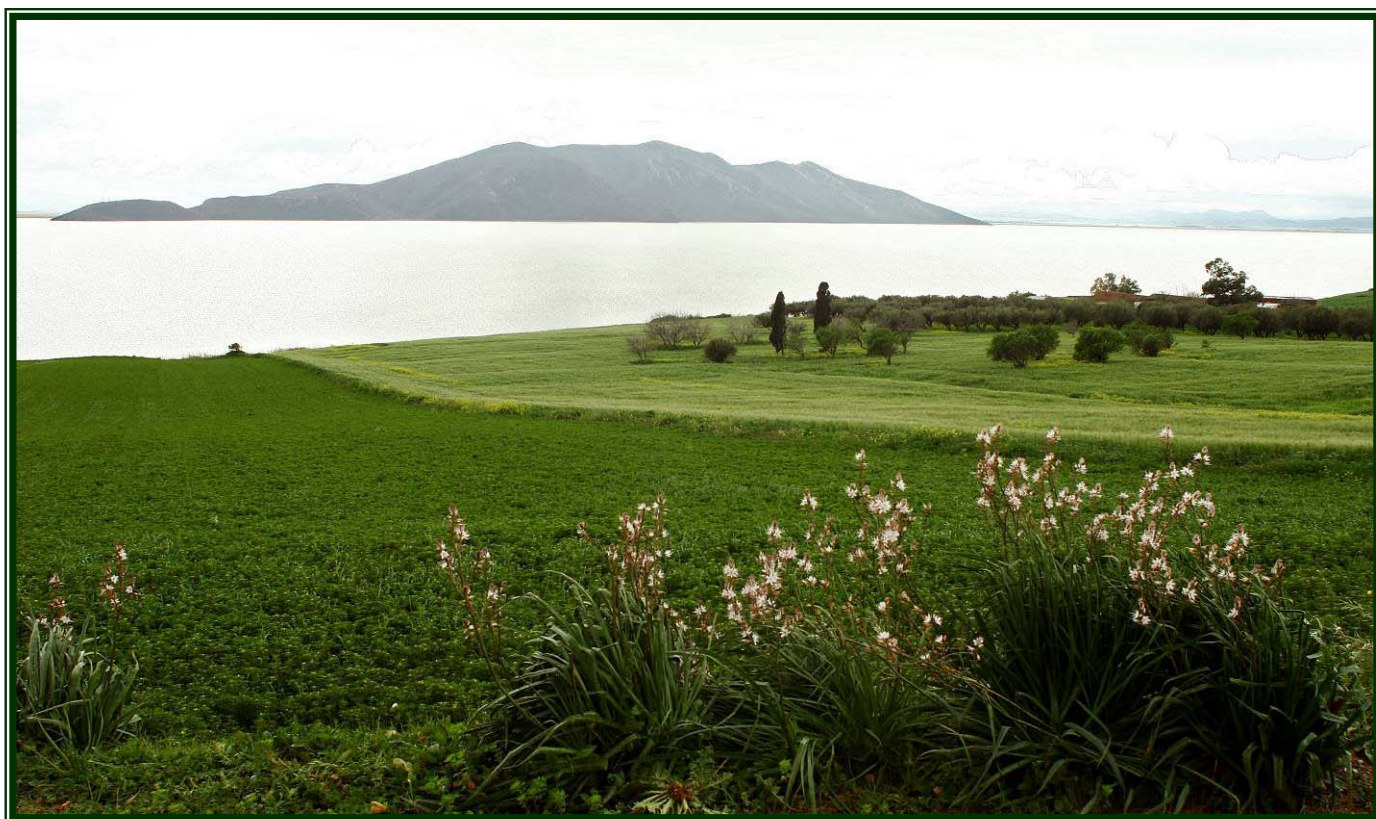




REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

RAPPORT SUR LE SUIVI SCIENTIFIQUE AU PARC NATIONAL DE L'ICHKEUL ANNEE 2006-2007



Février 2008

Ce rapport a été établi par l'Unité des Ecosystèmes Naturels de l'ANPE sur la base des résultats du suivi scientifique, pour lequel elle a obtenu un soutien financier partiel du projet GEF/Banque Mondiale « Gestion des Aires Protégées », ainsi que des expertises réalisées.

SOMMAIRE

CONTEXTE	1
RESUME : Principaux faits marquants de l'année 2006-2007	5
PREMIERE PARTIE : Les résultats du suivi scientifique	7
I Hydrologie du lac Ichkeul	7
<u>1 Programme de suivi</u>	7
<u>2 Pluviométrie</u>	9
2.1 Pluviométrie à la station de Tinja	9
2.2 Pluviométrie dans le bassin versant de l'Ichkeul	10
2.3 Pluviométrie directe sur le lac	11
<u>3 Apports d'eau à l'Ichkeul</u>	12
3.1 Apports du bassin versant	12
3.1.1 Apports des cours d'eau au lac Ichkeul	12
3.1.2 Apports des barrages au lac Ichkeul	13
3.1.3 Apports totaux au lac Ichkeul	13
3.1.4 Apports totaux dans l'ensemble du bassin versant	14
3.1.5 Analyse des résultats	15
3.2 Apports de la lagune de Bizerte	17
3.3 Volumes sortant du lac par l'oued Tinja	17
3.4 Volumes des apports directs au lac et volumes évaporés	18
3.5 Bilan global du lac 2004-2005	19
3.6 Evolution interannuelle des apports au lac Ichkeul	19
<u>4 Suivi des paramètres physicochimiques du lac et de l'oued Tinja</u>	21
4.1 Niveaux d'eau	21
4.2 Sens du courant dans l'oued Tinja	24
4.3 Salinité des eaux	24
<u>5 Caractéristiques hydrologiques de l'année 2006-2007 ;</u>	27
II Biologie du lac Ichkeul	29
<u>1 Végétation aquatique du lac</u>	29
1.1 Méthodologie	29
1.2 Résultats des observations et cartographie	30
1.2.1 Etat des herbiers à <i>potamogeton pectinatus</i>	31
1.2.2 Etats des herbiers à <i>Ruppia cirrhosa</i>	33
1.2.3 Etat des peuplements algaux	35
1.3 Evolution du phytobenthos	37
<u>2 Faune halieutique</u>	38
2.1 Recrutement des alevins	38
2.2 Production halieutique	41

III Végétation des marais ;	44
<u>1 Inondation des marais</u>	44
<u>2 Suivi de la végétation des marais</u>	46
2.1 Méthodologie	46
2.2 Résultats des observations et du suivi	47
2.2.1 Etat général de la végétation	47
2.2.2 Etat de la scirpaie	54
 IV Avifaune	 60
<u>1 Oiseaux d'eau hivernants</u>	60
<u>2 Oiseaux nicheurs et estivants</u>	65
 DEUXIEME PARTIE : Assistance à la Recherche	 69
 TROISIEME PARTIE : Aspects relatifs à la gestion de l'eau	 74
 CONCLUSION	 79

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.



Héron cendré
Photo P.Amouroux/ANPE



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





Les trois entités paysagères du parc : le jebel surplombant le lac et des marais (marais Joumine sur la droite de la photo)
Photo P. Amouroux/ANPE

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 » sur la base d'une gestion interannuelle, 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 et/ou à la gestion raisonnée de l'écluse de Tinja, on a pu assister à une restauration généralisée et durable 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.

Parallèlement dans le cadre du projet GEF Banque mondiale, les outils de gestion sont progressivement mis en place : structure de gestion, plan de gestion, modèle mathématique de prévision du comportement hydrologique du lac, agenda 21 local,...

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 2006-2007 (septembre 2006-août 2007) 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 ;**
- ❖ **D'une troisième partie traitant de la gestion de l'eau.**

RESUME

Principaux faits marquants de l'année 2006/2007

L'année 2006-2007 a été caractérisée par le maintien des bonnes conditions de milieu rétablies depuis 2002/2003, malgré des conditions hydroclimatiques nettement moins bonnes que les années précédentes. Elle a surtout été marquée par la poursuite de la régénération de l'ensemble des écosystèmes. Nous citons en particulier :

- ✚ Une pluviométrie moyenne sur l'ensemble du bassin versant, **mais surtout des apports faibles, de 70 millions de m³ équivalent à 1/5^{ème} à peine des apports moyens au lac avant barrage;**
- ✚ **Le maintien de niveaux d'eau suffisamment hauts** supérieurs à 80 cmNGT durant près de deux mois, grâce à une gestion raisonnée de l'écluse;
- ✚ L'inondation consécutive d'une bonne partie des marais de fin mars à mi-mai 2007 ;
- ✚ **Le maintien de salinités faibles, de l'ordre de 7 g/l pendant au moins 2 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 cinquième année consécutive ;**

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 supérieurs à 70% et des hauteurs jusqu'à 1,25m, comparables à celles citées par Hollis pour la fin des années 70, notamment dans les marais du Sud;
- ✚ **La réduction des superficies d'herbiers à potamots par rapport à 2005/2006** où l'on avait enregistré des records. Cependant, les superficies de potamots avec 38,83 Km² restent tout à fait comparables voire supérieures aux superficies que l'on pouvait observer jusqu'en 1993.
- ✚ La poursuite de la régénération progressive des bancs de phragmites tout autour du lac.
- ✚ **La consolidation de la fréquentation des oiseaux d'eau hivernants (130 000 environ en janvier 2007) avec des niveaux comparables à ceux des années 80 et des activités de reproduction des oiseaux nicheurs qui se développent au niveau de l'oued Sejnane mais aussi dans l'ensemble des marais à la faveur de la reprise des roselières et des tamarisaies.**

✚ **Une reprise de la faune ichthyique** avec l'augmentation notable de la production halieutique, proche de 110 tonnes en 2007 et dont plus de la moitié est représentée par des anguilles.

Les résultats du suivi scientifique de l'année 2006-2007 permettent de constater que malgré des conditions hydroclimatiques moyennement favorables, la réhabilitation 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 c'est à dire avant les barrages, est quasi-complète. Les indicateurs mesurés montrent que le site a bien récupéré les valeurs biologiques et écologiques sur la base desquelles le site a été classé sur la liste du Patrimoine Mondial et que cette régénération est durable.

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

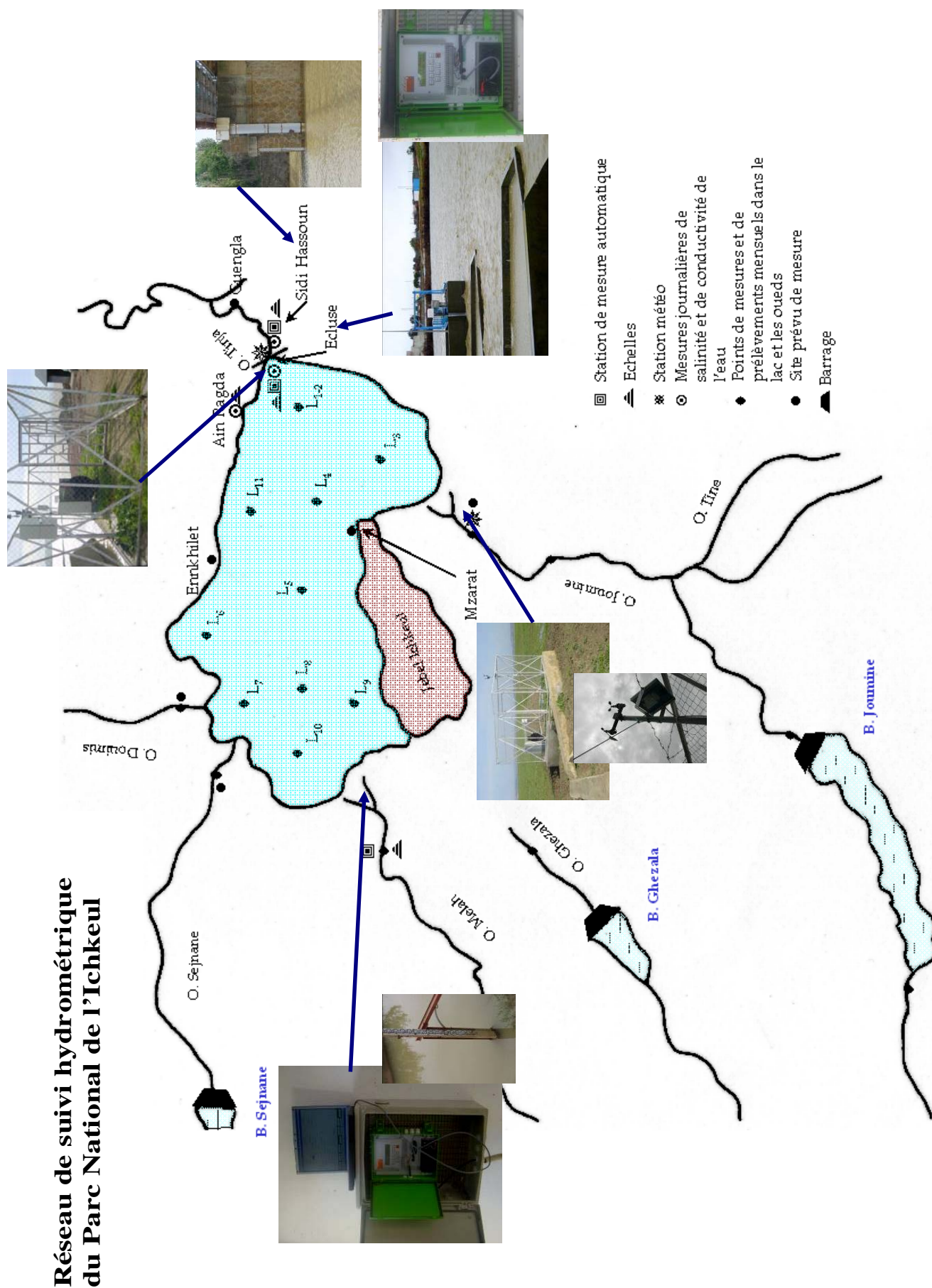
1 Programme de suivi

Durant l'année hydrologique 2006/2007, 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
- Suivi journalier des paramètres physico-chimiques des eaux autour du lac
- 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



Mesure in situ de la salinité des eaux de l'oued Sejnane
Photo ANPE



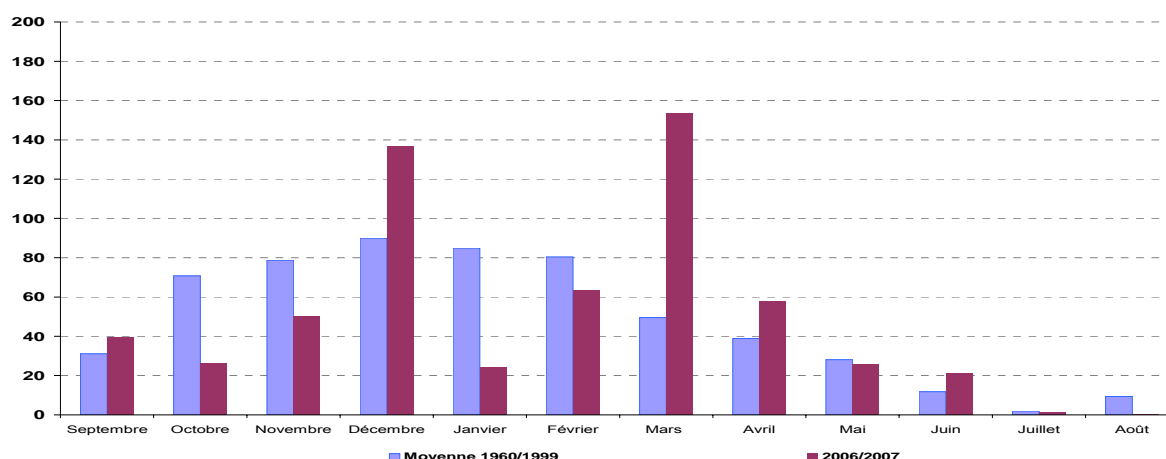
2. Pluviométrie¹

2.1 Pluviométrie à la station de Tinja

L'année hydrologique 2006/2007 a été caractérisée par une pluviométrie relativement moyenne. Cette pluviométrie a été très irrégulière tout au long de l'année. L'automne et l'hiver ont été relativement peu pluvieux, à des mois arrosés (septembre et décembre) se sont en effet succédés des mois secs voire très secs, comme le mois de janvier 2007. Le printemps, notamment les mois de mars et avril, a été par contre globalement excédentaire et a permis d'améliorer la situation pluviométrique de l'année. Ainsi, on a enregistré à la station de Tinja une pluviométrie pour 2006/2007 de 599,1 mm, un peu supérieure à la moyenne.

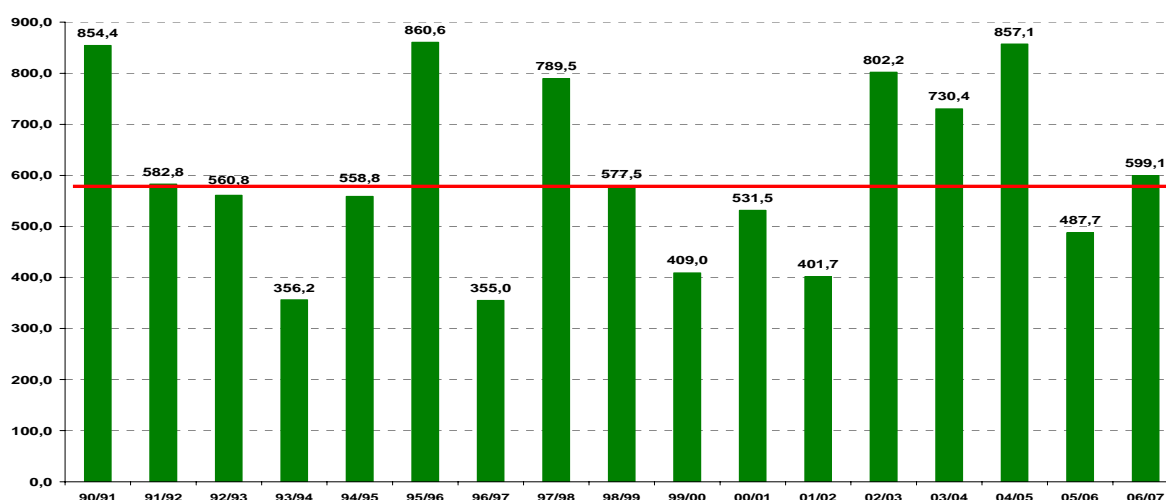
Précipitations mensuelles à la station de Tinja (année 2006/2007 et moyennes 60/99)

Pluviométrie en mm



Précipitations annuelles à la station de Tinja de 1990/1991 à 2006/2007

Pluviométrie en mm



Moyenne de
1960/1999

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

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 (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques) 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 2006-2007 sur l'ensemble du bassin du lac Ichkeul, nous nous sommes référés aux résultats des observations pluviométriques effectuées sur six stations réparties sur l'ensemble du bassin et deux stations de bassins limitrophes. Ces pluviométries ont été pondérées selon des coefficients calculés en fonction de la situation de chacune d'elles dans le bassin versant et leur influence relative.

Les stations utilisées, et les coefficients de pondération (a_i) qui leur ont été attribués ainsi que les pluviométries relevées sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

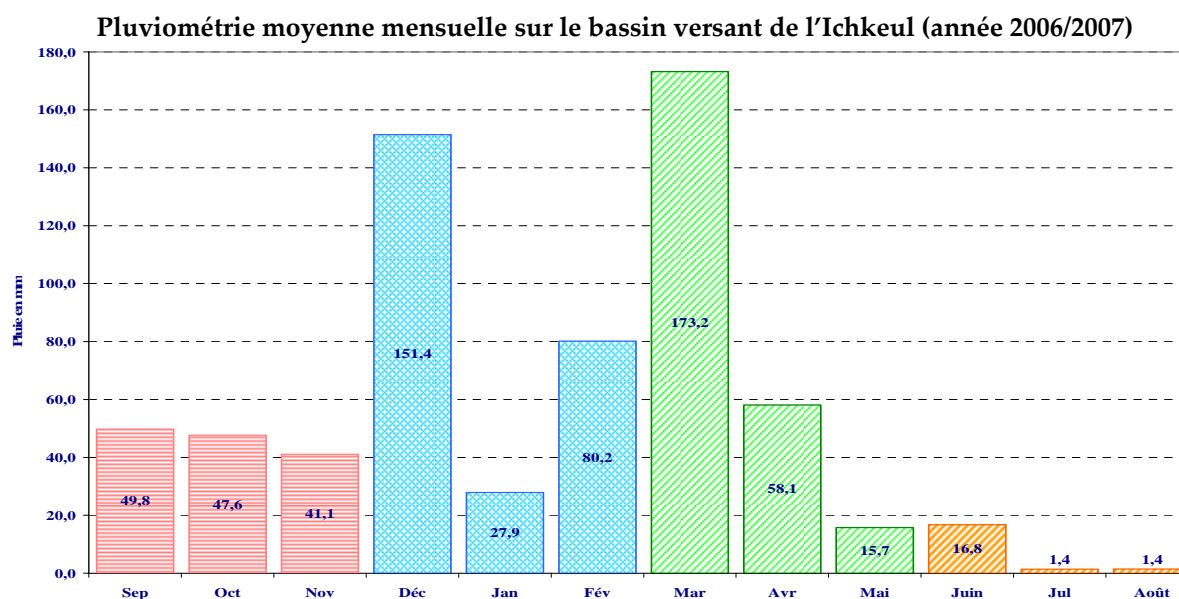
Pluviométrie mensuelle aux stations de référence et sur le bassin versant de l'Ichkeul

Station	a_i	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	An
Bizerte	8%	72,2	40,1	59	157,5	22,8	57,6	168,7	42,1	35,5	16,2	0,8	0,0	673
Tinja	5%	39,4	26	50,3	136,8	23,9	63,3	153,6	57,6	25,5	21,2	1,4	0,1	599
Mateur	35%	41,9	73,5	23,5	132,8	24,5	67,9	156,8	47,2	6,6	17,0	1,0	1,6	594
Bge Ghezala	6%	40,9	54,5	34,2	134,4	24,3	66,1	155,5	51,4	14,2	18,7	1,2	1,0	596
Joumine	19%	61,0	48,0	50,0	201,0	33,0	116,5	187,0	101,0	14,0	19,0	2,0	2,0	835
Bge Sejenane	10%	47,0	9,0	83,0	152,0	44,0	110,0	260,0	75,0	19,0	16,0	3,0	0,0	817
Nefza	7%	72,4	25	60,6	163,9	38,4	107,5	219,2	56,4	31,3	14,3	2,1	0,0	791
Mejez	10%	35,5	23,5	15,5	126,5	14,5	40,0	109,5	16,0	17,2	11,5	0,0	4,0	414
Moyenne bassin	100%	49,8	47,6	41,1	151,4	27,9	80,2	173,2	58,1	15,7	16,8	1,4	1,4	665

L'année hydrologique 2006/2007 a été caractérisée par une pluviométrie régionale proche de la moyenne. La pluie moyenne sur le bassin a atteint 665 mm pour une moyenne interannuelle de 633 mm soit un léger excédent de 5%.

