



ONAGRI  
TUNISIE

MICROFICHE N°

10753

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

Observatoire National de l'Agriculture  
30, Rue Alain Savary - 1002 Tunis

المركز الوطني للفلاحة  
30، شارع آلان سافاري - 1002 تونس

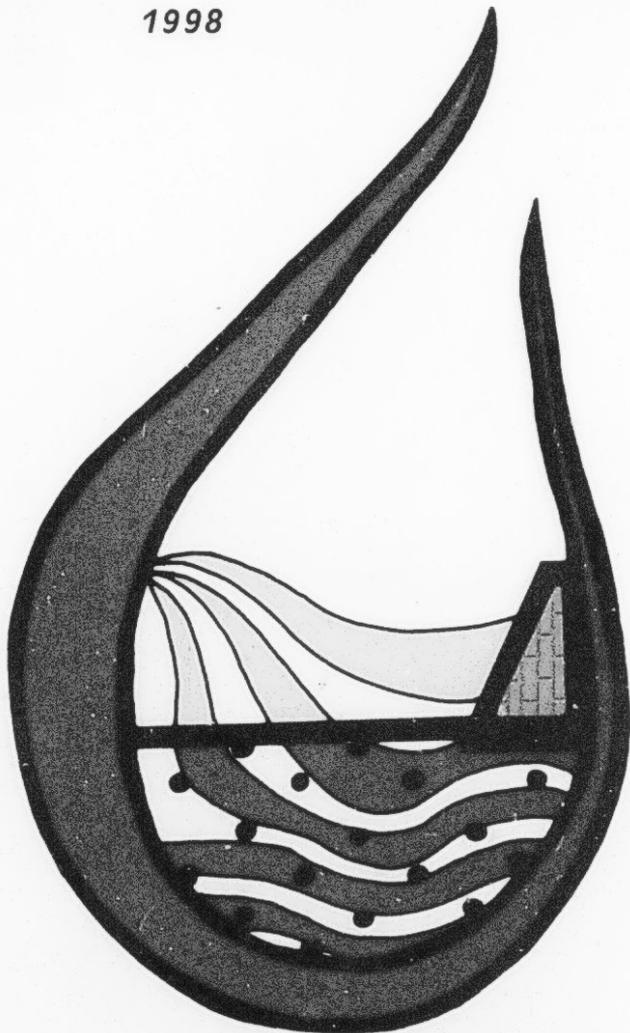
F

1

10753

# RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES DE TUNISIE

1998



PUBLICATION DE LA DIRECTION GENERALE DES RESSOURCES EN EAU  
43, RUE DE LA MANOUBIA - TUNIS 1008 - ☎ : 560 000 - FAX : 391 549

10753

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION GENERALE  
DES RESSOURCES EN EAU



# **RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES DE TUNISIE**

**1998**

PUBLICATION DE LA DIRECTION GENERALE DES RESSOURCES EN EAU  
43, RUE DE LA MANOUBIA - TUNIS 1008 - ☎ : 560 000- 391851 - FAX : 391 549

# S O M M A I R E

	Page
<i>AVANT- PROPOS</i>	
<b><i>PREMIERE PARTIE : BILAN DE LA RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES EN TUNISIE EN 1998</i></b> .....	1
I- INTRODUCTION .....	2
II- SITUATION PLUVIOMETRIQUE DE L'ANNEE 1997/1998 .....	2
III- RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES .....	4
IV- SITUATION PIEZOMETRIQUE .....	5
IV- CONCLUSION .....	6
<b><i>DEUXIEME PARTIE : LA RECHARGE ARTIFICIELLE A TRAVERS LES DIFFERENTES NAPPES: COMMENTAIRES &amp; TABLEAUX PAR SITE</i></b>	
<b>RECHARGE ARTIFICIELLE DU DE LA NAPPE DE RAS JEBEL</b> .....	7
I- INTRODUCTION .....	7
II- RECHARGE DE LA NAPPE DE RAS JEBEL .....	7
III- CONCLUSION .....	9
BIBLIOGRAPHIE .....	9
<b>RECHARGE ARTIFICIELLE DU SYSTEME AQUIFERE DE MORNAG</b> .....	11
I- INTRODUCTION .....	11
II- EVOLUTION DES VOLUMES INJECTES .....	11
III- PIEZOMETRIE .....	12
IV- CONCLUSION .....	13
BIBLIOGRAPHIE .....	14
<b>RECHARGE DES NAPPES DU CAP-BON</b> .....	18
I- INTRODUCTION .....	18
II- RECHARGE DE LA NAPPE DE GROMBALIA .....	18
III- RECHARGE DE LA NAPPE DE L'OUED SOUHIL .....	19
IV- CONCLUSION .....	20
BIBLIOGRAPHIE .....	20
<b>RECHARGE DE L'UNDERFLOW DE L'OUED SILIANA</b> .....	31
I. INTRODUCTION .....	31
II. PLUVIOMETRIE .....	31
III. EXPLOITATION .....	32
IV. EVOLUTION PIEZOMETRIQUE .....	33
V. VOLUME INFILTRE .....	34

VI. CONCLUSION .....	35
BIBLIOGRAPHIE .....	35
<b>RECHARGE DE LA NAPPE D'OUED EL KHAIRAT ET D'OUED LAYA .....</b>	<b>38</b>
BIBLIOGRAPHIE .....	38
<b>RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES DE TEBOULBA ET DE BEKALTA .....</b>	<b>39</b>
I. INTRODUCTION .....	39
II. RECHARGE DE LA NAPPE DE TEBOULBA .....	39
III. RECHARGE DE LA NAPPE DE BEKALTA .....	41
IV- CONCLUSION .....	43
BIBLIOGRAPHIE .....	44
<b>RECHARGE DES NAPPES DE SOUASSI ET BOUMERDES .....</b>	<b>48</b>
I. INTRODUCTION .....	48
II. CHOIX DES POINTS D'OBSERVATION .....	49
III. EVALUATION DE L'IMPACT DES AMENAGEMENTS DE CES .....	49
IV CONCLUSION .....	51
BIBLIOGRAPHIE .....	52
<b>RECHARGE DES NAPPES DU KAIROUANNAIS .....</b>	<b>53</b>
I. INTRODUCTION .....	53
II. RECHARGE DE LA NAPPE DE KAIROUAN .....	55
III. RECHARGE DE L'ENTITE DE FEJ ROUISSET .....	57
IV CONCLUSION .....	58
BIBLIOGRAPHIE .....	58
<b>RECHARGE DE LA NAPPE DE SIDI BOUZID .....</b>	<b>65</b>
I. INTRODUCTION .....	65
II. RECHARGE DE LA NAPPE DE SIDI BOUZID .....	65
IV CONCLUSION .....	67
BIBLIOGRAPHIE .....	67
<b>RECHARGE DES NAPPES DE THELEPTE-FERIANA ET DE SIDI MERZOUG-SBIBA .....</b>	<b>70</b>
I- INTRODUCTION .....	70
II- SITUATION PLUVIOMETRIQUE .....	70
III- RECHARGE DE LA NAPPE DE THELEPTE- FERIANA .....	70
IV- RECHARGE DE LA NAPPE DE SBIBA.....	71
V- CONCLUSION .....	72
BIBLIOGRAPHIE .....	73
<b>RECHARGE DE LA NAPPE D'UNDERFLOW D'OUM EL KASSEUB A PARTIR DU BARRAGE SOUTERRAIN .....</b>	<b>77</b>
I. INTRODUCTION .....	77

II- IMPACT DU BARRAGE SOUTERRAIN SUR RECHARGE DE LA NAPPE .....	77
III- EVALUATION QUANTITATIVE DE LA RECHARGE .....	77
IV- CONCLUSION .....	78
BIBLIOGRAPHIE .....	79
<b>RECHARGE DE LA NAPPE D'E'L FERCH</b> .....	<b>80</b>
I. INTRODUCTION .....	80
II- PLUVIOMETRIE .....	80
III- ASPECTS PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT .....	80
IV- APERÇU GEOLOGIQUE .....	81
V- HYDROGEOLOGIE .....	81
VI- IMPACT DES TRAVAUX DE CES SUR LA NAPPE D'EL FERCH .....	84
CONCLUSION .....	84
BIBLIOGRAPHIE .....	85

## AVANT - PROPOS

L'année hydrologique 1997/98 a été marquée globalement par un excédent pluviométrique de 10 % mais qui n'a intéressé que quelques régions du pays pendant quelques mois de l'année seulement. Les mois pluvieux sont ceux de septembre, octobre, novembre, décembre, avril, juin et août. Il est à signaler que pour les apports d'eau dans les grands barrages qui approvisionnent les sites de recharge, on a enregistré un déficit qui a atteint parfois les 60 % des apports moyens. Les barrages déficitaires sont ceux du Nord-est et du centre du pays.

Cette situation encore déficitaire pour la seconde année consécutive, surtout en Tunisie centrale, a eu un impact très significatif sur l'activité de la recharge artificielle des nappes qui n'a pas encore atteint les objectifs qui ont été fixés par la Stratégie Nationale de Mobilisation des Ressources en Eau et ce malgré les efforts multiples d'intensification et de création de nouveaux sites de recharge.

Durant l'année 1998, on a enregistré la remise en fonctionnement des sites de recharge de Ras Jebel et de Téboulba. Mais aussi, l'arrêt de la recharge des nappes de Thélèpte et Fériana, en raison des faibles quantités d'eau stockées. Le déficit enregistré au niveau des volumes d'eau retenus par les ouvrages de stockage, a entraîné encore une fois, la baisse des volumes d'eau utilisés pour la recharge en passant de  $28,742 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  en 1997 à  $27,253 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  pour cette année, soit une baisse d'environ 5,2 %. En effet, la nappe de Kairouan continue pour la seconde année à ne pas bénéficier d'aucune recharge.

Le déficit pluviométrique enregistré dans les régions dotées d'aménagements de CES, a eu un impact négatif sur les nappes souterraines. Les quelques événements pluvieux ont permis l'amélioration de la situation piézométrique des nappes concernées.

La recharge des nappes par les eaux usées traitées n'a été pratiquée que d'une façon très timide au niveau du site de l'oued Souhil au Cap Bon. Jusqu'à maintenant, c'est le seul site qui fonctionne mais pendant de très courtes périodes. Les volumes injectés demeurent toujours très limités et dépassent rarement une centaine de milliers de  $\text{m}^3$ .

H. CHAIEB

*Première partie :*

**BILAN DE LA RECHARGE ARTIFICIELLE  
DES NAPPES EN TUNISIE EN 1998**

*Première partie :*

**BILAN DE LA RECHARGE ARTIFICIELLE  
DES NAPPES EN TUNISIE EN 1998**

## I. INTRODUCTION

La recharge artificielle des nappes en Tunisie en 1998, a été pratiquée dans les aquifères suivants:

- Nappe de Mornag : recharge dans la carrière d'el Khlédia à partir des eaux du Nord.
- Nappe de Ras Jebel : recharge à travers un puits de surface à partir des eaux du Nord.
- Nappe de l'Oued Souhil : recharge par épandage des eaux usées épurées, à travers les bassins installés au niveau du lit de l'Oued.
- Nappe de Grombalia-Béni Khalled : recharge dans des bassins d'infiltration d'el Gobba et de Sidi Alaya à Béni Khalled et de Sidi Saïd à Menzel Bouzelfa, à partir des eaux du canal Medjerda - Cap Bon.
- Nappe de l'underflow de l'Oued Siliana : recharge par infiltration les eaux de crue, à travers les aménagements de CES réalisés le long du lit de l'Oued Ouzafa.
- Nappe de Tébouba : recharge artificielle par injection des eaux du barrage Nebhana, dans des puits de surface abandonnés.
- Nappe de Békalta : recharge artificielle par injection des eaux du barrage Nebhana, dans des carrières de sable privées.
- Nappe de Kairouan : recharge artificielle par lâchers d'eau des barrages de Sidi Saïd et d'el Houareb respectivement dans les lits des oueds Zéroud et Merguellil.
- Nappe de Chougafia : recharge par lâchers d'eau du barrage collinaire d'el Fej dans le lit de l'Oued.
- Nappe de Thélépte-Fériana : recharge artificielle par les eaux de la retenue du barrage collinaire de Bouhaya au niveau du lit de l'Oued.
- Nappe de Sbiba : recharge artificielle par les eaux de la retenue du barrage collinaire d'Oum Laâroug au niveau du lit de l'Oued.
- Nappe de Sidi Bouzid : recharge par épandage des eaux de crue de l'Oued El Fekka.
- Nappe d'Oum el Kasseub : recharge induite due à la création du barrage souterrain.
- Nappes de Souassi et de Boumerdès : recharge à travers les aménagements de CES.
- Nappe de Garcé : recharge par l'intensification de l'infiltration des eaux de crues par des ouvrages de CES, à travers le lit de l'Oued.

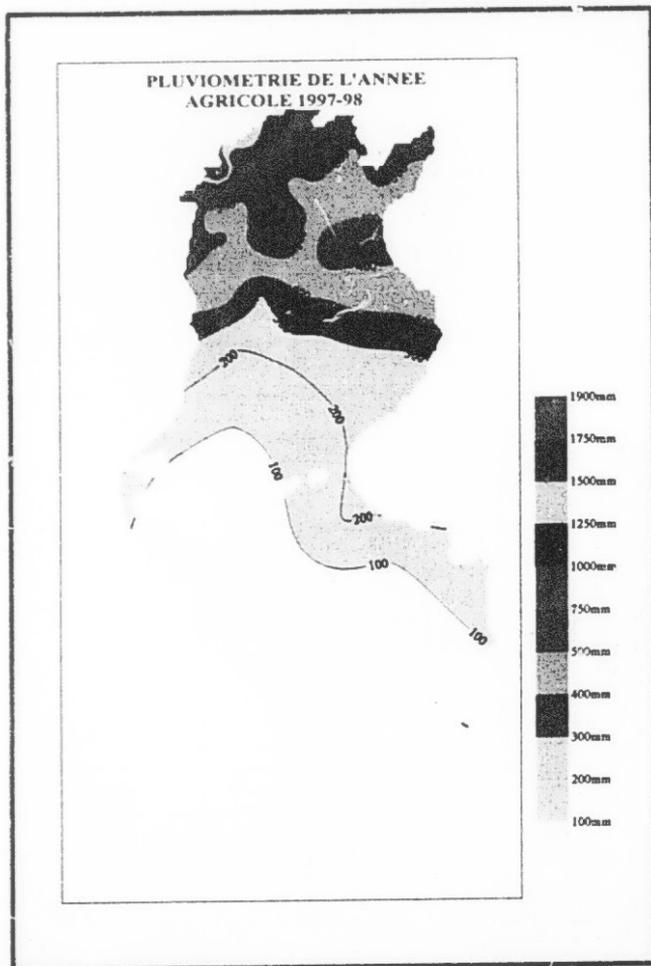
La recharge artificielle des nappes a été pratiquée sur 15 sites intéressant 13 nappes réparties entre 11 gouvernorats.

