Rec.	Surf. Km ²	Rec.	Surf. Km ²	Rec.	Surf. Km ²	Rec.	Surf. Km ²	Rec.	Surf. Km ²	Rec.	Surf. Km ²	Rec.	Surf. Km ²
Herbier à <i>Potamogeton pectinatus</i>		30		0		0	14%	18,12	22%	36,93	40%	46,36	79%	70,21
Herbier à <i>Ruppia cirrhosa</i>		5,3	59%	2,07	74%	26,04	35%	30,48	32%	34,29	68%	17,61	44%	23,29
Peuplement algal		1,73	33%	2,11	24%	26,04	47%	37,38	44%	49,49	19%	22,12	19%	27,71
Herbier à <i>Zostera noltii</i>		0		0	90%	0,09		0		0		0		0

Rec. : recouvrement

Surf. : surface d'extension

2 Faune halieutique

2.1 Recrutement des alevins et juvéniles

D'après les prospections et les analyses des peuplements ichtyiques (alevins et juvéniles) au niveau de l'entrée du lac Ichkeul (entre la pêcherie et l'Ecluse) durant la période automnale et hivernale de l'année hydrologique 2005/2006, effectuées dans le cadre d'un master spécialisé ⁵, 13 espèces de poissons ont pu être recensés (23 en 1932 et 22 espèces en 1995) dont 5 espèces sédentaires, 1 espèce d'eau douce et 7 espèces marines.

Les alevins et juvéniles ont pu être observés dans l'oued Tinja dès le mois de septembre 2005 et les civelles à partir du mois d'octobre 2005. L'augmentation de la vitesse du courant d'eau dans l'oued Tinja durant le mois de février 2006 a entraîné une diminution du recrutement des alevins et juvéniles dans le lac qui a pu reprendre dès le mois de mai 2006 quand le courant d'eau sortant dans l'oued Tinja a diminué.

2.2 Production halieutique

Au cours de l'année 2006, la production halieutique dans le lac Ichkeul a pu atteindre 88.5 tonnes (source STL : Société Tunisie Lagunes) avec plus de la moitié représentée par les anguilles (45,3 tonnes), dont 28,3 tonnes ont été exportées en Italie durant le seul mois de décembre 2006.

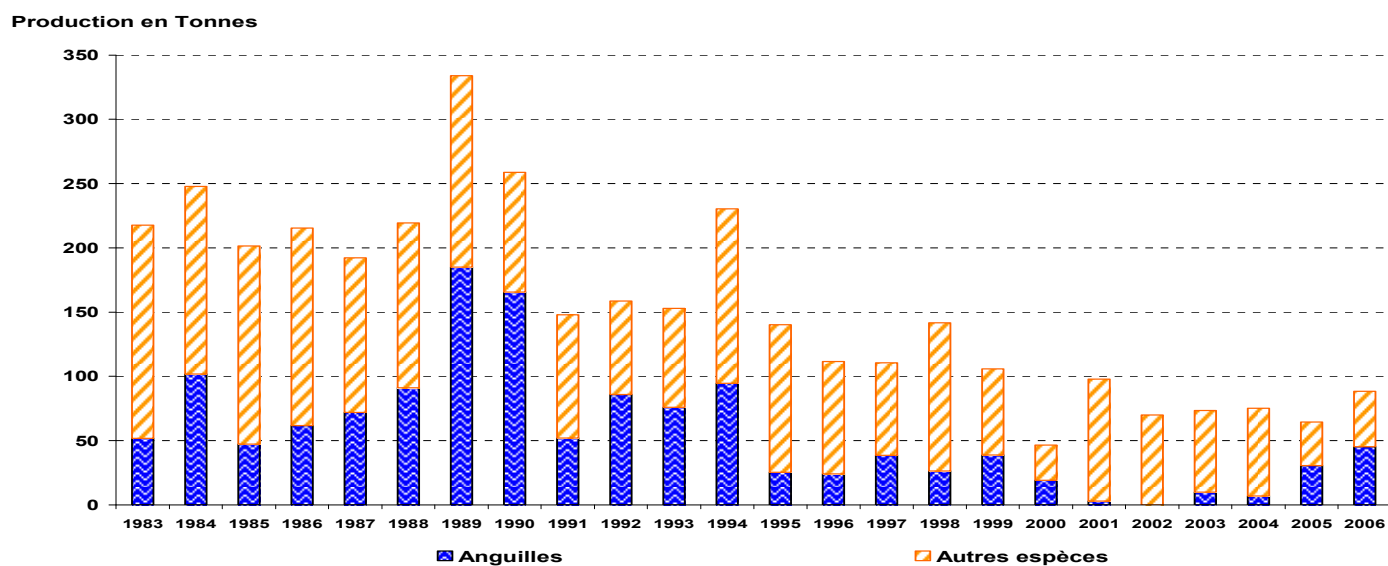
Cependant malgré l'augmentation de la pêche d'anguilles dans le lac Ichkeul durant les années 2005 (33 T/an) et 2006 (45 T/an) due à une amélioration des conditions hydrologiques dans le lac, on peut remarquer que la production des autres espèces de poissons est restée relativement faible, par comparaison aux années 80 et 90. Ces quantités de prises faibles ne reflètent cependant pas le stock réel de poissons dans le lac mais c'est le résultat de difficultés au niveau de l'organisation de l'activité de pêche. En effet, l'effort de pêche dans le lac durant l'année 2006 n'a pas dépassé 8 mois sur 12. La production des espèces de poissons autres que l'anguille durant le premier trimestre 2006 et le mois de décembre 2006 a été nulle. Cette période de l'année correspond en effet :

- à la période de désarmement de la bordigue;
- aux mauvaises conditions climatiques (pluies, vitesse et direction du vent, augmentation du niveau d'eau dans le lac);
- à une concentration durant cette période de l'effort de pêche à la mise en place des barrages de nasses et à la pêche d'anguilles qui est effectuée depuis 3 ans par les pêcheurs de la STL, au détriment de la pêche des autres espèces.

⁵ B.Hsoumi « Caractérisation de la faune ichtyque du lac Ichkeul après une série d'années pluvieuses (2003-2005) » Master spécialisé FSTunis

L'évolution de la production halieutique de 1983 à 2006 est donnée dans le graphique ci-après :

Evolution de la production halieutique entre 1983 et 2006 (source STL)

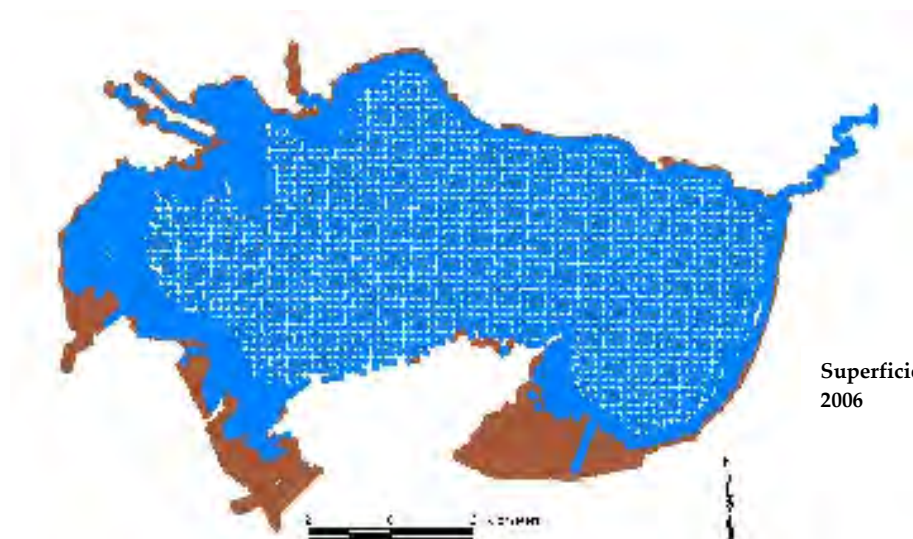


III Végétation des marais

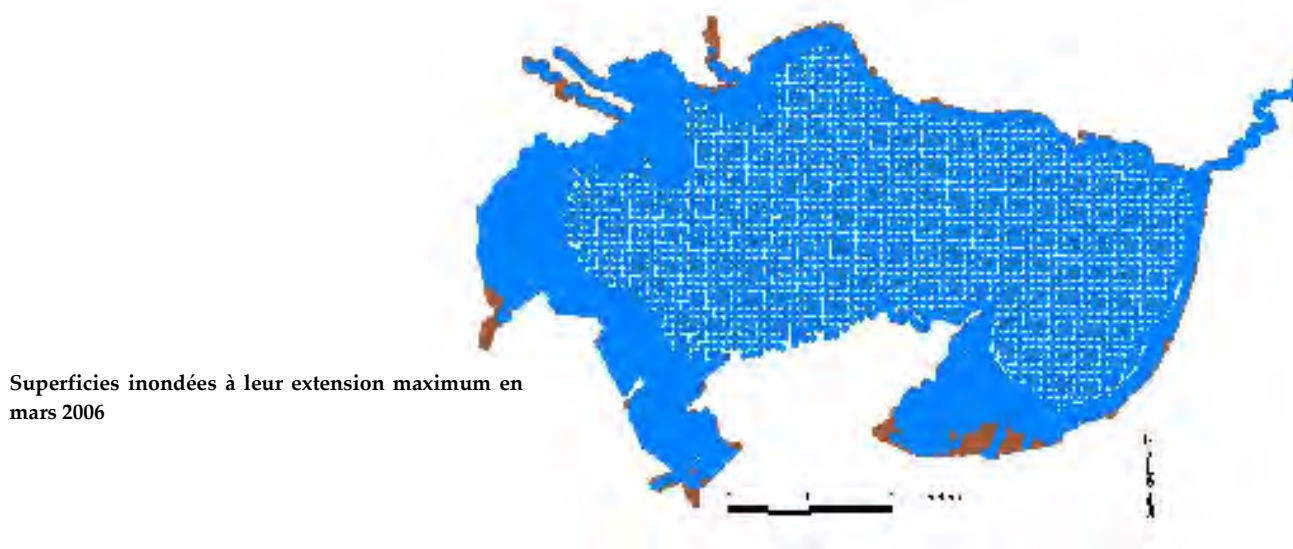
1 Inondation des marais

Compte tenu des niveaux relativement hauts du lac enregistrés en 2005-2006, une grande portion des marais a été inondée de façon prolongée entre février et avril 2006 comme le montrent les deux cartes ci-après obtenues à partir de la topographie des marais et de la hauteur mensuelle moyenne du niveau des eaux du lac à l'Ecluse.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Hauteur moyenne du lac en cm NGT	20	15	20	31	67	126	160	110	63	24	16	16



Superficies inondées entre les mois de janvier et mai 2006



Superficies inondées à leur extension maximum en mars 2006

Par rapport aux contraintes écologiques du compartiment liés aux scirpes telles que déterminées par Hollis et par l'Etude de 1993, on peut considérer que celles-ci ont encore été satisfaites cette année expliquant ainsi les tendances observées de régénération des diverses espèces hygrophiles.