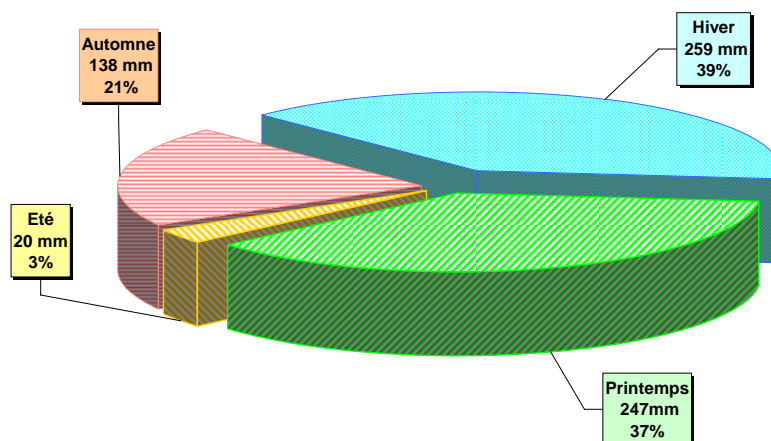
Après un automne quelque peu déficitaire, la situation s'est améliorée durant l'hiver mais surtout le printemps qui ont totalisé, à eux deux, une pluie moyenne de 506 mm sur le bassin soit 76% de la pluie annuelle enregistrée. Les mois de Décembre et Mars ont été particulièrement pluvieux et ont enregistré une pluie moyenne de 325 mm sur le bassin soit 49% de la pluviométrie annuelle. Les autres mois de l'année ont été globalement déficitaires, notamment le mois de janvier durant lequel on a enregistré moins de 30 mm. A ces irrégularités temporelles se sont ajoutées des variations spatiales importantes, la partie amont du bassin de l'Oued Sejenane ayant enregistré des déficits de l'ordre de 15%.

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



La répartition saisonnière des pluies dans le bassin versant fait ainsi ressortir un automne déficitaire, un hiver et un printemps relativement pluvieux et un été particulièrement sec.

Pluviométrie saisonnière sur le bassin versant de l'Ichkeul



2.3 Pluviométrie directe sur le lac

Afin d'avoir une estimation aussi précise que possible des précipitations directes sur le 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%. 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.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Année
Pluviométrie moyenne sur le lac en mm	47	39	46	140	24	63	157	52	23	19	1	0	613

La pluviométrie moyenne sur le lac a ainsi enregistré un excédent de 11%, avec un total de 613 mm pour une moyenne annuelle de 551 mm. Elle est par ailleurs supérieure à celle de 2005/2006 (543 mm) mais reste nettement inférieure à celle de 2004/2005 (884 mm) très humide et également à celle de 2003/2004 (765 mm).

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 contrôlées 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	0,550	0,376	0,460	8,742	2,036	5,680	31,156	9,736	1,329	0,473	0,488	0,201	61,227
Lames ruisselées en mm	0,7	0,6	0,7	8,2	2,0	5,1	29,6	10,5	1,4	0,7	0,7	0,4	60,5

Malgré une pluviométrie proche de la moyenne interannuelle sur l'ensemble du bassin versant, le volume des apports naturels avec 61 millions de m³ est très faible. Il est d'ailleurs inférieur au volume des apports de l'année 2005/2006 qui pour une pluviométrie plus faible avait atteint 104 millions de m³ et ne représente que le tiers de celui enregistré en 2004/2005 (190 millions de m³).

Ceci peut s'expliquer par :

- **la faiblesse constatée des pluies journalières ;**
- **la mauvaise répartition mensuelle des pluies enregistrées ;**
- **et surtout la rareté des fortes valeurs d'intensités de la pluie, principal facteur générateur des écoulements.**

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 (Ministère de l'Agriculture et des ressources hydrauliques) et des données obtenues auprès des responsables des barrages Sejnane, Ghezala et Joumine.

3.1.2. Apports des barrages au lac Ichkeul

Les apports directs moyens ont été très faiblement 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)	0,300	0,310	0,300	0,721	0,276	0,255	3,155	2,395	0,307	0,300	0,300	0,329	8,948

Les lâchers d'eau des barrages ont à peine totalisé 9 millions de m³ soit environ 8% du total lâché en 2005/2006 (116 millions de m³). L'essentiel des lâchers sont concentrés sur le début du printemps puisque près de 62% de ces lâchers ont eu lieu sur les mois de mars et avril 2007. Ces lâchers sont faibles car les barrages également ont souffert des faibles apports enregistrés jusqu'à la fin de l'hiver et qui se sont matérialisés par des stocks aux barrages Sejnane et Joumine déficitaires.

3.1.3. Apports totaux au lac Ichkeul

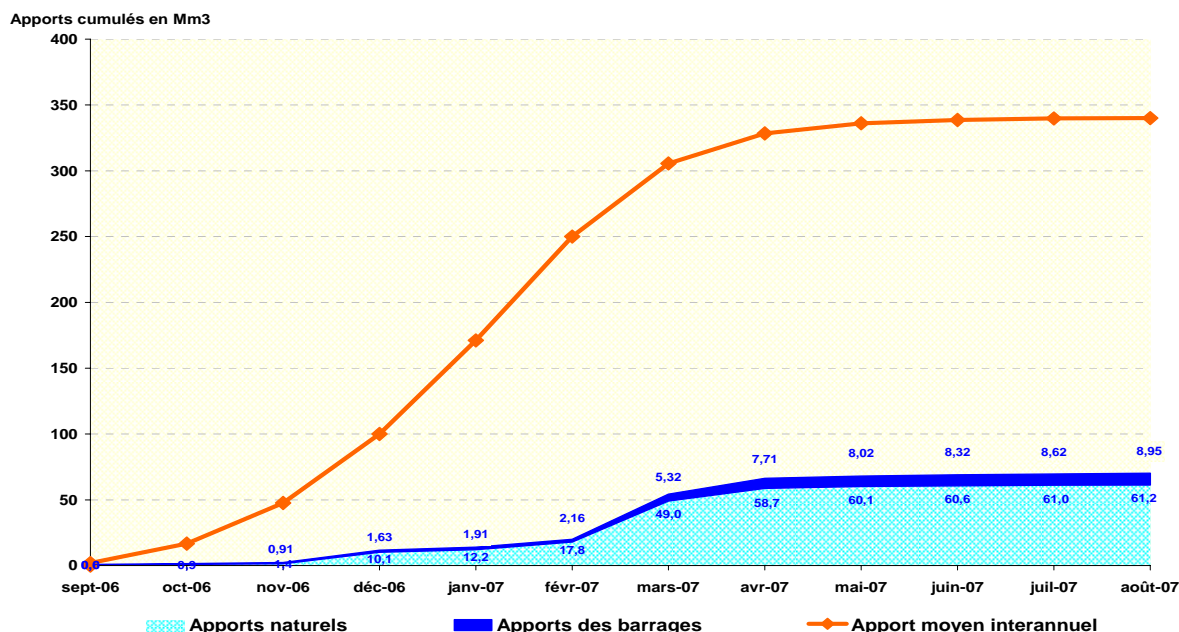
Les apports totaux mensuels et annuels qui ont rejoint le lac Ichkeul au cours de l'année 2006-2007 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Total
Apport total (Millions m ³)	0,850	0,686	0,760	9,463	2,312	5,935	34,311	12,131	1,636	0,883	0,678	0,530	70,175
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	44%	5%	2%	18%	3%	8%	62%	53%	21%	36%	61%	196%	21%

En considérant les apports des lâchers de barrages, le volume total dans le lac Ichkeul au cours l'année 2006/2007 est de l'ordre de seulement 70 Millions de m³. Ces apports sont les plus faibles enregistrés au cours des cinq dernières années. Ils représentent en effet 32% des apports enregistrés en 2005/2006 (220 millions de m³) et à peine 13% de ceux de 2004/2005 (535 millions de m³). Ces apports représentent seulement 21% des apports annuels moyens naturels avant la construction des barrages.

Le graphique suivant montre l'évolution mensuelle des différents apports au lac au cours de la période 2002-2006 couvrant les cinq dernières années hydrologiques.

Evolution mensuelle des différents apports au lac Ichkeul au cours de la période 2002-2006



Sur ce graphique on observe notamment la légère inflexion de la courbe des apports naturels à partir du mois de mars qui correspond quasiment à la seule période réellement ruisselante de l'année, les apports des barrages restant très limités. On remarque également que les apports totaux au lac Ichkeul sont restés bien en deçà de la moyenne interannuelle avant 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 2006-2007 nous avons évalué les apports naturels totaux enregistrés sur les différents cours d'eau. Ces apports ont été de **231,6 Millions de m³** soit 68% 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	Juillet	Août	Total
Apports aux barrages	2,17	1,55	0,85	22,49	4,96	19,98	90,79	20,34	3,94	1,66	0,84	0,79	170,4
Apport total bassin	2,72	1,92	1,31	31,24	6,99	25,66	121,95	30,07	5,27	2,25	1,22	0,99	231,6
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	139%	13%	4%	59%	10%	32%	219%	132%	68%	91%	110%	365%	68%

On remarque qu'avec à peine 170 millions de m³, les bassins des barrages ont également enregistrés des apports déficitaires entraînant des faibles stocks d'eau aux barrages, ce qui explique les lâchers réduits de cette année.

3.1.5 Analyse des résultats

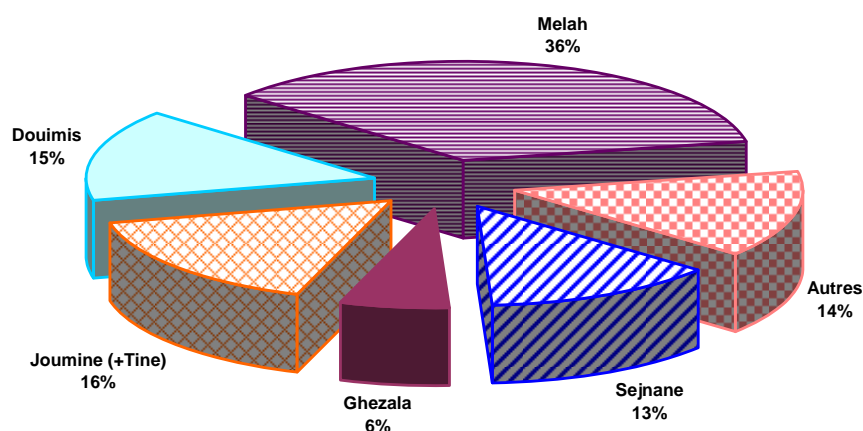
Au cours de l'année hydrologique 2006-2007, le lac Ichkeul a bénéficié d'un apport de l'ordre de 70,2 Millions de m³, qui représentent à peine 21% de la moyenne interannuelle. Outre la faiblesse constatée des écoulements des bassins intermédiaires, la réduction très nette des lâchers de barrages explique également ces déficits sur un total de volume de 231,6 Millions de m³ ruisselé sur l'ensemble du bassin de l'Ichkeul, soit 30,3% du volume total.

Le tableau suivant récapitule la contribution de chacun des principaux oueds et 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 2006/2007) en Mm³

Oued	Surface Bassins (Km ²)	Surface contrôlée (Km ²)	Apports moyens théoriques des bassins (Mm ³)	Volumes ruisselés des bassins en 2006 /2007 (Mm ³)	Apports à l'Ichkeul hors barrages (Mm ³) en 2006/2007	Apports à l'Ichkeul à partir des lâchers de barrage (Mm ³) en 2006/2007	Apports totaux à l'Ichkeul (Mm ³) en 2006/2007
Sejenane	460	367	105	111,072	6,442	2,647	9,089
Ghezala	53	48	11	9,111	0,828	3,464	4,292
Joumine	1100	418	157	66,060	8,609	2,837	11,446
Douimis	66	0	11	10,374	10,374		10,374
Melah	179	0	40	24,981	24,981		24,981
Autres	133	0	16	9,993	9,993		9,993
TOTAL	1991	833	340	231,6	61,227	8,948	70,175

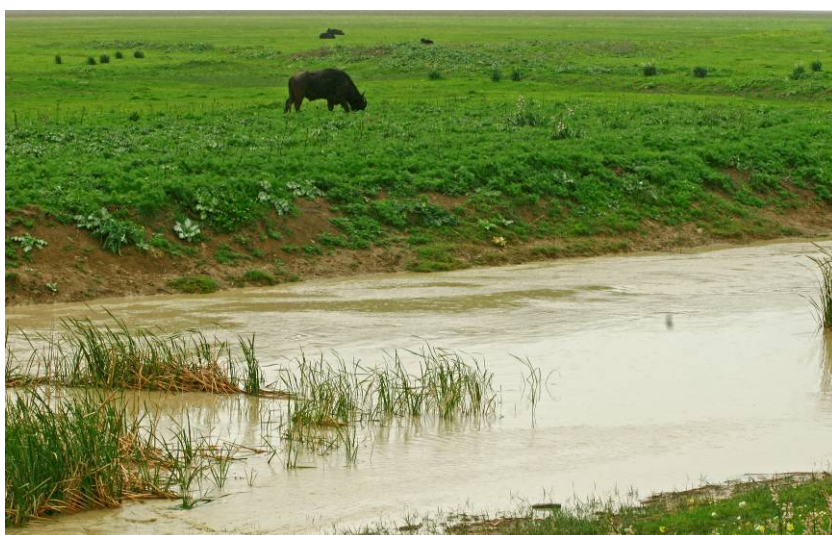
Contribution des différents bassins aux apports du lac Ichkeul en 2006/2007



Compte tenu des faibles lâchers de barrages cette année, la répartition de la contribution de chaque bassin à l'alimentation en eau de l'Ichkeul est très différente des dernières années. Ainsi les bassins de Joumine et Sejnane réunis n'ont contribué qu'à hauteur de 30% (soit deux fois moins que l'année dernière) alors que le bassin du Melah intervient pour plus du tiers dans les apports d'eau. Le bassin de Doumis a une contribution équivalente ou supérieure à celles des bassins de Joumine ou du Sejnane. Ainsi, en année de faible à moyenne pluviométrie et en l'absence de lâchers significatifs de barrages on constate l'importance des bassins non contrôlés pour alimenter le lac Ichkeul.



Crue de l'oued Melah en mars 2007
Photo P. Amouroux/ANPE



Crue de l'oued Joumine en mars 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

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 2006/2007 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 2006 et à la fin de l'été 2007 ont été estimés à 50,48 Millions de m³ sur une période totale de 156 jours d'écoulements rentrants (et/ou variables) de l'Oued Tinja, soit du 1/09/2006 au 13/12/2006 et du 14/07/2007 au 31/08/2007, y compris 4 jours de courant rentrant enregistrés en février 2007 compte tenu des très faibles apports de janvier et février. Les apports au cours de ces deux périodes ont atteint respectivement 36,22 et 14,26 Millions de m³.

Débits moyens journaliers et volumes rentrants par l'Oued Tinja durant l'année 2006/2007

Mois	sept-06	Oct. 2006	Nov.2006	Déc.2006	Fév.2007	Juil.07	août-07
Débits moyens journaliers (m3/s)	3,59	3,91	3,65	3,85	5,19	3,44	3,44
Volume (Mm ³)	9,31	10,47	8,60	3,93	3,91	5,05	9,21
	36,22					14,26	

Sur l'ensemble de l'année 2006/2007, c'est donc un apport total d'eau de la lagune de Bizerte égal à 50,48 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 95,47 millions de m³, pendant une durée estimée de 209 jours où le courant était sortant et/ou variable entre le 14/12/2006 et le 13/07/2007 avec 3 jours en novembre et répartis mensuellement comme suit :

Débits moyens journaliers et volumes sortants par l'Oued Tinja durant l'année 2006/2007

Mois	nov-06	déc-06	janv-07	févr-07	mars-07	avr-07	mai-07	juin-07	juil-07
Débit (m ³ /s)	3,65	4,93	4,83	5,19	5,26	5,71	5,94	5,61	4,75
Volume (Mm ³)	0,87	8,06	12,93	8,65	14,08	14,80	15,90	14,54	5,64
	95,47								

3.4 Volumes d'apports directs au lac et volumes évaporés

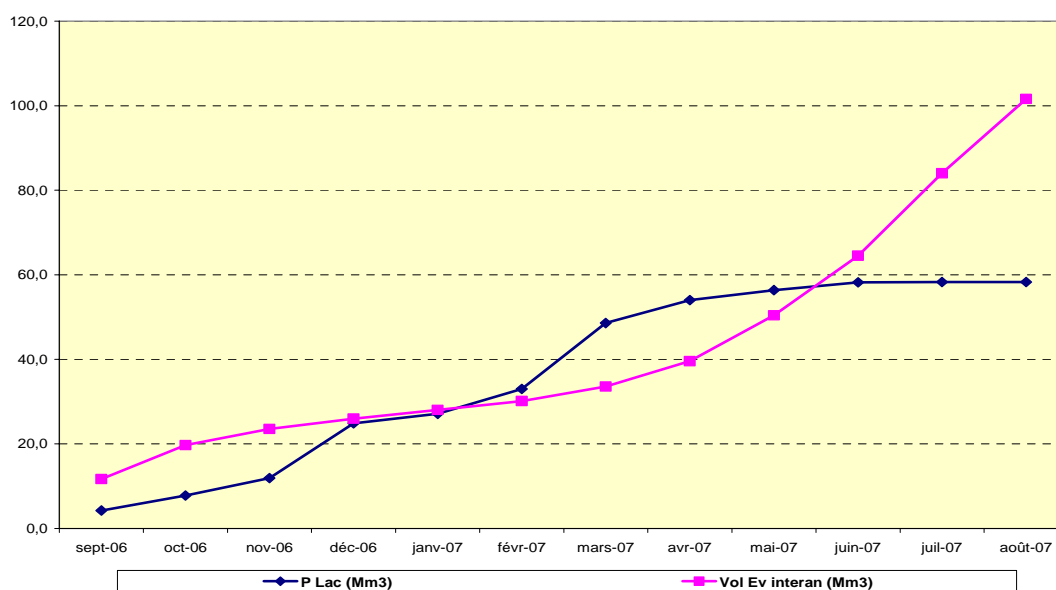
En se référant à la bathymétrie de 2003, on a pu estimer les superficies moyennes mensuelles du lac comme base de calcul des volumes annuels d'apports directs au lac et des volumes évaporés.

La répartition mensuelle des volumes précipités et évaporés se présentent comme suit :

Superficie moyenne du lac et volumes précipités et évaporés durant l'année 2006/2007

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Année
Superficie moy. du lac en Km ²	89,9	91,2	90,2	92,5	93,2	93,2	99,2	104,6	103,1	95,5	90,2	89,4	89,9
Volume précipité sur le lac en Mm ³	4,2	3,6	4,2	12,9	2,2	5,9	15,6	5,4	2,4	1,8	0,1	0,0	58,0
Volume évaporé en Mm ³	11,7	8,0	3,8	2,4	2,1	2,1	3,5	6,0	10,9	14,1	19,5	17,6	101,6

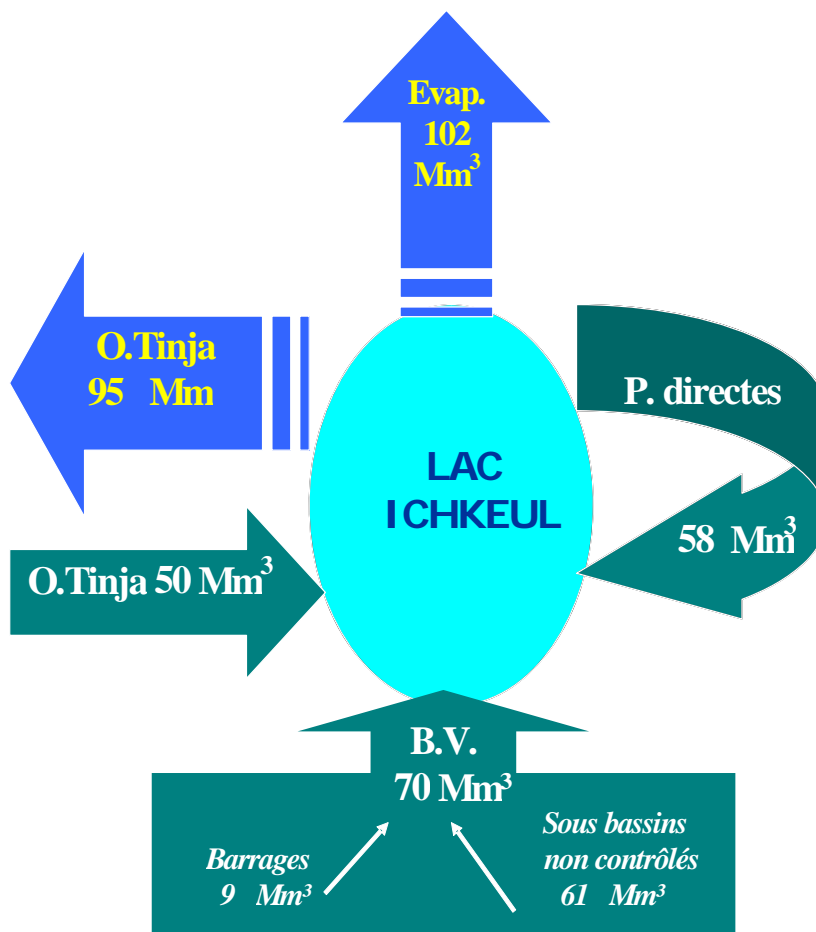
Evolution mensuelle des volumes cumulés évaporés et précipités sur le lac en 2006/2007



Compte tenu de la pluviométrie relativement moyenne enregistrée dans les stations autour du lac Ichkeul, les apports des précipitations directes sur le lac ont atteint 58 millions de m³ alors que les volumes évaporés au cours de la même période sont de l'ordre de 101,6 millions de m³.

3.5 Bilan global du lac 2006-2007

Le bilan global du lac Ichkeul durant l'année hydrologique 2006-2007 a ainsi mis en jeu des volumes d'eau estimés tels que répartis selon le schéma ci-après :

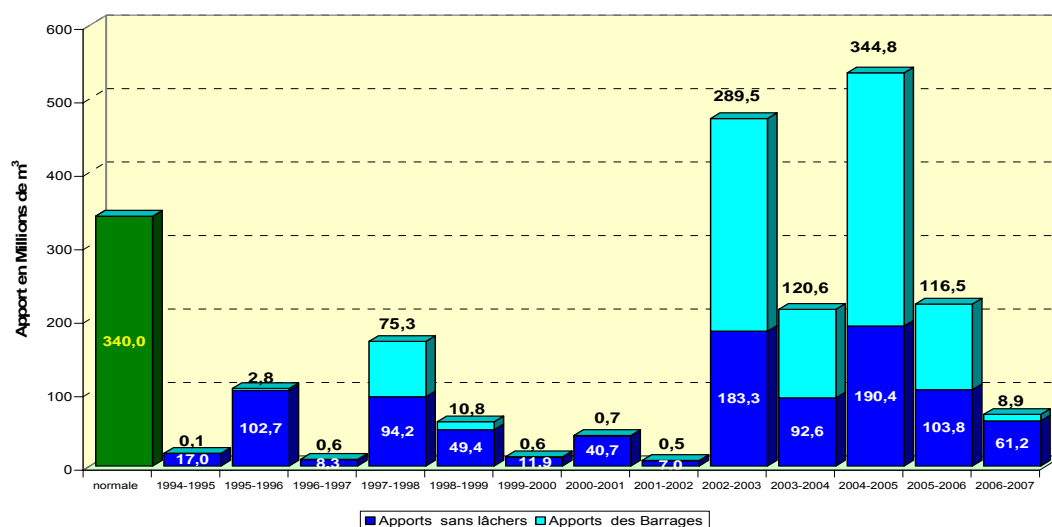


Bilan global du lac Ichkeul en 2006/2007

3.6 Evolution interannuelle des apports au lac Ichkeul

Le graphique suivant nous montre que l'année 2006/2007 est caractérisée par des apports d'eau du bassin versant très faibles par rapport à ceux des cinq dernières années et nettement inférieurs à la moyenne interannuelle de 340 millions de m³. Ces résultats mettent aussi en évidence la réduction très nette des lâchers de barrages dont la contribution aux apports totaux parvenant au lac ne dépasse pas 13%. Les apports naturels au lac, des bassins versants intermédiaires et des sous bassins non contrôlés, sont comparables (légèrement supérieurs) à certaines années de la dernière décennie.