## II. SITUATION PLUVIOMETRIQUE DE L'ANNEE 1997/1998

La situation pluviométrique en Tunisie au cours de l'année 1997/98 a été, d'une façon générale, excédentaire sur la majeure partie du pays. Un excédent moyen de l'ordre de 10 % a été enregistré à l'échelle du pays. A travers les différents gouvernorats pluvieux, l'excédent moyen qui s'échelonne entre 5 et 40 %, n'intéresse en moyenne, qu'une période très limitée ne

dépassant pas parfois, les deux mois de l'année. Les déficits enregistrés ont concerné les régions de Kasserine, Gafsa, Kébili, Médenine et Tataouine. Les régions de Ben Arous, Ariana, Zaghouan, Le Kef, Sfax, Tozeur et Gabès ont enregistré des pluies proches de la normale annuelle. D'une façon générale, la pluviométrie régionale moyenne enregistrée durant l'année Agricole 1997/98 a varié comme suit:

- Nord-Ouest : excédent de 23 %, avec 5 mois déficitaire;
- Nord-Est : excédent de 11 %, avec 6 mois déficitaire;
- Centre-Ouest : excédent de 7 %, avec 9 mois déficitaire;
- Centre-Est : excédent de 13 %, avec 8 mois déficitaire;
- Sud-Ouest : déficit de 30 %, avec 9 mois déficitaire;
- Sud-Est : déficit de 9 %, avec 8 mois déficitaire;



L'année 1998 en elle même (de janvier à décembre), a été déficitaire sur la quasi-totalité du pays avec un déficit moyen global de 16 %. Seule la région du Nord-Ouest a reçu une pluviosité excédentaire. Le déficit enregistré a influencé le régime d'alimentation des nappes et a été à l'origine des baisses piézométriques observées.

### III. RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES

Les opérations de recharge artificielle conduites en 1998, ont permis de disposer de 27,253 millions de m<sup>3</sup> qui se répartissent en :

- eaux de barrages (lâchers) :	22,093 millions de m <sup>3</sup> (81 %)
- eaux du canal Medjerda-Cap Bon :	3,761 millions de m <sup>3</sup> (13,8 %)
- recharge à travers les aménagements de CES :	0,686 millions de m <sup>3</sup> (2,5 %)
- recharge induite à partir du barrage souterrain :	0,6 millions de m <sup>3</sup> (2,2 %)
- eaux usées traitées :	0,113 millions de m <sup>3</sup> (0,4 %)

Au cours de cette année, le volume total d'eau utilisé pour la recharge artificielle des nappes, a accusé une légère diminution de 5,2 % par rapport au volume infiltré durant l'année écoulée. Ainsi, le volume d'eau total utilisé durant les 7 années de recharge, a atteint 285,287 millions de m<sup>3</sup>, soit une moyenne d'environ 40,7 millions de m<sup>3</sup>/an.

Le tableau suivant résume l'évolution des volumes injectés au niveau des différents sites depuis le début des opérations en 1992.

Situation de la recharge artificielle des nappes souterraines en Tunisie  
Volumes injectés (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

Site	Nature	Année							Total
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Mornag	carrière	1,32	0,877	0,601	-	2,237	1,491	1,444	7,97
O.Khélij	oued	2,1	1,076	0,499	-				3,675
R.Jebel	carrière + puits	0,4	0,057	-	-			0,055	0,512
O.Souhîl	bassins + oued	0,147	0,060	0,238	0,037	0,613	0,191	0,113	0,859
Bni Khaled	bassins	1,148	0,766	1,154	0,312	0,213	1,081	1,538	6,212
Téhoulba	17-20 puits	0,120	0,387	0,153	0,029	0,097		0,33	1,116
Békalta	carrière	-	0,007	0,065	-	0,111	0,322	0,294	0,899
O.Merguellil	oued	14,13	18,067	8,323	12,128	11,108	9,76	4,554	78,07
O.Zéroud	oued	4,0	12,213	30,764	43,939	45,528	10,372	15,958	162,774
El Fej	oued	-	-	1,058	1,841	1,971	1,685	1,083	7,638
O.Siliana	oued	-	0,072	0,017	0,015	0,013	0,139	0,686	0,942
Nadhour	oued	-	0,373	-	0,785	3,785			4,943
Sidi Bouzid	Épandage								
Sbiba	oued					1,000	0,382	0,498	1,88
Thélépte	oued					0,088	1,499		1,587
Oum el Kasseub	induite						1,4	0,6	2,0
El Fahs	CES + oued					0,436		-	0,436
Zeuss-Koutine	CES				1,864				1,864
El Ferch	CES				1,490				1,49
Garcé	CES						0,42	-	0,42
<b>T o t a l ( Mm<sup>3</sup> )</b>		<b>23,365</b>	<b>33,955</b>	<b>42,872</b>	<b>62,440</b>	<b>66,660</b>	<b>28,742</b>	<b>27,253</b>	<b>285,287</b>

Il ressort de ce tableau, que l'essentiel de la recharge a été réalisé par épandage dans les lits des oueds (82,9%). L'injection dans les puits et les bassins a subi une légère augmentation par rapport à l'année précédente, mais elle reste encore faible avec une part de 14,1 % du volume total mis en jeu en 1998. Quant à la réutilisation des eaux usées épurées pour la recharge, elle demeure embryonnaire (0,4 %) et nécessite un renforcement substantiel au cours des prochaines années. La recharge induite provoquée par le barrage souterrain d'Oum El Kesseub a eu un impact très positif sur les niveaux piézométriques. Cet ouvrage a fait bénéficier la nappe de l'underflow, d'un apport supplémentaire d'environ  $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Il ressort aussi que la nappe de Kairouan a récupéré, par les opérations de recharge, une moyenne de  $34,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ , soit l'équivalent de 75 % des apports moyens infiltrés dans les conditions naturelles. Sur l'ensemble des nappes rechargées, les volumes d'eau qui ont été destinés pour la recharge artificielle ne représentent que 9,6 % de leurs ressources exploitables.

#### IV. SITUATION PIEZOMETRIQUE

L'impact de la recharge artificielle sur les niveaux piézométriques des nappes n'a pas été trop significatif au cours de l'année 1998. La plupart des nappes rechargées ont observé une baisse continue de leurs niveaux piézométriques, due essentiellement à l'intensification des prélèvements. Les remontées observées sont très ponctuelles dans l'espace et dans le temps et n'intéressent que de faibles étendues localisées dans les environs immédiats des sites de recharge. Les nappes qui ont subi des remontées, sont celles de Grombalia, Oued Souhil, l'Underflow de l'Oued Siliana, Ténoulba, Bkalta, Mornag et l'Underflow d'Oum El Kasseub. Ces remontées s'échelonnent entre quelques centimètres et plus de 5 m.

#### RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA RECHARGE DES NAPPES (1998)

NAPPE	PUITS	PIEZOMETRES	TOTAL
Ras Jebel	20	0	20
O. Guenniche	19	1	20
Mornag	42	6	48
Souhil	66	11	77
Korba	0	34	34
Haouaria	0	1	1
Grombalia	116	11	127
Kairouan	33	41	74
Chougafia	24	1	25
Aïn Jelloula	24	1	25
Téboulba	22	3	25
Békalta	15	1	16
Siliana	0	6	6
Sidi Bouzid	10	16	26
Thélépte	6	3	9
Fériana	9	0	9
C.E.S.	45	40	85
<b>TOTAL</b>	<b>451</b>	<b>176</b>	<b>627</b>

## V. CONCLUSION

La recharge artificielle des nappes de Tunisie a été pratiquée en 1998, sur 15 sites intéressants 13 nappes qui sont réparties à travers 10 gouvernorats. Au cours de cette année, on a enregistré la reprise des opérations de recharge dans les nappes de Ras Jebel (Bizerte) et de Téboulba (Monastir). Les arrêts ont concerné les nappes de Thélèpte et Fériana (Kasserine) pour des raisons d'insuffisance du stock d'eau dans la retenue du barrage Bouhaya.

Les quantités d'eau rechargées ont été évaluées en 1998, à  $27.253 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , dont à peu près 95 % proviennent des eaux des retenues de surface et le reste environ 5 % est réparti entre les eaux pluviales (aménagements de CES) et les eaux usées traitées. Le volume d'eau rechargé artificielle est étroitement lié aux conditions climatiques du pays et aux stocks d'eau disponibles dans les barrages.

La recharge à partir des aménagements de CES, a été très timide au cours de l'année 1998, elle est directement liée aux apports pluviométriques qui ont été déficitaires et par conséquent, n'ont pas eu un impact très significatif sur les nappes souterraines. Il est à signaler que l'évaluation quantitative et qualitative de cet impact nécessite le renforcement des réseaux d'observation piézométriques, pour couvrir le maximum d'étendue de ces nappes afin d'assurer un ajustement acceptable permettant une simulation réaliste du comportement de la nappe vis à vis de l'apport dû aux travaux de CES.

La recharge des nappes par les eaux usées traitées est encore insignifiante. Elle est jusqu'ici limitée à environ 0,8 % du potentiel disponible. Elle mérite d'être étendue à d'autres nappes côtières qui sont déjà menacées par l'intrusion marine, mais tout en garantissant un traitement plus poussé permettant d'avoir une eau de bonne qualité.

H. CHAIEB

*Deuxième partie :*

*LA RECHARGE ARTIFICIELLE A TRAVERS LES DIFFERENTES NAPPES:  
COMMENTAIRES & TABLEAUX PAR SITE*

*Deuxième partie :*

*LA RECHARGE ARTIFICIELLE A TRAVERS LES DIFFERENTES NAPPES:  
COMMENTAIRES & TABLEAUX PAR SITE*

## RECHARGE ARTIFICIELLE DE LA NAPPE DE RAS JEBEL

(Gouvernorat de Bizerte)

### I. INTRODUCTION

L'activité de recharge des nappes dans le gouvernorat de Bizerte a cessé depuis le 10 Mai 1993. En effet, les travaux de recharge ont été entrepris dans la nappe de Ras Jebel en deux phases.

La première phase a débuté le 26 Janvier et s'est achevée le 15 Mars 1993, l'alimentation de la nappe a été effectuée à partir d'une ancienne carrière taillée dans des grès du quaternaire marin. Pendant cette période un volume de 55 506 m<sup>3</sup> a été injecté dans la nappe.

La deuxième phase de cette opération a été opérée dans la station de Beni Ata et a consisté en l'injection de 4295 m<sup>3</sup> dans 10 puits; cette phase a été relativement courte (depuis le 7 Avril jusqu'au 10 Mai 1993). L'eau d'injection utilisée pour l'alimentation de la nappe de Ras Jebel provenait des lacs collinaires de Beni Ata. Les travaux de recharge ont intéressé aussi la nappe de Mateur, le volume d'eau injectée dans la nappe des calcaires Abiod en 1993 était de 1,08 millions de m<sup>3</sup>.

Quant aux travaux de recharge durant le quatrième trimestre de l'année 1998 confiés à l'arrondissement des ressources en eau de Bizerte, ont été entamés le 24/8/1999 dans la nappe de Ras Jebel. Nous allons décrire ci-dessous le déroulement des travaux de recharge artificielle de la nappe de Ras Jebel.

### II. RECHARGE DE LA NAPPE DE RAS JEBEL

La première injection a eu lieu le 24/8/98 dans un puits taillé dans les grès du quaternaire marin au fond d'une carrière, se trouvant à environ 650 m à l'Est de Sidi el Guebbari. L'eau d'injection provient de la borne de vidange 103-3. Le débit injecté dans le puits est de l'ordre de 6 l/s.

Pour renforcer la première phase de l'opération on a sélectionné un deuxième puits se trouvant à 300 m environ au SE du premier. Ce puits a recoupé 13,72 m de grès, le débit d'injection est d'environ 3 l/s. La mise en eau a débuté le 24/12/1998.

La troisième phase de l'opération a été entamée le 13/1/1999 dans deux puits situés à une distance comprise entre 300 à 600 m, à l'Est et au SE du premier puits.

le débit total injecté pour l'ensemble de ces trois phases est de l'ordre de 21 l/s.

Pour contrôler la réaction de la nappe à la suite de la recharge artificielle, un réseau de 15 puits a été sélectionné. Un suivi hebdomadaire de la piézométrie et de la salinité est assuré dans chaque puits.

La représentation graphique (Fig.1) montrant la variation piézométrique en fonction du temps, a permis de déterminer le temps de réaction de la nappe au niveau de ces trois puits en fonction de leur éloignement par rapport au puits d'injection.

Le premier puits d'observation se trouve à 31,5 mètres du puits d'injection, la réaction de la nappe est rapide.

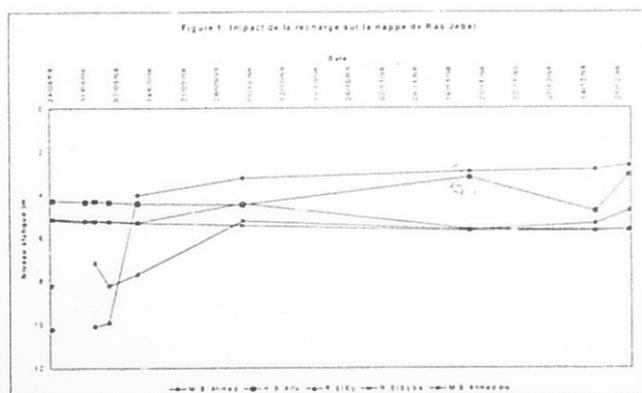
En effet, le niveau piézométrique a passé de 10,20 m au 24/8/1998 à 10,08 m le 2/9/1998. L'amplitude piézométrique a atteint la valeur de 7,46 m durant la période allant du 24/8/1998 au 20/1/1999. (plusieurs coupures ont été opérées sur le réseau par la SECADENORD durant cette période).

Le deuxième puits d'observation se trouvant à 200 mètres du puits d'injection a montré une réaction plus tardive à l'effet de la recharge: c'est au 20/11/1998 que le front d'alimentation a été ressenti : le niveau piézométrique a passé de 4,46 m à 3,22 m.

La réaction du troisième puits a été encore plus tardive; une variation remarquable du niveau piézométrique a été ressentie dans 4 puits le 20/1/1999, en effet le niveau a passé de 5,61 à 4,46 m.

Le volume d'eau injecté dans la nappe de Ras Jebel jusqu'à la fin de l'année est d'environ 55000 m<sup>3</sup>. Le volume injecté est connu en partie au niveau du premier compteur (57 084 m<sup>3</sup>): les abris des trois autres compteurs sont fermés à clefs et il n'a pas été possible de les ouvrir ce jour là.

La salinité du puits n°4 a été remarquablement améliorée elle a passé de 3,9 g/l le 24/8/1998 à 1,8 g/l au 20/1/1999.



Le volume d'eau alloué à la nappe de Ras Jebel par la DGRE durant la période 1998-1999 est de  $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , le volume injecté est de  $80\,599 \text{ m}^3$ , il représente 5 % du volume alloué.