Satisfaction des contraintes écologiques du compartiment scirpes-oies en 2005/2006

	Conditions	Durée	Période	Fréquence minimum	2005/2006
H	H> 0 cm NGT	5 mois successifs	Novembre à Mars	3 années sur 4	12 mois
	H>20 cm NGT	3 mois successifs		3,6 années sur 4	8 mois (mi-nov.-mi-juin)
	H > 80cm NGT	2 mois successifs		1 année sur 2	3,5 mois (fin janv.-début mai)
	H>120 cm NGT	1 mois		1 année sur 3	2 mois (février-mars)
S	S < 15g/l	1 mois	Janvier	1 année sur 2	Moyenne janvier : 6,7 g/l
	S < 13 g/l	3 mois successifs	Février à Avril	3 années sur 4	Entre 3,5 et 6 g/l

Toutes ces conditions de hauteur d'eau dans le lac et de salinité ont été satisfaites durant ces quatre dernières années répondant ainsi aux fréquences minimum nécessaires.

On a constaté également que les marais du Melah restent inondés en grande partie pendant presque toute l'année, de novembre à juin, ce qui explique peut-être les difficultés de régénération de la végétation de scirpes dans les zones proches du lac qui ne sont dénoyées qu'en été et au début de l'automne.

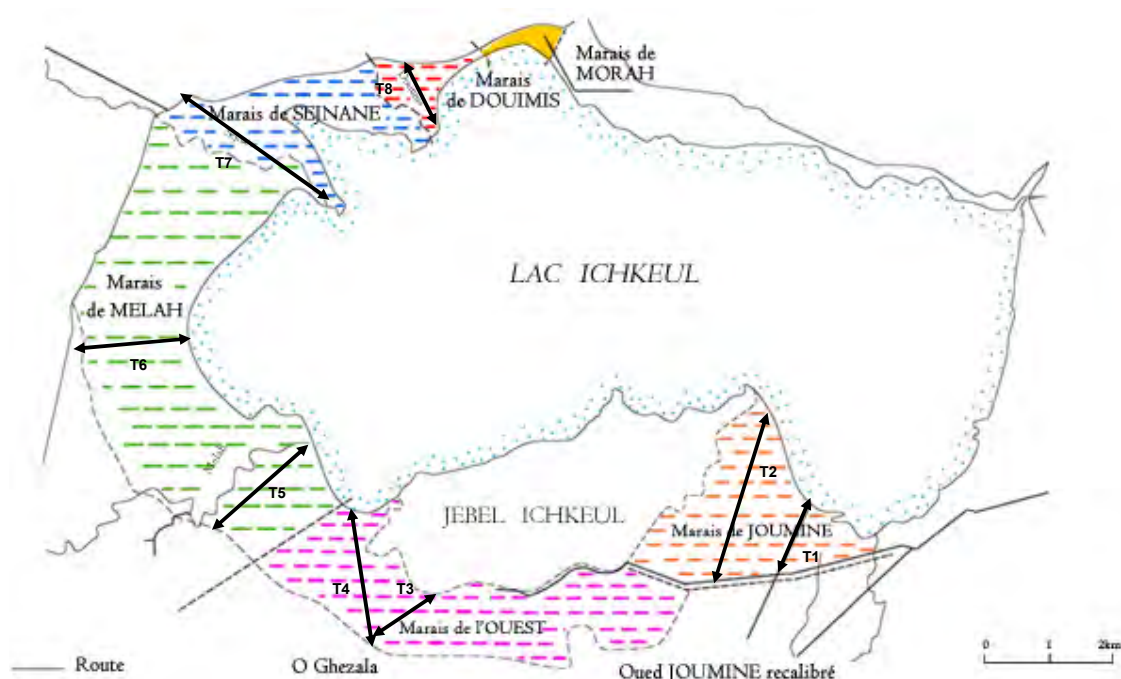


Marais de Joumine inondés en mars 2006 – vue du Centre d'accueil
Photo MJ Elloumi

2 Suivi de la végétation des marais

2.1 Méthodologie :

Le suivi de l'extension des scirpes durant l'année hydrologique 2005/2006 a été réalisé par l'équipe du suivi scientifique et des étudiants en stage d'été selon 8 transects radiaux allant de la bordure du Parc à la zone nue du bord du lac dans tous les marais, tels que figurés dans la carte ci-après. Les observations ont été effectuées durant le mois d'août 2006.



Carte de localisation des transects dans les marais de l'Ichkeul

Le long de chaque transect, des quadrats de 1m² ont été déposés sur le sol, tous les 100m. Sur chaque parcelle les paramètres suivants ont été estimés :

- le recouvrement des scirpes ainsi que des 2 ou 3 espèces dominantes
- la hauteur maximale de la végétation
- le pourcentage de sol nu.

Ces informations ont été complétées à chaque fois par des précisions sur la présence éventuelles de certaines espèces remarquables, pas suffisamment abondantes pour figurer parmi les espèces dominantes mais dont la présence est indicatrice de certaines conditions particulières du milieu.

2.2 Résultats des observations et du suivi

2.2.1 Etat général de la végétation

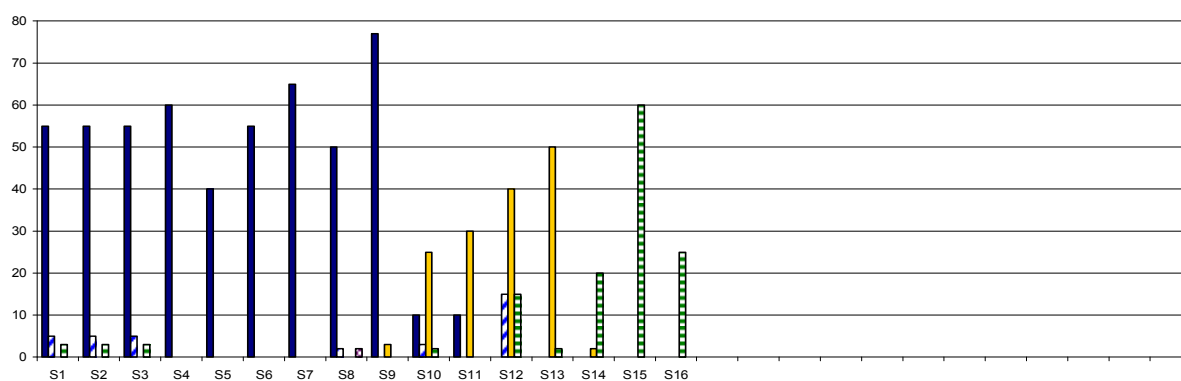
La flore des marais de l'Ichkeul est essentiellement déterminée par les caractéristiques du milieu : l'hydromorphie, la salinité, le dessèchement et l'activité anthropique.

C'est ainsi que l'on peut déterminer quatre catégories principales de végétation :

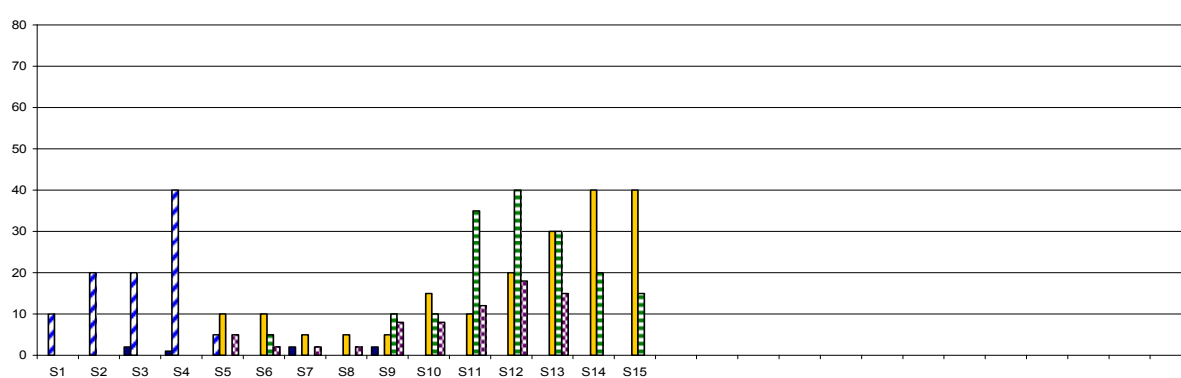
- espèces hydrophiles liées à la présence d'eau plus ou moins douce avec comme indicateurs : *Scirpus*, *tamarix*, *phragmites*, *typha*, *juncus*
- espèces halophiles liées à un milieu humide et salé, voire très salé avec comme plantes indicatrices : *salicornia arabica*, *Arthrocnemum indicum* , *Salsola soda* et *salsola kali*
- espèces liées à un milieu sec et salé : *Hordeum maritimum*, *Frankenia*
- espèces liées à une activité anthropique, nitrophiles, rudérales ou indicatrices de jachère ou de pâturage : *Amni visnaga* et *Hordeum maritimum*.

La répartition de quelques espèces indicatrices selon les transects étudiés est donnée dans les graphiques ci-après représentant les pourcentages de recouvrement de ces espèces dans les différentes stations.