Evolution des apports d'eau à l'Ichkeul de 1994/1995 à 2005/2006

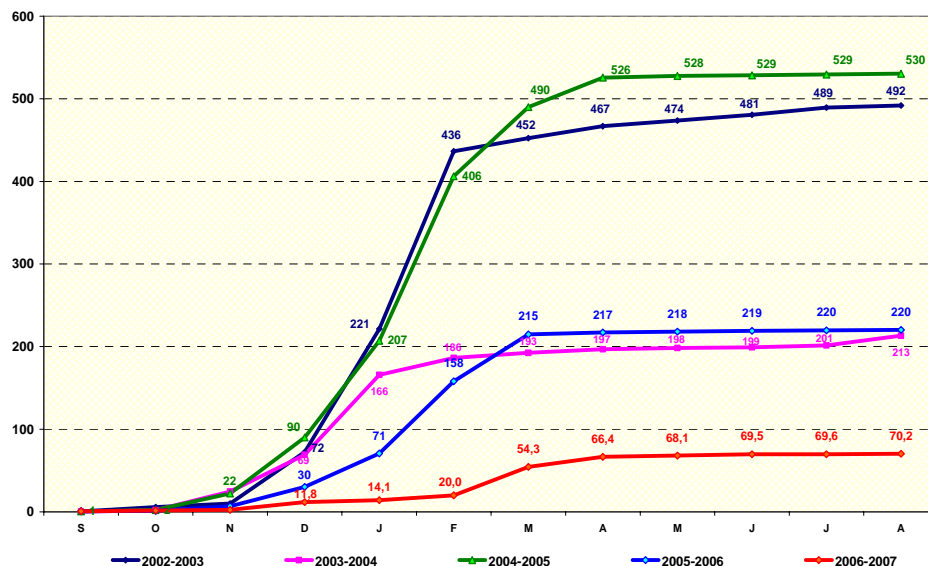


L'examen de ces données permet ainsi de relever que :

- Contrairement aux quatre dernières années écoulées qui ont enregistré les plus forts apports d'eau au lac depuis plus de dix ans, l'année 2006-2007 a été nettement déficitaire ;
- Si durant les quatre dernières années les apports d'eau des barrages ont représenté plus de 50% des volumes totaux d'eau atteignant le lac (53 à 65%), la contribution de ces lâchers, en 2006-2007, a atteint seulement 13% ;
- L'apport total au lac durant les cinq dernières années a atteint 1512 Mm³ ce qui représente une moyenne annuelle de 302 millions de m³, soit 89 % de la moyenne interannuelle avant barrage ;
- L'apport total au lac à partir des barrages durant les cinq dernières années a atteint 880 Mm³ ce qui représente une moyenne annuelle de 176 millions de m³. Il est à noter que cette valeur est nettement supérieure à la valeur moyenne interannuelle de 80 à 120 Mm³ recommandée en 2003.

Comparaison des apports au lac au cours des cinq dernières années

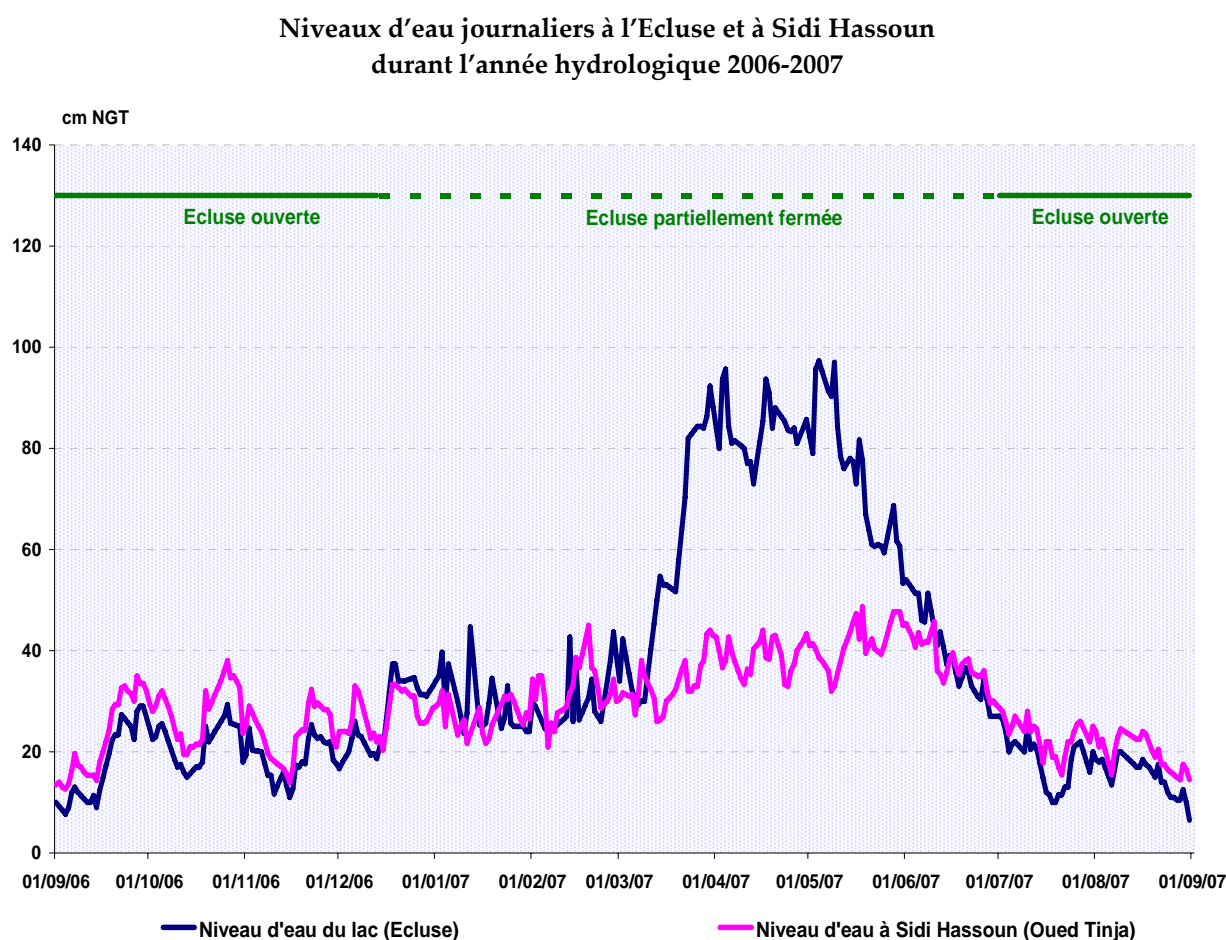
Apports en Millions de m³



4 Suivi des paramètres physicochimiques des eaux 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 2006-2007 ont permis d'enregistrer des niveaux relativement moyens, voire bas pour certaines périodes de l'hiver, et qui traduisent les mauvaises conditions hydroclimatiques de l'année. Le graphique suivant donne l'évolution des niveaux d'eau journaliers à l'Ecluse et à Sidi Hassoun.



De manière générale on note que dans le lac les niveaux sont restés bien en deçà des niveaux enregistrés les dernières années et ce tout au long de l'année. En effet, compte tenu d'un automne peu pluvieux, les niveaux du lac ont oscillé aux alentours de 20 cm NGT jusqu'à la mi-décembre. Après les premiers apports de crues du mois de décembre on a pu constater une augmentation des niveaux jusqu'à 30 cm NGT mais cette augmentation ne s'est pas prolongée à cause de très faibles pluies du mois

de janvier et de février. Ce n'est qu'à partir de fin février que les niveaux ont augmenté de façon conséquente pour atteindre un maximum de 96 cm NGT.

A partir des premières crues, l'écluse a pu être fermée partiellement pour retenir les apports en eau douce dans le lac tout en laissant passer un courant d'appel des alevins.

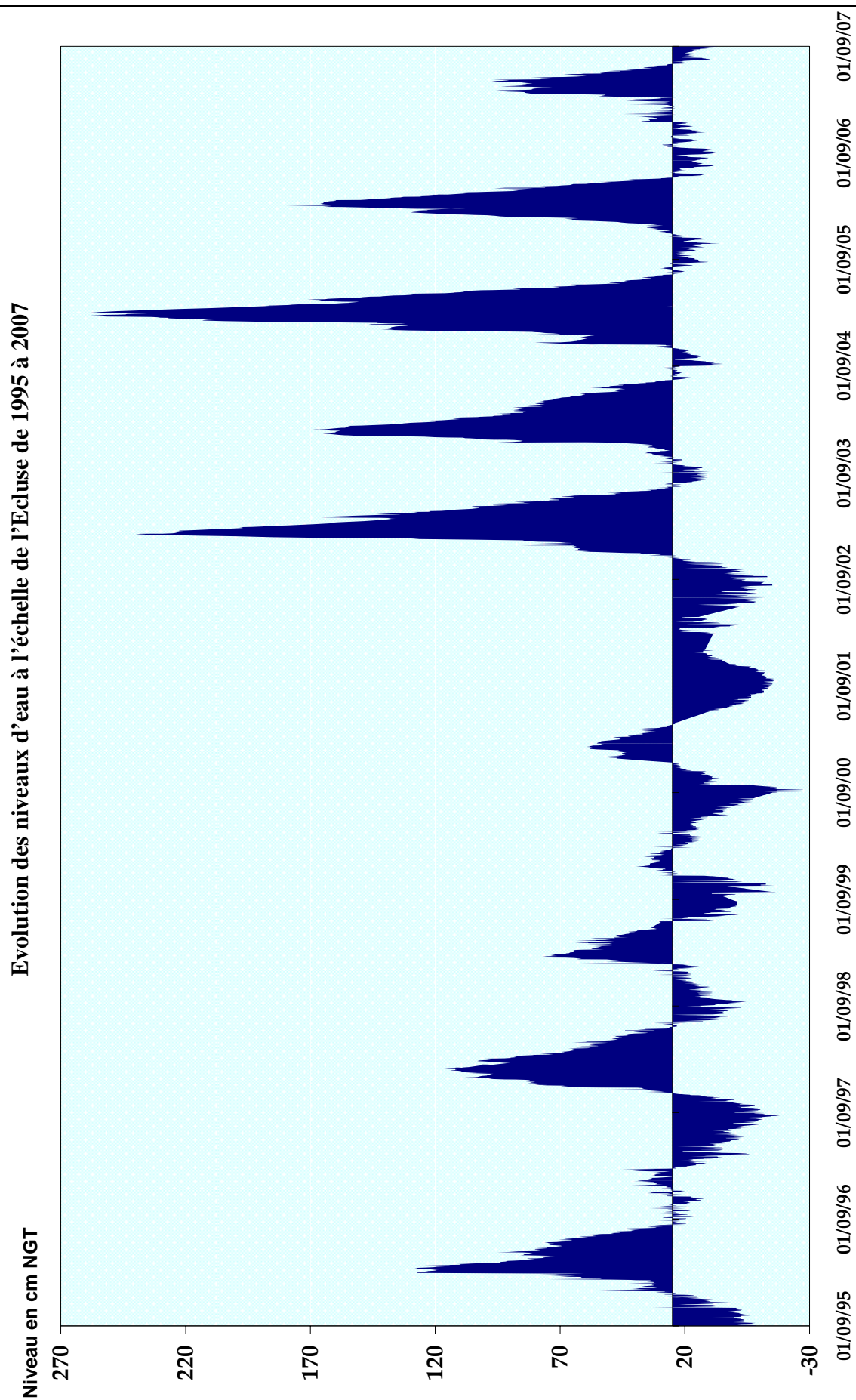
A partir de la mi-mai, le niveau a décru rapidement pour se stabiliser autour de 15 à 20 cm NGT durant les deux mois d'été. L'écluse a été totalement rouverte à la fin du mois de juin afin de permettre l'entrée d'eau de mer nécessaire à l'équilibre du lac et à sa biodiversité.

Les niveaux d'eau enregistrés cette année sont nettement en deçà des niveaux des années précédentes. Cependant ces niveaux sont restés suffisamment élevés, supérieurs à 80 cm NGT, pour inonder une partie assez grande des marais pendant près de deux mois entre fin mars 2007 et mi-mai 2007, durée minimum d'inondation nécessaire au bon développement des scirpes.



Marais sud inondés – fin avril 2007
Photo N. Ben M'Barek

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 2006/2007, le sens du courant au niveau de l'Oued Tinja est resté rentrant de la lagune de Bizerte vers le lac Ichkeul. Compte tenu des faibles pluies de la deuxième partie de l'automne, on constate une inversion progressive du sens du courant, relativement tard dans la saison, à partir de la mi-décembre 2006. Fait relativement inhabituel, on constate également une période de courant variable (avec même 4 jours de courant rentrant) entre la fin du mois de janvier et la première quinzaine du mois de février, liée aux apports déficitaires durant ces mois. 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	3	24	3
Décembre	19	3	9
Janvier	22	0	9
Février	19	4	5
Mars	26	0	5
Avril	30	0	0
Mai	31	0	0
Juin	21	0	9
Juillet	14	6	11
Août	0	29	2
TOTAL	185	127	53

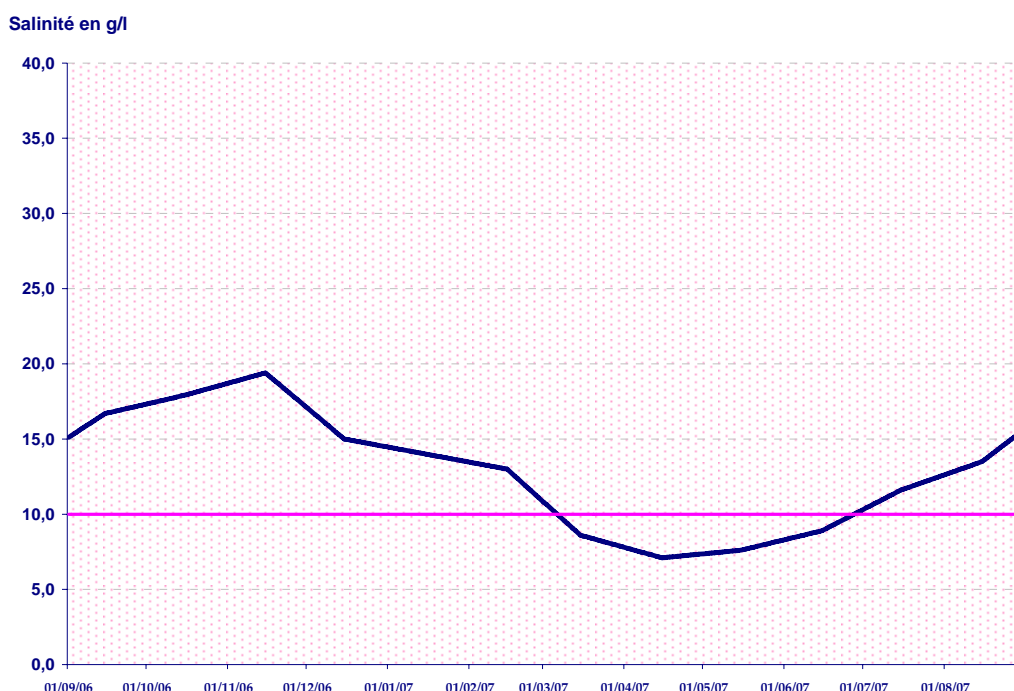
Sur l'année hydrologique on a donc environ 51% de jours de courant sortant et 35% de courant entrant et 15% de jours où le courant a été variable. Les faibles pluies de l'automne et l'absence consécutive d'écoulement notable sur le bassin versant expliquent l'inversion tardive du sens du courant et le nombre de jours importants où le courant a été entrant ou variable.

4.3. Salinité des eaux du lac

Compte tenu des faibles apports d'eau de cette année, la salinité des eaux du lac a continué d'augmenter durant l'automne jusqu'à près de 20 g/l à la fin du mois de novembre. Avec les crues du mois de décembre la salinité a chuté relativement rapidement jusqu'à 15 g/l pour se stabiliser ensuite autour de 14 g/l durant les mois de janvier et février, en liaison avec les apports déficitaires de ces deux mois. Ce n'est qu'avec les crues du mois de mars, que la salinité a décru de façon significative pour descendre en dessous de 10 g/l et atteindre 7,2 g/l en avril et mai 2007

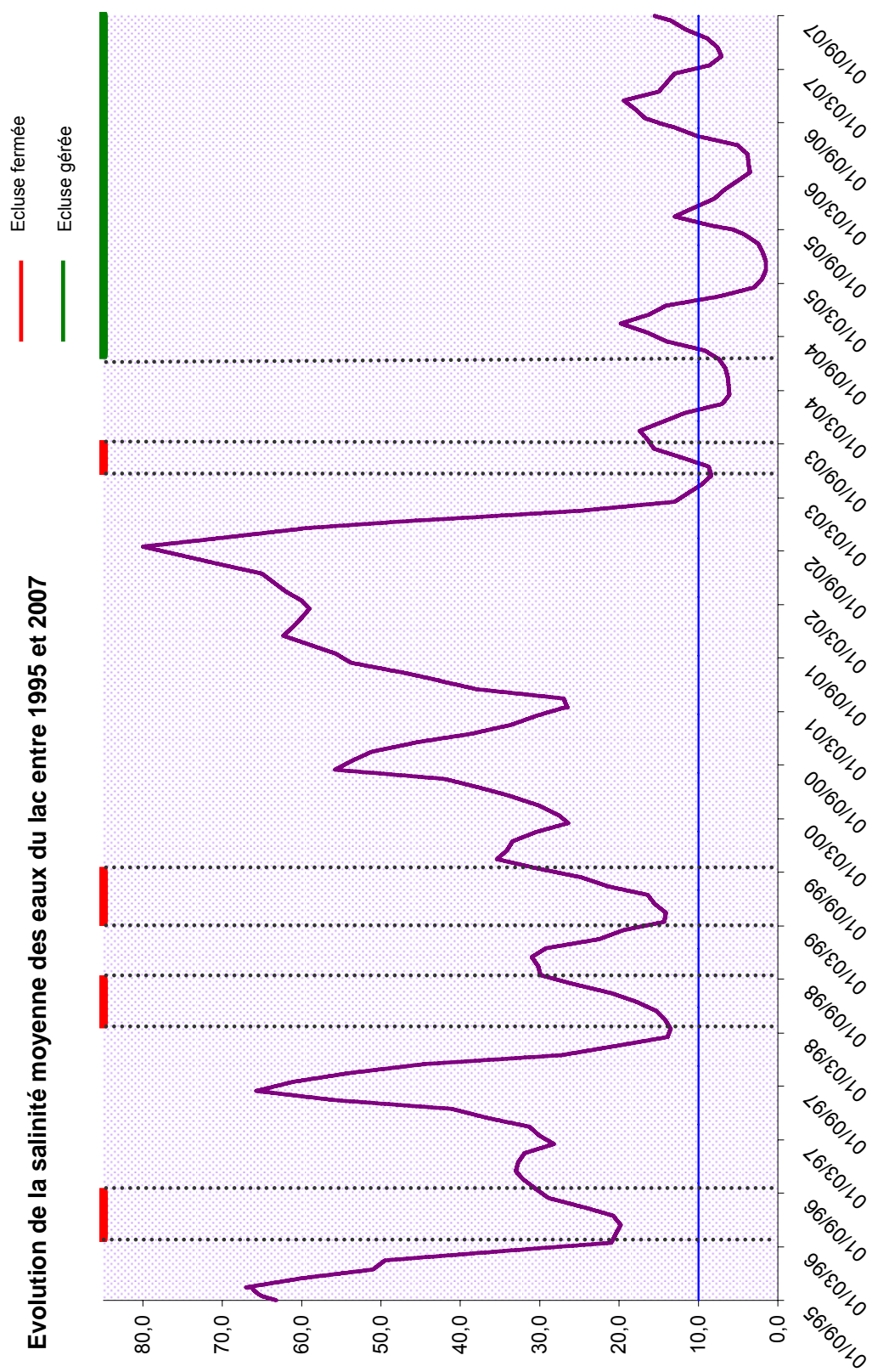
En été, l'entrée d'eau de mer à partir de la mi-juillet et l'absence totale de pluviométrie durant ce mois ont entraîné une augmentation relative de la salinité jusqu'à 15g/l en moyenne dans le lac à la fin du mois d'août, sauf pour le côté du lac directement sous l'influence des entrées d'eau de mer (amont de l'écluse).

**Evolution de la salinité moyenne des eaux du lac
durant l'année hydrologique 2006/2007**



C'est donc la cinquième année consécutive que les valeurs 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 10 g/l de la mi-mars à la fin juin soit près de 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 cinq dernières années par rapport aux années précédentes.



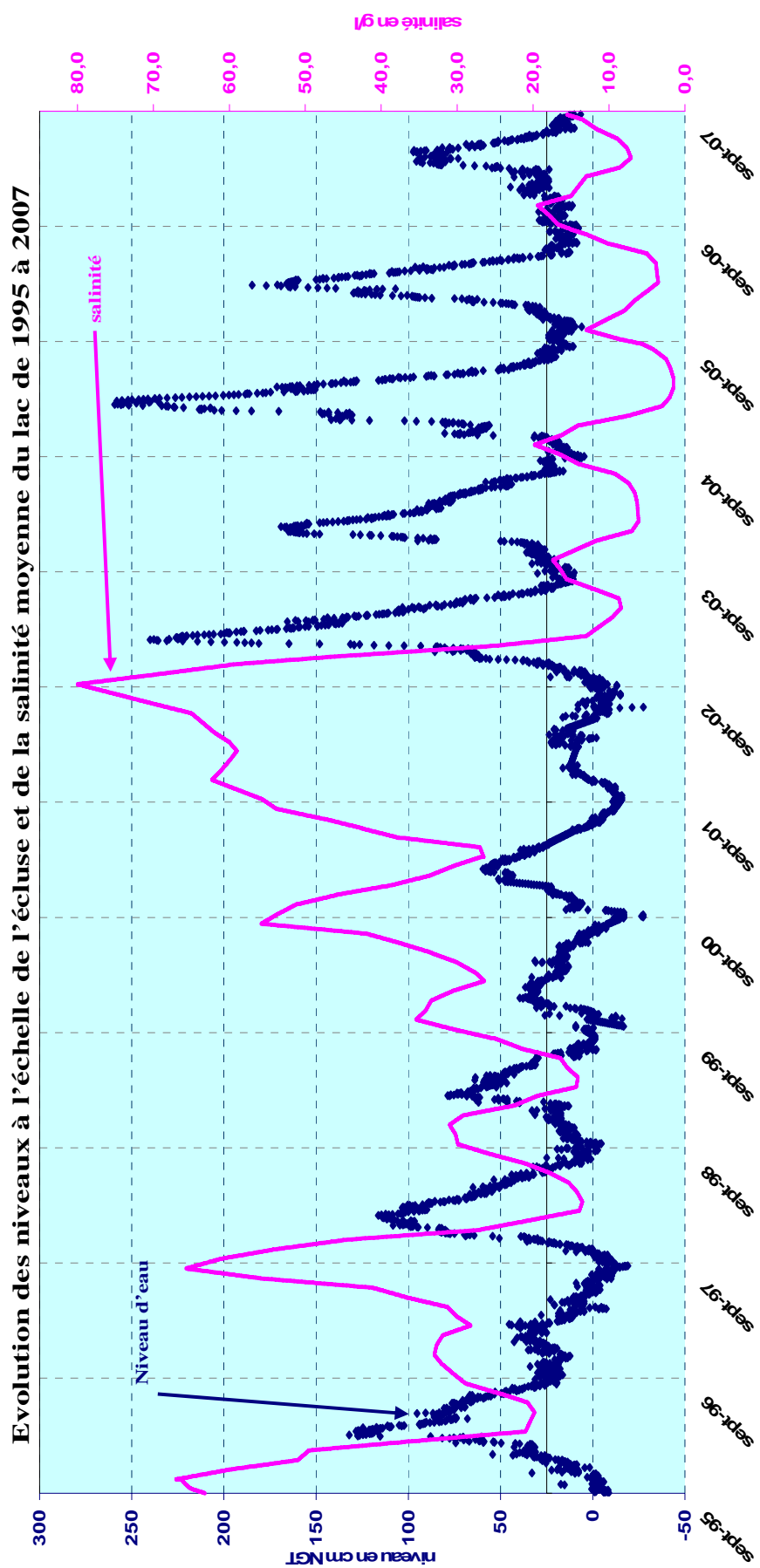
5. Caractéristiques hydrologiques de l'année 2006/2007

L'année 2006/2007 avec des apports naturels faibles de l'ordre de 70 millions de m³, plaçant l'année nettement en dernière position depuis 2002/2003, n'a pas pu bénéficier à l'image de l'année précédente, des conditions favorables des années excédentaires de la dernière période quinquennale. Les lâchers de barrages ne se sont pas poursuivis au même rythme qu'au cours de la dernière année et leur contribution aux apports d'eau du lac n'a pas dépassé 13%.