### III. CONCLUSION

Nous espérons renforcer l'infrastructure installée pour l'alimentation artificielle de la nappe d'une part par l'augmentation du débit sans pour autant ajouter d'autre puits d'injection dans le cas présent; et d'autre part l'utilisation de l'ancienne carrière pour multiplier le débit d'injection afin de pouvoir consommer le quota alloué par la DGRE au gouvernement de Bizerte avant l'arrivée de la saison des cultures irriguées. En effet à ce moment les travaux de recharge seront arrêtés pour permettre aux agriculteurs d'utiliser les réserves d'eau pour leur cultures.

Concernant la nappe de l'oued Guenniche (région d'el Alia, Menzel Jmil) une partie du matériel est sur place et il ne reste que les travaux de branchements pour deux puits sélectionnés ; mais plusieurs autres puits doivent être sélectionnés pour la recharge de la nappe car il faut préciser que la totalité des puits sont maçonnés et pour cette raison l'infiltration à travers ces puits devient très faible d'où la nécessité d'augmenter le nombre des puits d'injection.

Quant à la situation de la nappe de Mateur une mise au point est nécessaire pour déterminer son état d'exploitation et l'état des piézomètres pour la surveillance de la nappe. Doré est déjà nous préconisons le curage du lit de l'oued el Khélij et l'installation d'un certain nombre de diguettes à travers l'oued. Ses diguettes seront construites par du Gabion rempli par des galets. L'étape finale consiste à barrer l'écoulement en partie de l'oued Joumine pour le faire dévier dans le lit de l'oued Khelij.

**II. HACHMI**

### BIBLIOGRAPHIE

- ENNBLLI, M. (1969). Etude hydrogéologique de la plaine de Ras Djebel. BIRH, Tunis, 136p., 108 tal., 8 pl., 187 fig.
- CHOURA, A. (1993). Impact de la surexploitation et de la recharge artificielle de la nappe de Ras Djebel. DEA, Fac. Sc. de Tunis, DGRE, Tunis, 56p., annexes et fig.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1993). DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.
- HECHEMI, H. (1999). Recharge des nappes du gouvernement de Bizerte. DGRE, Tunis, 4p.

**ANNEXE :**

**RECHARGE DE LA NAPPE DE RAS JEBEL**

**SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE**

**ANNEE : 1998**

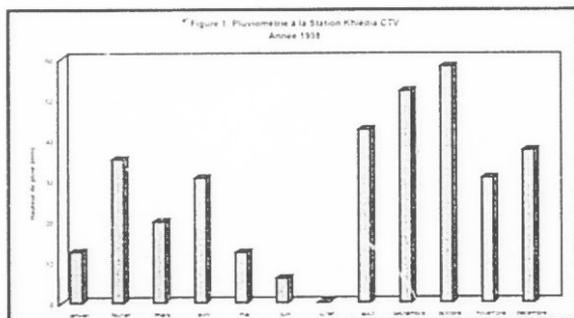
Puits / Piezomètre	N° IRH	Niveau statique (m)											
		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
M. B. Ahmed									10.2	4.01	3.24	2.95	2.66
H. B. Arfa									4.27	4.41	4.46	3.22	3.1
R. El Elj									5.1	5.27	4.42	5.62	5.63
R. El Elj bis									5.15	5.3	5.44	5.7	5.65
M.B. Ahmed bis									8.2	7.68	5.22	5.65	4.76
Bir Bachra									A sec	-	-	-	-
T. Mahfoudh									-	-	-	-	3.13

## RECHARGE ARTIFICIELLE DU SYSTEME AQUIFERE DE MORNAG

(Gouvernorat de Ben Arous)

### I. INTRODUCTION

L'année 1997/98 a été marquée par un déficit pluviométrique dans la plupart des stations de mesure. A titre indicatif, la station pluviométrique Khéliidia CTV a enregistré un total de 337,1 mm contre une moyenne à Mornag de 485 mm, soit un manque d'environ 148 mm (plus de 30 %). Ce déficit c'est traduit par une réduction de l'alimentation naturelle du système aquifère de Mornag et par conséquent, par une baisse presque généralisée des niveaux piézométriques, sauf aux environs du site d'El Khéliidia.

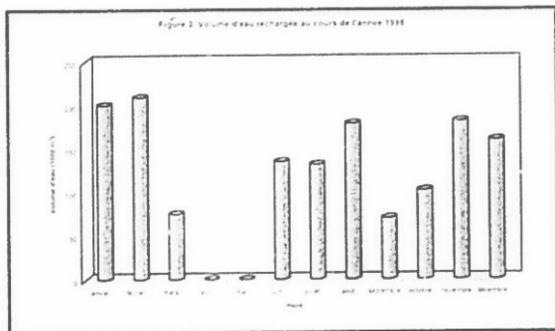
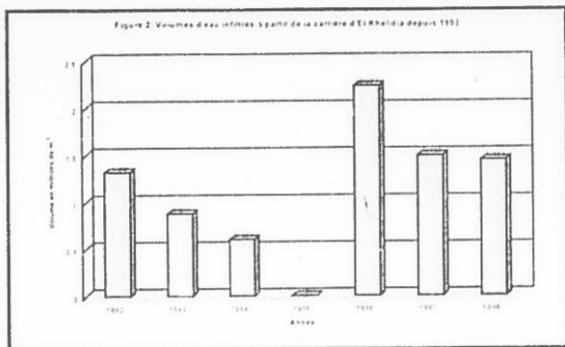


### II. EVOLUTION DES VOLUMES INJECTES

Les opérations de recharge de la nappe de Mornag effectuées au niveau de la carrière des grès oligocènes située au centre de formation de la STEG d'El Khéliidia, a permis d'infiltrer durant l'année 1998, un volume d'eau évalué à  $1,444 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  qui est réparti mensuellement comme suit:

**Tableau N°1:** Evolution des volumes infiltrés dans la carrière d'El Khéliidia

Année \ Mois	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Janvier	0	18000	Arrêt	0	229392	200428
Février	0	21000		75168		209088
Mars	52056	317940		187914	120274	75168
Avril	125000	90265		202740	120020	0
Mai	134284	93274		200000	147392	0
Juin	94355	60177		191376	101000	135096
Juillet	102285			155648	110614	131805
Août	133920			172500	167040	178800
Septembre	78220	Arrêt		99270	120344	70184
Octobre	65695			66960	99360	101985
Novembre	56633			466560	98928	181440
Décembre	34992			419904	176996	160043
<b>Total (Mm<sup>3</sup>)</b>	<b>0,877</b>	<b>0,601</b>		<b>2,237</b>	<b>1,491</b>	<b>1,444</b>



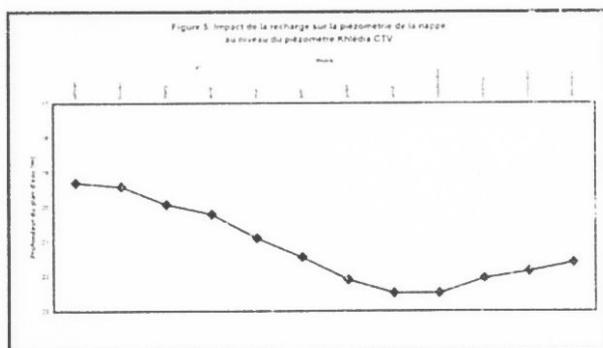
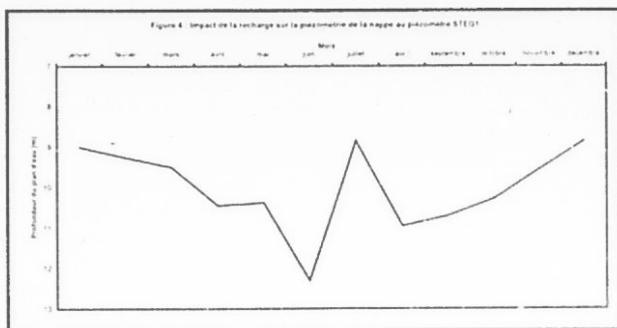
### III. PIEZOMETRIE

Le suivi de l'impact de cette recharge sur la piézométrie de la nappe de Mornag, est assuré par un réseau de 6 piézomètres (STEG1, N4, Morénas, Khélidia CTV, Bir Djedid et STEG2) et 36 puits de surface à observations mensuelles.

La surveillance est faite par trois piézomètres équipés de centrales d'acquisition automatique de données (STEG 1, N4 et Morénas), de deux piézomètres équipés de limnigraphes (Khélidia CTV et Bir Djedid) et d'un piézomètre non équipé (STEG 2).

La surveillance à partir du réseau des puits de surface a montré que la plupart des puits ont subi une remontée variant de 0,1 m à 7,5 m. Cet impact positif est dû à l'effet conjugué des apports pluviométriques et de la recharge artificielle sur la nappe. Le suivi de la qualité chimique de l'eau a enregistré par la même occasion, quelques légères améliorations (voir tableau en annexe).

Les observations effectuées au cours de l'années 1998 sont représentées dans le graphique ci-après:



La surveillance semestrielle a été assurée par 2 puits de surface (N°22 et N°7650) qui ont accusé entre les périodes de hautes et basses eaux, des baisses respectifs de 0.1 m et de 0.53 m.

### III. CONCLUSION

Depuis 1992, la nappe de Mornag a bénéficié d'un apport supplémentaire dû à la recharge artificielle évalué à  $7.97 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , soit une moyenne de  $1,14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . Les ressources exploitables du système aquifère de Mornag totalisent entre les nappes phréatiques et profondes  $38.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . Les prélèvements ont été estimés en 1998 à  $40.76 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , soit une surexploitation d'environ  $2.26 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . Ainsi, l'apport moyen rechargé est en deçà des quantités escomptées qui devraient permettre de remédier à la surexploitation.

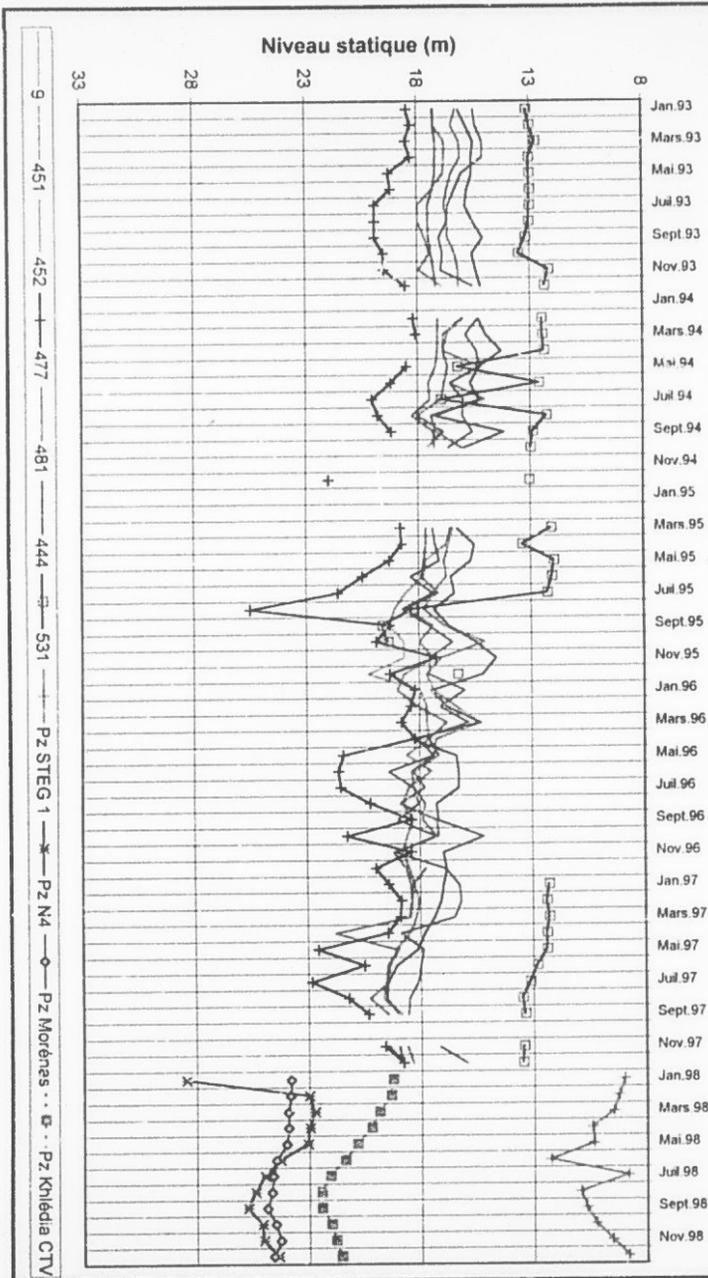
Un effort supplémentaire doit être consenti pour l'intensification de la recharge artificielle de cette nappe à travers la multiplication des sites d'un filtration. Dans ce sens, plusieurs enquêtes de prospection de sites ont été faites dans la région d'El Khelidia, elles ont mis en évidence l'existence de nombreuses carrières qui sont favorables à la recharge artificielle.

**Y. BELKHIRIA**  
**H. CHAIEB**

## BIBLIOGRAPHIE

- ENNABLI, M. (1980). Etude hydrogéologique des aquifères du Nord-Est de la Tunisie. Pour une gestion intégrée des ressources en eau. Thèse Doct. es sciences, Université de Nice.
- KALLALI, A. (1992). Recharge artificielle du système aquifère de la plaine de Mornag. Actes de la 10<sup>ème</sup> journée des ressources en eau (29/04/1992). DGRE, Tunis, pp. 53-66
- MAMOU, H. (1994). Impact de la recharge artificielle par les eaux du canal Medjerda Cap- Bon sur le système aquifère de Mornag. DGRE, Tunis, 39 p.
- KALLEL, M. R. (1998). La situation pluviométrique et hydrologique en Tunisie au cours de l'année 1997/1998. DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998) DGRE, Tunis.

# Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Mornag



**ANNEXE N°1 : RECHARGE DE LA NAPPE DE MORNAG**

**SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE  
ANNEE : 1998**

Puits / Piézomètre	M	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév.	Mar	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Steg1			9	9,26	9,5	10,45	10,37	12,3	8,85	10,95	10,7	10,28	9,55	8,85
N4			28,47	23,01	22,76	23	23,08	24,3	25	25,42	25,75	25,1	25,05	24,4
Morénas			23,83	23,86	23,96	23,96	24,04	24,5	24,65	24,7	24,9	24,52	24,3	24,6
Khlédia CIV			19,3	19,4	19,92	20,26	20,9	21,45	22,1	22,48	22,48	22,05	21,85	21,6
9			18,4				18,96					18,1		
451	0,3	32	18,85				18,95					20,5		
452	0,8	35	A sec				19,1					Sec		
431	TN	35	18,35				18,5					19,9		
475							19,2					20,65		
476	1	36	18,3				19					19,85		
481	0,25	36	16				Pompe					19,4		
489	0,7	39	17,5				17,55					20,35		
471	1,4	45	24,2				24,6					23,9		
467	0,85	50	26,4				26,5					25,5		
28	0,65	55	15,8				15,2					15,2		
425	1,1	50	23,7				23,8					23,8		
424	0,5	43	23,5				23,2					24,5		
426	0,8	40	17,5				Pompe					19,10		
427	1,1	40	19,7				18,9					18,3		
429	TN	37	18,8				18,3					18,9		
441	1,8	40	20,6				Pompe					21,8		
384	0,1	52,5	19,5				19,2					21,1		
4	0,4	34	22,6				23,7					23,25		
2	0,6	32,5	19,45				19,6					21,4		
6	0,3	34	23,95				23,3					24,1		
440	0,5	35	23,65				23,15					24,15		
444	0,7	32	18,85				18,8					19,85		
510	0,55	31	16				16,1					16,1		
8	1,15	31,5	22,9				23,9					23,6		
511	1	33	23,15				23					A sec		
443	0,6	37	Fermé				Fermé					Fermé		
94/2	0,3	37	A sec				A sec					A sec		
22	1	45	Foré				Foré					A sec		
13	0,4	32,5	20,55				20,85					18,9		
371bis	0,5	50	26,7				A sec					A sec		
18	0,8	35	17				16,85					18		
20	0,1	29	13,62				13,7					14		
517	0,8	31	19,5				16,6					15,9		
520	0,8	30	15				14,9					14,9		
531	TN	35	13,5				13,5					13,45		

**ANNEXE N°2 : SALINITE DES EAUX DES Puits DE SURVEILLANCE  
DE LA RECHARGE DE LA NAPPE DES GRES OLIGOCENES DE KHLEBIA**

ANNEE : 1998

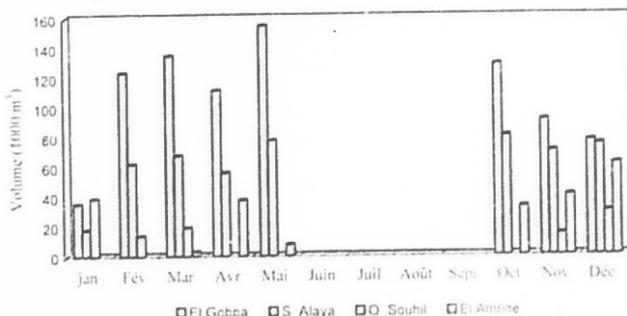
Puits	Résidu sec( g/l)											
	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
9					2,38				3,61			
451					1,47				1,41			
452					-				-			
451					1,57				1,47			
475					1,01				0,94			
476					1,04				0,98			
481					1,29				1,22			
489					1,33				1,27			
471					1,56				1,3			
467					1,34				1,25			
28					1,61				1,47			
425					1,90				1,88			
424					1,12				1,26			
426					1,29				1,2			
427					1,23				1,14			
429					1,19				1,19			
441					2,1				2,02			
384					2,1				1,92			
4					1,19				1,07			
2					1,12				1,01			
6					1,69				1,47			
440					1,53				1,22			
444					2,15				1,98			
510					2,79				2,69			
8					1,12				1			
511					1,12				-			
443					-				-			
94.2					-				-			
22					1,19				-			
13					0,85				1,1			
371					-				-			
18					0,77				0,71			
20					1,22				0,91			
517					1,15				1,06			
520					0,98				0,92			
531					-				-			

## RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES DU CAP BON (Gouvernorat de Nabeul)

### I. INTRODUCTION

L'année hydrologique 1997/1998 a été marquée par un excédent pluviométrique global de 6 % ce qui fait que la recharge artificielle des nappes du Cap-Bon n'a pu être maintenue conjuguée au manque de moyens de fonctionnement de l'Arrondissement des Ressources en Eau de Nabeul et la disponibilité de l'infrastructure hydraulique

Figure 1 : Volumes utilisés pour la recharge des nappes du Cap-Bon



### II. RECHARGE DE LA NAPPE DE GROMBALIA

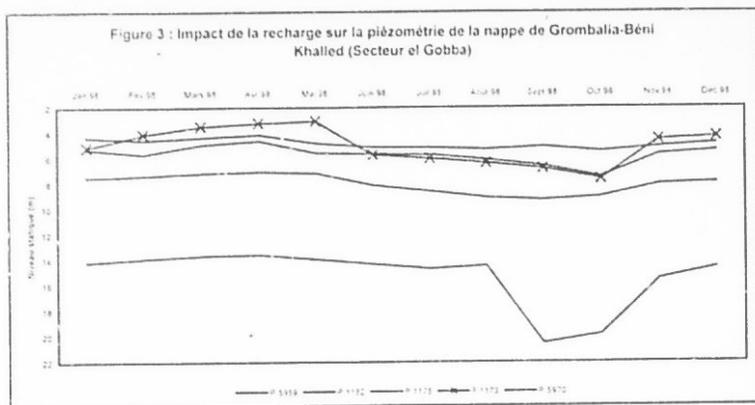
La plaine de Grombalia s'étendant sur une superficie de **363 km<sup>2</sup>** renferme un aquifère multicouches exploité par **6667** puits de surface équipés qui puisent annuellement **90 Mm<sup>3</sup>** et **200** forages dont l'exploitation a atteint **12.1 Mm<sup>3</sup>** en 1998.

Cette nappe a subi les premières expérimentations de recharge artificielle à partir de 1975 par injection dans les bassins, les puits et les forages d'El Amrine à Menzel Bou-Zelfa.

L'opération de recharge artificielle a été développée par l'aménagement de deux sites répondant à des conditions hydrogéologiques assez bonnes situés à Sidi Alaya et El Gobba à Beni Khaled.

La station d'El Amrine a repris son fonctionnement à partir du mois de Mars après le décapage du fond des bassins rempli par la boue provenant des crues de l'oued Sidi Said. Le volume injecté a atteint **180996 m<sup>3</sup>**. Les remontées varient de **0,9 à 3 m**.

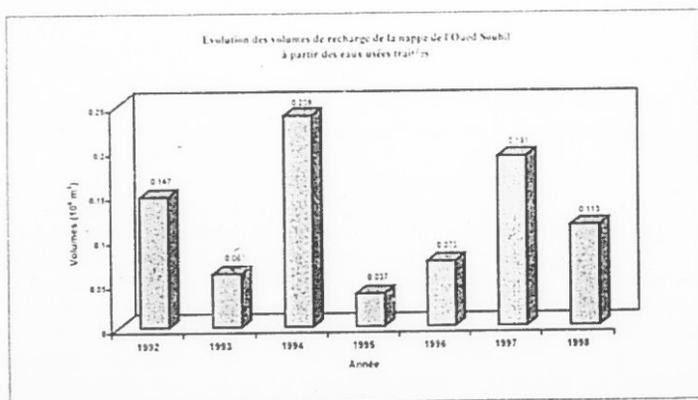
Au niveau de la station d'El Gobba, le volume injecté a atteint **853634 m<sup>3</sup>**. Les remontées observées sur le réseau de surveillance varient de **0,5 à 3,20 m**.



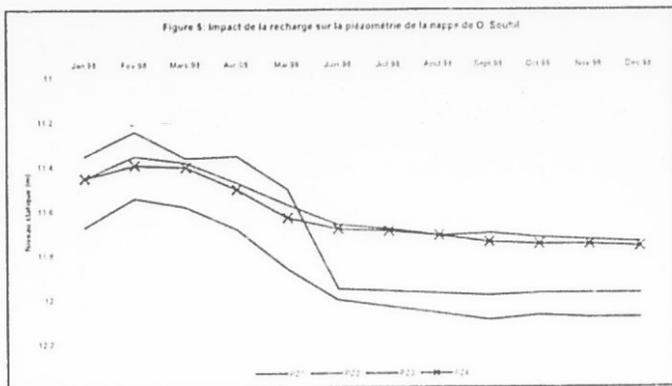
Dans la station de Sidi Alaya, le volume injecté est estimé à **503050 m<sup>3</sup>**. Les remontées du plan d'eau observées sur le réseau de Sidi Alaya, s'échelonnent de **0,1 à 5,38**.

### III. RECHARGE DE LA NAPPE DE L'OUED SOUHIL

La recharge de la nappe de l'Oued Souhil s'effectue à partir des eaux usées traitées par injection dans les bassins édifiés au niveau du domaine public hydraulique de l'Oued Souhil et par épandage au niveau du lit mineur de l'Oued.



Le volume rechargé a atteint **113240 m<sup>3</sup>** au cours de l'année 1997. Les observations piézométriques montrent que les remontées varient de **0,5 m à 1 m**.



## VI. CONCLUSION

L'apport à la nappe de Grombalia provenant de la recharge artificielle, est évalué à **1,537 Mm<sup>3</sup>** pendant 1998. Ce volume est appelé à augmenter pour apporter le complément escompté à cet aquifère qui est au stade de surexploitation. L'objectif à atteindre est d'injecter **10 à 15 Mm<sup>3</sup>/an** pour permettre un apport significatif devant une exploitation accrue causant un déficit d'environ **40 Mm<sup>3</sup>/an**.

La recharge artificielle devrait être pratiquée à une échelle plus importante. Elle doit s'orienter vers les axes principaux d'alimentation naturelle qui sont les Oueds et les piedmonts.

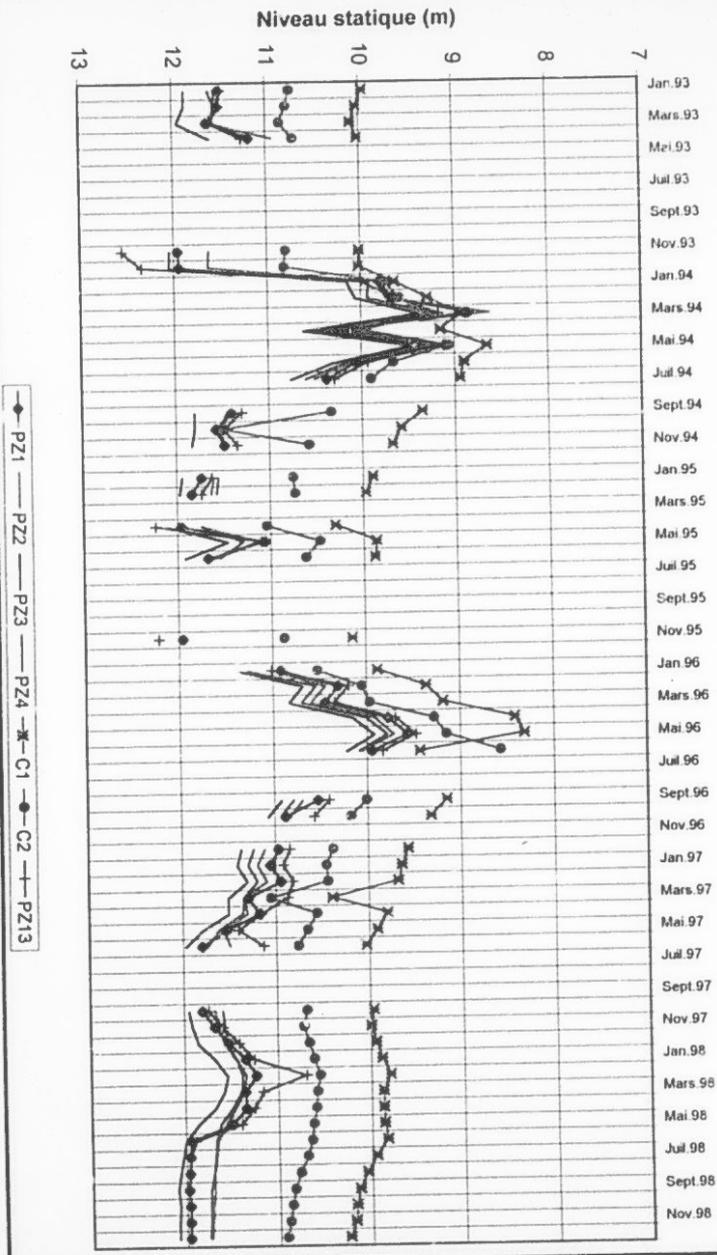
M. N. OUESLATI

## BIBLIOGRAPHIE

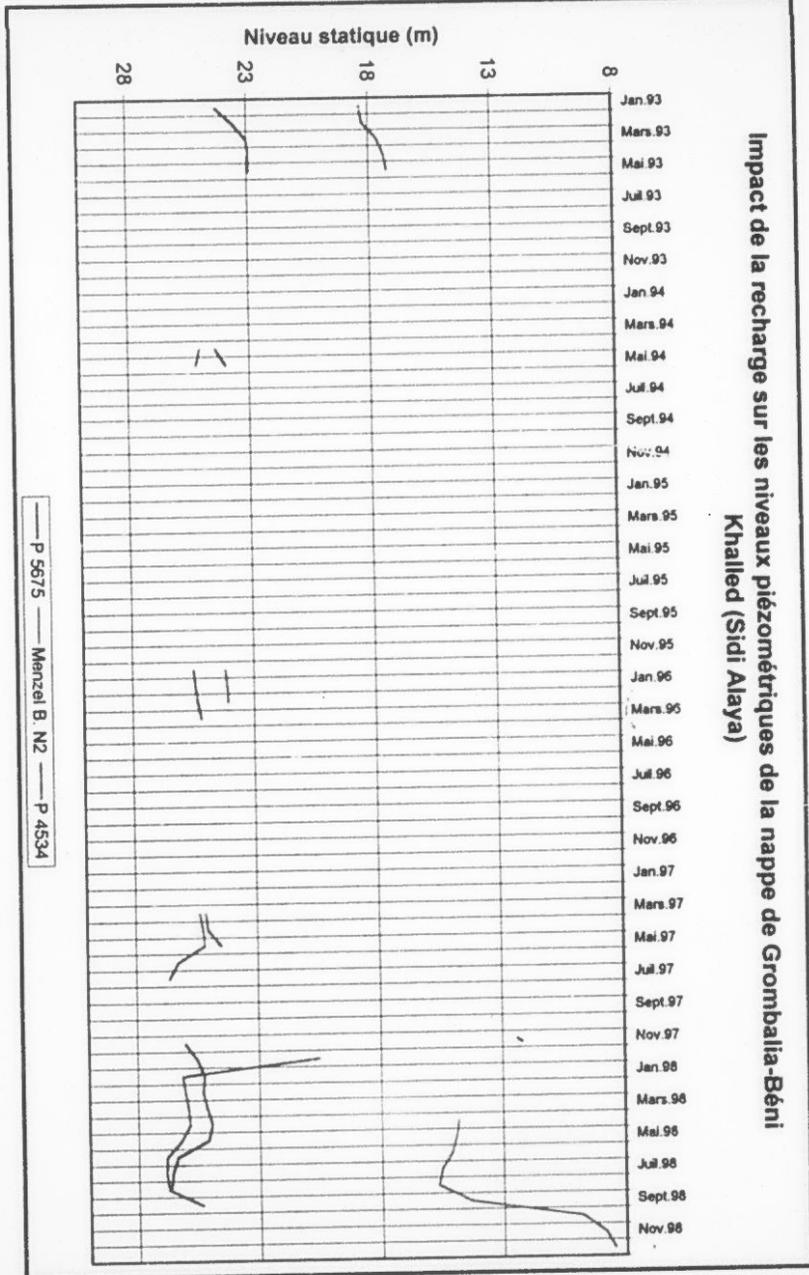
- ENNABLI, M. (1971). Projet d'intensification de l'exploitation des eaux souterraines dans le Nord et le Centre de la Tunisie: Alimentation artificielle de la nappe de Mateur. DGRE, Tunis.
- ENNABLI, M. (1975). Recharge artificielle de la nappe de Grombalia-Soliman. Note de présentation du projet 73/010. DRE, Tunis, 3 p.
- ENNABLI, M. (1980a). Etude de la requête tunisienne pour un projet pilote concernant l'infiltration d'eau usée épurée pour recharger la nappe. DRE, Tunis, 60 p.
- ENNABLI, M. (1980b). Etude hydrogéologique des aquifères du Nord-Est de la Tunisie. Pour une gestion intégrée des ressources en eau. Thèse Doct. es Sciences, Université de Nice.
- REKAYA, M. (1985a). L'expérience Tunisienne en matière de la recharge artificielle des nappes aquifères. DRE, Tunis, 9 p.
- REKAYA, M. (1985b). Réutilisation des eaux usées. Recharge de la nappe de l'oued Souhil à partir des eaux usées traitées. Programme. Projet RAB 80/011. DGRE, Tunis, 9 p., 3 fig.
- REKAYA, M. (1986). Expérimentation pilote de recharge artificielle à partir des eaux usées traitées. Cas de la nappe de l'oued Souhil (Nabeul). DRE/CRGR/PNUD, Tunis, 21 p.