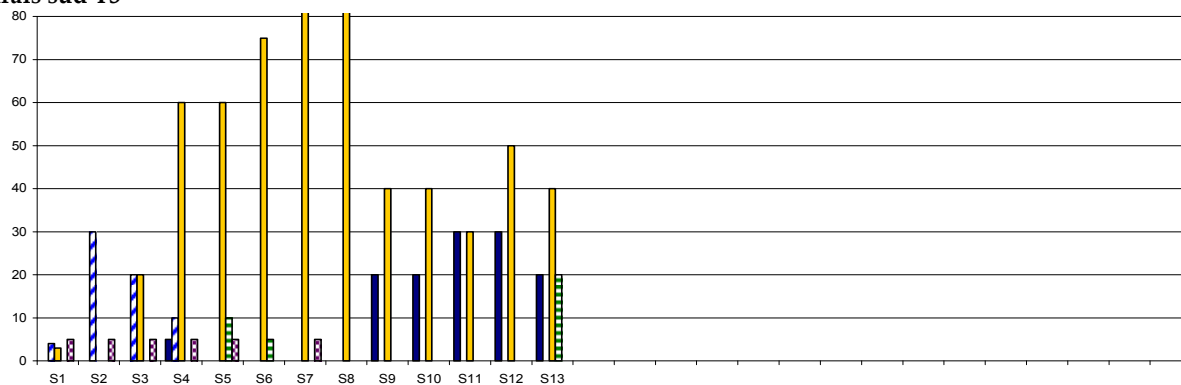
Joumine T1



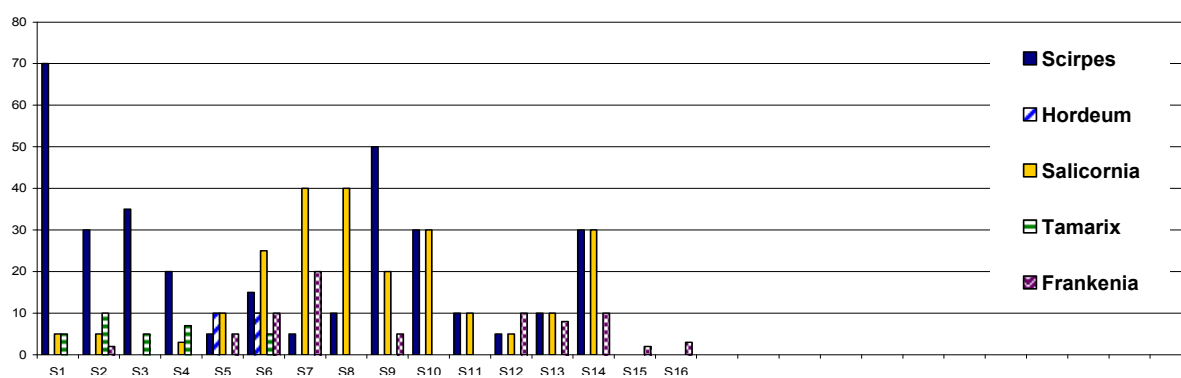
Joumine T2



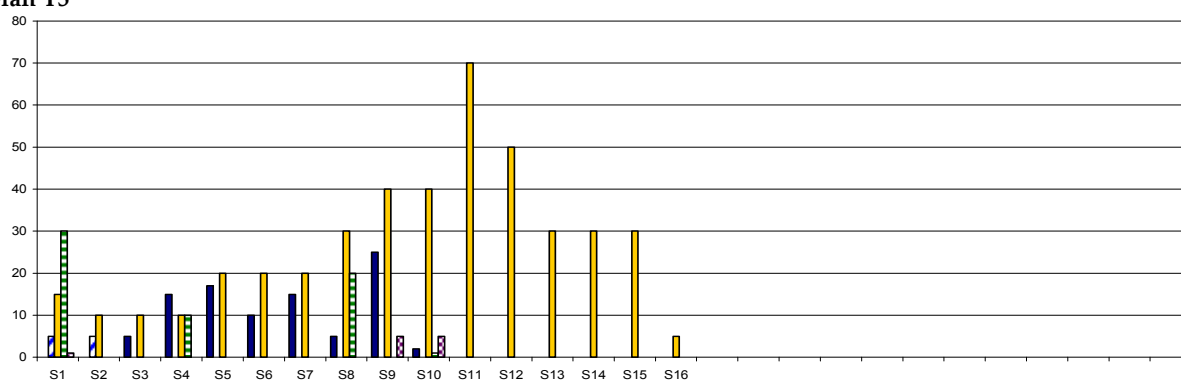
Marais sud T3



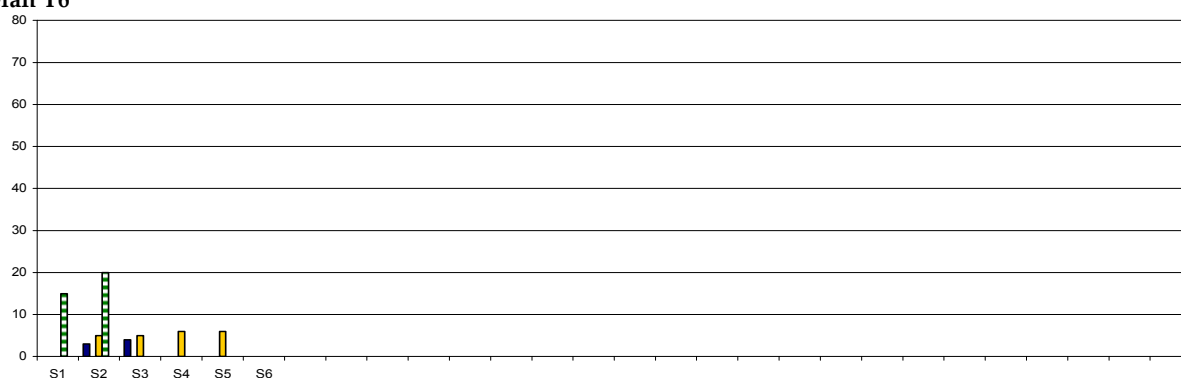
Marais Sud T4



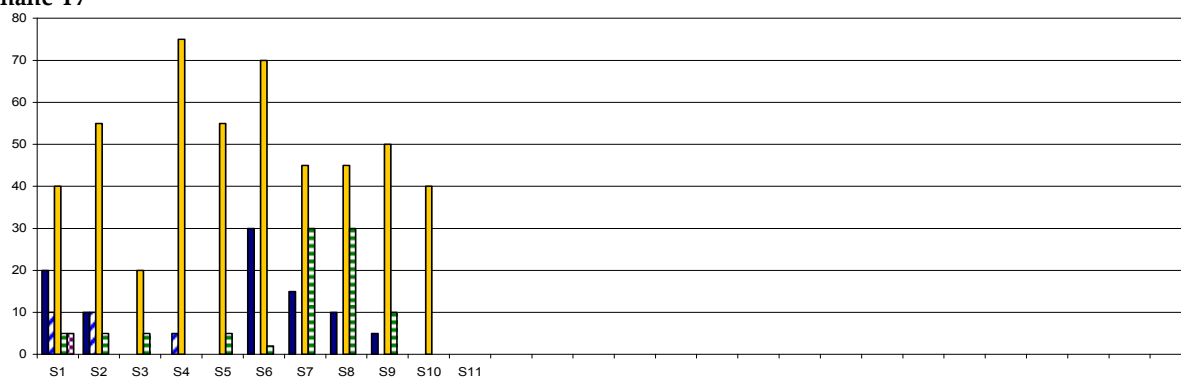
Melah T5



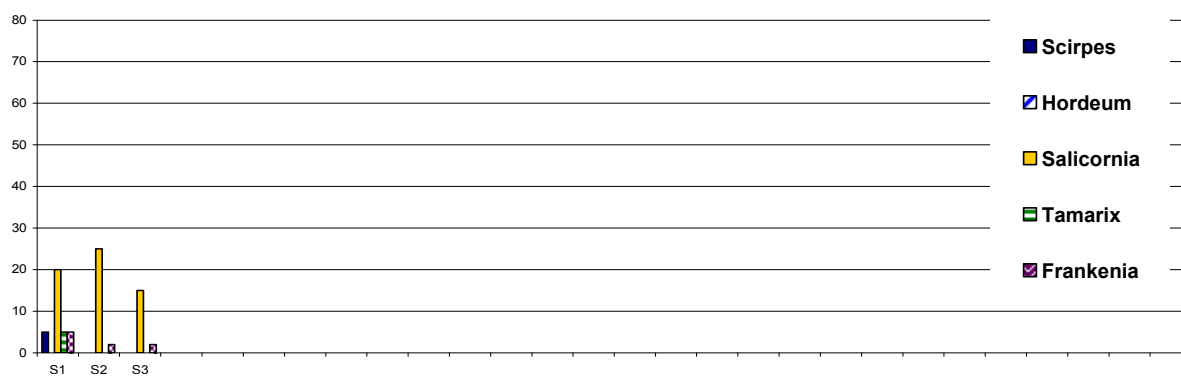
Melah T6



Sejnane T7



Douimis T8



Analyse quantitative :

L'analyse des transects réalisés dans l'ensemble des marais de l'Ichkeul au mois d'août 2006 nous a permis de noter :

- **la poursuite de la régénération de la scirpaie dans la quasi-totalité des marais et notamment dans les marais de Joumine (à l'ouest de l'oued-T1) et les marais du sud (T4) ou les recouvrements enregistrés sont plus importants que l'année précédente.**
- La persistance de la présence de *Salicornia arabica* dans tous les transects, en association avec les scirpes par endroits (T3, T4 et T7) ou en ceinture péri-lacustre dans les marais de Joumine (T1). Elle est présente sur l'ensemble de certains transects avec des recouvrements quelquefois très importants comme dans les marais du sud (T3), de Melah (T5) et du Sejnane (T7).
- La présence de plantes comme *Hordeum maritimum* ou *Ammi visnaga* seulement en périphérie des marais de Joumine et des marais du Sud dans les zones accessibles au bétail.
- La confirmation de l'apparition de *Salsola* dans certaines portions limitées des marais de Sejnane et Douimis à 200m de la bordure du lac.



Recouvrement très important de *Salicornia arabica* au niveau de marais Melah en août 2006
Photo N. Ben M'Barek



Salsola kali dans les marais de Douimis
Photo N. Ben M'Barek

Analyse qualitative :

L'analyse qualitative de la végétation des marais suivant les transects et aux alentours confirme la poursuite de la régénération des groupements hygrophiles dans la quasi-totalité des marais de l'Ichkeul grâce à la présence d'eau douce pendant une grande partie de la période hivernale 2005/2006.

- **Groupements à scirpus, juncus et typha** : ces groupements se développent en bon état dans l'ensemble des marais soit en zone périlacustre (Joumine, Douimis) soit localement dans des dépressions ou le long des oueds (marais du Sud et de Melah).



Association végétale à dominance du *Juncus maritimus* dans le Sud- Est du marais de Joumine au printemps 2006
Photo Z. Trabelsi

- **Tamarisaie**: On a pu constater la consolidation de la jeune tamarisaie apparue les dernières années après la sécheresse, notamment au niveau de marais de Joumine T₁ et T₂ où les jeunes pieds de l'année dernière ont pu atteindre un hauteur de l'ordre de 50cm.



Ceinture périlacustre de tamaris visible en arrière plan de la scirpaie - Marais de Joumine en juin 2006
Photo MJ Elloumi

Dans les marais de Sejnane les tamaris forment une ceinture bien développée le long de l'oued, du côté de marais de Melah ils sont présents de part et d'autre de l'oued avec des recouvrements relativement importants malgré la présence de phénomène de pâturage.

- **Roselière** : Formée principalement du roseau d'eau *Phragmites communis*, la roselière de l'Ichkeul n'a pas répondu aussi rapidement que les autres espèces végétales hygrophiles des marais à l'amélioration des conditions de milieu enregistrées depuis quatre hivers. En effet, sa réapparition a été notée l'année dernière seulement notamment au niveau des marais de Douimis ou sous forme de très jeunes plants du côté de Joumine et de Melah.