Néanmoins, et grâce à une bonne gestion de l'écluse et en dépit de leur faiblesse relative par rapport aux années précédentes, les niveaux dans le lac sont restés, cette année suffisamment élevés pour inonder une grande partie des marais sur une période de presque deux mois (fin mars à mi mai) et favoriser le développement des scirpes. Au mois d'Avril et au début du mois de Mai, la surface moyenne d'eau libre du système lac-marais était en effet de l'ordre de 105 Km².

Par ailleurs, les eaux du lac ont vu leur salinité descendre à des valeurs relativement basses de l'ordre de 7 g/l pendant deux mois (avril et mai) et c'est la cinquième année consécutive, depuis 1995, que les salinités n'excèdent pas 10 g/l pour une période supérieure à deux mois. Cette salinité optimale pour la germination des potamots a permis le maintien des herbiers de potamots dans le lac sur des superficies comparables voire supérieures à celles enregistrées jusqu'en 1993.

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

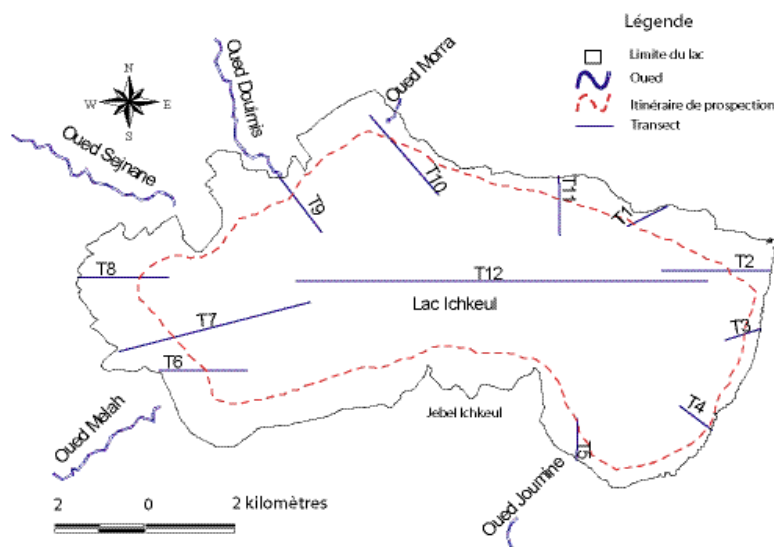
1.1 Méthodologie :

Le suivi annuel de la végétation aquatique du lac a été réalisé en septembre 2007 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 et ce 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 de 2005 et 2006. 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 2007 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 septembre 2007 pour le compte de l'ANPE

1.2 Résultats des observations et cartographie

Les conditions du milieu relevées durant l'hiver et le printemps 2006-2007 ont été un peu moins favorables à l'extension des herbiers à *P. pectinatus* que celles de l'année 2005-2006.

On a pu assister :

- de façon générale à un développement végétal relativement important à l'Est et au centre (près de 62% de superficie couverte) et relativement faible à l'Ouest du lac,
- à la régression de la surface d'extension de l'herbier à potamots avec des superficies atteintes nettement inférieures aux superficies enregistrées en 2005-2006, qui étaient exceptionnellement élevées. La superficie atteinte avec près de 40 Km² est revenue à une valeur un peu plus normale et est d'ailleurs comparable à celles de 1993 et 2004,
- au maintien en automne d'une densité encore importante des herbiers à *potamogeton* qui affleurent dans une grande partie de la zone centrale du lac,
- une légère augmentation des superficies des herbiers à *Ruppia* par rapport à l'année 2006.

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 2007.

Type de végétation	Herbier à <i>Potamogeton</i>		Herbier à <i>Ruppia</i>		Peuplement algal	
Limites de Rec.	Rec. moyen	Surface (km ²)	Rec. moyen	Surface (km ²)	Rec. moyen	Surface (km ²)
90 à 100 %	99 %	15,36	94 %	13,84	90 %	0,95
50 à 90 %	65 %	4,84	76 %	0,00	72 %	5,60
10 à 50 %	25 %	17,39	30 %	11,18	26 %	19,27
0 à 10 %	- %	1,27	-		-	
Dans tout le lac	48 %	38,86	58 %	25,02	37 %	25,82

(Rec. = recouvrement)

La surface de la couverture végétale représente ainsi près de 57 % de la superficie moyenne du lac au mois de septembre 2007. Les macrophytes dominants considérés séparément représentent par rapport à la surface du Lac : 44 % pour *Potamogeton pectinatus*, 29% pour les macroalgues et 28% pour *Ruppia cirrhosa*.

En automne 2007, les peuplements phytobenthiques couvrent le centre et l'Est du lac. La densité de la végétation était très importante et certains secteurs de la zone centrale du lac étaient difficilement accessibles. Les peuplements les moins denses sont situés dans le secteur Ouest et Sud-Est du lac.

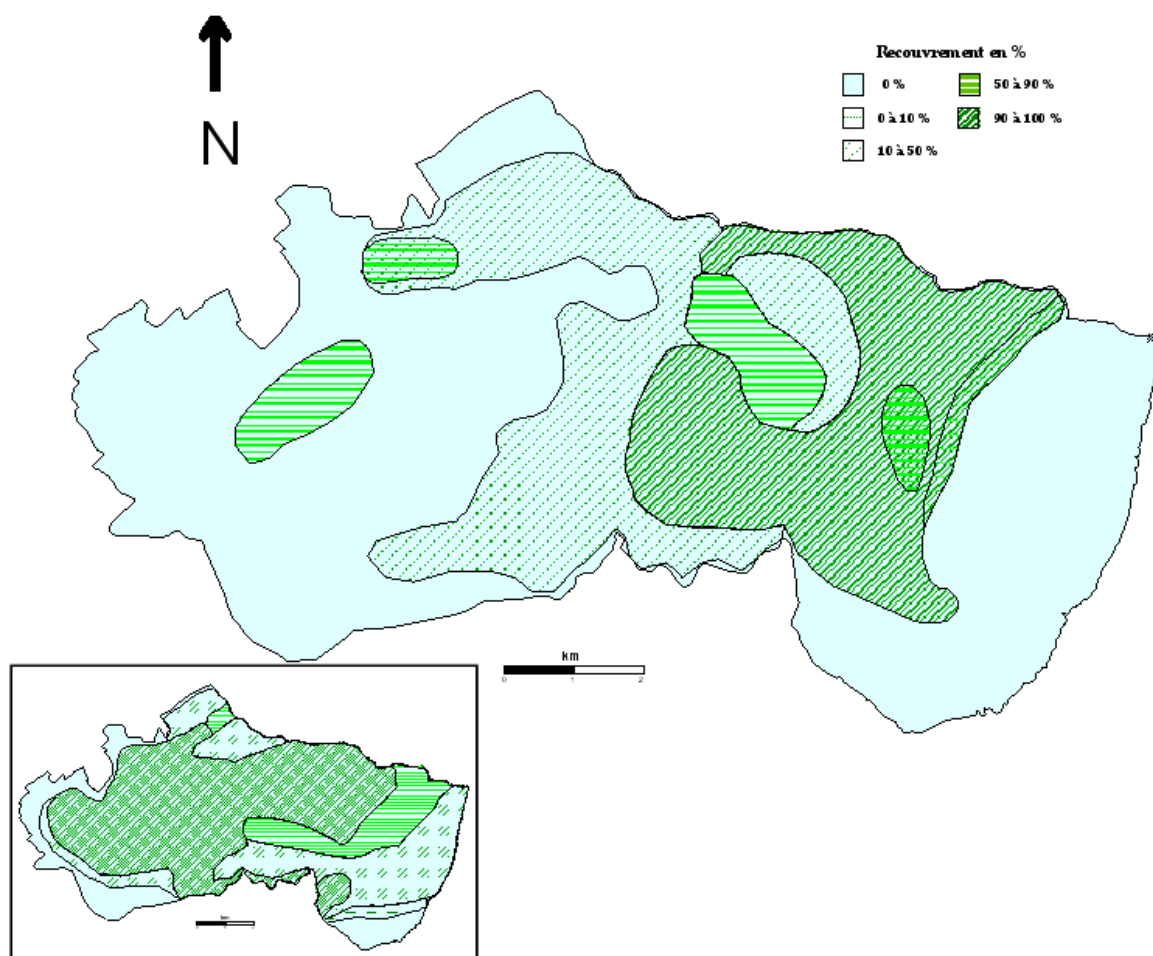
Le secteur Nord-Est est dominé par les *Ruppia* qui forment des peuplements mixtes avec *Cladophora* et *Chaetomorpha*. Au centre du lac se développe un herbier très dense et bien étendu à *P. pectinatus*.

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*

L'herbier à *Potamogeton pectinatus* s'étend sur 38,83 Km² soit plus de 45% de la surface du lac. Les herbiers les plus denses, 90 à 100% de recouvrement, occupent un peu plus de 15 Km² et sont essentiellement localisés au centre du lac. Par comparaison à 2006 où le développement des herbiers à *Potamogeton pectinatus* avait été exceptionnel, la surface d'extension des herbiers a connu une régression importante de 70,21 km² en 2006 à 38,87 km² en 2007 (diminution de 31,34 km²). La superficie enregistrée en 2007 et les recouvrements moyens (48%) restent cependant tout à fait satisfaisants et comparables à la situation d'avant 1993.

Cartographie des herbiers à *Potamogeton pectinatus* du lac Ichkeul en septembre 2007



Cartographie des potamots – septembre 2006



Herbiers à *Potamogeton pectinatus* dans la partie centrale du lac

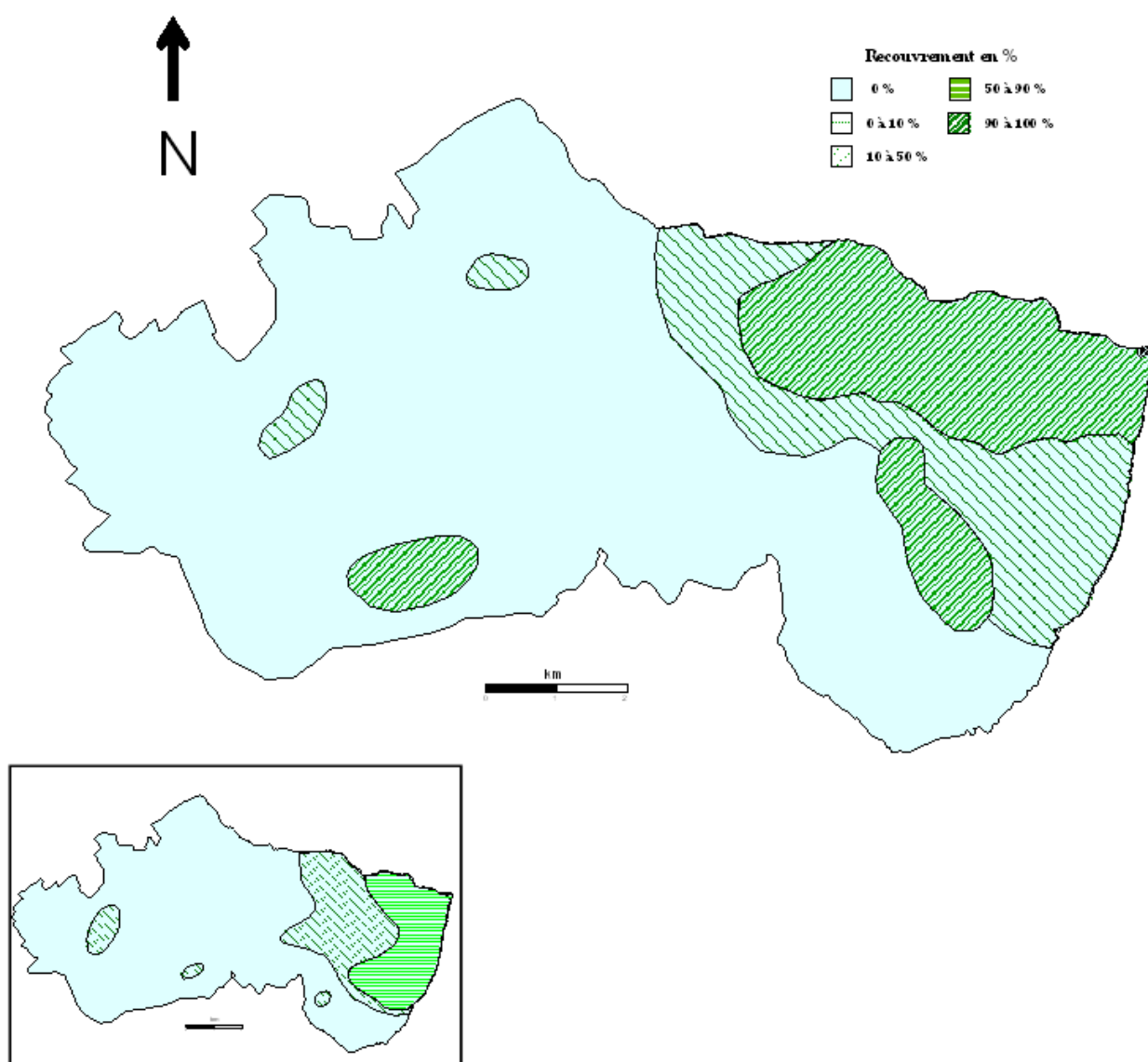
Photos P.Amouroux/ANPE et Photo A. Shili



1.2.2 Etat des herbiers à *Ruppia cirrhosa*

Les *Ruppia* forment des herbiers mixtes avec *Cladophora* et *Chaetomorpha* dans les secteurs Est du lac. L'herbier très dense de *Ruppia cirrhosa* (90 à 100 %) s'étend sur près de 14 Km² en automne 2007 alors qu'il était absent en automne 2006. En revanche, l'herbier de 50-90 % de recouvrement qui s'étendait sur environ 10 Km² en 2006 n'est plus représenté en 2007. Avec un peu plus de 11 km², les herbiers de recouvrement <50% s'étendent sur une superficie comparable à 2006. La surface totale d'extension des herbiers à *Ruppia* a légèrement augmenté entre 2006 et 2007. Ainsi d'une surface totale de 23 km² mesurée en automne 2006 on est passé à 25 km² en automne 2007.

Cartographie des herbiers à *Ruppia cirrhosa* du lac Ichkeul en septembre 2007



Cartographie des *Ruppia* – septembre 2006

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



Au premier plan, herbiers à ruppias en amont de l'écluse de Tinja
Photo P. Amouroux/ANPE

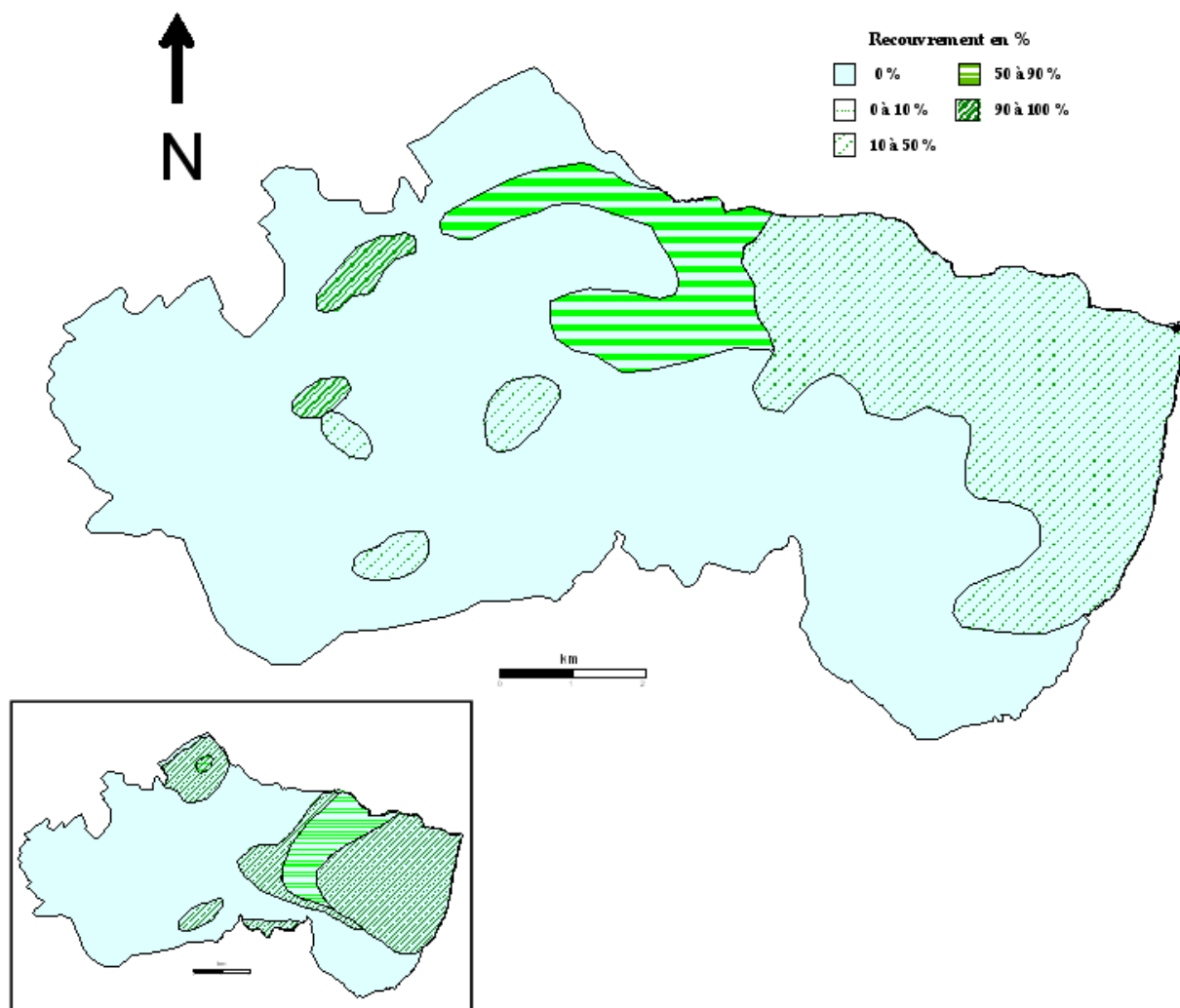


Herbier à *Ruppia cirrhosa* dans le secteur de Tinja
(lac Ichkeul en septembre 2007)
Photo A. Shili

1.2.3 Etat des peuplements algaux

Par rapport à l'année 2006 on a constaté une légère régression des peuplements algaux avec une superficie de 25,83 Km² cet automne contre 27,7 Km² en 2006.

Cartographie des peuplements algaux du lac Ichkeul en septembre 2007



Le peuplement algal est dominé par les *Cladophora* et les *Chaetomorpha* (algues à affinité nitrophiles) qui 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 nord ouest du lac.

Prolifération de *Cladophora* à l'Ouest du lac Ichkeul
(septembre 2007)
Photo A.Shili



Chaetomorpha linum dans le secteur de Tinja du lac Ichkeul
(septembre 2007)
Photo A.Shili

Par comparaison à l'état observé en 2006 à la même saison, nous remarquons une diminution relativement importante des herbiers à *Potamogeton pectinatus* alors que les surfaces d'extension des *Ruppia* et des Chlorobiontes nitrophiles ont faiblement évolué. Cependant, la surface d'extension des herbiers à *Potamogeton pectinatus* du lac Ichkeul, qui avait atteint une valeur record en 2006 dépassant largement les surfaces relevées durant les années humides, est actuellement comparable, voire supérieure à celle des années d'avant 1993. Cette baisse de l'extension des herbiers est également accompagnée par une diminution du recouvrement moyen des herbiers (recouvrement moyen de 79% en 2006 et de 48% en 2007).

Cette évolution de l'écosystème est cependant en faveur d'une amélioration de la circulation et de la qualité des eaux.

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 très élevées (70,21 Km² en 2006) comparativement à celles des années 80. **En automne 2007 la surface d'extension des herbiers à potamots (38,86 Km²) est redevenue comparable à celles enregistrées en 2004 (36,93 Km²) et en 1993 (30 Km²), dernière année où la présence d'herbiers développés à *Potamogeton pectinatus* avait été établie, avant une décennie particulièrement sèche.**

Cette régression des herbiers à potamots s'est accompagnée en parallèle d'une légère augmentation des superficies d'extension de *Ruppia cirrhosa* qui s'était développée dans tous les secteurs du lac (en 1998) en l'absence de potamots. En septembre 2007, les herbiers à *Ruppia* ne représentent plus que 28 % de la superficie du lac et les peuplements algaux 29 % avec une organisation spatiale qui semble revenir à la normale.

Les variations des surfaces d'extension et des densités de recouvrement des différents types de peuplements végétaux du lac Ichkeul observées entre 1993 et 2007 sont récapitulées ci-dessous.

Période	Observations faites dans le cadre de l'Etude de 1994				Suivis ultérieurs											
	oct-93		sept-94		sept-98		sept-03		sept-04		oct-05		sept-06		sept-07	
Type de peuplement	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	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	48%	38,86
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	58%	25,02
Peuplement algal		1,73	33%	2,11	24%	26,04	47%	37,38	44%	49,49	19%	22,12	19%	27,71	37%	25,82
Herbier à <i>Zostera noltii</i>		0		0	90%	0,09		0		0		0		0		0

Rec. : recouvrement

Surf. : surface d'extension

2 Faune halieutique

2.1 Recrutement des alevins et juvéniles

Cette année le recrutement des alevins a été relativement faible en automne et en hiver compte tenu des niveaux faibles du lac notamment en janvier-février avec une période de courant variable, au mieux sortant mais trop faible. Durant le printemps par contre, après les crues du mois de mars, les conditions hydrologiques se sont améliorées. Durant tout l'hiver et le printemps les vannes de l'écluse étaient fermées au 2/3 afin de conserver le maximum d'eau douce dans le lac tout en permettant le passage d'un courant d'attrait des alevins qui a varié de 5 à 7 m³/s entre avril et mai.