- REKAYA, M. (1988). The Tunisian experience in ground water artificial recharge by treated waste Water. DGRE, Tunis, 11 p.
- REKAYA, M. (1991). Projet de recharge artificielle des nappes aquifères au Cap Bon. DGRE/CRDA de Nabeul, 13 p.
- REKAYA, M. (1992). La recharge artificielle des nappes du Cap Bon. Actes de la 10<sup>ème</sup> journée des ressources en eau. (INAT - Tunis, 29/4 92). DGRE, Tunis, pp.20-42.
- REKAYA, M. (1992). Note sur le projet de recharge artificielle de la nappe de l'oued Souhil à Nabeul par epandage des eaux de crues. DGRE, Tunis, 7 p.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

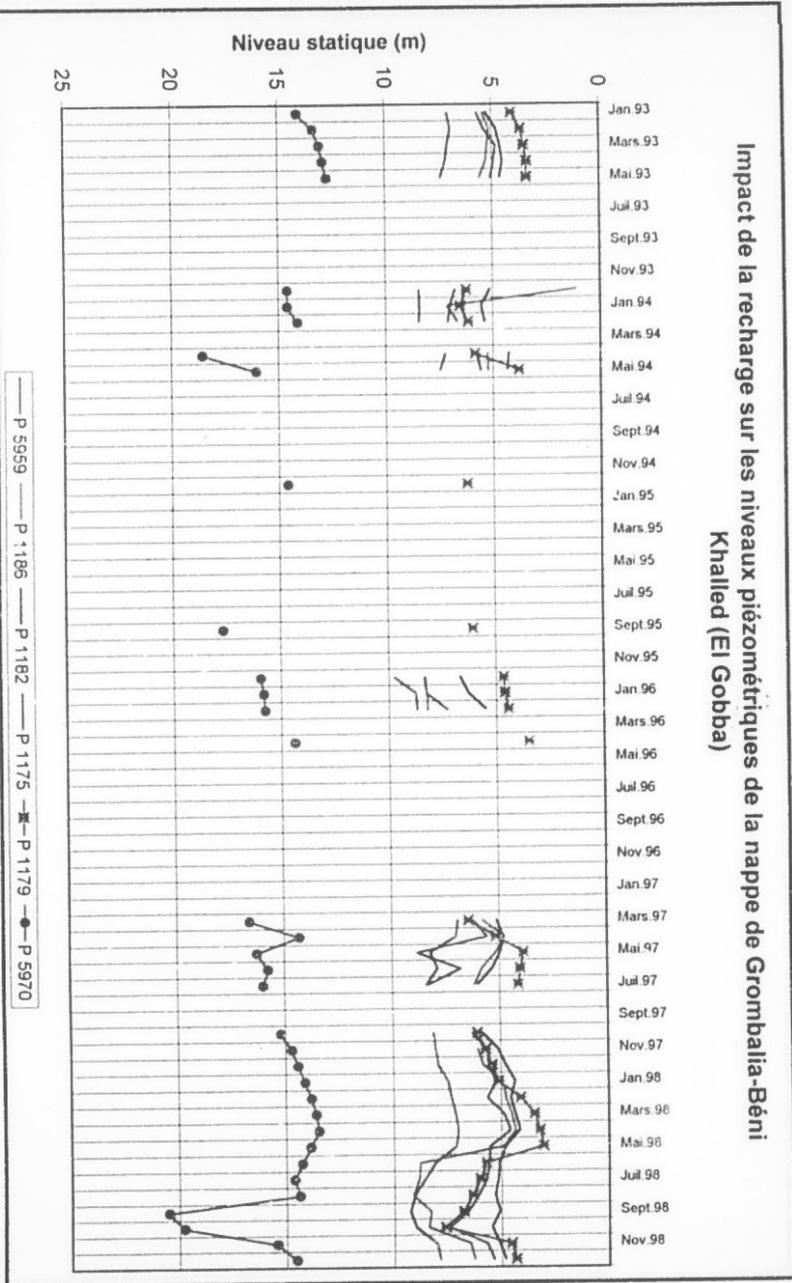
Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Oued Souhili



**Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Grombailia-Béni Khalled (Sidi Alaya)**



**Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Grombala-Béni  
Khalled (El Gobba)**



## ANNEXES :

## I.1. RECHARGE DE LA NAPPE DE OUED SOUHL

SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE  
ANNEE : 1998

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
PZ 1			11.35	11.24	11.36	11.35	11.50	11.95	11.96	11.97	11.98	11.97	11.97	11.97
1Bis			11.32	11.26	11.27	11.36	11.51	11.97	11.98	11.99	11.99	11.98	11.98	11.98
2			11.45	11.35	11.38	11.47	11.57	11.66	11.68	11.71	11.70	10.72	11.73	11.74
2 Bis			11.30	11.19	11.22	11.30	11.40	11.51	11.52	11.55	11.56	11.56	11.58	11.58
3			11.67	11.54	11.58	11.68	11.86	12.00	12.03	12.06	12.09	12.07	12.08	12.08
4			11.45	11.39	11.40	11.50	11.63	11.68	11.69	11.71	11.74	11.75	11.75	11.76
4 Bis			11.50	11.43	11.44	11.46	11.54	11.60	11.62	11.64	11.66	11.68	11.69	11.69
C. 1			9.89	9.80	9.88	9.88	9.87	9.84	9.96	10.06	10.14	10.18	10.19	10.25
C. 2			10.62	10.56	10.59	10.60	10.63	10.65	10.70	10.78	10.84	10.87	10.90	10.93
7			10.50	9.89	10.44	10.55	10.60	10.80	10.95	11.05	11.10	11.05	11.05	11.05
8			9.90	10.40	9.85	9.96	10.04	10.29	10.47	10.67	10.70	10.55	10.45	10.49
9			10.75	10.85	10.95	11.21	11.31	11.80	11.92	12.01	10.04	11.35	11.35	11.21
10			11.28	11.15	11.19	11.30	11.45	12.10	12.20	12.30	12.30	12.26	12.24	12.21
11			11.21	11.05	11.09	11.20	11.34	11.88	11.98	à sec	à sec	19.10	12.04	12.10
12			10.90	11.20	10.78	10.83	10.99	11.45	11.55	11.97	11.97	11.75	11.74	11.69
13			11.26	10.70	11.17	11.26	11.40	11.90	11.96	-	-	à sec	à sec	à sec
14			10.45	10.28	0.34	10.41	10.50	11.02	11.09	11.56	11.50	11.18	12.20	11.17
15			10.87	10.80	F	10.92	11.10	11.45	11.54	12.04	-	F	11.77	F
Puits n° 1			10.34	10.45	11.57	10.85	10.95	12.00	11.85	12.01	11.67	10.90	10.88	11.02
2			9.90	9.90	9.84	9.89	10.04	10.20	10.93	11.25	11.26	10.85	10.86	10.78
4			10.95	10.84	10.88	9.94	11.05	11.50	11.24	11.28	11.31	11.30	11.31	11.33
5			11.30	11.18	11.20	11.30	11.50	11.72	12.17	12.18	12.19	12.25	12.16	12.15
6			9.90	9.84	9.85	9.86	9.78	10.03	9.83	9.95	10.05	10.14	10.22	10.27
A			10.11	10.00	11.03	11.11	11.26	11.58	11.69	12.50	12.55	12.48	12.08	11.88
B			10.72	10.57	10.65	10.69	10.81	10.97	11.10	11.92	11.94	11.88	11.52	11.35
157			11.15	11.03	10.94	11.10	11.30	11.51	11.72	12.23	12.26	12.30	12.00	12.10
158			12.09	11.98	11.95	12.08	12.18	12.26	12.41	12.70	12.65	12.65	12.60	13.94
163			11.85	11.60	11.70	11.81	11.93	12.08	13.03	12.28	12.20	12.36	12.27	12.40
164			12.83	12.70	12.80	12.95	13.08	13.15	13.29	13.28	13.29	12.25	13.28	13.32
165			11.35	11.28	11.26	11.36	11.55	11.65	12.37	12.30	12.99	12.20	12.20	12.18
166			11.28	11.01	11.10	11.28	11.50	11.75	12.10	13.25	12.13	12.08	11.98	12.00
168			12.22	12.07	12.15	12.10	11.37	11.53	11.68	11.92	11.98	11.91	12.97	13.00
169			10.08	10.01	10.04	10.30	12.23	12.31	12.43	11.47	11.52	11.48	10.88	10.79
170			10.42	10.24	10.23	10.00	10.42	10.55	10.68	16.15	10.70	10.61	11.19	11.08
172			10.78	10.52	10.58	10.80	10.13	10.23	10.44	11.88	11.97	11.90	11.59	12.57
173			12.44	12.14	11.29	12.40	10.94	11.04	11.17	13.55	13.64	13.48	13.21	13.15
174			11.55	11.19	11.25	11.38	12.61	12.70	12.84	12.50	12.36	10.08	12.11	11.94
175			11.91	11.62	11.62	11.90	11.49	11.63	11.79	13.05	13.11	13.06	12.70	12.73
177			11.75	11.42	11.46	11.60	12.03	12.12	12.23	12.74	12.66	12.54	12.30	12.08
179			9.59	9.91	9.99	10.22	10.35	10.43	10.64	11.41	11.36	11.28	11.10	11.10
180			9.55	9.18	9.28	9.45	9.58	9.62	9.86	10.60	10.74	10.80	10.38	10.40
181			9.28	9.00	9.04	9.17	9.34	9.58	9.71	10.20	11.30	10.06	10.00	9.86
182			9.71	9.43	9.47	9.52	9.68	9.73	9.98	11.39	11.74	10.42	10.35	10.28
184			11.15	10.93	11.06	11.10	11.26	11.37	11.56	12.05	12.10	12.00	11.81	11.63
185			11.63	11.46	11.58	11.54	11.67	11.70	11.81	12.59	12.88	12.79	12.30	12.18
186			10.62	10.47	10.55	10.64	10.76	10.77	11.03	11.98	12.16	12.14	11.58	11.44
189			11.14	11.06	11.24	11.39	11.53	11.70	11.78	11.95	11.99	11.90	11.64	11.78
193			11.34	11.18	12.03	11.68	11.79	11.92	12.04	13.50	13.68	13.51	13.42	12.33
195			11.56	11.43	11.65	11.70	11.93	12.15	12.06	14.27	13.98	13.91	13.60	12.70
196			11.19	11.05	11.00	11.12	11.25	11.96	12.05	12.02	12.17	12.10	11.90	11.93
197			10.65	11.42	11.48	11.61	11.75	11.99	12.07	10.60	10.62	10.48	10.10	10.44
202			11.56	11.41	11.60	11.69	11.72	12.04	12.18	12.40	12.38	12.28	11.83	11.97

## 1.2. RECHARGE DE LA NAPPE DE OUED SOUHL

## SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE (SUITE)

ANNEE : 1998

Puits / Piézomètre	N° IRRI	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
2460			10.68	10.49	10.61	10.25	10.48	10.63	10.84	11.00	11.15	11.10	10.89	10.53
2459			9.89	9.78	9.88	10.50	10.72	10.87	10.98	11.33	11.43	11.36	11.03	10.84
2458			11.15	11.01	11.15	11.70	11.89	11.90	12.05	12.05	12.73	12.66	12.45	11.78
2457			11.51	11.38	11.56	10.90	11.06	10.90	11.10	11.10	11.27	10.08	10.78	11.12
2417			9.53	9.36	9.82	10.00	10.16	10.98	11.16	11.16	10.28	10.20	10.27	10.45
2421			10.59	10.07	10.25	10.60	10.79	10.86	10.91	10.91	11.17	11.08	11.17	11.07
2425			10.54	10.08	10.26	10.60	10.73	10.89	11.34	11.34	11.79	11.68	11.54	11.54
2393			7.08	7.30	7.56	7.94	8.22	à sec						
2399			9.42	9.20	9.42	9.75	9.90	9.93	9.95	9.95	9.95	9.90	9.94	9.44
2396			7.65	7.90	8.07	8.70	9.28	9.29	9.14	9.14	9.85	8.70	8.82	8.80
2401			7.39	7.07	7.13	8.36	8.61	8.71	8.37	8.37	8.58	8.36	8.41	8.10
2402			7.90	6.92	7.32	7.97	8.17	8.37	8.54	8.54	9.20	8.05	8.82	8.38
2403			7.21	6.31	6.65	7.35	7.59	7.81	7.96	7.96	8.70	8.38	8.20	7.18
147			8.92	7.38	8.53	8.73	8.95	9.17	9.28	9.28	13.36	13.28	9.90	9.08
2404			7.52	7.12	7.12	7.52	7.85	8.01	8.17	8.17	8.70	8.76	8.66	8.56
2405			8.31	8.08	8.27	8.44	8.60	8.79	9.98	8.98	9.72	9.48	9.50	9.68
2547			5.44	5.10	5.18	6.14	6.28	6.52	6.73	6.73	7.45	6.76	6.69	6.18
2554			7.94	7.75	7.79	7.92	8.10	8.37	8.64	8.64	9.08	8.98	9.10	8.18
2552			5.69	5.46	5.49	5.77	6.03	6.40	6.51	6.51	6.97	6.84	6.92	6.08
F. 76			8.60	9.15	9.21	7.55	7.70	10.41	10.60	10.60	10.74	10.60	10.36	10.54
2565			9.33	9.56	9.67	9.79	9.83	9.98	10.07	10.07	10.00	F	F	10.20
2573			12.30	12.58	12.61	12.65	12.88	12.83	12.95	12.95	13.00	12.80	13.12	13.15
2574			14.51	14.62	14.65	14.84	14.79	14.25	14.34	14.34	14.97	14.90	14.12	15.00
2575			12.20	12.45	12.52	12.75	12.72	12.80	12.91	12.91	12.97	12.89	11.16	12.73
2424			10.13	10.00	10.05	10.40	10.62	10.76	11.08	11.08	11.33	11.19	11.06	11.27
2567			9.80	10.08	10.17	10.38	10.23	10.53	10.68	10.68	10.61	F	F	9.68
89			9.24	9.08	9.05	9.30	9.44	9.61	9.72	9.72	10.55	8.33	10.05	10.15
1			8.16	9.66	9.67	9.00	9.05	9.27	9.48	9.48	8.45	8.23	8.52	8.66
2558			5.70	5.10	5.19	5.57	5.67	6.01	6.18	6.18	5.98	8.23	6.36	8.86
2551			7.94	7.54	7.51	7.85	7.97	8.10	8.54	8.54	8.81	8.77	8.92	8.15
52			6.42	6.00	6.15	7.74	7.93	8.30	8.53	8.53	8.67	8.42	8.20	10.76
83			10.08	11.97	11.99	10.06	10.18	10.40	10.68	10.68	10.74	10.64	10.42	8.66
2569														10.05