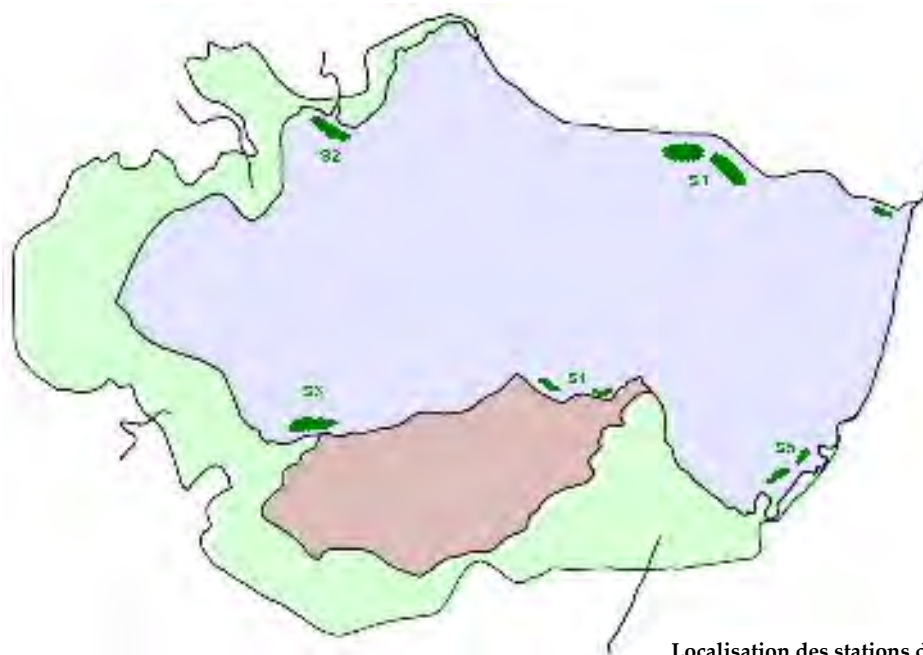
Une campagne de prospection durant le printemps et l'été 2006 a montré la croissance spectaculaire des phragmites du côté Nord et Nord-ouest du lac (station : S₁ et S₂ côté Douimis et Sejnane) sous forme de bancs péri-lacustres couvrant des superficies de plus de 80 m² pour chaque station avec des hauteurs de l'ordre 2 à 2.5 m. Ces nouvelles repousses jouent déjà un certain rôle de support pour la nidification des oiseaux puisque des nids d'Aigrette garzette et d'autres espèces d'oiseaux d'eau (Foulque macroule, canard colvert et même Erismature ...) ont été observés.

On a pu observer également le développement de roseaux surtout dans les parties Sud-ouest du lac (S₃) et du côté de Hammam Négréze (S₄) avec des bancs de plantules adultes de plus de 25 m² et de 15 à 20 m² de jeunes plantules ne dépassant pas 0.5 m de long.

La partie sud-Est du lac (S₅) a montré un développement d'une superficie de 20 m² de phragmites adultes ayant des hauteurs de 1.5 m de long. Des pieds de phragmites éparpillés ont été observés du côté de l'Ecluse de Tinja.



Développement de la Roselière au niveau de S₁
Photo W. Manai

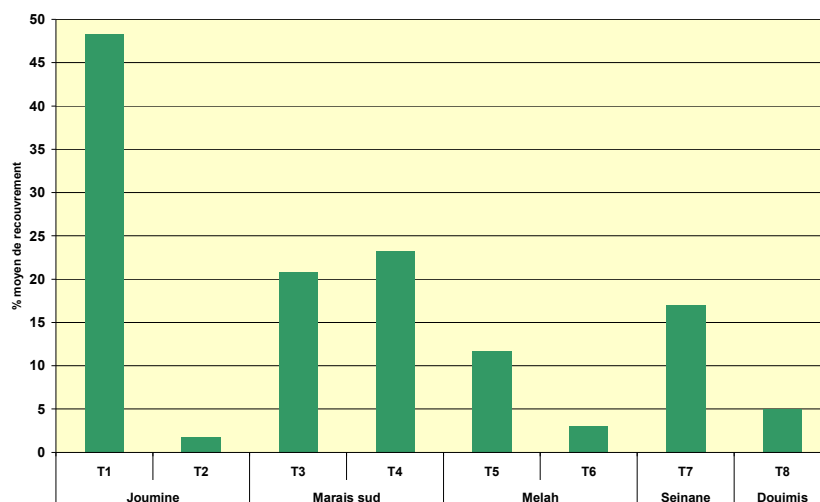


Localisation des stations de Phragmites en 2006

2.2.2 Etat de la scirpaie

• **Suivi du mois d'août 2006** : la présence de *Scirpus maritimus* a été enregistrée dans plus de 50% des stations explorées, surtout dans les parties amont des transects. **On a relevé des recouvrements relativement importants, surtout dans les marais de Joumine (partie est avec par endroit des recouvrements proches de 80% (station T1S9)).** Le graphique suivant représente, pour chaque transect, le recouvrement moyen des scirpes dans les stations à scirpes.

Pourcentage moyen de recouvrement des scirpes dans les stations à scirpes



On remarque la reprise très forte de la scirpaie dans les marais de Joumine, à l'est de l'oued avec un recouvrement moyen de 50% sur le transect T₁, à des niveaux comparables à ce qui a pu être décrit dans les années 70 (Hollis, 1977 & 1986).

Les hauteurs des plantules mesurées durant la campagne du mois d'août 2006 traduisent également la vigueur de la reprise des scirpes. Cette année encore des hauteurs importantes de scirpes ont pu être enregistrées avec une hauteur maximale enregistrée en août 2006 de 60 cm (marais du Melah T₅S₅). Des hauteurs de l'ordre du 1m ont été signalées aux alentours des transects.

Transect	Moyenne	Max	Station de Max
T ₁	28,82	50	S ₄ - S ₉
T ₂	4,25	5	S ₃ - S ₄
T ₃	21	30	S ₁₀ - S ₁₃
T ₄	32,14	50	S ₁₃
T ₅	35,63	60	S ₅
T ₆	5,5	6	S ₄
T ₇	26,67	40	S ₆
T ₈	10	10	S ₁



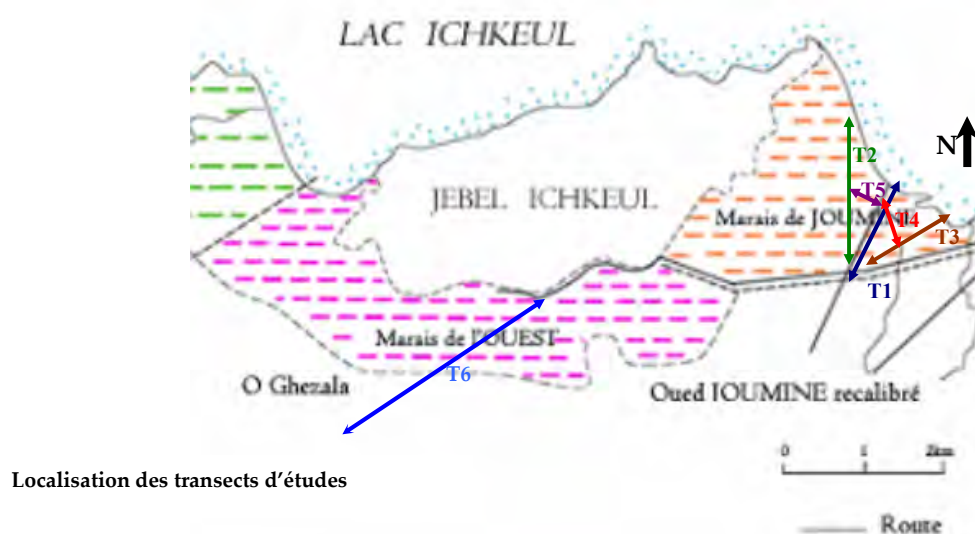
Hauteurs et recouvrement importants des scirpes dans les marais de Joumine – Juin 2006

Inflorescences très développées



Photos MJ Elloumi

• **Etude de la scirpaie de l'Ichkeul au printemps 2006:** dans le but d'évaluer l'état de la scirpaie durant la période de développement de la partie épigée et de la germination des bulbes, au niveau des marais de l'Ichkeul, des prospections de terrain ont été réalisées durant les mois d'Avril et de Mai 2006 par l'équipe de suivi scientifique de l'Ichkeul en collaboration avec une équipe de recherche de l'INAT (Shili.A et Trabelsi. Z). Compte tenu de l'inondation encore importante des marais à cette époque, cette étude a été réalisée sur 6 transects situés uniquement au niveau des marais de Joumine et du Sud.



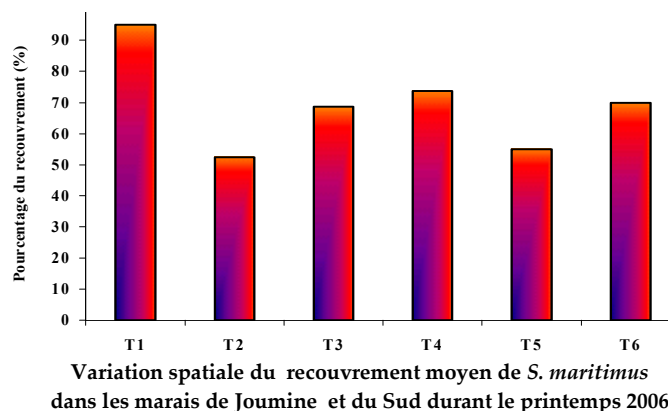
Dans chaque station, il a été procédé à :

- * l'estimation de la couverture du substrat
- * l'estimation du recouvrement de *Scirpus maritimus*
- * l'échantillonnage des plantes de *Scirpus maritimus* au moyen d'un quadrat d'une superficie de 0.25 m² avec trois répliques par station,
- * comptage du nombre de tiges prélevées dans chaque quadrat,
- * mesure de la biomasse de *Scirpus maritimus*,
- * détermination du poids sec de la partie endogée des scirpes (bulbes, rhizomes et racines).

Les résultats de cette étude en termes de recouvrement, densité et biomasse des parties épigées et endogées des scirpes sont donnés dans ce qui suit :

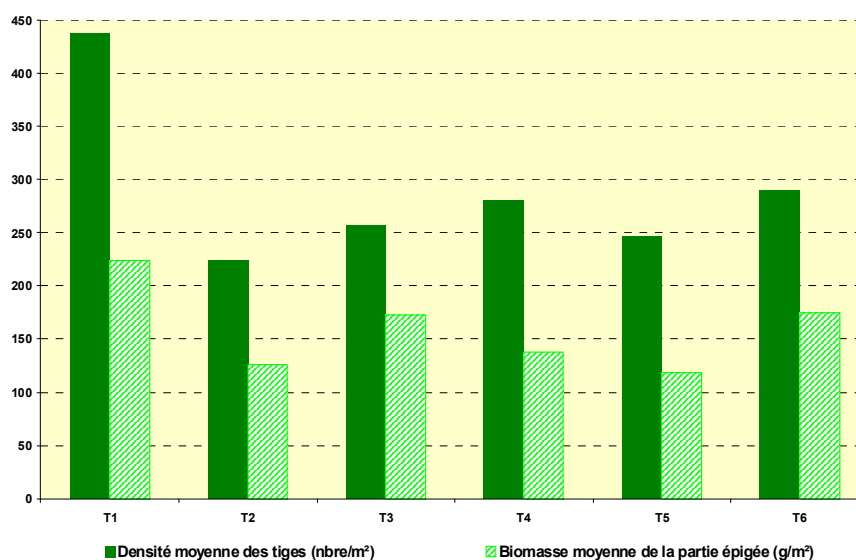
1- Recouvrement moyen du *S. maritimus*

Les recouvrements des scirpes observés dans les portions non inondées (parties les plus hautes) des marais de Joumine et du sud au printemps 2006 sont nettement plus élevés que ceux enregistrés en août 2006. En effet, dans tous les transects, le pourcentage moyen de recouvrement dépasse 50% avec un maximum de plus de 90% dans le transect T1, proche de l'oued Joumine côté Est comme le montre le graphique suivant :



2- Densité des tiges et biomasse moyenne de la partie épigée

Le densité des tiges ainsi que la biomasse de la partie épigée des scirpes est également très élevée avec une densité moyenne de tiges de près de 440 tiges/m² et une biomasse moyenne de 224 g/m² observées sur le transect T1. Le minimum a été mesuré également dans les marais de Joumine au niveau du transect T2 avec des valeurs deux fois moins grande comme le montre le graphique ci-après :



Variation spatiale de la densité moyenne des tiges et de la biomasse épigée de *S. maritimus* au niveau des marais de Joumine et du Sud au printemps 2006.