Afin de permettre aux alevins de regagner le lac indépendamment de l'état de fermeture de l'écluse, la passe à poissons à la droite de l'ouvrage a été mise en marche. Le fonctionnement de cette passe est calqué sur celui d'une écluse avec trois phases de manipulation des vannes.

- ❶ Phase d'attrait : les vannes aval sont complètement ouvertes et les vannes amont sont fermées de façon à laisser un faible courant sortant. Les alevins pénètrent alors dans la passe à poissons
- ❷ Phase de remplissage : une fois les alevins à l'intérieur, les vannes aval sont fermées de façon à ménager un faible courant sortant et les vannes amont sont ouvertes progressivement pour rééquilibrer le niveau à l'intérieur de la passe.
- ❸ Phase de sortie des alevins : une fois le niveau rééquilibré les alevins peuvent rentrer dans le lac. Le côté amont de l'écluse possède trois vannes à différentes hauteurs NGT afin de répondre aux exigences de déplacement des différentes espèces de poissons (déplacement en surface, au fond,....)

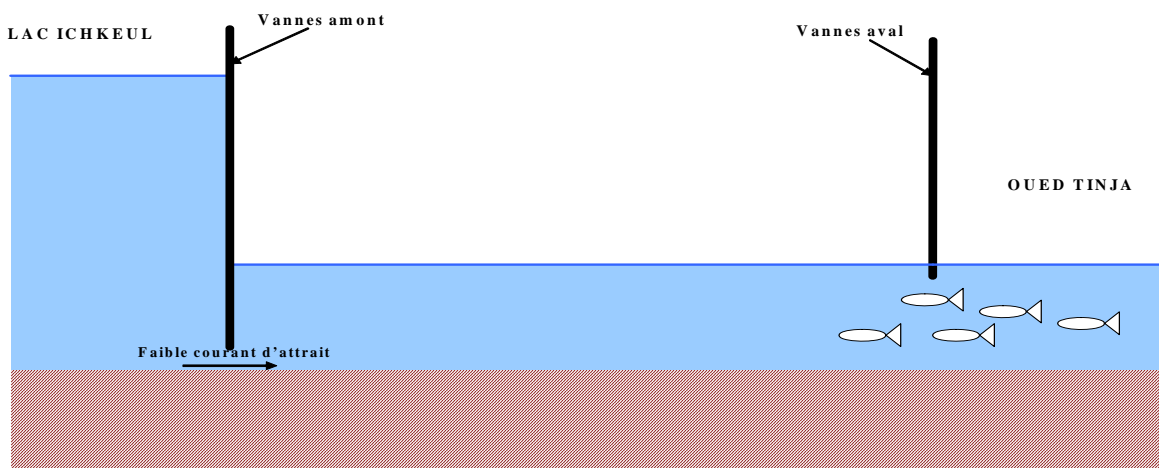
Entre début avril et début juin jusqu'à 7 manipulations de 1 à 3 heures ont été effectuées selon les jours en fonction de la présence d'alevins directement à l'aval de l'écluse ; les jours de vents forts ou d'averses importantes les alevins sont beaucoup moins nombreux. Par contre les jours de beau temps on a pu constater une présence très importante d'alevins, ce qui démontre l'efficacité de cet ouvrage.



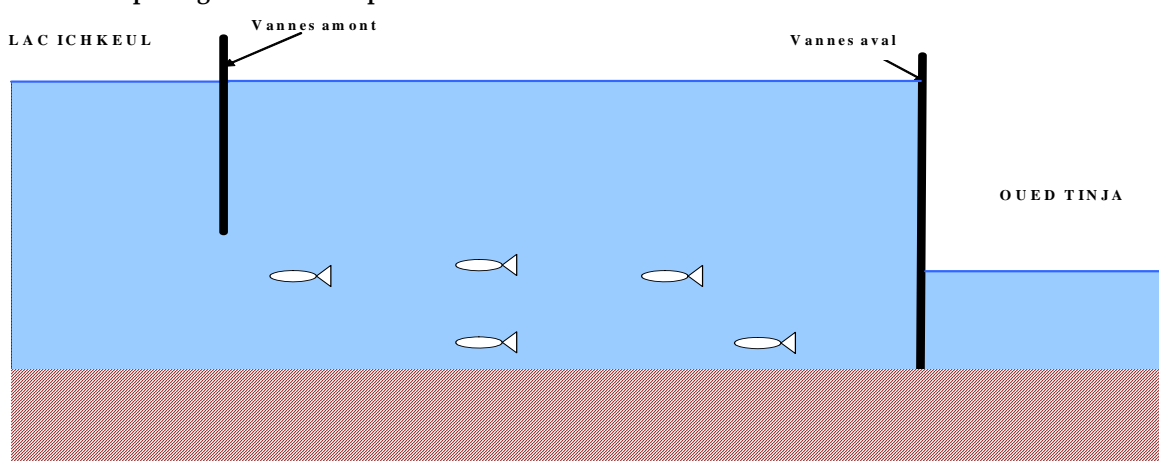
Manipulation des vannes de la passe à poissons
Photo N. Ben M'Barek

Schématisation du fonctionnement de la passe à poissons pour le recrutement des alevins

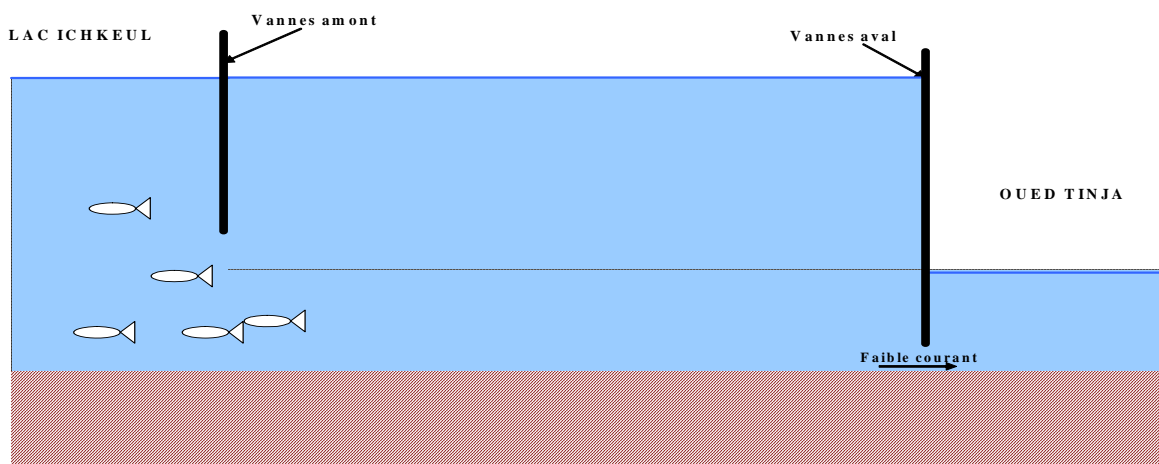
Phase 1 : attrait des alevins



Phase 2 : Remplissage de l'écluse à poissons



Phase 3 : Sortie des alevins vers le lac





Intérieur de la passe à poissons - Phase de sortie des alevins
Photo N. Ben M'Barek



Concentrations d'alevins et juvéniles dans la passe à poissons avant la sortie dans le lac
Photo N. Ben M'Barek

2.2 Production halieutique

Au cours de l'année 2007, la production halieutique a pu dépasser 100 tonnes (109,7 tonnes), valeur qui n'avait pas été atteinte depuis près de dix ans et dont plus de 50% est représentée par la pêche d'anguilles (57,4 tonnes).

La production d'anguille de cette année est ainsi la plus importante depuis 1995 (soit plus de dix ans), confirmant l'augmentation régulière de cette production entamée depuis le rétablissement des conditions hydroclimatiques (33 t en 2005, 45,3 t en 2006 et 57,4 t en 2007)

La production des autres espèces de poissons a elle aussi augmenté cette année dépassant les 50 tonnes, même si elle reste encore en deçà des productions des années 80 et 90. Ces résultats ne reflètent pas le stock réel de poissons dans le lac mais correspondent plutôt à des choix dans l'organisation de la pêche. En effet, Durant la période de captures des anguilles l'effort de pêche des autres espèces de poissons est plus faible. Cette période de l'année correspond en effet :

- à la période de désarmement de la bordigue;
- 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.

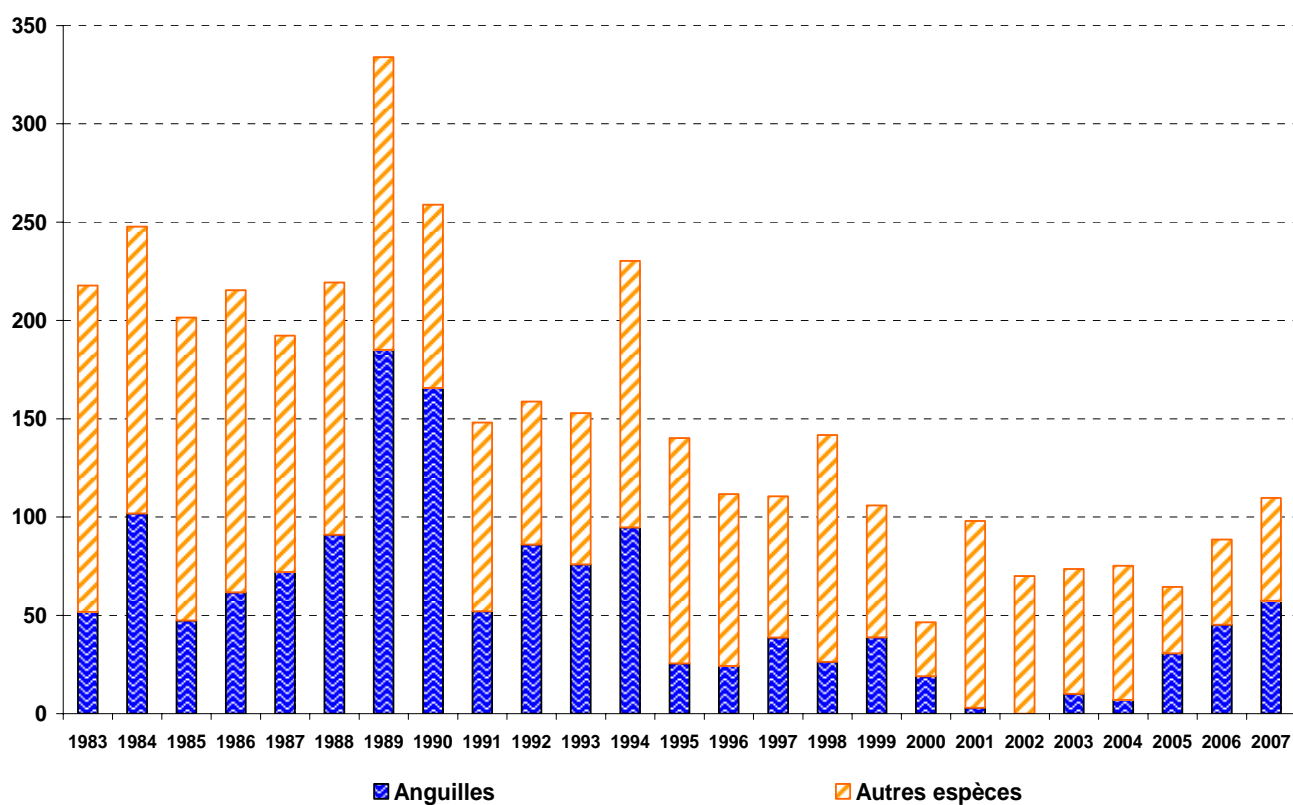


Installation des barrages de nasses à anguilles par les pêcheurs de la STL (société d'exploitation du lac)- novembre 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

L'évolution de la production halieutique de 1983 à 2007 est donnée dans le graphique ci-après :

Evolution de la production halieutique entre 1983 et 2007 (source STL)

Production en Tonnes





Bordigue (système de pêche fixe) sur l'oued Tinja
Photo P. Amouroux/ANPE



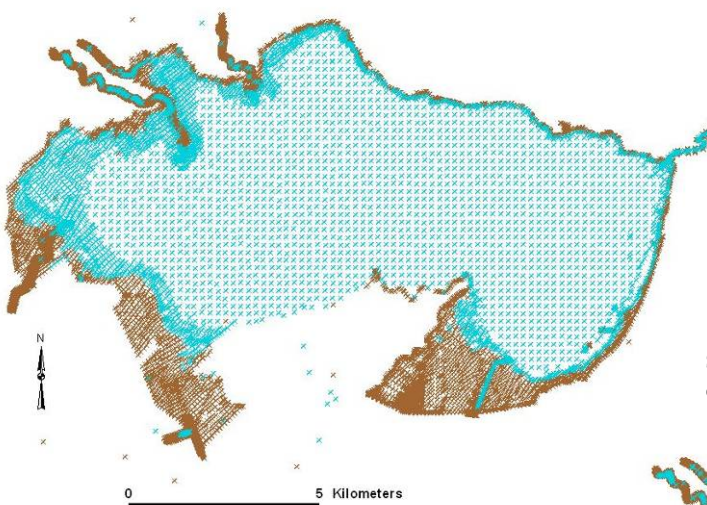
Chambre de capture avec présence de muges – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

III Végétation des marais

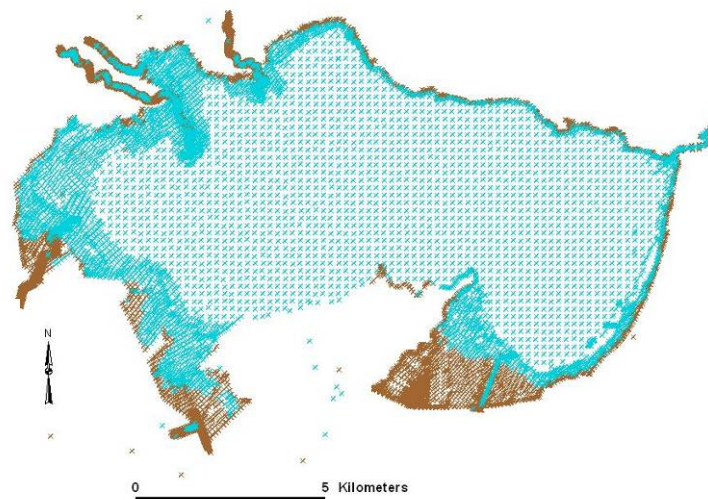
1 Inondation des marais

Compte tenu des niveaux d'eau du lac relativement moyens durant une grande partie de l'hiver 2006-2007, les marais ont été inondés sur une moins grande surface et pendant moins longtemps que l'année précédente comme le montrent les cartes ci-après obtenues à partir de la topographie des marais et de la hauteur des niveaux d'eaux du lac à l'Ecluse.

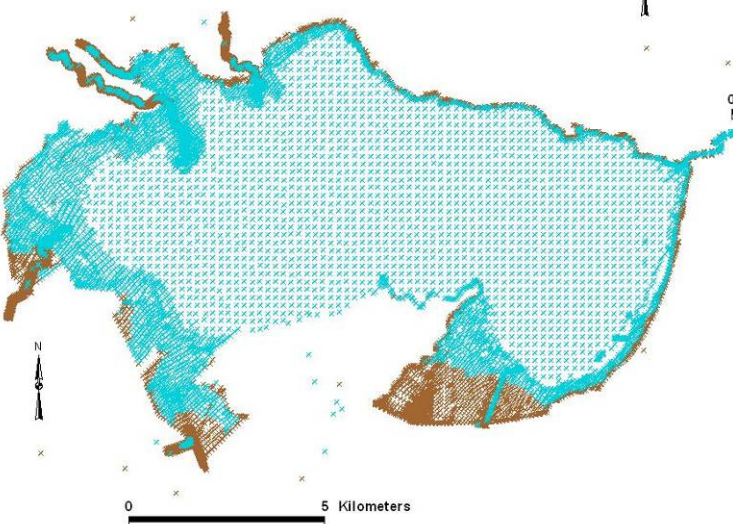
Superficies inondées entre la mi-mars et la mi-juin 2007



Superficies inondées pendant presque 2 mois entre fin mars et mi-mai 2007



Superficies inondées à leur extension maximum de façon discontinue entre avril et mai 2007



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 été satisfaites en grande partie cette année expliquant ainsi les tendances observées de régénération des diverses espèces hygrophiles.

Satisfaction des contraintes écologiques du compartiment scirpes-oies en 2006/2007

Conditions de satisfaction des contraintes écologiques					Conditions observées en 2006/2007
	H et S	Durée	Période	Fréquence minimum	
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 (nov.-juin)
	H > 80 cm NGT	2 mois successifs		1 année sur 2	2 mois environ (23/03 au 17/05)
	H > 120 cm NGT	1 mois		1 année sur 3	-
S	S < 15 g/l	1 mois	Janvier	1 année sur 2	Moyenne janvier : 14 g/l
	S < 13 g/l	3 mois successifs	Février à Avril	3 années sur 4	Entre 7 et 13 g/l

On voit d'après ce tableau que les contraintes écologiques du compartiment scirpes-oies en terme de niveau d'eau n'ont pas été entièrement satisfaites cette année, notamment pour les parties hautes des marais (altitudes supérieures à 120 cm NGT) qui n'ont donc pas été inondées ou presque.

Cependant, en termes de satisfaction interannuelle des contraintes écologiques traduites par les fréquences minimums, on peut estimer que compte tenu des bonnes conditions hydroclimatiques de ces quatre derniers hivers (de 2002/2003 à 2005/2006), ces parties conservent tout leur potentiel biologique.



Portion des marais du Melah inondés – mars 2007
P. Amouroux/ANPE



Portion des marais de Joumine inondés – mars 2007
P. Amouroux/ANPE

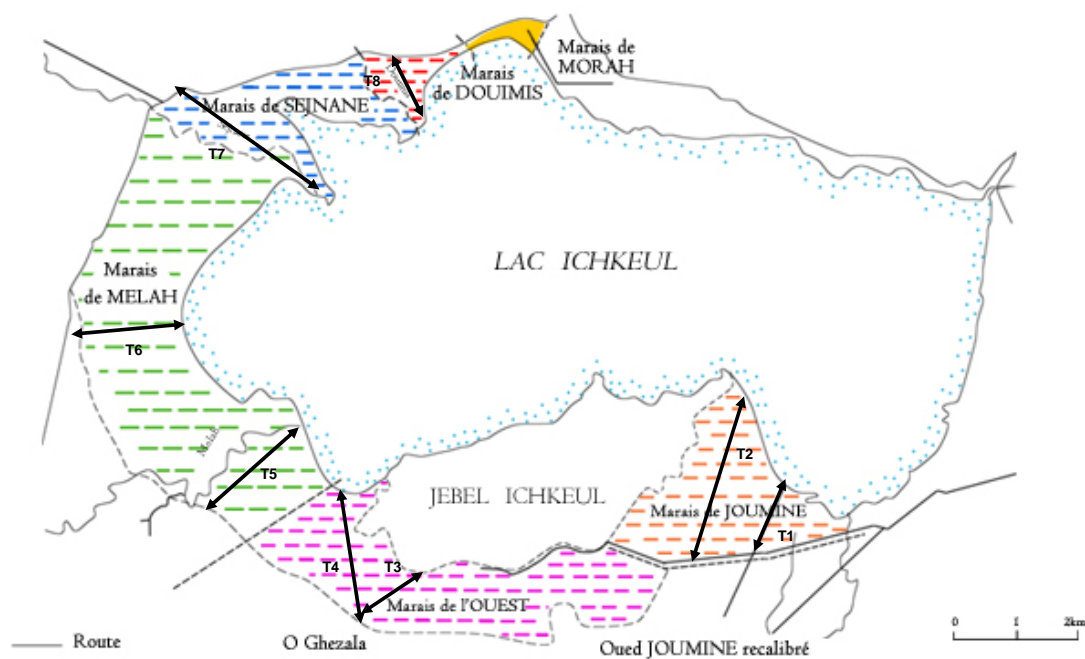


Les marais du Sud inondés – fin mars 2007
Photo N. Ben M'bBarek

2 Suivi de la végétation des marais

2.1 Méthodologie :

Le suivi de l'extension des scirpes durant l'année hydrologique 2006/2007 a été réalisé par l'équipe du suivi scientifique 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 du 12 au 16 juin 2007.



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

Le long de chaque transect, des quadrats de 1m² ont été déposées 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

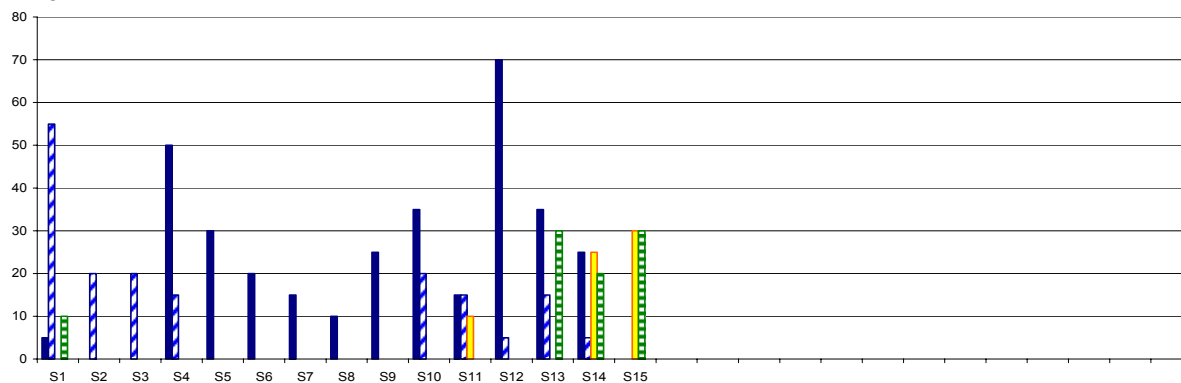
Les marais de l'Ichkeul sont caractérisés par une végétation hygrophile qui dépend de la durée de submersion, la salinité, le niveau de l'eau, la texture et l'hydromorphie du sol.

C'est ainsi que l'on peut caractériser quatre types de végétation des marais de l'Ichkeul:

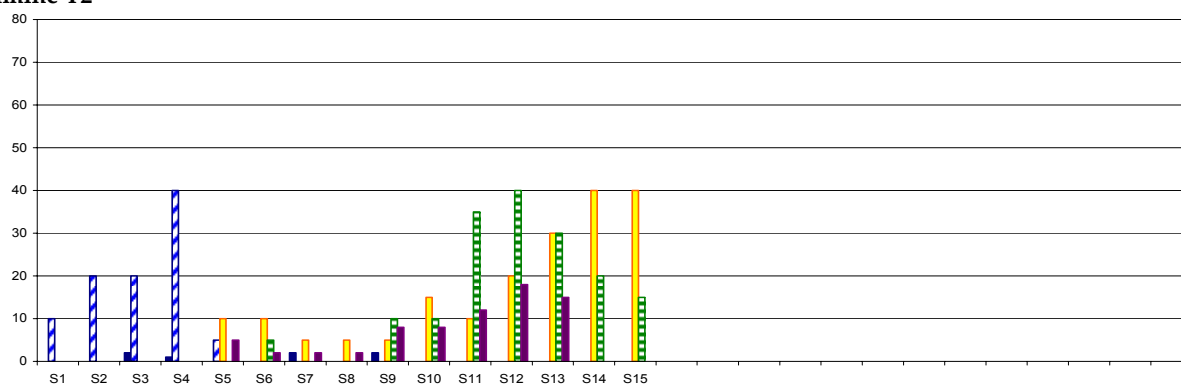
- végétation hygrophile qui est liée à la présence d'eau plus ou moins salée avec comme espèces caractéristiques : *Tamarix*, *Phragmites*, *Scirpus*, *Typha*, *Juncus*...;
- végétation liée à un sol humide et salé, voire très salé avec comme plantes indicatrices : *Salicornia arabica*, *Arthrocnemum indicum*, *Salsola soda* et *Salsola kali* ;
- végétation liée à un sol sec et salé : *Hordeum maritimum*, *Frankenia laevis* ;
- végétation liée à une activité anthropique, nitrophile, rudérale ou indicatrice de jachère ou de pâturage : *Ammi 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.