## 2. RECHARGE DE LA NAPPE DE GROMBALIA (EL GOBBA)

SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE  
ANNEE : 1997

Puits / Piezomètre	N° IRH	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
5959			7.48	7.34	7.14	7.02	7.13	8.10	8.58	9.07	9.28	9.00	8.04	7.88
1186			4.91	4.80	4.53	4.35	4.86	8.80	8.88	9.13	8.32	8.43	6.48	6.28
1185			2.86	2.77	2.52	2.48	2.90	4.10	4.56	4.60	3.80	3.50	3.65	3.28
1232			2.10	2.32	2.33	2.38	2.71	6.30	6.63	5.55	3.61	3.72	2.57	2.37
1188			9.17	12.77	12.20	12.70	8.72	10.32	10.41	10.63	9.03	9.43	8.94	8.85
1189			5.77	5.31	5.10	5.38	5.00	5.80	5.98	6.17	6.00	6.12	5.81	5.70
1187			6.18	6.22	5.81	6.41	6.38	7.49	7.70	7.86	7.38	7.52	6.26	6.60
1182			4.33	4.55	4.33	4.12	4.78	5.10	5.15	5.30	5.08	5.45	5.10	4.82
1184			5.19	5.07	4.86	7.14	7.33	7.90	8.10	8.27	8.13	8.38	8.23	8.05
1175			5.27	5.66	4.90	4.60	5.55	5.63	5.71	6.10	6.58	7.46	5.70	5.40
1179			5.13	4.10	3.47	3.21	3.05	5.72	6.00	6.37	6.80	7.63	4.55	4.23
1180			4.66	3.90	3.22	3.01	3.72	4.90	5.18	5.42	5.10	6.04	4.78	4.57
1174			13.08	13.30	13.16	12.78	13.28	13.45	13.30	13.68	13.96	12.84	12.72	12.67
1173			13.20	12.19	9.07	7.94	6.33	10.35	10.18	10.45	10.88	12.25	9.15	8.50
1			16.10	16.15	15.78	17.07	15.35	16.17	16.60	16.93	17.32	17.08	17.07	16.92
5969			7.33	6.18	6.00	8.50	8.97	9.15	9.44	11.22	9.45	9.28	9.82	8.60
5970			14.15	13.85	13.63	13.53	13.90	14.30	14.66	14.41	20.52	19.80	15.47	14.56
1136			13.51	13.14	13.00	13.40	13.55	14.00	14.27	14.65	15.21	15.40	14.56	14.00
1144 bis			12.14	11.07	10.87	11.10	14.30	14.58	16.10	15.50	15.10	15.20	15.30	15.08
1135			17.48	17.27	17.10	17.30	14.45	14.70	14.92	20.36	17.61	17.35	16.36	16.18
1108			13.67	13.38	13.27	13.20	13.50	13.93	14.07	14.16	13.95	13.54	13.40	18.55
1100			16.07	16.00	15.94	15.87	16.55	17.10	17.28	17.37	17.45	17.16	17.10	17.00
1127			14.55	14.67	14.55	14.44	14.63	14.87	13.90	14.00	16.08	15.95	15.48	15.32
6216			14.01	13.89	13.66	13.38	13.57	13.93	14.30	14.41	14.86	14.60	14.66	14.25
1074			15.07	15.00	14.90	14.66	15.80	16.18	16.65	16.78	16.38	16.18	16.04	15.80
5992			13.26	13.16	13.06	13.20	13.35	11.08	11.18	11.23	14.05	13.86	13.18	13.00
5932			16.18	16.13	16.50	16.61	15.15	17.18	17.36	17.73	11.12	11.00	16.83	16.40
5964			10.55	10.98	10.95	10.93	10.95	11.24	11.54	11.81	11.30	11.35	11.32	10.95
5936			13.32	13.73	13.73	13.75	13.75	13.82	14.00	13.88	13.92	13.72	13.98	13.70
1197			5.00	4.88	4.44	5.12	4.98	5.30	5.60	5.76	5.14	5.34	5.64	5.40
6			16.28	16.20	15.75	15.61	15.65	16.29	16.70	16.57	16.24	15.96	17.28	16.16
6077			17.83	17.66	17.54	17.20	18.17	18.15	18.33	18.52	20.33	19.10	19.80	19.57
6108			18.13	18.00	17.80	17.72	17.93	17.98	14.62	14.81	21.35	21.04	18.70	18.55
6130			18.67	18.44	18.27	18.16	18.27	18.39	18.72	18.57	17.66	17.50	19.07	18.90
4292			12.83	12.72	12.56	12.37	15.40	15.58	16.04	15.88	14.72	14.42	15.34	13.80
5966			11.88	11.69	11.47	12.45	12.66	12.79	13.04	13.16	18.68	17.95	13.93	13.40
6186			11.97	11.78	11.68	11.80	13.48	13.64	15.30	14.60	14.46	14.30	12.80	12.52
6094			13.82	13.14	13.00	13.43	14.40	14.39	17.64	23.67	22.88	22.40	22.20	22.04
71			14.81	14.98	14.57	18.71	19.10	19.23	23.59	23.72	20.37	20.07	16.60	
1142			15.70	13.13	12.85	12.61	12.82	13.10	sec	sec	14.80	14.62	14.17	14.00
1167			16.10	16.16	16.22	13.40	16.12	16.48	16.51	16.65	16.24	16.58	16.65	17.50
6193			13.80	14.08	13.86	13.70	13.70	13.97	14.10	14.27	15.44	15.20	14.79	14.66
1203			4.18	4.14	3.94	4.35	4.49	5.15	5.40	5.45	5.10	5.00	4.95	5.10
40			17.30	17.21	17.00	17.16	17.03	17.20	17.64	16.68	17.81	17.70	17.70	17.40
6008			8.18	7.13	6.85	7.25	7.70	8.20	9.92	10.15	8.93	8.39	14.44	8.64
4290			11.86	11.68	11.52	11.88	12.50	12.48	16.60	16.83	12.96	12.58	12.55	12.18
5974 bis			16.23	18.23	18.03	15.87	15.80	16.10	16.00	16.22	19.58	19.30	18.60	18.30

### 3. RECHARGE DE LA NAPPE DE GROMBALIA (SIDI ALAYA)

#### SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE ANNEE : 1998

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1			26.76	26.07	22.76	21.73	21.98	23.38	23.30	23.45	22.94	à sec	26.74	25.33
3676			24.83	24.19	23.70	23.10	23.67	25.20	25.36	25.53	26.80	à sec	26.58	26.30
5675			25.30	25.36	25.19	24.99	25.15	26.42	26.64	26.71	à sec	à sec	à sec	à sec
5673			à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec
5672			24.65	24.23	24.08	25.02	25.24	27.15	à sec	à sec	à sec	à sec	26.32	26.22
9			19.03	18.66	18.14	17.88	18.05	20.45	20.38	20.56	20.46	20.86	19.90	18.84
11			à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec
5556			17.13	17.00	16.58	16.94	17.00	18.30	18.44	18.73	19.04	19.06	à sec	19.00
5554			à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec
17			25.16	25.03	24.80	24.66	24.87	25.35	25.60	25.46	24.68	24.32	26.70	26.70
5560			16.28	16.18	16.10	16.70	16.92	16.80	16.92	16.80	16.30	16.08	19.60	19.37
22			21.08	22.90	22.34	22.27	22.41	à sec	22.82					
5577			28.36	28.17	28.03	28.10	28.18	30.40	29.96	29.78	28.54	28.30	29.49	29.33
4534			26.19	26.08	25.96	25.91	26.27	26.87	26.90	26.80	25.40	à sec	à sec	à sec
25			27.21	27.90	31.37	31.16	31.87	34.44	34.40	34.28	33.56	32.27	29.80	29.50
26			27.30	27.15	27.00	27.00	27.10	27.64	27.50	27.68	27.18	27.36	27.20	29.00
27			23.01	22.83	22.60	22.41	22.66	25.02	25.18	25.44	24.95	24.85	22.86	22.33
5710			21.37	21.26	21.57	21.70	21.90	23.35	23.34	23.50	22.60	23.10	23.85	23.62
29			15.63	16.96	16.14	16.43	14.90	16.82	16.80	16.88	16.37	17.35	15.01	15.17
4535			21.03	21.08	21.20	21.32	21.48	21.68	21.79	21.67	20.18	22.87	21.80	21.80
31			F	F	23.75	23.58	23.89	-	-	-	-	24.20	24.65	24.45
5466			25.27	25.09	25.00	25.22	25.37	26.13	26.40	26.61	28.60	27.45	27.18	27.00
5458			à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec	à sec
34			12.40	13.62	13.84	13.80	14.01	14.56	14.64	14.80	13.70	13.50	13.30	13.70
4498			27.38	27.30	27.08	31.30	31.64	33.93	33.86	33.78	32.44	28.08	28.15	27.96
5693			17.00	17.16	16.69	16.17	20.15	21.34	21.50	21.78	20.90	20.73	20.50	18.95
4372			17.35	17.20	16.96	16.33	16.80	21.20	21.30	21.20	19.60	19.10	15.70	15.28
3201			16.84	16.80	16.63	16.58	16.63	17.80	17.72	17.84	17.35	16.63	16.50	15.56
4571			17.20	16.74	16.70	16.44	16.83	17.90	17.80	17.92	17.28	16.97	16.75	17.50
4327			15.17	12.85	13.15	13.80	14.50	16.40	16.54	16.70	16.18	15.52	15.40	16.10
4386			17.10	16.82	16.56	14.72	12.87	16.63	16.46	21.91	16.85	16.40	13.33	11.80
3257			3.57	3.10	3.00	2.86	4.26	4.58	4.50	4.63	4.90	4.10	4.00	3.40
3890			6.78	6.54	8.58	8.30	9.37	10.10	10.30	10.44	10.16	9.99	9.60	7.15
4413			9.00	10.93	10.66	10.21	10.70	10.90	10.78	10.92	13.33	12.29	12.57	12.03
4607			4.91	5.38	5.13	5.74	6.17	6.78	6.89	6.90	5.90	5.40	5.15	4.86
4090			7.21	7.14	7.01	6.74	7.44	8.10	8.34	8.53	8.16	7.85	7.97	7.61
39			3.10	3.52	3.17	3.87	3.00	4.86	4.92	5.03	4.88	4.30	4.10	3.55
4197			31.10	30.98	30.82	30.90	31.10	à sec	à sec	à sec	à sec	23.87	23.80	32.65
3979			19.26	19.12	22.69	22.64	23.55	23.95	23.90	23.80	22.54	25.10	24.89	24.57
5667			20.08	19.96	20.02	19.86	19.93	21.30	21.24	21.36	20.16	21.65	21.31	21.08
4549			19.89	19.62	19.07	19.70	20.97	22.15	22.34	22.54	22.24	21.98	20.86	20.66
34 bis													21.20	20.88
4607 bis													21.00	20.55
														20.08

## 4. RECHARGE DE LA NAPPE DE GROMBALIA (EL AMRINE)

## SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE

ANNEE : 1998

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
S 676			11.08	10.80	9.20	10.37	10.68	11.10	11.54	15.60	13.74	12.84	14.39	14.10
680			12.01	11.96	11.64	11.43	11.84	11.97	12.03	12.25	11.05	10.45	10.76	10.18
3130			18.82	18.36	17.95	17.18	17.15	17.80	18.10	18.18	16.88	16.22	15.94	15.34
3300			13.39	13.28	13.00	12.85	13.04	13.38	13.58	13.73	12.34	11.95	12.10	11.86
3213			12.34	12.21	11.87	11.45	11.66	12.10	12.44	12.65	11.26	13.72	11.54	11.18
3211			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3214			8.05	8.26	8.19	5.80	7.45	8.15	15.64	15.52	14.10	9.58	5.30	3.55
3215			8.87	8.58	13.98	5.95	9.15	10.04	16.50	16.70	14.84	8.76	5.70	4.20
3220			10.23	10.08	8.42	6.18	6.64	6.82	7.04	8.85	7.18	10.45	9.95	8.20
3216			8.27	8.12	8.40	7.22	7.48	7.65	7.90	8.68	7.42	8.67	6.95	6.28
3217			8.20	8.03	7.86	8.00	8.24	8.49	8.72	8.83	7.44	8.38	8.18	7.03
3218			5.90	5.61	5.10	6.54	6.98	7.17	7.57	8.06	6.89	6.10	5.90	5.55
3202			8.02	7.96	7.16	7.00	7.54	7.88	8.16	8.54	7.27	8.18	11.06	10.06
3209			9.34	9.18	8.77	12.50	12.78	15.36	15.70	14.70	11.94	11.98	11.30	10.96
3229			11.43	8.80	11.01	9.72	11.17	11.97	14.10	14.06	12.40	11.15	10.65	10.40
3228			8.75	8.29	8.45	8.70	9.10	10.40	10.02	10.23	10.26	9.92	9.73	9.51
I			11.60	11.27	10.95	10.54	10.87	11.30	11.54	11.70	10.34	9.98	9.72	9.44
3275			9.83	9.40	9.03	8.76	9.03	11.15	11.38	11.44	10.17	12.40	12.10	11.90
3269			12.24	12.03	11.90	10.61	10.82	11.92	12.15	12.24	11.53	10.02	9.62	9.46
3272			9.96	9.78	9.27	9.44	9.70	10.50	10.70	10.83	10.24	11.16	10.06	9.80
3298			11.39	11.12	10.91	10.66	10.84	11.15	11.28	11.36	10.95	15.18	9.43	9.13
3293			15.18	15.05	14.80	13.25	13.50	14.35	14.50	14.75	13.63	4.50	4.00	2.56
E			4.45	4.33	4.01	3.98	4.15	4.72	4.92	5.18	4.24	8.39	5.36	4.00
3285			8.40	8.18	8.00	8.56	8.86	9.08	9.29	9.40	8.56	5.95	5.45	10.77
2917			5.65	5.27	5.10	4.96	5.20	5.90	6.10	6.54	5.80	9.58	11.05	10.00
3271			9.06	8.92	8.34	7.28	7.84	8.18	8.64	8.80	7.72	9.77	9.40	9.08
3221			9.48	9.17	8.86	8.27	8.44	8.94	9.18	9.56	8.95	17.20	14.78	14.18
3289			16.74	16.18	15.28	14.86	14.97	15.15	15.56	15.70	14.34	9.78	8.85	8.48
3212			12.24	12.03	11.75	11.10	11.46	12.10	12.28	12.43	11.18	11.04	11.83	11.51
PZ 1			9.12	9.13	9.22	7.91	8.39	8.87	9.33	9.92	9.99	8.77	7.67	7.10
PZ 2			9.24	9.24	9.45	8.37	9.05	9.57	10.07	10.61	10.39	9.05	8.14	7.79
PZ 3			9.18	9.17	9.23	9.11	9.36	9.56	9.79	10.14	10.25	10.03	9.63	9.52
PZ 4			8.78	8.80	8.93	6.42	7.81	8.54	9.24	9.91	9.95	7.52	6.17	5.35
PZ 5			8.87	8.90	9.44	6.69	8.17	9.29	10.14	10.78	10.57	7.81	6.45	5.70
PZ 6			8.80	8.83	8.97	5.94	7.78	8.70	9.52	10.21	10.16	7.15	5.70	4.60
PZ 7			8.95	9.01	9.73	6.24	8.23	9.44	10.51	11.24	10.82	7.48	6.00	5.65
PZ 8			9.27	9.21	9.20	9.03	8.83	8.80	8.82	8.95	9.24	9.22	8.97	8.56
PZ 10			8.69	8.72	8.69	6.34	7.54	8.20	9.16	10.06	9.77	7.67	6.14	4.93
PZ 11			9.95	9.01	9.00	7.10	8.02	8.85	9.84	10.56	10.17	8.39	6.71	5.82
PZ 12			9.14	9.15	9.15	8.18	8.02	8.98	11.48	11.86	11.67	9.97	8.01	6.44
F 1			9.43	9.44	9.46	8.35	7.50	7.82	8.35	8.78	9.67	9.35	7.46	5.94
F 2			9.46	9.50	9.35	6.11	8.31	9.01	9.72	10.43	10.50	7.28	5.90	4.79
F 5			10.35	10.34	10.36	10.12	10.00	10.09	10.28	10.46	10.55	10.57	10.55	10.25
F 6			9.31	9.12	9.10	9.13	9.18	9.35	9.55	9.79	9.99	10.00	10.02	10.03
F 7			8.87	8.76	8.95	9.27	9.71	10.75	12.03	12.77	13.12	12.51	11.75	10.50