Ces résultats traduisent une variation spatiale relativement marquée entre les deux portions des marais de Joumine de part et d'autre de l'oued, à l'ouest T2 et T5 et à l'est T1, T3 et T4.



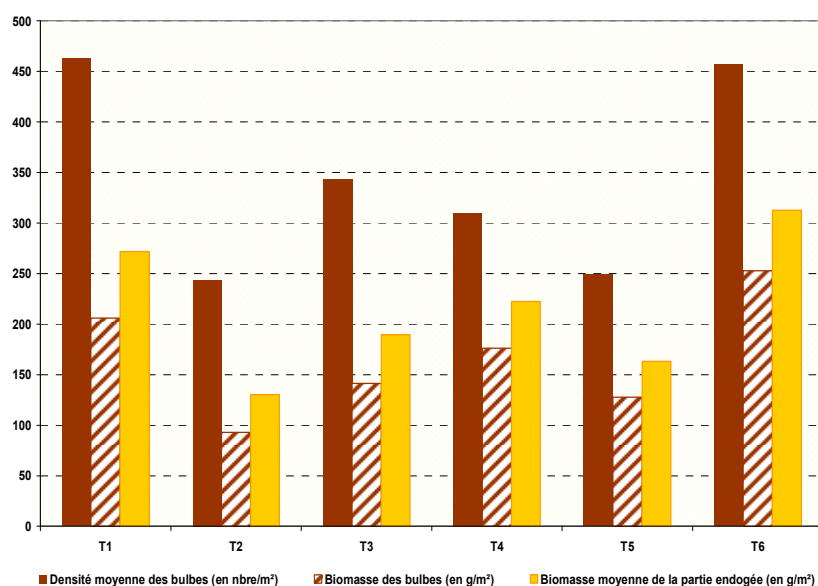
Densité élevée de scirpes dans les marais du sud au printemps 2006
Photo Z. Trabelsi

Inflorescence développée de scirpes
Photo Z. Trabelsi



3- Densités des bulbes et biomasse moyenne de la partie endogée des scirpes

Les analyses quantitatives de la densité des bulbes et de la biomasse des parties endogées des scirpes montrent également une variation spatiale très significative. Les valeurs moyennes les plus importantes de ces deux paramètres sont également observées sur le transect T1 mais aussi T6 dans les marais du Sud. Les minimum sont là aussi observés sur les transects T2 et T5, à l'est de l'oued.



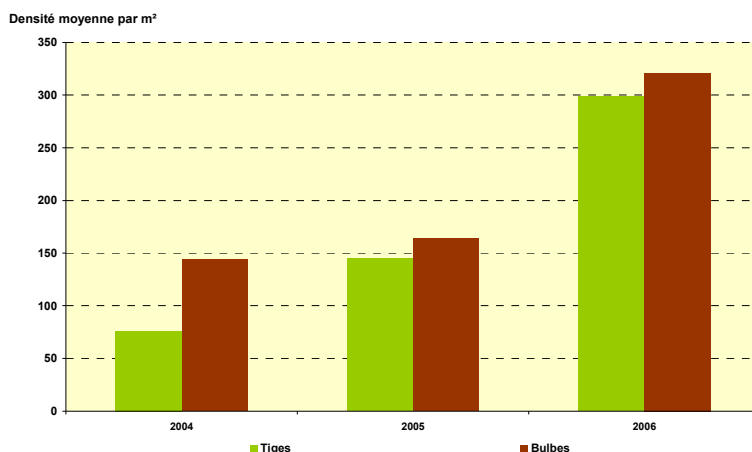
Bulbe de scirpes
Photo Z. Trabelsi

Variation spatiale de la densité moyenne des bulbes et de leur biomasse et de la biomasse endogée de *S. maritimus* au niveau des marais de Joumine et du Sud au printemps 2006.

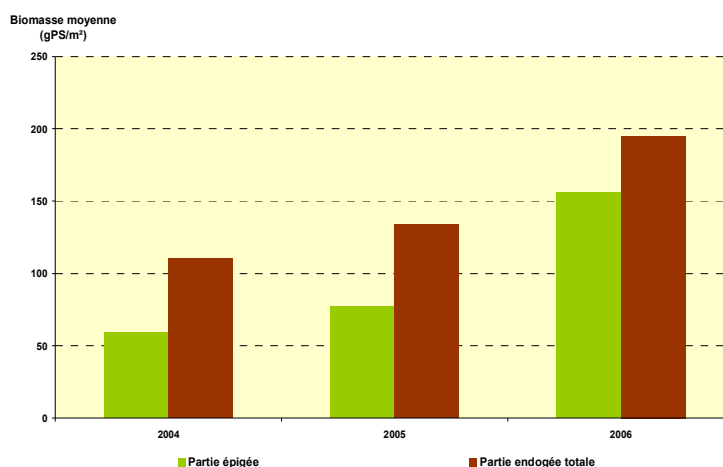
4. Evolution interannuelle des paramètres indicateurs de l'état de la scirpaie

En comparant les résultats de cette campagne à ceux des travaux d'étudiants de la même période en 2004 (S. Nasraoui) et en 2005 (B. Fathalli et Z. Trabelsi), on constate une évolution positive et une amélioration de l'état du scirpe maritime des marais de Joumine et du Sud comme le montrent les graphiques suivants

Evolution interannuelle de la densité des tiges et des bulbes de *Scirpus maritimus* dans les marais de Joumine



Evolution inter-annuelle de la biomasse moyenne des parties épigée et endogée de *Scirpus maritimus* dans les marais de Joumine



On peut donc constater une amélioration importante de l'état de la scirpaie depuis le rétablissement des bonnes conditions hydroclimatiques en 2002/2003. En effet, si les études effectuées durant les printemps 2004 et 2005 avaient permis de confirmer la régénération du Scirpe maritime, celle-ci apparaissait fragile car le taux de recouvrement et les densités enregistrés alors étaient relativement faibles.

Par contre, les résultats obtenus durant le printemps 2006, montrent un développement important aussi bien des parties épigées que des parties endogées du Scirpe maritime témoignant de la vigueur de la reprise. L'augmentation très importante des bulbes et des rhizomes, support de la multiplication végétative de cette espèce, atteste en effet de la consolidation de la scirpaie et de sa capacité à se développer et à s'étendre pour peu que les conditions de milieu soient relativement favorables.

On a ainsi pu constater que les scirpes maritimes ont pu gagner de l'espace en colonisant de nouvelles superficies par rapport aux années précédentes, non seulement dans les Marais de Joumine et du sud mais également dans tous les autres marais du Parc. Dans toute la partie Nord des Marais de Joumine, au niveau des superficies dénoyées à proximité du lac, on a pu enregistrer au printemps 2006 une régénération du scirpe maritime avec un recouvrement de l'ordre de 20% quatre fois supérieur à celui estimé durant les prospections du printemps 2005 (5%).



Régénération des scirpes au niveau de marais de Joumine en bordure du lac au printemps 2006

Photos Z. Trabelsi



IV Avifaune⁶

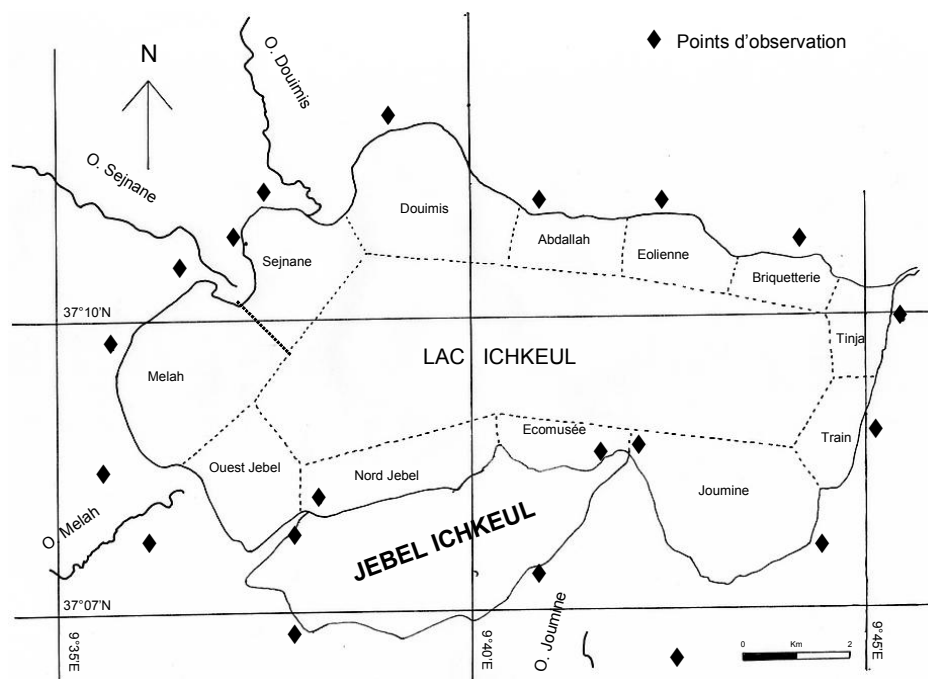
1 Oiseaux d'eau hivernants

1.1 Anatidés et foulques à l'Ichkeul

Des dénombrements systématiques des principales espèces d'oiseaux d'eau hivernants à l'Ichkeul ont été effectués deux fois par mois durant l'hiver 2005-2006. Ces dénombrements ont été réalisés selon le protocole traditionnel de comptage utilisé habituellement pour définir avec un maximum de précision les effectifs de canards sur une zone humide et régulièrement à l'Ichkeul dans les années 80-90 et depuis 2002-2003. Ils permettent en effet de présenter des résultats fiables et relativement précis sur la taille, la composition, la distribution géographique et la dynamique de stationnement du peuplement de ces oiseaux.

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 qui couvrent la majeure partie de la superficie du lac et représentés dans la carte ci-dessous.