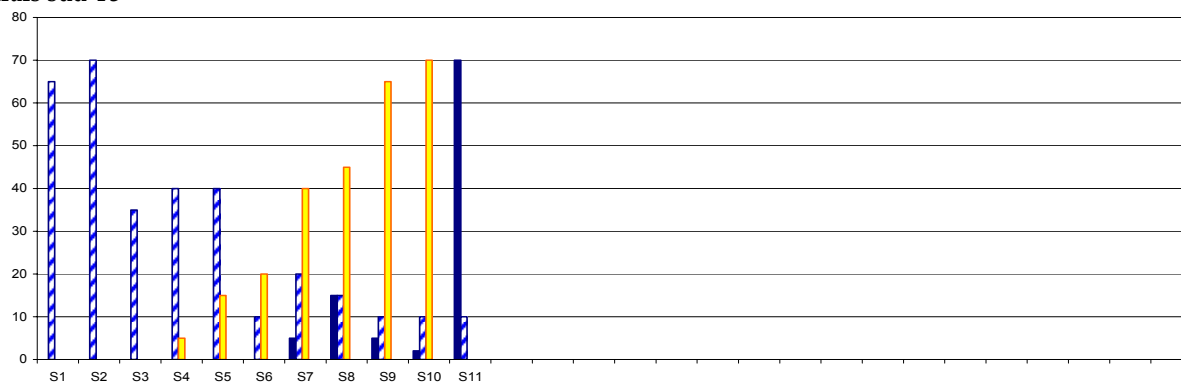
Joumine T1



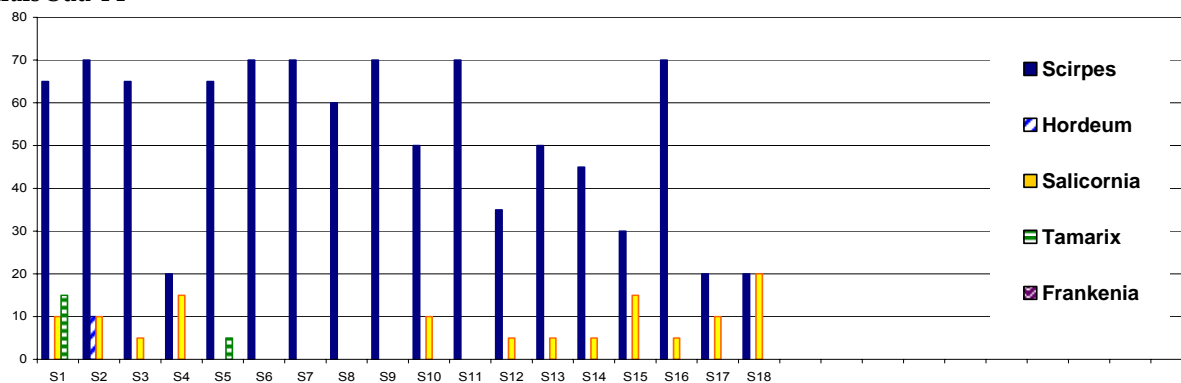
Joumine T2

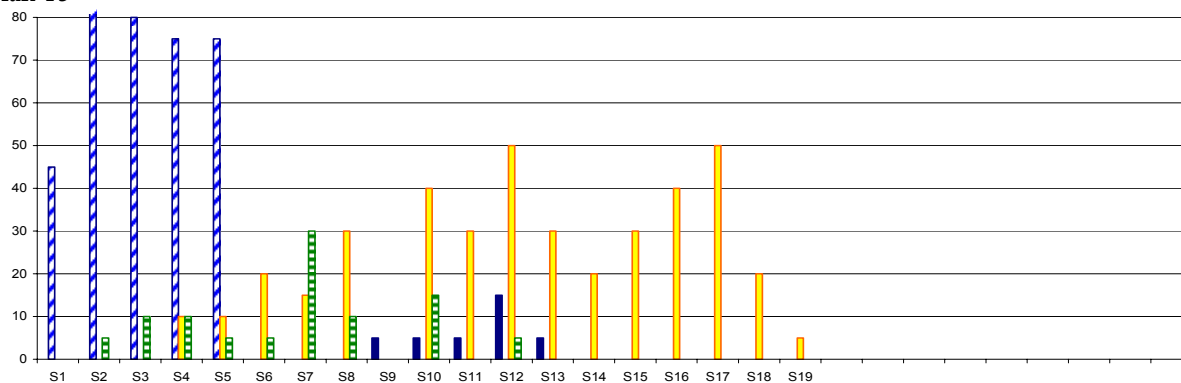
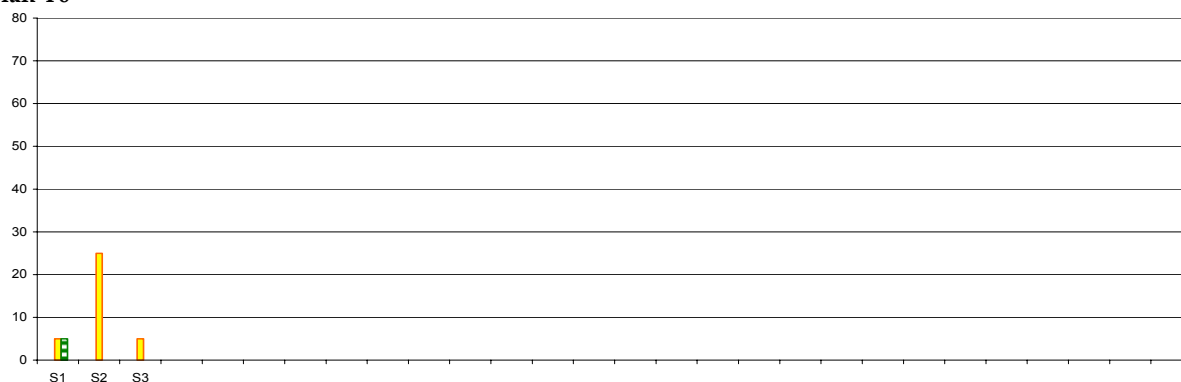
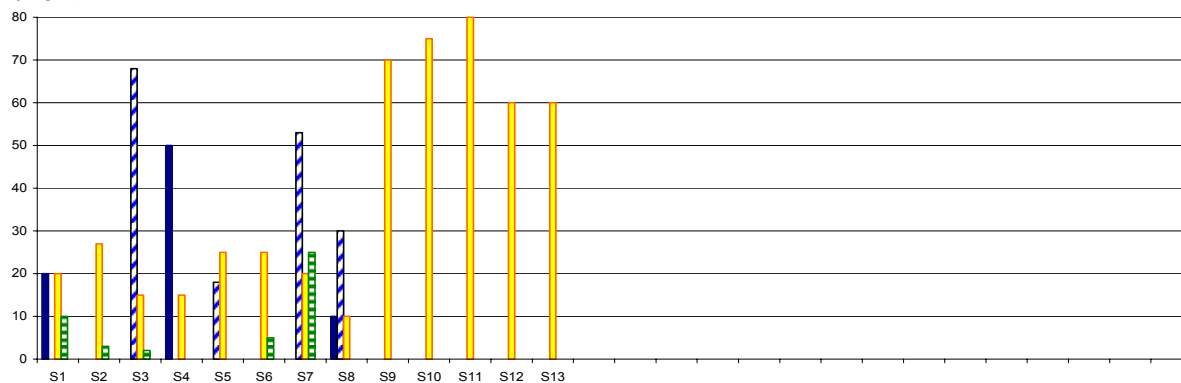
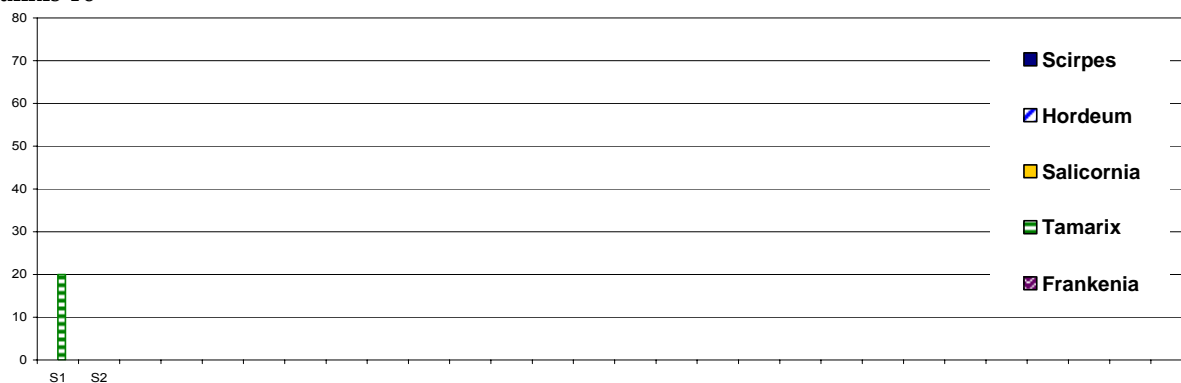


Marais sud T3



Marais Sud T4



Melah T5**Melah T6****Sejnane T7****Douimis T8***

* Présence de phragmites dans les stations 1 et 2 avec des recouvrements de 65%

Analyse quantitative :

L'analyse des transects réalisés dans l'ensemble des marais de l'Ichkeul au mois de juin 2007 nous a permis de noter :

- **le maintien global de la reprise de la régénération de la scirpaie dans la plupart des marais par rapport à 2005/2006**, mais avec une différenciation plus marquée selon la topographie:
 - la diminution du recouvrement des scirpes dans les parties basses des marais de Melah (T₅ et T₆) ainsi que de Douimis (T₈) ; ceci est du à une inondation prolongée de ces zones.
 - la diminution du recouvrement dans les parties hautes des marais de Joumine (T₁), probablement due à l'inondation partielle de ces parties compte tenu des niveaux moyens du lac durant l'hiver et le printemps 2007;
 - **l'augmentation du recouvrement de la scirpaie au niveau de marais du Sud (T₄) qui est passé de 23% en 2005/2006 à 52.5% en 2006/2007** ainsi que, dans une moindre mesure, dans les marais de Sejnane (26.7%);
 - **le maintien d'une répartition et d'un recouvrement semblable à 2005/2006 pour les marais de Joumine (T₂) et Sud (T₃);**
- La persistance de la présence de *Salicornia arabica* dans tous les transects, avec la même répartition et le même recouvrement qu'en 2005/2006;
- Le développement spectaculaire de plantes de *Ammi visnaga* et *Hordeum maritimum* en association avec *Scolymus hispanicus* et/ou *Galactites tomentosa* sur une grande partie des transects dans les marais de Joumine (T₁ et T₂), du Sud (T₃) et de Sejnane (T₇), qui sont des zones accessibles au bétail, surtout durant cette année où la rénovation des clôtures était en cours;
- La présence de *Salsola* dans certaines portions limitées des marais de Sejnane et de Douimis.

Analyse qualitative :

L'analyse qualitative de la végétation des marais de l'Ichkeul montre le maintien du développement des groupements hygrophiles dans tous les marais. Dans les marais du Sud et de Sejnane on a même constaté une augmentation de la régénération de ces groupements par rapport à 2005/2006.

➤ **Tamarisaie: on a assisté à la consolidation des jeunes pieds de tamaris au niveau des marais de Joumine (en bordure du lac), Melah et Sejnane (de part et d'autre des berges des oueds ainsi que dans la partie périphérique de Melah).** Lors de la campagne du mois de juin 2007 on a pu enregistrer des recouvrements dépassant 30% dans la plupart de ces zones avec des hauteurs des plantules de 50 à 200 cm de long.



Ceinture péri-lacustre de Tamaris dans les marais de Joumine – juin 2007
Photo N. Ben M'Barek

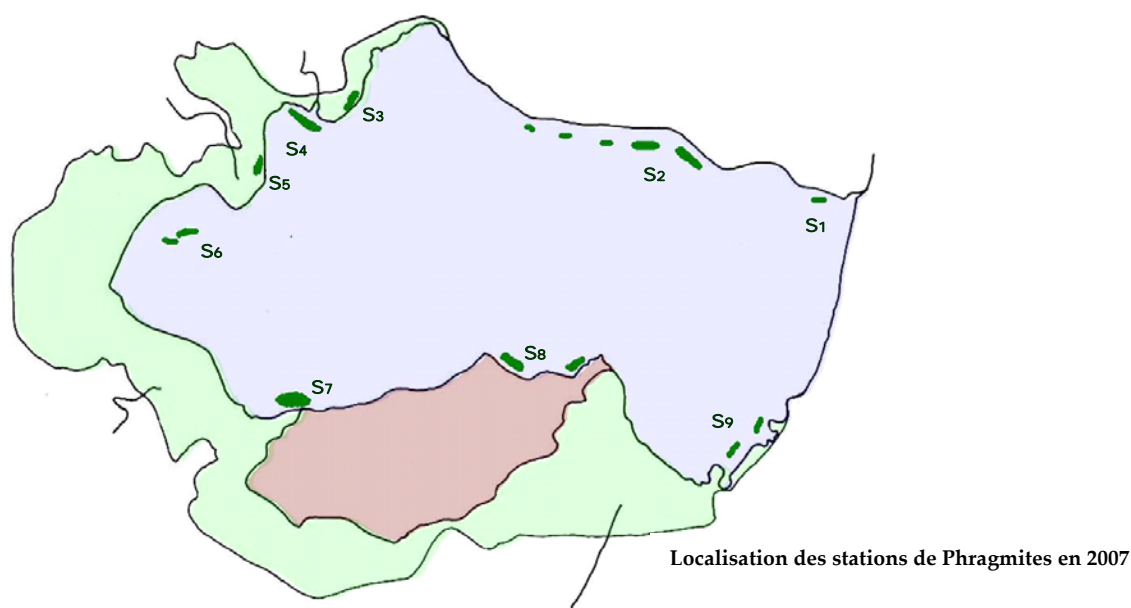


Tamarisaie développée le long des berges de l'oued Sejnane – été 2007
Photo P. Amoureux/ANPE

* **Roselière** : Des campagnes de prospection effectuées durant le printemps et l'été 2007 ont montré la poursuite de la croissance des phragmites du côté Nord et Nord-ouest du lac (S₁, S₂, S₃ et S₆) sous forme d'un chapelet de bancs péri-lacustres couvrant une superficie totale de plus de 250 m² avec des hauteurs dépassant 2 m. Dans la partie Sud du lac (S₇, S₈, S₉) on a pu noter également le développement de phragmites sous formes de bancs couvrant un total de 200 m² avec des hauteurs de 1 à 2 mètres.

Au niveau de marais de Douimis, il y a eu une reprise de la régénération des phragmites avec des recouvrements dépassant 65% et des hauteurs de 1 m. Cependant, on a pu constater une certaine dégradation et assèchement des plantules dus à la présence de pâturage.

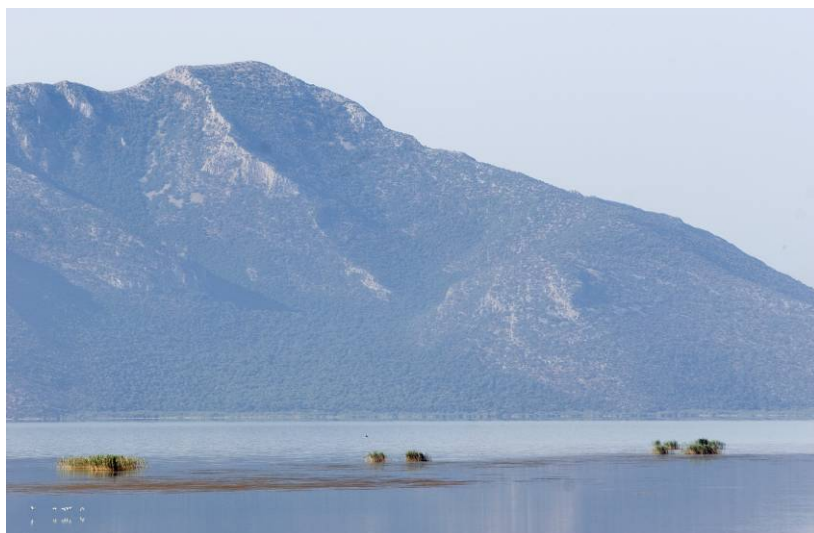
La régénération remarquable de la roselière a permis la consolidation de la nidification de plusieurs espèces d'oiseaux d'eaux comme : l'Aigrette garzette, la Poule d'eau, la Foulque macroule, le Canard colvert dans l'ensemble des marais.



Bancs de phragmites le long des berges nord du Jebel en S₈ - été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE



Bancs de phragmites au niveau des berges nord du lac, en S₂ – été 2007
Photo P. Amouroux/A NPE



Reprise de la roselière au niveau de S₆ – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

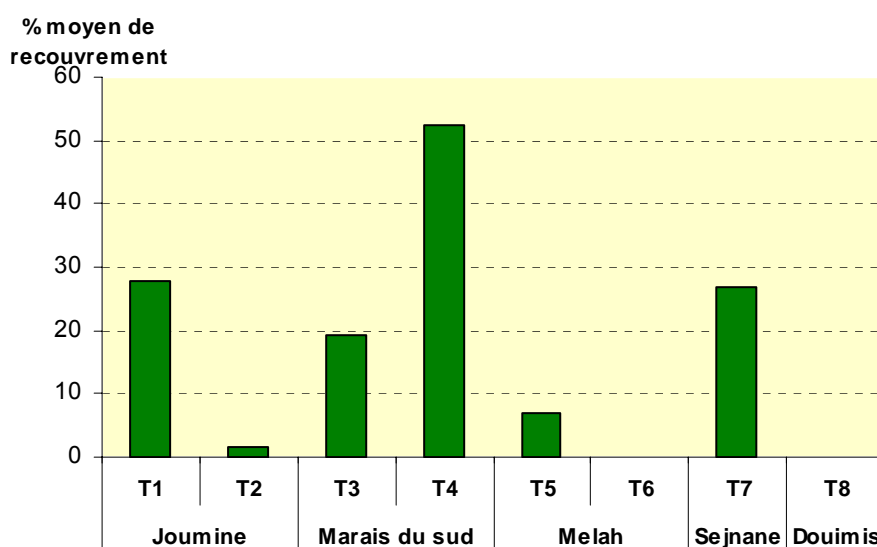


Reprise de la roselière au niveau du secteur de Tinja et qui sert de refuge et de support à la nidification – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

2.2.2 Etat de la scirpaie

De façon globale la présence de *Scirpus maritimus* durant le mois de juin 2007 a été enregistrée dans plus de 50 % des stations explorées, surtout dans les parties amont des transects. **On a relevé des recouvrements relativement importants notamment dans la partie Est des marais de Joumine (T₁) et dans les marais du Sud (T₃ et T₄) avec des pourcentages de 70% sur plusieurs stations.** Le transect T₄ présente d'ailleurs une moyenne de recouvrement supérieure à 50% comme le montre le graphique suivant qui 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



Les hauteurs des plantules mesurées durant la campagne du mois de juin 2007 traduisent également la vigueur de la reprise des scirpes. En effet, cette année on a pu enregistrer des hauteurs de plantes plus élevées encore que l'année dernière, dans les marais de Joumine et du Sud essentiellement. Les hauteurs moyennes ont varié de 5 cm à 41,7 cm avec un maximum de 125 cm au niveau des marais du Sud (T₄S₃)

Variations de la hauteur des plantules de *Scirpus maritimus* selon les transects du mois de juin 2007 (exprimée en cm)

Transect	Moyenne	Max	Station de Max
T ₁	32	60	S ₄ - S ₅
T ₂	5	7	S ₃ - S ₄
T ₃	15	35	S ₁₀ - S ₁₁
T ₄	41.7	125	S ₃
T ₅	22.5	30	S ₁₃
T ₆	0	-	-
T ₇	25	35	S ₆
T ₈	0	-	-

Compte tenu des conditions hydroclimatiques un peu moins favorables que les dernières années, on a enregistré cette année une relative diminution des superficies occupées par les scirpes, notamment dans les parties hautes des marais de Joumine par rapport à 2005/2006. **Cependant dans les stations où les scirpes sont présents ils sont plus vigoureux avec des recouvrements plus importants (plus de 10 stations avec des recouvrements supérieurs à 60%) et des hauteurs de plantes élevées (maximum de 125 cm enregistré).**

Durant le mois de juin 2007, la scirpaie a été observée dans 6/8 des transects et l'on a pu observer une évolution contrastée des scirpes selon les marais et à l'intérieur même des marais selon leur topographie.

- Marais de Joumine :

* *Transect T1* : le recouvrement moyen de *Scirpus maritimus* a été de l'ordre de 28% avec une hauteur moyenne de 32 cm et un maximum de 60 cm (S₄-S₅). L'inondation partielle de cette zone durant l'hiver et le printemps 2007 y a entraîné une diminution du développement des Scirpes par rapport à 2006 (48%). Par contre au niveau des dépressions situées en bordure des berges Est de l'Oued Joumine (en face de S₁ et S₂), on a pu constater la présence de scirpes avec un recouvrement de plus de 60%. Ces plantules sont en état d'inflorescence, de plus de 80 cm de haut.



Inflorescences des scirpes au niveau du marais de Joumine – juin 2007
Photo N. Ben M'Barek

Présence spectaculaire de scirpes dans les dépressions situées dans les marais de Joumine (en face de S₁ et S₂) – juin 2007
Photo N. Ben M'Barek

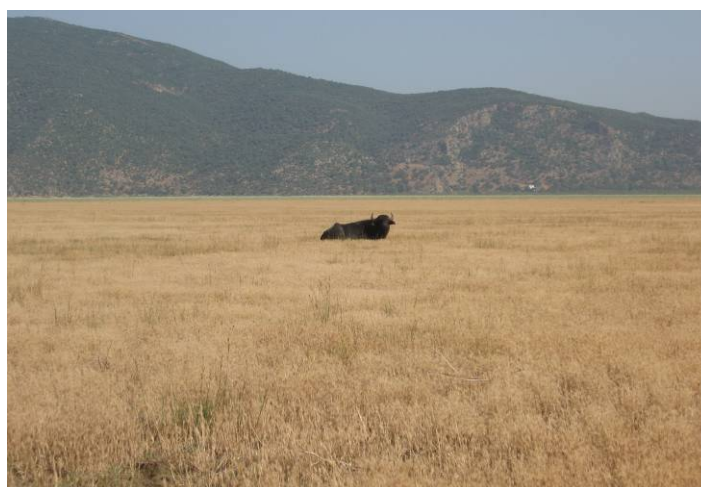
De S₁ à S₉, les plantules de scirpes sont associées à *Scolymus hispanicus*, *Galactites tomentosa* et *Ammi visnaga*, cette dernière est présente avec un recouvrement de plus de 70% pour certaines stations, avec des hauteurs de 10 à 100 cm.