**5. VOLUMES D'EAU INJECTES AU NIVEAU DES SITES DE RECHARGE  
DES NAPPES DU CAP-BON  
ANNEE : 1998**

Mois	Volume injecté (m <sup>3</sup> )			
	Sidi Alaya	El Gobba	El Amrine	O. Souhil
Janvier	17424	24646	-	38400
Février	61542	123084	-	13220
Mars	67273	134547	2730	18685
Avril	55618	111237	37360	-
Mai	77320	154658	7357	-
Juin	-	-	-	-
Juillet	-	-	-	-
Août	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-
Octobre	79915	128084	32242	-
Novembre	69717	90638	40035	13935
Décembre	74241	76538	61273	29000
<b>Total</b>	<b>503050</b>	<b>853634</b>	<b>180996</b>	<b>113240</b>

**RECHARGE DE L'UNDERFLOW DE L'OUED SILIANA**  
(Gouvernorat de Siliana)

**I. INTRODUCTION**

L'année hydrologique 1997/98 a été marquée par une pluviométrie relativement excédentaire par rapport à la moyenne inter-annuelle. La station pluviométrique concernée par le bassin de l'oued Siliana est celle de Makthar qui contrôle l'impluvium de la nappe de l'oued Siliana, qui prend ses origines de la zone du plateau de Makthar. La pluviométrie qui y a été observée est légèrement inférieure à celle de l'année précédente, soit 416 mm.

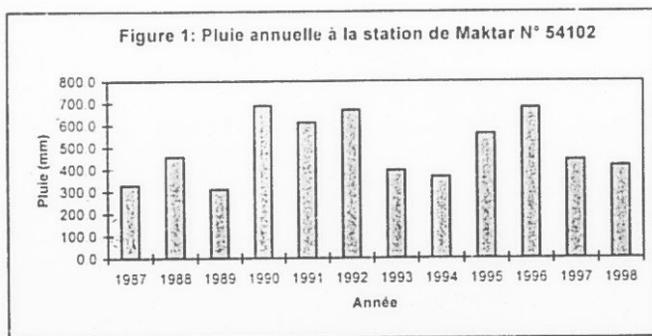
**II. PLUVIOMETRIE**

Au cours de cette année, la station de Makthar a enregistré un déficit pluviométrique de 26.7 mm par rapport à l'année 1997. Les mois les plus pluvieux sont janvier, mars, septembre et novembre; alors que le mois le plus sec est celui de juillet où il n'a pas plu (Tableau n°1).

**Tableau n°1: Pluie mensuelle à la station de Makthar**

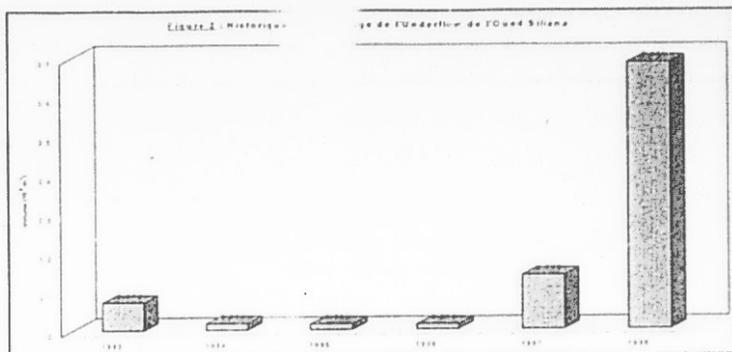
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
P(mm)	0	27	52,5	28	19,5	20	0	22,8	78	34	69,5	24,6	415,9

L'évolution de la pluie annuelle à la station de Makthar depuis 1986, est représentée par le graphique ci-après:



**Tableau n°2 : Evolution des apports pluviométriques à la station de Makthar PF (1986 - 1997)**

Année	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Pluie	515,0	329,2	457,6	311,1	689,2	612,1	669,5	396,5	366,8	561,4	678,5	442,6	415,9



### III. EXPLOITATION

La nappe de l'underflow de l'Oued Siliana est renfermée dans des matériaux grossiers (galets, graviers et argiles) et s'étend sur une superficie très réduite de 17 km<sup>2</sup>. Elle est captée par 25 forages dont 14 forages sont opérationnel et prélevant un volume de 2.13 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an, soit l'équivalent de 67,5 l/s.

L'état des forages et leurs affectations sont récapitulés dans le tableau suivant :

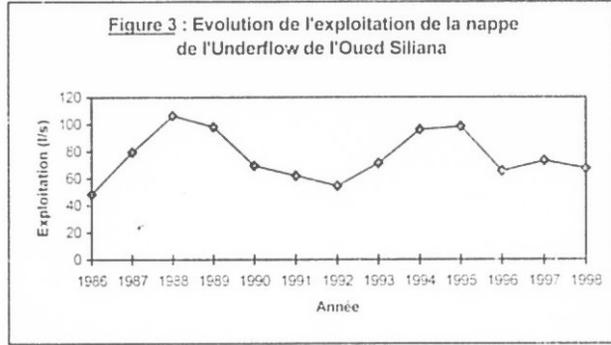
Tableau n°3 : Etat des forages de l'Underflow de l'Oued Siliana

N°	Forage	N° IRH	Q (l/s)	Année	Propriétaire	Usage	Observations
1	SI 1	3287/3	10	1963	SONEDE	-	Abandonné
2	SI 2	3289/3	5,0	1963	SONEDE	potable	Exploité
3	SI 3	3686/3	-	-	-	-	Négatif
4	SI 4	3964/3	-	-	-	-	Négatif
5	SI 5	4343/3	32	1965	CRDA	-	Remplacé / SI 16
6	SI 6	4450/3	33,0	1966	CRDA	-	Exploité
7	SI 7	5079/3	-	1969	-	-	Négatif
8	SI 8				CRDA	-	Abandonné
9	SI 9	5357/3	36	1971	SONEDE	-	Abandonné
10	SI 10 (D3)	5417/3	50,0	1973	OTD	Irrigation	Exploité
11	SI 11 (E4)	5470/3	30	1973	SONEDE	potable	Colmaté/Ramlia bis
12	Ramlia bis	6075/3	20,0	1979	SONEDE	potable	Exploité
13	SI 8 bis	6310/3	20,0	1981	CRDA	Irrigation	Exploité
14	SI 12	6355/3	25,0	1981	CRDA	Irrigation	Exploité
15	SI 9 bis	6329/3	22,0	1982	SONEDE	potable	Exploité
16	SI 13	6610/3	23,0	1987	SODAL	Irrigation	Exploité
17	SI 14	6615/3	20,0	1988	OTD	Irrigation	Exploité
18	SI 15	6662/3	25	1989	SONEDE	potable	Non exploité
19	SI 16	6706/3	20	1991	CRDA	Irrigation	Exploité
20	Parc CRDA	6733/3	8	1991	CRDA	EP+Ind.	Exploité
21	Ouerfelli	6766/3	10	1993	Privé	Irrigation	Exploité
22	SODAL II	6833/3	20	1995	SODAL	Irrigation	Exploité
23	SODAL III	6859/3	15	1995	SODAL	Irrigation	Exploité
24	SI 18	6922/3	30,0	1996	CRDA	Irrigation	Nouveau forage
25	SI 17	6921/3	25	1996	CRDA	Irrigation	Nouveau forage

Par ailleurs l'évolution de l'exploitation est récapitulée dans le tableau qui suit et présentée dans la figure n°3.

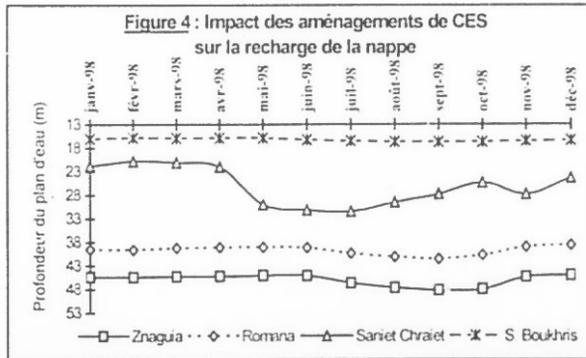
Tableau n°4 : Evolution de l'exploitation de la nappe de l'underflow de l'Oued Siliana (1986-1998)

Année	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Exploitation (Mm <sup>3</sup> /an)	1,53	2,508	3,36	3,10	2,19	1,96	1,72	2,25	3,03	3,11	2,07	2,31	2,1
Exploitation (l/s)	48,4	79,5	106,5	98,30	69,4	62,2	54,5	71,3	96,1	98,6	65,6	73,2	67,2
Forages exploités	09	09	11	11	10	10	11	12	14	15	15	14	14



#### IV. EVOLUTION PIEZOMETRIQUE

L'amplitude des fluctuations piézométriques enregistrées au cours de l'année 1998, au niveau des trois piézomètres (Znaguia, Romana et Sidi Boukhris) varie de 0,95 m à 3,31 m. Le maximum d'abaissement du plan d'eau est observé au mois de septembre pour tous les piézomètres, alors que la remontée du plan d'eau a été enregistrée au mois de décembre pour les piézomètres Znaguia et Roman et de février pour le piézomètre Sidi Boukhriss.



## V. VOLUME INFILTRE

Durant l'année 1998, quatorze campagnes de jaugeages différentiels ont pu être faites au niveau des 7 seuils déversoirs situés juste à l'amont de la nappe. Les résultats de ces opérations sont mentionnés dans le tableau qui suit, tout en signalant que les lacunes de mesure sont dues à un assèchement dans le lit de l'oued surtout pendant la période estivale.

Tableau n°5 : Jaugeage différentiel dans le lit de l'Oued Siliana

Mois	Date	STATION DE JAUGEAGE (débit en l/s)							Q infiltré (l/s)
		S1 amont	S2	S3	S4	S5	S6	S7 Aval	
Janvier	6 1 98	241	134	94 8	172		Stag.	206	35
Février	7 2 98	138	205	136	162		Stag.	116	61
	21 2 98	109	66	49 3	68			48	
Mars	19 3 98	53	162	227	157	Stag.	Stag.	249	43
Avril	3 4 98	170	156	151	129	Stag.	Stag.	127	43
Mai	5 5 98	50 5	72	63	Stag.	Stag.	Stag.	38	22
	20 5 98	22	faible	faible	d'eau	d'eau	d'eau	Stag.	
Juin	1 6 98	19	40	19	7	Stag.	Stag.	21	-
	16 6 98	2 5	3 5	5	à sec	à sec	à sec		
Juillet	-	à sec	-	-	-	-	-	-	-
Août	-	à sec	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	29 9 98	194	271	202	198	Stag.	Stag.	206	-
Octobre	19 10 98	46 4	29 3	83 3	26 7	-	Stag.	10	24
	30 10 98	11	10 8	à sec	-	-	-	-	-
Novembre	18 11 98	23 7	22 6	19 2	15 2	Stag.	Stag.	10 3	13
Décembre	29 12 98	107	99 8	73 6	70	Stag.	Stag.	71	22

D'après le tableau ci-dessus, on constate que le maximum d'infiltration s'effectue durant les quatre premiers mois de l'année et elle est nulle pendant les quatre mois qui suivent (mai - août). Le volume d'eau infiltré et ayant rejoint la nappe est estimé, en se référant aux fluctuations piézométriques, du même ordre de grandeur que l'exploitation, soit  $2,13 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , puisque la situation piézométrique de la nappe à la fin de l'année est pratiquement identique à celle du début de l'année.

En se basant sur les résultats des jaugeages, les pertes par infiltration et évaporation au niveau du lit de l'oued sont détaillées dans le tableau n°6, elles totalisent un volume de  $686157 \text{ m}^3$ .

Tableau n°6 : Recharge de la nappe de l'Underflow de l'Oued Siliana. Volumes et débits infiltrés (1997)

Mois	Q infiltré (l/s)	Volume infiltré ( $\text{m}^3$ )
Janvier	35	358731
Février	61	
Mars	43	
Avril	43	
Mai	22	170525
Juin	-	
Juillet	-	0
Août	-	
Septembre	-	
Octobre	24	
Novembre	13	156901
Décembre	22	
<b>Volume total</b>		<b>686157</b>

## VII. CONCLUSION

Au terme de cette année nous signalons que les seuils déversoirs ont été endommagés par les crues survenues vers la fin de l'année. Actuellement ils sont devenus inefficace pour l'alimentation de la nappe et en cet état, ils ne contribueront plus dans l'avenir, à la recharge. D'ailleurs, les quantités d'eau infiltrés au cours de l'année 98, nous semblent être dues à une infiltration naturelle indépendante des seuils.