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



⁶ Résultats obtenus dans le cadre de l'expertise réalisée par l'Association des Amis des Oiseaux durant l'hiver 2005/006 et le printemps 2006

Les résultats globaux de dénombrements en 2005-2006 montrent que le maximum des populations d'anatidés et foulques a été atteint à la fin du mois de janvier 2006 avec un nombre total dépassant 124000 oiseaux.

On a ainsi assisté cette année à une progression spectaculaire des effectifs d'oiseaux d'eau par rapport à l'année dernière puisque le nombre total d'oiseaux d'eau recensés en janvier 2006 est près de quatre fois supérieur aux effectifs de l'hiver dernier (max de 36000 oiseaux en janvier 2005). Cette augmentation est probablement due à la régénération marquée des herbiers de potamots durant le printemps et l'été 2005 (comme mentionné dans le rapport de l'année dernière).

Les résultats des dénombrements pour le mois de janvier et l'évolution de la structure de la population d'anatidés et de foulques ces dernières années sont donnés ci-dessous :

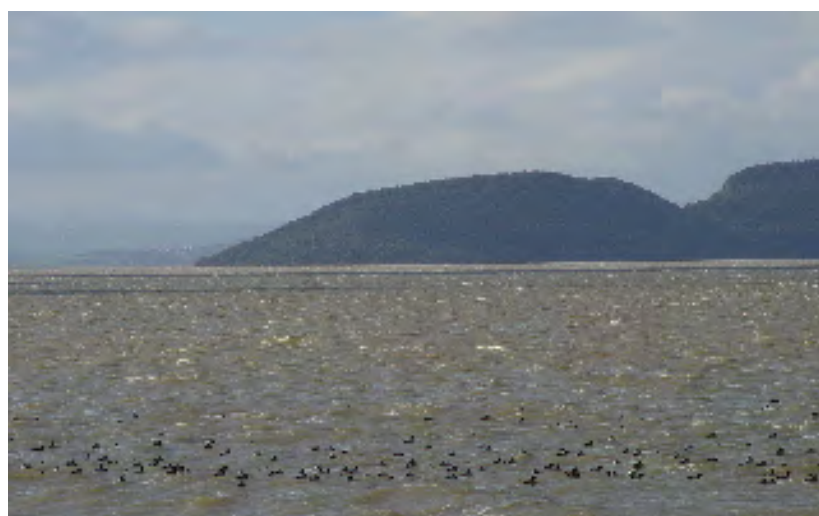
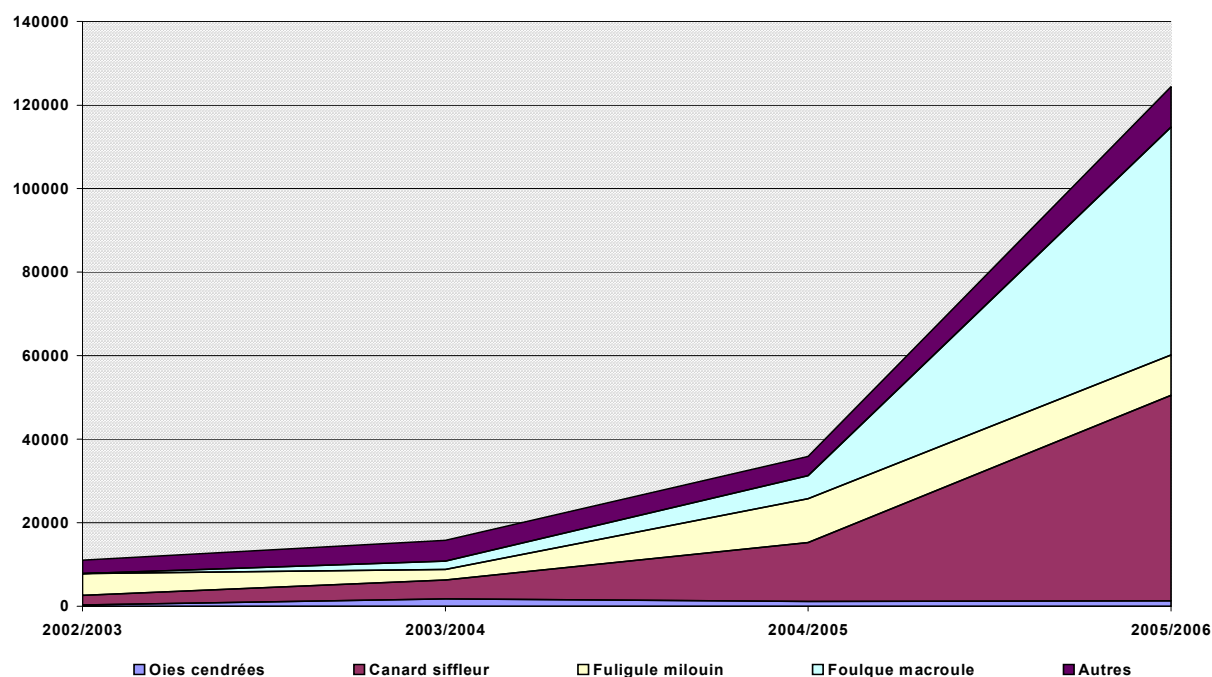
Résultats des dénombrements d'anatidés et de foulques durant l'hiver 2004/2005

	Hiver 2005-2006	Hiver 2004-2005	Hiver 2003-2004	Hiver 2002-2003*
Oie cendrée (<i>Anser anser</i>)	1336	1151	1775	330
Canard siffleur (<i>Anas penelope</i>)	49198	14076	4530	2255
Fuligule milouin (<i>Anas ferina</i>)	9645	10540	2500	5250
Canard colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)	784	450	495	-
Canard chipeau (<i>Anas strepera</i>)	20	12	1400	-
Canard pilet (<i>Anas acuta</i>)	414	420	1300	280
Canard souchet (<i>Anas clypeata</i>)	6399	1800	900	1590
Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)	1752	1800	461	700
Autres anatidés	260	88	450	637
Foulque macroule (<i>Fulica atra</i>)	54560	5550	2000	20
Total canards et foulques	123032	34736	14036	10732
Total général	124368	35887	15811	11062

Par rapport aux hivers précédents, la composition du peuplement a été rétablie puisque les effectifs des quatre espèces principales d'oiseaux d'eau migrateurs ont représenté plus de 90% des effectifs comme c'était le cas dans les années 80-90. Si on a pu constater une augmentation très importante des effectifs de canards siffleurs et de foulques macroules, le nombre de fuligules milouins est resté constant par rapport à l'année dernière, les effectifs d'oies cendrées ont quant à eux relativement stagné depuis quatre hivers.

Le graphique suivant illustre l'évolution de la composition des populations d'anatidés et foulques et montre le rétablissement de l'importance des trois espèces « phares » inféodées au lac.

Evolution de la composition des populations d'anatidés et de foulques durant les quatre derniers hivers



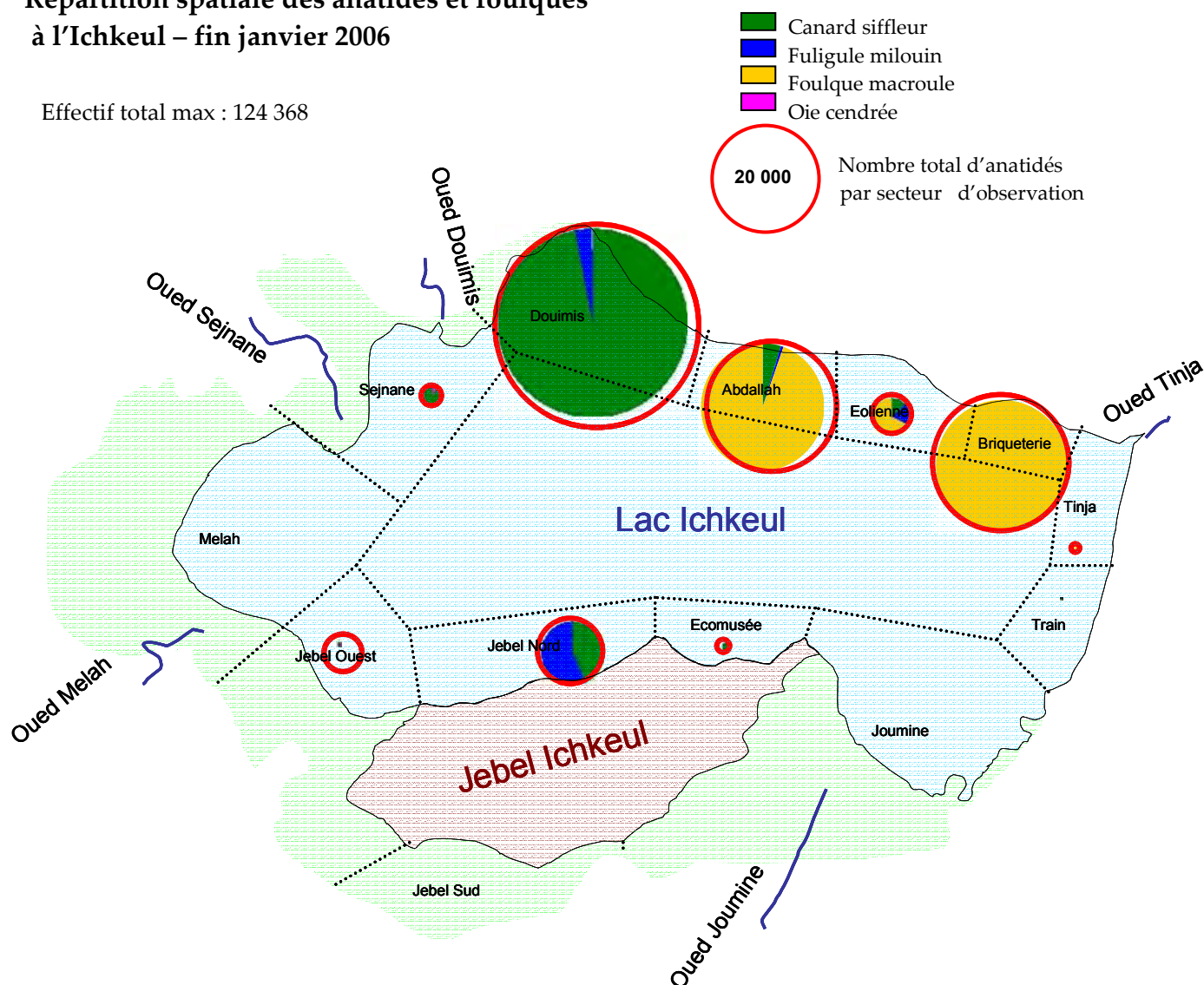
Concentration de fuligules milouins sur le lac Ichkeul – janvier 2006
Photos AAO



La carte suivante montre la répartition spatiale de chacune de ces quatre espèces et leur part relative dans l'effectif total.