Association de scirpes avec *Ammi visnaga*, *Scolymus hispanicus*, *Galactites tomentosa* dans les parties hautes des marais de Joumine – juin 2007

Photo N. Ben M'Barek

* **Transect T₂**: La présence de scirpe dans cette zone est localisée dans des petites dépressions présentant moins de 2% du recouvrement total du sol. L'*Hordeum maritimum* forme des pelouses auxquelles peuvent s'associer *Scolymus hispanicus*, *Galactites tomentosa* et *Ammi visnaga*. En effet, compte tenu de sa topographie et de sa proximité au Jebel, les habitants du jebel peuvent y faire pâturer leur bétail.



Prairie à *Hordeum maritimum* dans la partie Ouest des marais de Joumine
juin 2007

Photo N. Ben M'Barek

Marais du Sud :

* *Transect T₃* : la partie amont du transect montre des îlots d'*Hordeum maritimum* au sein d'une végétation à base d'*Ammi visnaga* et de *Salicornia arabica*. Par contre, la partie aval du transect, zone plus basse, présente une scirpaie relativement dense avec un recouvrement de 19,4% et des plantules ne dépassant pas 30 cm.



Îlots d'*Hordeum maritimum*, d'*Ammi visnaga* et de *Salicornia arabica* dans la partie amont du transect T₃ – juin 2007
Photo N. Ben M'Barek



Scirpaie dans la partie aval du transect T₃ – juin 2007
Photo N. Ben M'Barek

* *Transect T₄* : la présence d'eau durant l'hiver et le printemps 2007 dans la partie aval de l'Oued Ghezala, a favorisé une régénération remarquable de la scirpaie dans toutes les stations avec un recouvrement moyen dépassant 50% et des plantes en inflorescence présentant des hauteurs de plus de 120 cm.



Scirpaie dense et vigoureuse dans les marais du Sud (T₄) en juin 2007 – juin 2007
Photo N. Ben M'Barek



Marais de Melah :

* *Transect T₅* : cette partie des marais de Melah a montré un recouvrement de plus de 70% d'*Hordeum maritimum* dans la partie amont du transect avec un recouvrement de scirpes ne dépassant pas 12%. La partie aval montre une extension de *Salicornia arabica* (20 à 40%) jusqu'en bordure du lac.



Partie aval des marais du Melah - juin 2007
Photo N. Ben M'Barek

* *Transect T₆* : il s'agit de la zone la plus basse de marais de Melah, la partie non inondée en eau ne dépasse pas 500 m et montre le développement de quelques touffes de salicornes (16.6%) le reste est un sol nu et humide (83.4%).

- Marais de Sejnane :

* *Transect T₇* : sur les 17 stations observées, trois stations seulement montrent la présence de Scirpes mais avec un recouvrement moyen de 26.7%.

- Marais de Douimis :

* *Transect T₈* : durant le mois de juin 2007, le marais de Douimiss est encore inondé sauf une portion de 400 m asséché montrant la présence de quelques pieds de scirpes et des plantules de phragmites couvrant 65% de la zone. La présence de phénomène de pâturage a cependant entraîné leur dégradation et assèchement.

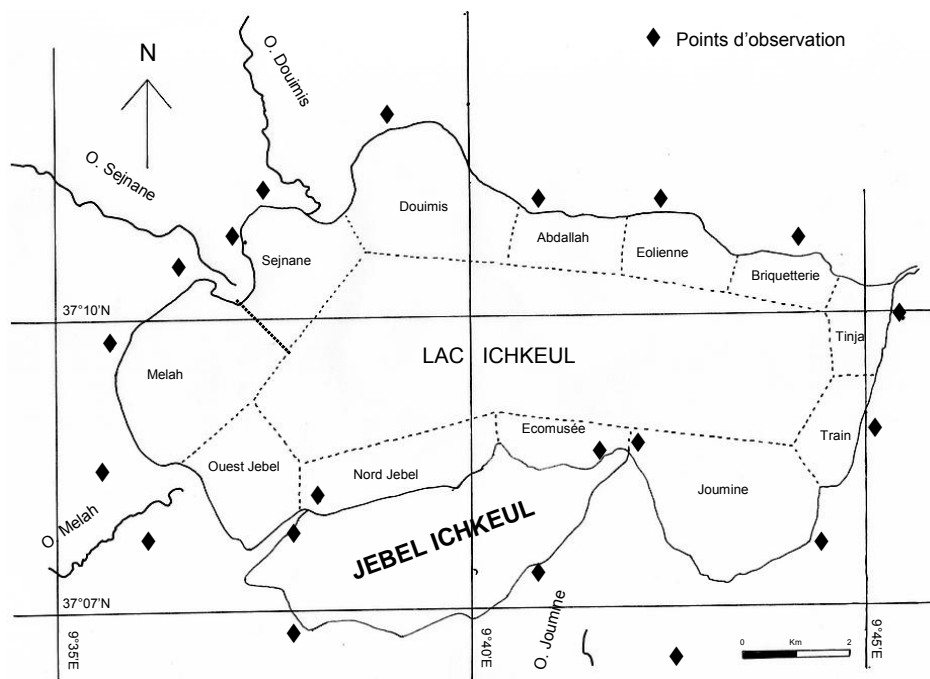
IV Avifaune⁵

1 Oiseaux d'eau hivernants

Des dénombrements systématiques des principales espèces d'oiseaux d'eau hivernants à l'Ichkeul ont été effectués durant l'hiver 2006-2007. Ces dénombrements ont été réalisés selon le protocole traditionnel de comptage utilisé habituellement pour définir 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



⁵ Résultats obtenus dans le cadre de l'expertise réalisée par l'Association des Amis des Oiseaux durant l'hiver 2006/2007 pour le compte de l'ANPE

Les résultats de dénombrement des oiseaux d'eau pour le mois de janvier 2007 sont donnés dans le tableau suivant.

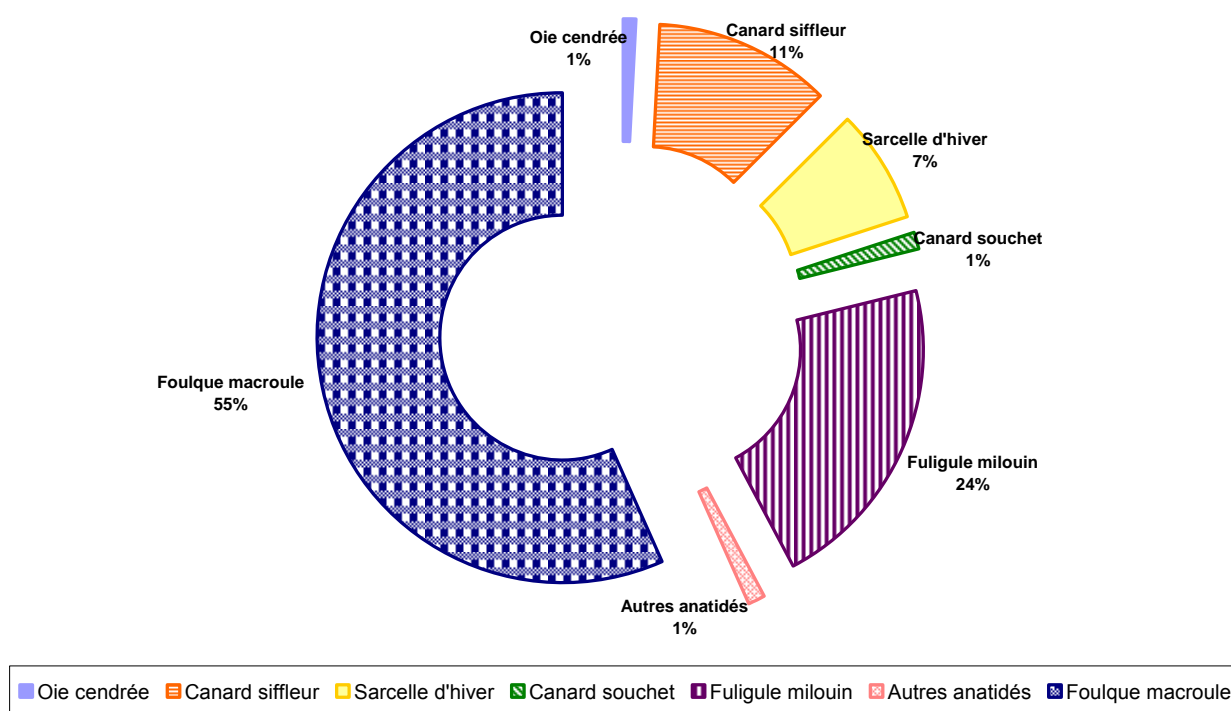
	début Janvier 2007	mi- Janvier 2007	fin Janvier 2007
<i>Podicipedidae</i>			
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i>	14	29	14
Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	6	5	17
Grèbe à cou noir <i>Podiceps nigricollis</i>	12	10	
<i>Phalacrocoracidae</i>			
Grand cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	35	17	48
<i>Ardeidae</i>			
Héron garde-boeufs <i>Bubulcus ibis</i>	57	12	64
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	14	13	21
Grande aigrette <i>Egretta alba</i>	7	6	2
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i>	19	8	7
<i>Threskiornithidae</i>			
Spatule blanche <i>Platalea leucorodia</i>	32	29	32
<i>Anatidae</i>			
Oie cendré <i>Anser anser</i>	945	1004	768
Tadorné de Belon <i>Tadorna tadorna</i>	95	47	65
Canard siffleur <i>Anas penelope</i>	10874	15247	9546
Canard chipeau <i>Anas strepera</i>	45	28	23
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i>	8547	9845	8746
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>	395	684	794
Canard pilet <i>Anas acuta</i>	578	451	357
Canard souchet <i>Anas clypeata</i>	1947	1457	943
Sarcelle marbrée <i>Marmaronetta angustirostris</i>	5		8
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	32450	27814	29784
Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>	6	7	
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i>	17	12	12
Erismature à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>			
Canard sp			
<i>Rallidae</i>			
Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	15	28	9
Foulque macroule <i>Fulica atra</i>	65780	74210	58912
<i>Accipitridae</i>			
Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i>	14	5	11
TOTAL oiseaux d'eau	122011	130 968	110183

Ces résultats montrent une fréquentation très importante des oiseaux d'eau hivernant qui s'est poursuivie jusqu'à la fin du mois de janvier 2007 avec un maximum au milieu du mois.

Ces résultats globaux de dénombrements montrent que les effectifs des populations d'anatidés et de foulques ont légèrement augmenté par rapport à l'année précédente puisqu'à la mi-janvier 2007 on a pu dénombrer un nombre total dépassant 130000 oiseaux (un peu plus de 124000 en janvier 2006).

La composition du peuplement a été également maintenue avec une prédominance des quatre espèces principales des oiseaux d'eau migrateurs qui représentent plus de 90% du peuplement des anatidés et foulques comme le montre le graphique suivant.

Répartition par espèces (anatidés et foulques) en janvier 2007



On peut remarquer une forte proportion des effectifs de foulques macroules qui représentent plus de 50% de la population ainsi que des fuligules milouins (24%). Le nombre des canards siffleurs a par contre diminué par rapport à l'année dernière. La population des oies cendrées, avec à peine 1000 individus n'a toujours pas repris sa place au sein des anatidés.

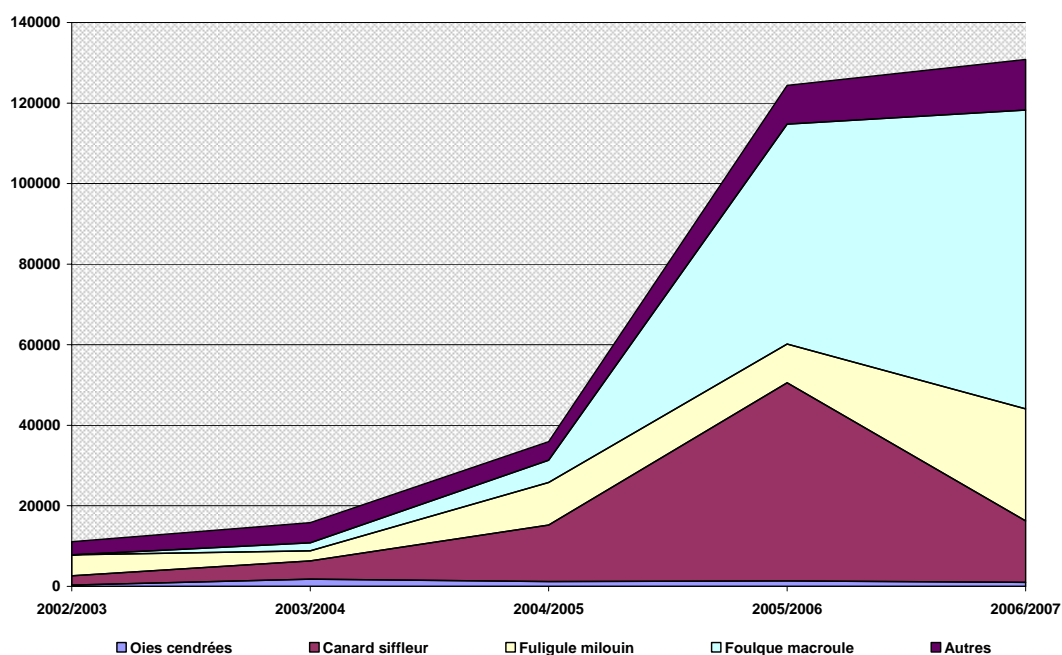
L'évolution de la population d'anatidés et de foulques ces dernières années est donnée dans le tableau ci-dessous :

Résultats des dénombrements d'anatidés et de foulques durant l'hiver 2006/2007

	Hiver 2006-2007	Hiver 2005-2006	Hiver 2004-2005	Hiver 2003-2004	Hiver 2002-2003*
Oie cendrée (<i>Anser anser</i>)	1004	1336	1151	1775	330
Canard siffleur (<i>Anas penelope</i>)	15247	49198	14076	4530	2255
Fuligule milouin (<i>Anas ferina</i>)	27814	9645	10540	2500	5250
Canard colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)	684	784	450	495	-
Canard chipeau (<i>Anas strepera</i>)	28	20	12	1400	-
Canard pilet (<i>Anas acuta</i>)	451	414	420	1300	280
Canard souchet (<i>Anas clypeata</i>)	1457	6399	1800	900	1590
Sarcelle d'hiver (<i>Anas crecca</i>)	9845	1752	1800	461	700
Autres anatidés	66	260	88	450	637
Foulque macroule (<i>Fulica atra</i>)	74210	54560	5550	2000	20
Total canards et foulques	129802	123032	34736	14036	10732
Total général	130806	124368	35887	15811	11062

Le graphique suivant illustre l'évolution de la composition des populations d'anatidés et foulques et montre la poursuite du 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





Concentrations d'oiseaux d'eau
hiver 2006/2007
Photo H. Azafaf



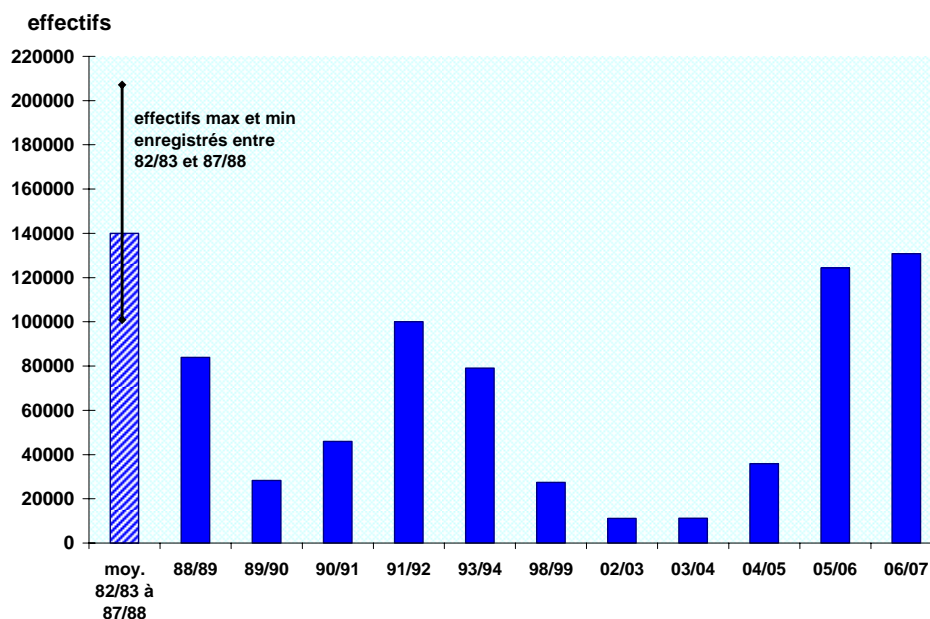
Fuligules milouins
Photo P. Amouroux/ANPE



Concentrations de foulques macroules et fuligules milouins
Photo P. Amouroux/ANPE

Par rapport à 2005/2006 on a pu constater la consolidation du retour à la normale en terme de fréquentation des oiseaux d'eau à l'Ichkeul amorcé l'année dernière. **En effet, comme le montre le graphique suivant, les effectifs de l'hiver 2006/2007 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 à 2007

2. Les oiseaux nicheurs et estivants

Les prospections effectuées dans les marais autour du lac Ichkeul et le long des embouchures des oueds durant l'été ont pu confirmer là encore la reprise de la nidification en général avec l'extension et la reprise de la végétation hygrophile qui sert d'abri aux nids, comme les ceintures de tamaris et les îlots de phragmites.

L'héronnière réinstallée depuis le printemps 2003 à l'embouchure de l'oued Sejnane continue de se développer. Elle compte toujours 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, mais aussi des Hérons bihoreau, Hérons crabier, Hérons cendrés, Aigrettes garzette et Grande Aigrette.



Aigrettes garzette dans les tamaris en bordure de l'oued Sejnane – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

Adulte de Héron Bihoreau en bordure de l'oued Sejnane – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE



Hérons cendrés, aigrette garzette et goelands à l'Ichkeul – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE



Hérons s'abritant dans la végétation fournie à
l'embouchure de l'oued Joumine – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

Parmi les autres espèces nicheuses ou estivantes observées on peut citer des spatules blanches, des canards colvert, des foulques qui restent nicher à l'Ichkeul mais aussi la présence de poules d'eau surtout dans la roselière de l'oued Joumine.



Poule d'eau dans la roselière en bordure de
l'oued Joumine
Photo N. Ben M'Barek



Foulques macroules devant les bancs de phragmites sur le versant nord du Jebel – été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

Durant la période estivale de 2007 on a pu noter une présence des flamants roses plus importante que les dernières années. La salinité des eaux n'étant pas très élevée pour la saison, cette présence révèle la richesse biologique du milieu.



Concentrations de flamands roses à l'Ichkeul en été 2007
Photo P. Amouroux/ANPE

DEUXIEME PARTIE

Assistance à la recherche

Plusieurs sujets de recherches ont été poursuivis ou entamés durant l'année 2007, parmi les quels trois ont été soutenus:

- ✚ Mastère de Géologie Appliquée à l'Environnement à la Faculté des Sciences de Tunis, Département de Géologie, le sujet est intitulé: «**Impacts des rejets urbains et industriels : Conséquences sur les marais de Joumine du lac Ichkeul**» (Ezzedine BOUTERRAA) soutenu le 14 juin 2007.

L'étudiant a pu effectuer l'analyse géochimique et minéralogique des eaux et sédiments superficiels de l'Oued et des marais de Joumine, durant deux campagnes en 2006 (une estivale et une hivernale) afin de voir l'impact des apports de l'Oued Joumine sur les marais de Joumine. L'analyse de la qualité des eaux durant ces deux campagnes a montré des teneurs légèrement supérieures aux normes de potabilité des eaux durant l'été 2006 pour l'Oued Joumine alors que ces teneurs deviennent faibles en hiver après les crues et les lâchers d'eau du barrage Joumine. Pour les teneurs en métaux en traces (Cr, Pb, Zn, Cu) dans les sédiments superficiels de l'oued et des marais de Joumine les analyses ont montré des valeurs plus élevées en Pb et le Cu dans les marais par rapport à l'Oued alors que pour Cr et le Zn les teneurs sont plus importantes dans l'oued Joumine.

L'analyse minéralogique des sédiments a montré des pourcentages en Smectite plus élevés dans les sédiments des marais que dans ceux de l'Oued Joumine, ceci est probablement dû au faible drainage dans ces marais et à une élévation de la salinité des sédiments des marais surtout en été. Pour l'oued Joumine on a pu noter la présence des teneurs élevées en Kaolinite dans les argiles des sédiments provenant des apports Plio-quaternaires du bassin versant de Joumine.

**Pourcentages des minéraux argileux
dans les sédiments superficiels de l'oued et marais Joumine (été 2006)**

Station	Kaolinite	Illite	Smectite
O. Joumine	48.4%	26.2%	25.4%
Marais Joumine	28.8%	11.8%	59.4%

✚ Projet de fin d'études du cycle ingénieur, à l'Institut National Agronomique de Tunisie, Département des Ressources Halieutiques et des Technologies Agro-alimentaires, le sujet est intitulé: «**Contribution à l'étude du peuplement benthique du lac Ichkeul (printemps 2007)**» (Amel ZARROUK) soutenu le 26 juin 2007.

Dans le présent travail, l'étudiante a entrepris une étude écologique du benthos dans les sédiments superficiels du lac Ichkeul afin d'évaluer la macrofaune après la succession de plusieurs années humides. Deux campagnes printanières d'échantillonnages ont été effectuées durant le mois d'avril et de mai 2007, dans 8 stations représentant la totalité du lac. L'analyse de la structure de la macrofaune benthique du lac Ichkeul a montré la présence de 18 espèces réparties sur divers groupes taxonomiques :

- Mollusques Bivalves qui sont représentés par : *Cerastoderma glaucum* et *Scrobicularia plana* ;
- Mollusques Gastéropodes sont représentés par : *hydrobia ventrosa* et *Hydrobia acuta*
- Polychètes : *Neris diversicolor*
- Crustacés Amphipodes tels que : *Gammarus insensibilis*, *Gammarus aequicauda*
- Crustacés Isopodes tels que : *Idotea balthica*

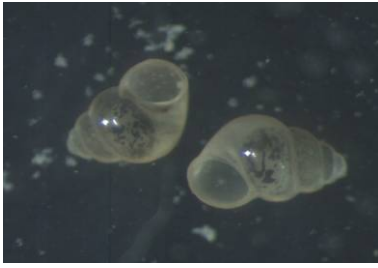
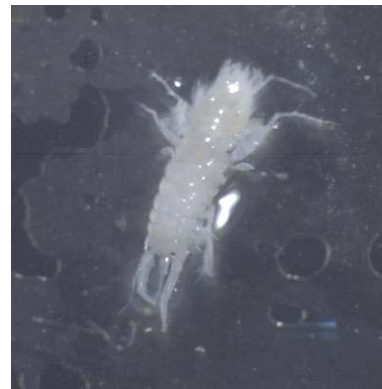
L'étude de la biomasse des Mollusques par classe de taille a permis de montrer que la majorité des individus sont de petite taille (stade juvénile). La faune benthique du lac Ichkeul reste relativement peu diversifiée dans la plupart des stations, mais elle présente des abondances relativement élevées. Le suivi des peuplements benthiques du lac Ichkeul durant les différentes saisons est nécessaire, vu l'utilité du benthos comme indicateur du milieu.



Cerastoderma glaucum



Scrobicularia plana

*Hydrobia ventrosa**Hydrobia acuta**Nereis diversicolor**Idotea balthica*

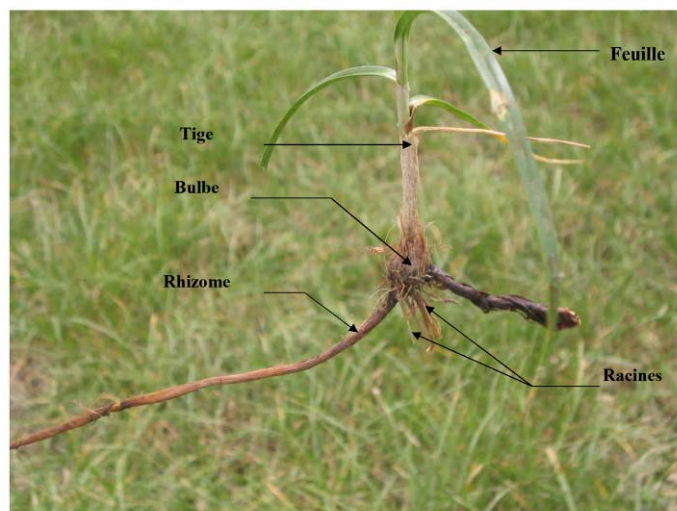
Photos A. Zarrouk

- ✚ Mastère en Production et Ecosystème aquatique à l'Institut National Agronomique de Tunisie intitulé : « **Contribution à l'étude écobiochimique et biochimique du *Scirpus maritimus* dans les marais du Parc National de l'Ichkeul** » (Zouhaira TRABELSI) soutenu le 9 juillet 2007.

L'étudiante a pu confirmer la réinstallation des Scirpes dans les marais de l'Ichkeul et surtout dans les marais de Joumine et du Sud. Les campagnes de prospections et d'échantillonnages de *Scirpus maritimus* ont été effectuées, sur les marais de Joumine et du Sud, avec une fréquence mensuelle du mois de juin 2005 au mois de mai 2006.

Etat de la Scirpaie

Les résultats obtenus ont montré une densité moyenne des tiges de scirpes maritimes de 520 tiges/m² sur ces marais durant le mois de mai 2006. L'étude de la biomasse de la partie endogée a permis de déterminer la phase de maturation des bulbes et des réseaux souterrains (racines et rhizomes) qui s'effectue au mois de septembre. La biomasse bulbaire la plus importante a été trouvée dans les marais du Sud de 320 g/m².

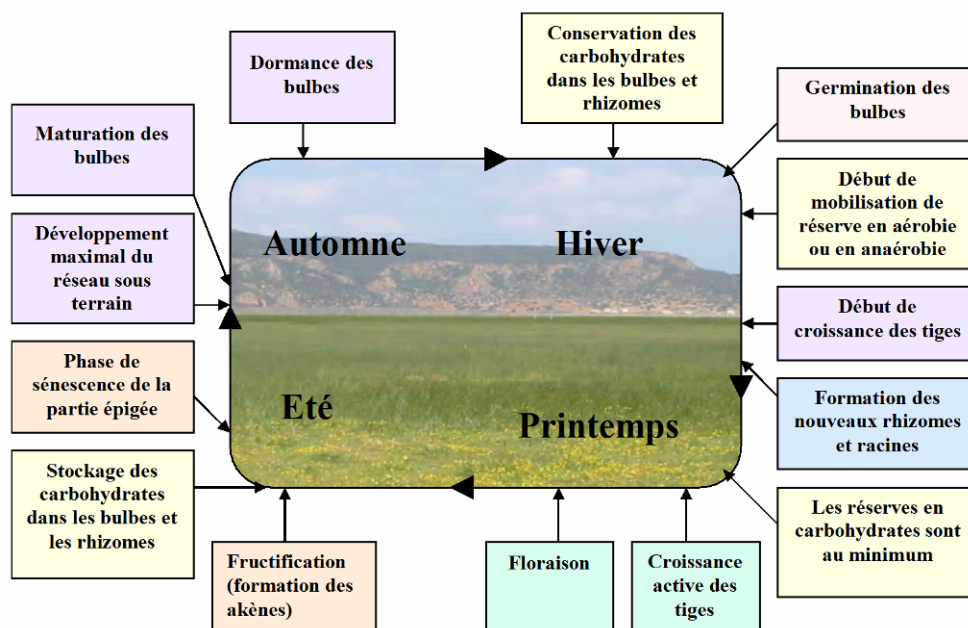


Plante de *scirpus maritimus* dans les marais de Joumine - mai 2007
Photo Z. Trabelsi

Réserves en carbohydrates

La composition biochimique des bulbes a montré qu'ils présentent une richesse en carbohydrates par rapport aux rhizomes. Les réserves carbohydriques stockées en été, sont ensuite consommées par la plante au printemps pour donner de nouvelles plantules.

A partir de ses observations, l'étudiante a récapitulé le cycle annuel de la croissance et du stockage des carbohydrates chez *Scirpus maritimus*.



Cycle annuel de croissance et de stockage des carbohydrates par *scirpus maritimus* dans les marais de Joumine

Infestation des bulbes

Une infestation des bulbes a été remarquée par une larve de Coléoptère de la famille des Buperstidae : *Cyphosoma lawsoniae* signalé pour la première fois en Tunisie. C'est un insecte qui dégrade les réserves des bulbes. Une étude plus poussée doit être effectuée afin d'évaluer l'étendue et l'origine de cette infestation.



Cyphosoma lawsoniae infestant les bulbes de *Scirpus maritimus*.
Photo Z. Trabelsi

Bulbe de *Scirpus maritimus* infesté par la larve de *Cyphosoma lawsoniae*
(station 3 du marais de Ghézala, août 2005).
Photo Z. Trabelsi



Ce foisonnement de travaux de recherche permet des échanges fructueux avec l'équipe de l'Unité Ichkeul chargée du suivi. Ils devraient permettre également d'apporter des éclairages nouveaux à certains phénomènes de régénération ou autres et nous aider à poursuivre le programme de suivi scientifique sur une base cohérente et intégrée.

TROISIEME PARTIE

Aspects relatifs à la gestion de l'eau

I La gestion hydrique interannuelle de l'Ichkeul

Le fonctionnement écologique du lac Ichkeul et de ses marais est fortement contrôlé par deux paramètres limitants, à savoir les niveaux d'eau et la salinité des eaux du lac, qui dépendent eux-mêmes de deux facteurs essentiels :

- les apports d'eau douce du bassin versant (en amont)
- les échanges d'eau avec la mer, via le lac de Bizerte et le canal naturel de Tinja reliant les deux lacs (en aval).

La gestion hydrique du système lac-marais est donc un des éléments fondamentaux de la gestion du parc et elle est déterminée d'une part par la gestion des eaux dans le bassin versant, notamment la gestion des barrages et leur interconnexion avec ceux de l'extrême nord et d'autre part par la maîtrise des échanges avec le lac de Bizerte par la gestion de l'écluse de Tinja.

Cependant il faut se garder de vouloir chercher à maximiser les apports d'eau du bassin pour avoir des conditions favorables toutes les années. En effet, comme la plupart des écosystèmes méditerranéens, ceux de l'Ichkeul ont été façonnés au cours du temps par la succession de « bonnes » mais aussi de « mauvaises » années et appliquer une gestion hydrique au jour le jour qui privilégierait la satisfaction systématique des contraintes écologiques pourrait aboutir à des dérives vers des écosystèmes que l'on n'a jamais réellement connus.

La progression exceptionnelle des herbiers de potamots qui couvraient près de 80% de la superficie du lac en 2005/2006 suite aux conditions climatiques extrêmement favorables quatre hivers successifs constitue un avant-goût de ce qui pourrait se produire et des inconvénients que cela engendrerait. En effet, une telle extension d'herbiers denses, si elle se reproduisait régulièrement, pourrait entraver la circulation de l'eau dans le lac et avoir un impact sur la qualité de ces eaux avec des risques non négligeables d'eutrophisation. Même si cela peut paraître paradoxal, la régression constatée cette année vers une extension des herbiers plus « normale », qui reste de toutes façons supérieure à 1993, est sans doute une bonne chose pour un développement optimum des écosystèmes du lac.

D'un point de vue hydrologique cela revient à privilégier une gestion interannuelle des divers ouvrages hydrauliques qui admet l'éventualité de certaines régressions des écosystèmes dans la mesure où elles restent peu étendues dans le temps et maîtrisables. Cette option de gestion de l'eau est confortée par la restauration

constatée de l'ensemble des compartiments écologiques du système lac-marais ces dernières années après une disparition quasi-complète pendant près de dix ans et qui montre que les écosystèmes conservent des capacités de régénération qui s'expriment de façon durable dès que les conditions de milieu deviennent à nouveau favorables.

II Comportement hydrologique du bassin versant de l'Ichkeul en 2006/2007

En 2006/2007, l'apport total dans le bassin versant a atteint 231 millions de m³ soit un peu moins de 70% de la moyenne interannuelle de 340 millions de m³. Ce déficit existe aussi au niveau des bassins des barrages qui n'ont reçu qu'un volume de l'ordre de 170 millions de m³. En outre, ces apports ont été très mal répartis dans l'année avec un automne et un hiver peu pluvieux. A la fin du mois de février les apports aux trois barrages atteignaient en effet seulement 52 millions de m³ soit moins du 1/3 des apports de l'année et les stocks d'eau dans les barrages étaient très faibles avec 151,85 millions de m³ représentant 56% seulement du stock d'eau enregistré à la même époque l'année précédente.

Dans ces conditions il était difficile d'envisager des lâchers d'eau des barrages pour l'Ichkeul, même si les salinités durant les mois de janvier et février 2007 dépassaient encore 10 g/l. A partir du mois de mars, très pluvieux, les conditions de milieu dans l'Ichkeul se sont rapidement améliorées de façon notable, la salinité notamment est descendue au dessous de 10 g/l. Aussi il n'a pas été jugé nécessaire de demander des lâchers d'eau, seule l'écluse a été fermée partiellement pour conserver le maximum d'eau douce dans le lac. Ceci explique les faibles apports des barrages cette année, sachant que les conditions de milieu de l'Ichkeul ont finalement été favorables au maintien voire au développement des écosystèmes.

On peut noter d'ailleurs que durant la période des cinq dernières années (2002/2003 à 2006/2007) la moyenne interannuelle des apports en provenance des barrages est de 176 millions de m³, nettement supérieure aux valeurs de 80 à 120 millions de m³ recommandées en 2003. Si l'on considère la période plus longue à partir de l'exploitation du barrage de Sejnane (1998/1999) cette moyenne est de l'ordre de 100 millions de m³ et reste dans l'intervalle des valeurs citées plus haut.

La détermination, aussi précise que possible, des besoins en eau de l'Ichkeul en fonction de la satisfaction des différents compartiments écologiques est ainsi primordiale pour être en mesure d'optimiser l'utilisation de l'eau pour l'Ichkeul, l'eau étant une ressource naturelle capitale pour le développement du pays.

III Détermination des besoins en eau – Utilisation des modèles

C'est afin de mieux maîtriser les procédures de demandes de lâchers d'eau que dans une première étape les modèles de gestion et de prévision pour l'Ichkeul, élaborés lors de l'étude pour la sauvegarde de l'Ichkeul entre 1993 et 1996, ont été réactualisés en terme d'environnement informatique et de paramètres d'entrée pour mieux coller à la réalité.

Il s'agit essentiellement :

- d'un modèle de simulation qui sur la base de séries historiques permet d'appliquer et d'évaluer divers scénarios de gestion des ouvrages hydrauliques (barrages et écluse) par rapport au degré de satisfaction des contraintes écologiques des différents compartiments de l'Ichkeul,
- d'un modèle de prévision sur 12 mois du comportement du lac exprimé en termes de niveau d'eau et de salinité selon trois séries types d'années pluviométriques (sèche, moyenne et humide) et en fonction de trois périodes de crues (novembre, janvier et mars).

Au cours de chaque année, les modèles seront utilisés pour étayer les demandes en eau des barrages éventuelles selon le principe de l'utilisation suivant :

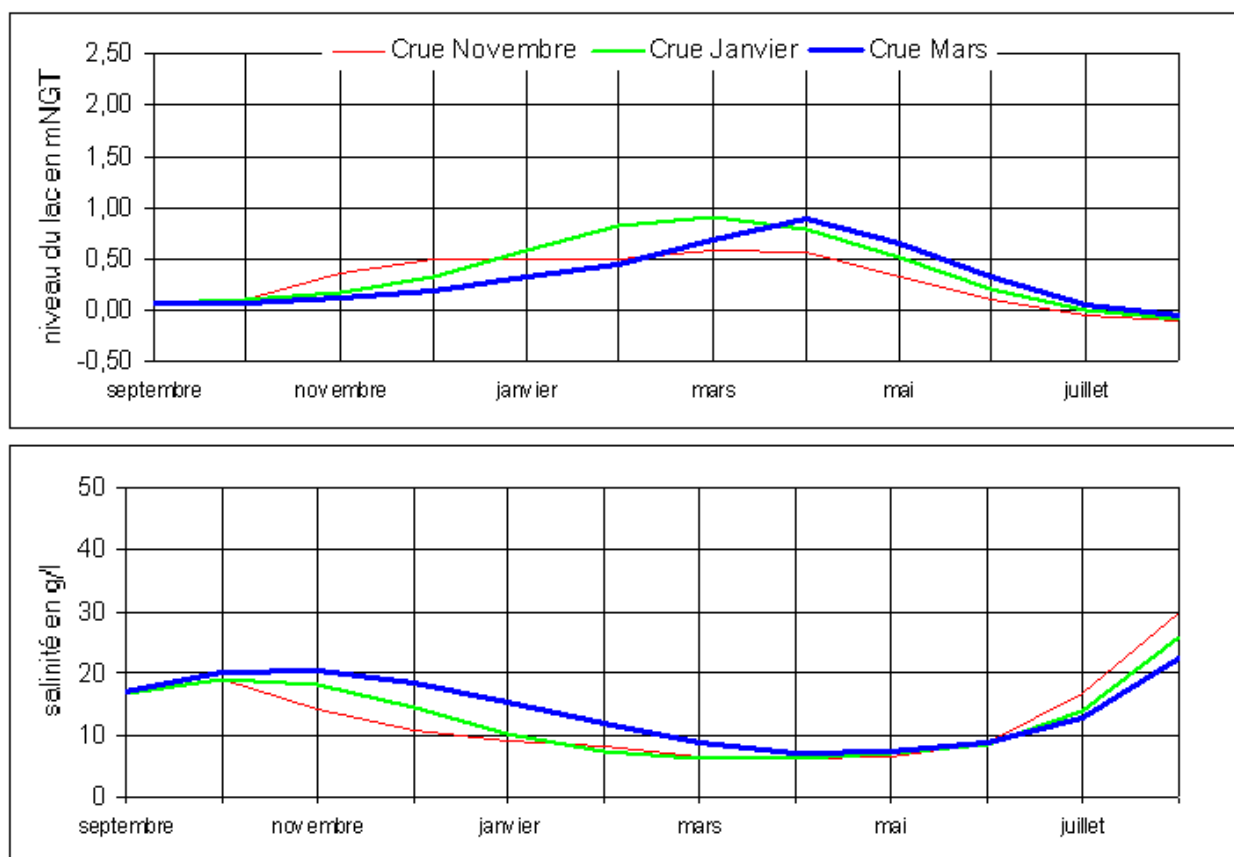
- tout d'abord, le lancement du modèle de gestion sur la série historique s'achevant le 31 août de l'année précédente permet d'obtenir :
 - une appréciation rapide de l'état des différents compartiments par l'examen des différents indices de satisfaction
 - la distribution des années défavorables à chacun des compartiments. Leur examen permettra alors de cerner les compartiments pour lesquels une année défavorable supplémentaire risquerait de mettre leur préservation en péril
- à l'aide du modèle de prévision, on recherchera, pour l'année hydrologique en cours, les apports au lac nécessaires pour satisfaire en priorité les contraintes de ces compartiments. Différentes alternatives peuvent alors être testées pour la gestion de l'écluse et les lâchers de barrages. Cette prévision devra être répétée au cours de l'année pour affiner les résultats en tenant compte des conditions hydrométriques réelles enregistrées.

Premiers résultats des modèles

L'étude de réactualisation des modèles de l'Ichkeul étant en cours de finalisation, phase d'analyse des scénarios de gestion de l'eau, nous présentons ici quelques résultats préliminaires du modèle de prévision appliqué pour l'année en cours à partir du mois de septembre 2007. Les données d'entrée sont la situation initiale du lac au 1^{er} septembre 2007 en termes de salinité et de niveau d'eau, la situation initiale des barrages en termes de stocks ainsi que la gestion prévue de l'écluse et sans lâchers des barrages. La simulation a ensuite été lancée pour les trois types d'années.

Nous avons reproduit ici les graphiques des prévisions des niveaux et des salinités à partir de septembre 2007 pour une année de pluviométrie moyenne, qui correspond le mieux à la réalité jusqu'au mois de janvier.

Graphiques représentant les résultats du modèle de prévision pour l'année hydrologique 2007/2008
Type d'année pluviométrique moyenne



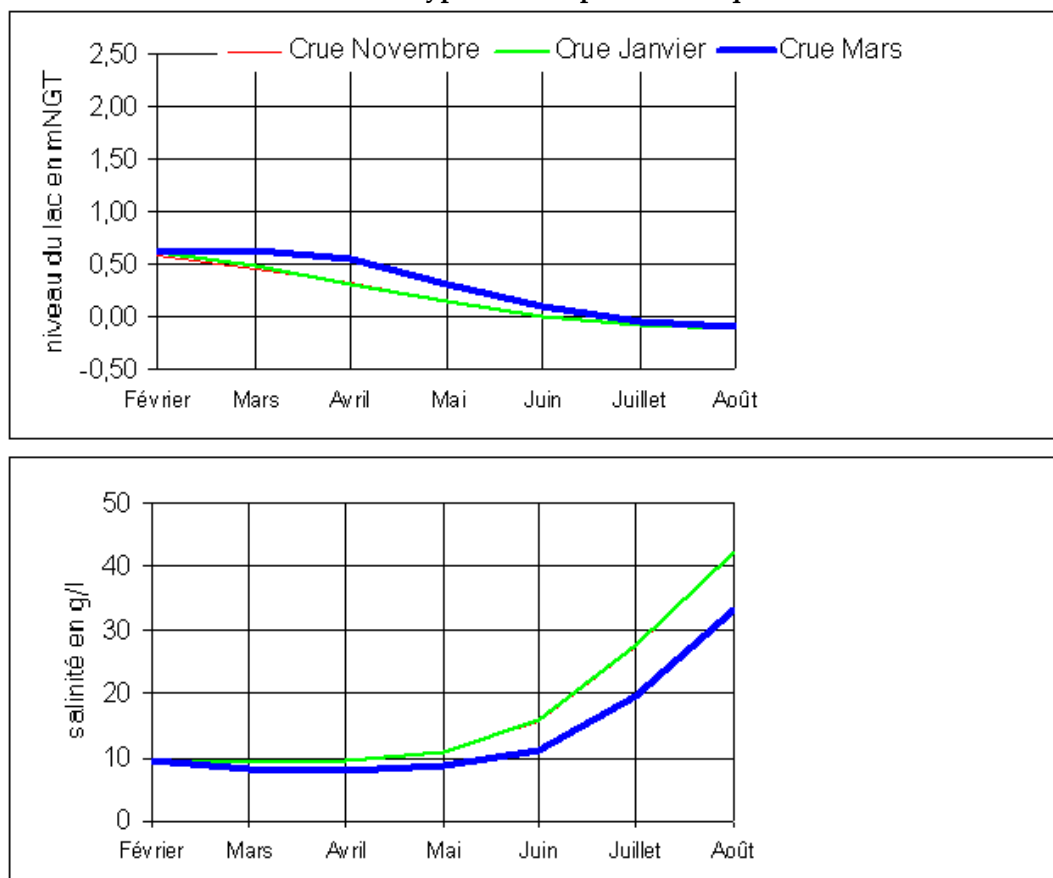
Dans les deux cas qui nous intéressent (situation intermédiaire entre les courbes rouge et verte, les principales crues ayant eu lieu au mois de décembre 2007), on constate :

- d'une part que les prévisions faites sont pertinentes puisque les niveaux d'eau et la salinité prévus pour le mois de janvier 2008 sont conformes aux valeurs enregistrées sur le terrain ;

- d'autre part que, si l'année demeure moyenne, la salinité devrait rester au dessous de 10 g/l dans les prochains mois, et ceci sans lâchers de barrages, et avec une écluse gérée.

Afin de prévoir le comportement du lac jusqu'à la fin de l'année hydrologique dans le cas où les pluies deviendraient faibles d'ici à la fin du printemps, nous avons fait tourner le modèle de prévision à partir du mois de janvier 2008 en appliquant une année type sèche avec l'écluse gérée et sans lâchers de barrages. Les données initiales sont les données réelles du lac et des barrages à la fin du mois de janvier 2008.

Graphiques représentant les résultats du modèle de prévision pour la fin de l'année hydrologique 2007/2008, à partir de fin janvier 2008 (période de février 2008 à août 2008)
Type d'année pluviométrique sèche



Les résultats montrent que pour les courbes rouge et verte, qui sont d'ailleurs confondues, la salinité reste un peu au dessous de 10 g/l, même s'il elle remonte en fin d'été, ce qui devrait permettre le maintien des herbiers de potamots du lac. Des prévisions répétées seront ainsi réalisées régulièrement jusqu'à la fin du printemps.

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 2006/2007.

Les résultats obtenus cette année montrent que, malgré des apports d'eau faibles mais avec une gestion adéquate de l'écluse, tous les compartiments des écosystèmes ont continué à se maintenir, voire à se développer. On peut donc estimer que la restauration est désormais complète et que le Parc National de l'Ichkeul présente actuellement les caractéristiques qui ont motivé son inscription sur la liste du Patrimoine Mondial.

Ainsi, les herbiers de potamots ont enregistré une superficie d'extension de près de 40 Km², supérieure notamment à celle de 1993 ; la végétation hygrophile des marais s'est développée de façon remarquable dans la quasi-totalité des marais et en bordure des oueds ; la scirpaie présente, notamment dans les marais du sud et dans les parties basses des marais de Joumine, des recouvrements très importants avec des hauteurs de plantes, plus de 1m par endroit, qui témoignent de la vigueur des scirpes ; la couronne de phragmites est elle aussi en train de se reconstituer de façon notable.

En terme de fréquentation des oiseaux d'eau migrateurs, pour l'hiver 2006/2007 on a pu enregistrer une augmentation du nombre de canards et de foulques par rapport à l'année dernière avec un effectif de 130 000 oiseaux, qui reste le plus fort enregistré depuis l'hiver 87/88. Cette amélioration se poursuit d'ailleurs actuellement, en 2007/2008, puisque les premiers recensements annoncent une fréquentation record. On assiste également à la colonisation importante de la végétation des marais (tamarisaie,..) et des phragmites par une population importante et très diversifiée d'oiseaux nicheurs. Par rapport à l'année dernière, la capture des poissons, notamment des anguilles, a nettement augmenté pour revenir à des niveaux appréciables qu'on n'avait pas connu depuis près de dix ans.

D'autre part, la réactualisation des modèles mathématiques de l'Ichkeul constitue un outil important pour l'optimisation des apports d'eau par rapport à la satisfaction des contraintes écologiques comme en attestent les premiers résultats préliminaires présentés dans ce rapport.

Les activités de recherche restent également essentielles pour une meilleure compréhension du fonctionnement et des évolutions des écosystèmes afin de compléter les observations réalisées lors du suivi scientifique. L'ANPE compte ainsi poursuivre et développer sa collaboration avec les diverses institutions impliquées dans la recherche sur des thèmes liés à la problématique des écosystèmes spécifiques de l'Ichkeul.



AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Centre Urbain Nord – 15 rue 7051 – Cité Essalem

BP n°52 – 1002 Tunis Belvédère - Tunisie

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

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