Répartition spatiale des anatidés et foulques à l'Ichkeul – fin janvier 2006

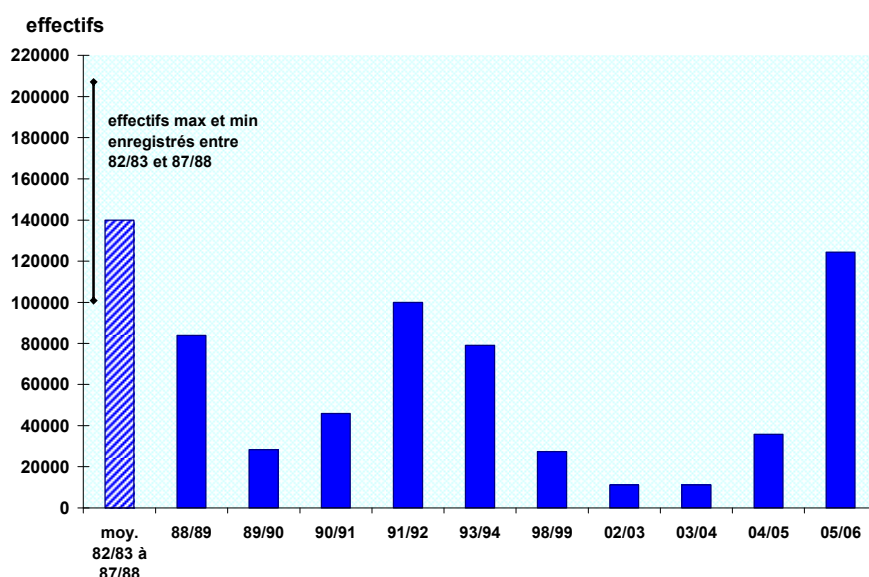
Effectif total max : 124 368



On remarque qu'au mois de janvier, l'essentiel des effectifs est concentré sur les rives nord du lac, dans les zones où l'herbier de potamots était relativement denses en octobre 2005. C'est également une zone plus à l'abri loin des crues caractérisant les embouchures des oueds.

Par rapport à l'année dernière on a pu constater un retour à la normale en terme de fréquentation des oiseaux d'eau à l'Ichkeul. **En effet, comme le montre le graphique suivant les effectifs de l'hiver 2005/2006 sont les plus importants enregistrés depuis la fin des années 80 et du même ordre de grandeur que la moyenne de cette époque.**

Evolution des populations d'anatidés et de foulques à l'Ichkeul



sources : Tamisier et al 1992, BCEOM et al 1994, ERI 1999, Esseti 2004, AAO 2005 et 2006

1.2 Dénombrements d'oiseaux hivernants dans le nord de la Tunisie

Les dénombrements d'anatidés et foulques effectués sur les plans d'eau permanents (barrages) du Cap Bon et du Nord Ouest par l'AAO en janvier 2003 et depuis 2003/2004 dans le cadre du suivi scientifique de l'ANPE nous renseignent sur la capacité de ces sites à héberger les oiseaux d'eau qui ne pourraient pas trouver refuge à l'Ichkeul faute de nourriture.

Quelques résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Effectifs d'anatidés et foulques à l'Ichkeul et dans les lac de barrages du nord de la Tunisie

	Janvier 2003 (hiver 2002/2003)	Janvier 2004 (hiver 2004/2005)	Janvier 2005 (hiver 2004/2005)	Janvier 2006 (hiver 2005/2006)
Ichkeul	11135 (330 oies cendrées)	15000 (1800 oies cendrées)	35000 (1150 oies cendrées)	124368 (1330 oies cendrées)
Barrages du Cap Bon	10681*	25031	27761	17774
Barrages du Nord Ouest		369	269	651

* (15 oies cendrées sur 2 zones humides autour de Tunis)

On s'aperçoit que la capacité de ces sites est relativement limitée et constante les années humides (deux dernières années). Même en année difficile pour l'Ichkeul en janvier 2003 (le support alimentaire fourni par les potamots était quasiment nul les herbiers ne sont réapparus qu'au printemps 2003), les effectifs dans les barrages sont également plus faibles. Les sites des barrages semblent donc ne pas pouvoir jouer un rôle de substitution à l'Ichkeul en année difficile, du moins en terme quantitatif.

D'un point de vue qualitatif par contre ces sites peuvent constituer de nouveaux habitats pour certaines espèces, notamment des espèces menacées. C'est le cas par exemple de l'Erismature à tête blanche que l'on ne retrouve pas encore à l'Ichkeul mais dont une petite population (jusqu'à 72 individus) a été signalée dans les barrages du Cap Bon. Par contre, ces sites ne peuvent en aucun cas remplacer l'Ichkeul comme lieu d'hivernage pour les oies cendrées puisque aucun individu n'a été dénombré dans les barrages. Même en année difficile comme janvier 2003, les observations effectuées par l'AAO dans toute la région nord du pays montre que 98% des oies sont présentes à l'Ichkeul.

2. Les oiseaux nicheurs et estivants

Des prospections ont été effectuées mensuellement dans les marais autour du lac Ichkeul et le long des embouchures des oueds entre les mois d'avril et juin 2006 pour recenser les populations d'oiseaux nicheurs et/ou estivants.

La nidification en général commence à reprendre avec l'extension et la reprise de la végétation hygrophile qui sert d'abri aux nids, comme les ceintures de tamaris et les ilots de phragmites.

L'héronnière réinstallée depuis le printemps 2003 à l'embouchure de l'oued Sejnane continue de se développer. Elle compte maintenant plusieurs centaines de nids actifs avec présence de jeunes de diverses espèces. Son activité a même dépassé ce qui avait pu être observé en 1982/83 (Skinner et al 1986) et en 1993/94 (pendant l'Etude de 96). On a pu compter ainsi des populations relativement importantes de Hérons garde-bœufs (près de 2000 individus observés dès le mois de mai), mais aussi des Hérons bihoreau, Hérons crabier, Hérons cendrés, Aigrettes garzette et Grande Aigrette. La présence de deux hérons pourprés a même été signalée.



Poussins Hérons cendrés dans leur nid
Ichkeul été 2006
Photo R. Ouni- AAO



Poussins Hérons bihoreau dans leur nid
Ichkeul été 2006
Photo R. Ouni- AAO



Jeune Héron cendré dans son nid
Ichkeul été 2006
Photo R. Ouni- AAO

Parmi les autres espèces nicheuses ou estivantes observées on peut citer des spatules blanches, présentes dès le mois de mars, plus de cinq cents canards colvert mais aussi des foulques (plus d'un millier) qui restent nicher à l'ichkeul. La présence de poule sultane et de sarcelles marbrées a été signalée.



Spatules blanches dans les marais de Joumine – début d'été 2006 - Photo R.Ouni AAO

DEUXIEME PARTIE

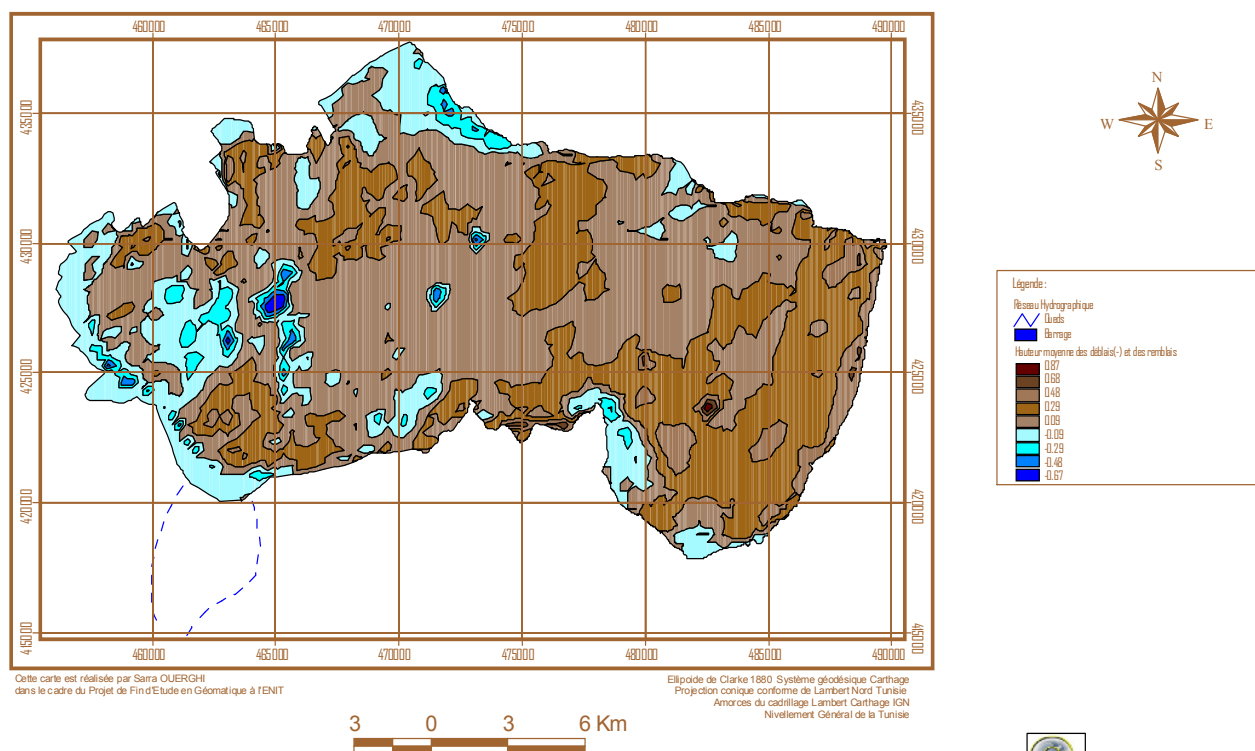
Assistance à la recherche

Parmi les sujets entamés en 2005, trois masters ont été soutenus en 2006 et en janvier 2007. Il s'agit de :

- ✚ Mastère spécialisé en Géomatique à l'Ecole Nationale des Ingénieurs de Tunis : «**Développement d'un SIG relatif a intérêt environnemental sur le lac Ichkeul**» (Sarrah OUERGHI) soutenu en juin 2006.

L'étudiante a pu effectuer la digitalisation et le géoréférencement de la carte bathymétrique réalisée dans le cadre de l'étude Ichkeul en 1993. A partir de là elle a pu la superposer avec la bathymétrie disponible de 2003 afin d'estimer les volumes déposés dans le lac pendant cette période de dix ans.

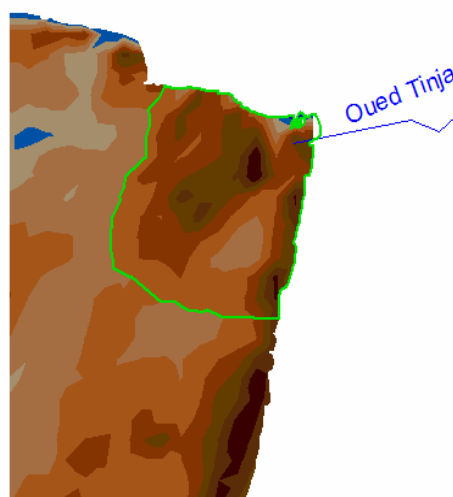
La carte d'envasement ci-dessous montre la répartition des zones du lac engraisées (en tons de marron) et les zones affouillées (en tons de bleu).



Carte d'envasement du lac entre 1993 et 2003 - S. Ouerghi 2006

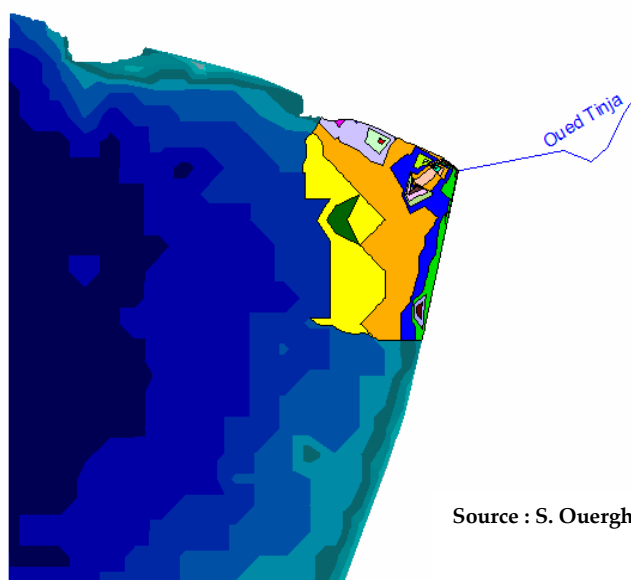
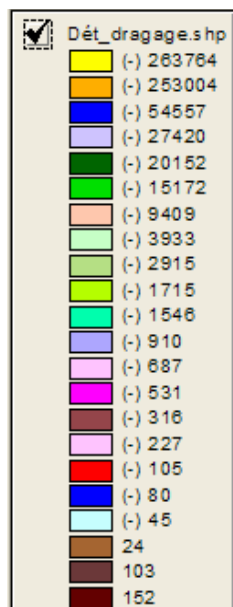
L'analyse de cette carte a permis de déterminer, à partir de l'évaluation des volumes remblayés et déblayés par classe d'altitude, un apport total de sédiments d'environ 10 millions de m³ pendant 10 ans soit un volume d'apports annuels moyen de l'ordre de 1 millions de m³.

La carte montre également une zone de plus forts remblais directement en amont de l'écluse risquant d'avoir des répercussions sur l'efficacité des écoulements dans l'oued Tinja.



Source : S. Ouerghi 2006

Une étude plus détaillée de l'amont immédiat de l'écluse a alors été réalisée dans l'optique de mieux préparer le dragage prévu dans le cadre du projet GEF.



Source : S. Ouerghi 2006

L'outil que l'étudiante a développé a ainsi permis d'évaluer les volumes à draguer dans une zone limitée identifiée à 1,5 Km² en amont de l'écluse pour atteindre la

côte -0,6 m afin de faciliter les échanges sans créer une dépression. Elle a pu déterminer ainsi que le dragage sur des hauteurs variant de 30 à 60 cm correspond à volume global d'environ 660 000 m³ de sédiments. Si ce volume est probablement encore trop important, il n'en reste pas moins que l'outil développé est intéressant pour déterminer d'autres alternatives de zonage et de profondeur à draguer.

✚ Mastère spécialisé en Ecotechnologie de la Faculté des Sciences de Tunis intitulé : **«Caractérisation et suivi de de la faune ichtyque du lac Ichkeul après une série d'années pluvieuses (2003-2005) »** (Béchir EL HSOUMI) soutenu le 17 juillet 2006.

Dans le cadre de ce travail le chercheur a effectué une prospection et une analyse des peuplements ichtyiques migrateurs vers le lac Ichkeul : entre la pêcherie fixe de Tinja fixe et l'Ecluse et de les mettre en rapport avec l'évolution des paramètres physico-chimiques des eaux (salinité, pH, turbidité, sens du courant...) de l'écosystème durant la période automnale et hivernale de l'année hydrologique 2005/2006.

Malgré la période de suivi très courte de recrutement des alevins l'étudiant a pu montrer :

- la présence d'une diversité des espèces de poissons : 13 espèces quantifier dont 7 migratrices
- le maximum de captures et d'observations d'alevins ont été réalisées à la fin de l'hiver quand le courant d'eau dans l'oued Tinja a diminué
- l'étude allométrique des espèces a permis de mettre en évidence une croissance pondérale relativement isométrique, majorante ou minorante pour les différentes espèces examinées.

L'effort de pêche dans le lac Ichkeul n'a pas pu augmenter considérablement ses dernières années, surtout pour les mugilidés, et les captures effectuées ne reflètent donc pas le recrutement important des alevins dans le lac Ichkeul. Pour cela un suivi de la faune ichtyque du lac Ichkeul durant plusieurs années en fonction de la gestion de l'Ecluse s'avère nécessaire pour pouvoir établir un calendrier de migration et de recrutement en relation avec l'effort de pêche.

✚ Mastère en Ecophysiologie Végétale de la Faculté des Sciences de Tunis intitulé : **«Etude écophysiologique des phragmites (Phragmites communis) de l'Ichkeul, en condition (hypoxie et de salinité)»** (Wissem MANAI) soutenu le 27 janvier 2007.

L'étudiant a pu mettre en évidence le degré d'adaptation des roseaux aux fluctuations des conditions de milieu à l'Ichkeul entre une période déficitaire en eau et d'augmentation de la salinité d'une part et d'autre part au retour des conditions favorables après les 4 années humides, les lâchers d'eau des barrages et la gestion de l'Ecluse de Tinja. Pour cela deux stations ont été fixées pour mieux étudier les phragmites (Bou Gandoula et Ennkhilette).



Marquage des pieds des phragmites pour suivre la croissance
Photo : W. Manai

En effet, les variations des paramètres physico-chimiques et des concentrations ioniques de l'eau et des sédiments n'ont pas empêché le développement de la plante, au contraire ils ont constitué un facteur favorable pour l'extension et le développement de cette espèce. Malgré la période prolongée de l'inondation des marais suite à la fermeture de l'Ecluse, les roseaux semblent tolérer l'hypoxie en synthétisant la proline, aminoacide osmorégulateur. En revanche, cette espèce réalise son ajustement osmotique en accumulant des sucres solubles non réducteurs pour contourner l'élévation de la salinité en période estivale.

Le retour des conditions hydrologiques favorables durant les dernières années a entraîné le développement d'une roselière idéale du type méditerranéen. Le retour du développement des phragmites à l'Ichkeul devrait être synonyme de retour de plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs et nicheurs et ainsi de reconstitution de la faune.

Parmi les nouveaux sujets entamés en 2006 on peut citer :

- ✚ Mastère spécialisé en Géo-risque de la Faculté des Sciences de Bizerte, Département de Géologie intitulé : **«Etude du comportement hydrologique de l'Oued Tinja en période de courant d'eau rentrant de la lagune de Bizerte vers le lac Ichkeul »** (Hénda ETTOUNSI).

Ce travail est basé sur le suivi du niveau d'eau, de la salinité et de la turbidité dans l'Oued Tinja durant la période estivale 2006 par des campagnes de jaugeage répétées sur 24 heures, afin de déterminer le comportement de l'oued en fonction du phénomène des marées et du niveau d'eau dans le canal de Bizerte. Pour cela des comparaisons et des analyses des données des dix dernières années vont être effectuées pour déterminer le niveau réel d'équilibre du lac avec celui de la mer et de pouvoir expliquer les causes de la diminution du débit d'eau dans l'oued par courant d'eau rentrant.

- ✚ Mastère spécialisé en Géo-risque de la Faculté des Sciences de Bizerte intitulé : **«Qualité des eaux et des sédiments de l'Oued Melah (bassin versant de l'Ichkeul »** (Ahmed Guarouachi).

L'Oued Melah, qui fait partie du bassin versant de l'Ichkeul passe par des indices miniers riches en Pb et en Zn. Pour cela ce travail de mémoire consiste à un suivi de la qualité des eaux et des sédiments (paramètres physico-chimiques et métaux lourds) le long de l'Oued Melah durant deux campagnes : une estivale et une hivernale, pour suivre le taux de contamination de l'Oued en ces métaux puisque sur ce dernier un barrage va être réalisé.

CONCLUSION

C'est sur la base du suivi scientifique mené par l'ANPE permettant d'évaluer les indicateurs biotiques et abiotiques appropriés qu'a été élaboré ce rapport au terme de l'année hydrologique 2005/2006.

Les résultats obtenus sur l'état de conservation des écosystèmes de l'Ichkeul depuis quatre ans sont éloquents quant à la résilience des écosystèmes. Et la régénération des divers compartiments, après la période difficile qu'ils ont connue dans les années 90, n'a cessé de se consolider. En effet, par rapport aux années précédentes, l'analyse des indicateurs biologiques de l'état du système, en 2005/2006, montre une restauration quasi-complète pour la majorité des compartiments.

Ainsi, les herbiers à potamots ont enregistré des superficies d'extension remarquables supérieures même à celles des années 70 et 80 ; la végétation hygrophile est en train de reprendre dans la quasi-totalité des marais ; l'état de la scirpaie, notamment dans les marais de Joumine et du sud, présente la vigueur décrite au début des années 80 et les phragmites commencent à régénérer de façon notable. Mais surtout, en terme de fréquentation des oiseaux d'eau migrants, on a pu enregistrer, pour l'hiver 2005/2006, le plus fort nombre d'anatidés et de foulques depuis l'hiver 87/88 avec des effectifs de l'ordre de 124 000 oiseaux, comparables aux effectifs des années 80. Même au niveau des populations de poissons on a pu constater la reprise des captures d'anguilles.

Il est important en outre de noter que cette reprise a eu lieu malgré la pluviométrie relativement faible de cet hiver, compensée il est vrai par des lâchers d'eau importants des barrages (près de 120 millions de m³) et une gestion adéquate de l'écluse.

Il semble donc que l'Ichkeul ait bien récupéré les caractéristiques écologiques qui ont contribué à son inscription sur la liste du Patrimoine Mondial de l'UNESCO et que les options de gestion prises jusqu'ici aient bien porté leurs fruits. Ce qui vient ainsi conforter la décision prise lors de la dernière session du Comité du Patrimoine Mondial de retirer l'Ichkeul de la liste du Patrimoine mondial en péril.

Pour mieux comprendre le fonctionnement et les potentialités des écosystèmes à régénérer d'une telle façon, et par là même pour améliorer la gestion du parc, il est d'autre part primordial de compléter le suivi scientifique par des activités de recherche. C'est pourquoi l'ANPE développe sa collaboration avec les institutions universitaires et de recherche nationales sur divers thèmes liés à l'Ichkeul, dont les premiers résultats sont encourageants.



AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Centre Urbain Nord - 15 rue 7051 - Cité Essalem 2080

Tunis BPn°52 Le Belvédère – Tunisie

Tel : +(216) 71 233 600 - Fax : +(216) 71 232 811

e-mail : anpe.boc@anpe.nat.tn