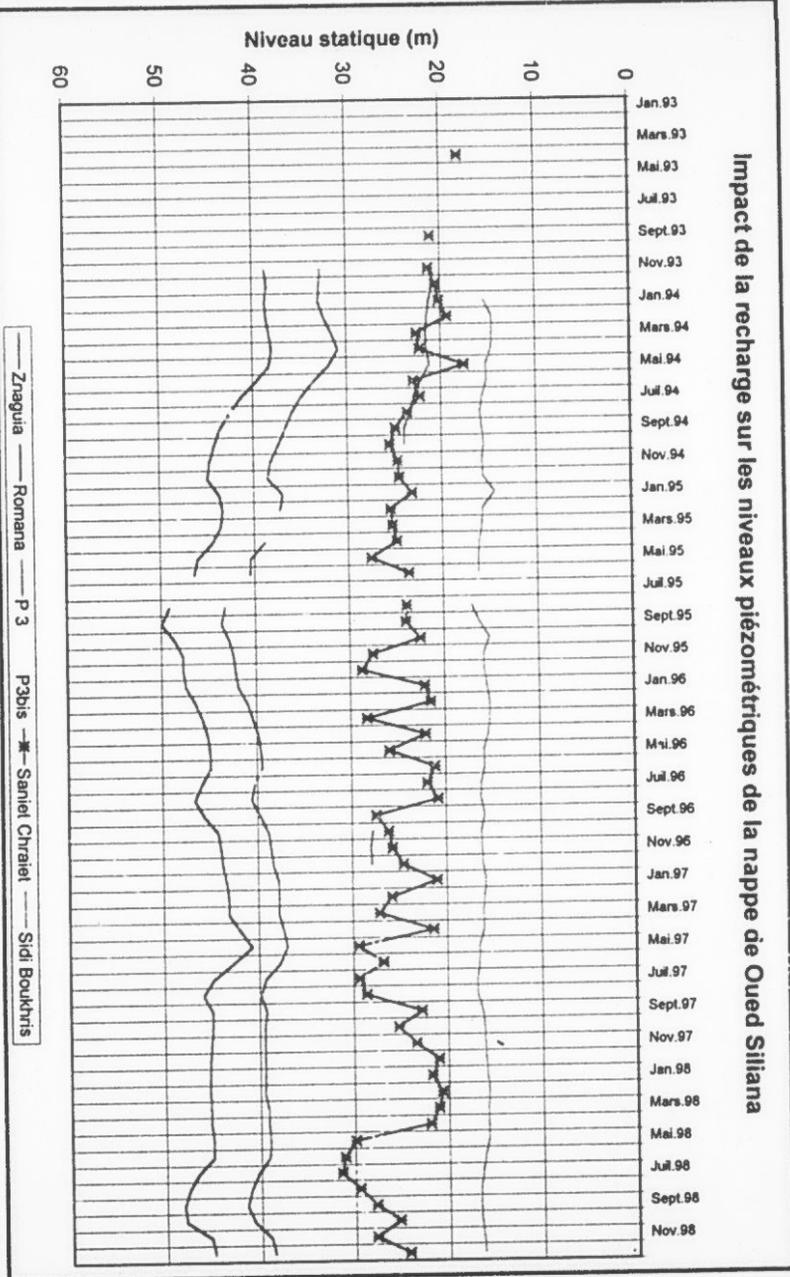
Pour conclure, nous rappelons qu'une meilleure recharge de la nappe de l'underflow de l'oued Siliana, passe à travers la réhabilitation des seuils et le traitement des versants et des ravins avoisinants le lit de l'oued, afin de freiner la vitesse d'écoulement et limiter le transport solide pour éviter le colmatage des ouvrages de recharge.

H. HEZZI

## BIBLIOGRAPHIE

- BEN GSIM, A. (1988). Ressources en eau du gouvernorat de Silian. DGRE - Tunis, Septembre 1988. 35 p. Annexes.
- INESS (1974). Underflow de oued Siliana. Etude hydrogéologique et modèle d'essais d'alimentation artificielle. DRE/Projet I.N.E.E.S., Tunis, 61p.
- OUESLATI, M.N. ; ROUISSI, A. (1988). Action à entreprendre pour la sauvegarde de la nappe de l'underflow de l'oued Siliana. DGRE, Tunis, 9p.
- ZEBIDI, H. (1970). Underflow de l'oued Siliana: données hydrogéologiques complémentaires, possibilités de recharge artificielle. DRE, Tunis, 1970.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.

# Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Oued Siliana



**ANNEXI :**

**RECHARGE DE LA NAPPE DE L'UNDERFLOW DE O. SILIANA  
SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE  
ANNEE : 1998**

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Znaguta	6790		45.33	45.39	45.29	45.25	45.03	45.08	46.63	47.65	48.21	48	45.38	45
Romana	6767		39.49	39.57	39.22	39.15	39.07	39.18	40.38	41.12	41.57	40.8	39.01	38.65
Saniet Chraiet	6763		21.81	20.75	21.13	22.01	30.01	31.15	31.49	29.59	27.84	25.35	27.84	24.35
Sidi boukhris	6793		15.98	15.8	15.89	15.86	15.86	16.24	16.51	16.71	16.75	16.68	16.49	16.35
P3bis	5356		26.61	26.8	26.41	26.6	27.82	28.95	29.54	29.2	29.52	28.4	27.77	28.43
U2bis	5338		32.8	32.8	32.94	32.92	32.91	33.11	33.73	34.33	34.66	34.72	34.16	33.73

## RECHARGE DES NAPPES DE OUED EL KHAIRAT ET DE OUED LAYA

(Gouvernorat de Sousse)

La recharge des nappes du gouvernorat de Sousse s'effectue par l'intermédiaire des différents travaux de CES. Ces travaux varient selon la géologie de la zone concernée. Ainsi, le Nord du gouvernorat qui est connu par la présence de plusieurs massifs montagneux, comporte la majorité des lacs collinaires à côté des barrages de Rmel, Khairat et Moussa. Ces lacs dont la capacité totale est de l'ordre de 1,8 millions de  $m^3$ , sont situés dans les zones amonts des nappes et contribuent énormément à la recharge.

Dans la zone d'Enfidha, on trouve sur l'underflow de l'oued El Khairat, deux seuils en maçonnerie qui amortissent les crues et favorisent l'infiltration. A cet effet, la recharge à travers ces ouvrages permet à la nappe de bénéficier d'un volume d'eau qui est presque égal à trois fois le volume infiltré dans les conditions naturelles.

Il est à noter que le Barrage El Khairat est en cours d'achèvement et des lâchers contrôlés d'un volume d'environ 6 millions de  $m^3/an$ , sont programmés pour alimenter la nappe en aval et lui faire bénéficier d'un apport net de 4 millions de  $m^3/an$  (d'après les prévisions simulées par le modèle mathématiques établi sur cette nappe).

Le Sud du Gouvernorat est traité par des petits travaux de CES simples et moins coûteux, du genre des banquettes, digues et diguettes. Ces travaux sont localisés essentiellement dans la zone amont du bassin de l'oued Laya et sur les affluents qui se déversent dans la sebkha de Sidi El Hani.

R. AMRI

### BIBLIOGRAPHIE

- EL BATTI, D. (1975). Recharge artificielle de la nappe de Téboulba. Campagne 1974-1975. DRE, Tunis, 5p.  
ZEBIDI, H. ; EL BATTI, D. (1981). Recharge artificielle de la nappe de Téboulba. DRE, Tunis, 9 p.  
DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE - Tunis.  
DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE - Tunis.  
DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.  
DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

# RECHARGE DES NAPPES DE TEBOULBA ET DE BEKALTA

(Gouvernorat de Monastir)

## I. INTRODUCTION

La recharge des nappes de Téboulba et de Békalta avait atteint en 1998 des volumes respectifs de 330000 et de 394200 m<sup>3</sup> contre une recharge nulle pour Téboulba et de 322100 m<sup>3</sup> pour la nappe de Békalta en 1997.

En effet, suite aux travaux de rénovation du réseau d'irrigation du PPI de Téboulba, la recharge a connu depuis le mois d'Août 1996 un arrêt de 20 mois environ. Elle n'a repris qu'en Avril 98 avec 19 nouvelles installations sur 19 puits d'injection.

Pour la nappe de Békalta, l'injection dans le premier site a presque doublé ( $Q = 17$  à  $18$  l/s) à partir du mois de Septembre, suite à l'utilisation de la totalité de la carrière.

## II. NAPPE DE TEBOULBA

### II.1 Situation du site d'injection

Le site d'injection pour la nappe de Téboulba est représenté par 19 puits dont 18 abandonnés et un puits faiblement exploité. Chaque équipement de recharge sur puits est composé d'une vanne, d'un filtre métallique, d'un compteur d'eau et d'un flexible en polyéthylène qui rejoint le puits jusqu'au fond. Ce réseau est plus ou moins définitif vu que les puits utilisés sont privés et qu'il arriverait que certains propriétaires demandent la disponibilité de leurs puits pour une cause ou une autre.

Comparativement à l'ancien réseau, apparent et vétuste, l'actuel réseau est mieux adapté à notre activité de recharge. Le seul problème qui existe actuellement c'est l'usure rapide des compteurs, malgré les filtres bien entretenus.

### II.2 Volume global injecté

Les 19 puits nous ont permis d'injecter 23 l/s en continu, ce qui donne un débit moyen d'absorption par puits de l'ordre de 1.23 l/s. Le débit maximum absorbé étant de 1.79 l/s et a été enregistré au puits N°483. Le débit minimum infiltré étant de 0.84 l/s et a été enregistré au puits N° 501.

Le volume global injecté depuis le 14 Avril 98 jusqu'à fin Décembre, avec un arrêt pour l'entretien du réseau du 13/07 au 04/10/98, soit une durée nette de 6 mois, est de 330000 m<sup>3</sup>, un tel volume est considéré important, comparativement à toutes les années de recharge depuis 1971.

Il est certain que s'il n'y aurait pas d'arrêter pour n'importe quelle cause, sauf pour l'entretien du réseau et pour une durée nette de 10 mois, on pourrait dépasser le volume de 500000 m<sup>3</sup>.

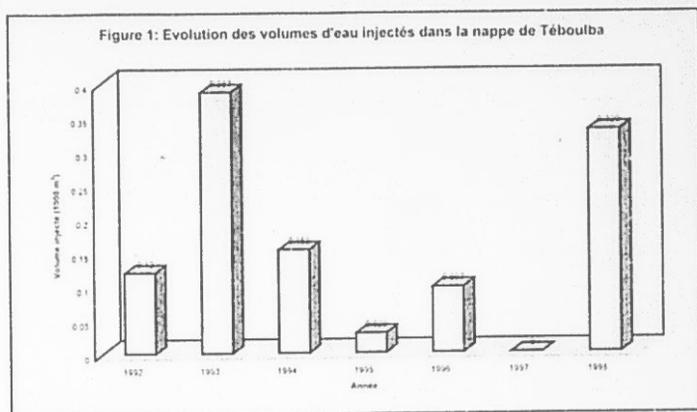
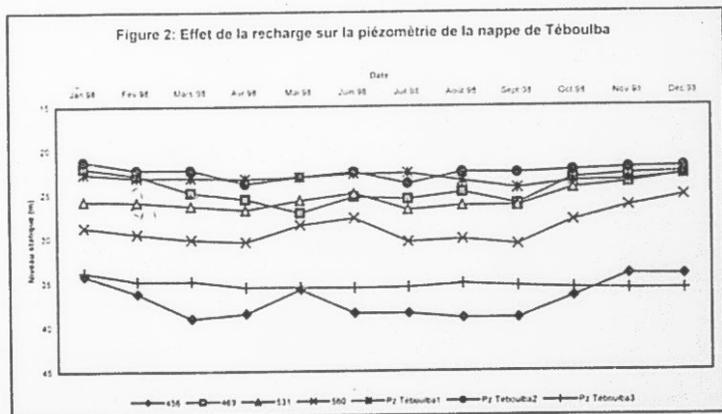


Tableau 1 : Volumes d'eau injectés dans la nappe de Téboulba (Année 1998)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Volume	0	0	0	37200	53900	61500	24400	0	0	53000	56600	43400

### II.3 Fluctuations piézométriques

Pour la nappe de Téboulba le nombre de points d'observation qui montrent des baisses piézométriques l'emporte sur le nombre de points qui montrent des remontées. En effet, sur 22 puits et 3 piézomètres observés 17 montrent des abaissments compris entre 0,06 et 1,99 m avec le puits N°570 qui montre un abaissement de 5,40 m, pour une comparaison entre les mois de Janvier et Décembre de l'année 98. Sept puits montrent au contraire, des remontées comprises entre 0,46 et 2,91 m avec le puits N°486 qui montre une remontée de 4,95 m.



Il semble donc que malgré la recharge, relativement importante en 1998, la situation est une situation d'abaissement en relation avec le déficit pluviométrique.

#### II.4 Evolution de la qualité chimique de la nappe

Malgré la situation en baisse piézométrique, la qualité chimique de la nappe de Téboulba semble, en comparaison le mois de Janvier à celui de Novembre 98. Les 10 puits d'observation géochimique montrent un adoucissement de l'eau entre ces deux mois.

Tableau 2 : Suivi de la qualité chimique des eaux de la nappe de Téboulba (Année 1998)

Puits	Résidu sec (g/l)					
	Janvier	Mars	Mai	Juillet	Septembre	Novembre
187	2.89	2.36	3.04	2.55	2.98	2.62
190	2.18	1.96	2.28	1.95	1.98	1.96
211	3.06	3.06	3.11	2.22	2.08	2.49
269	4.48	3.3	4.31	3	3.46	3.21
336	2.71	2.33	2.95	2.07	2.45	2.17
427	4.53	4.02	5.46	3.9	4.42	4.12
546	1.53	1.5	1.44	1.38	1.47	1.48
665	4.67	4.5	4.93	3.34	4.07	4.23
846	2.66	2.54	2.61	2.55	2.28	2.29
899	2.84	2.62	2.6	2	2.56	2.24
Néblana	0.98		1.02	1.12	1.15	1.01

### III. NAPPE DE BEKALTA

#### III.1 Situation du site d'injection

Les sites d'injection de Bekalta sont représentés par deux carrières de sable abandonnées. L'ancien site, plus en amont par-rapport à la mer, appartient à deux propriétaires et présente la contrainte de mise à disposition incertaine d'une partie de la carrière appartenant à l'un des propriétaires.

En effet, depuis Janvier jusqu'à Septembre, seulement la moitié de la carrière a été utilisée pour la recharge et on n'a pas pu dépasser une injection mensuelle de 17600 m<sup>3</sup>. Pour les mois de Septembre à Décembre on avait utilisé toute la carrière et on avait pu injecter un volume mensuel maximum de 52000 m<sup>3</sup>.

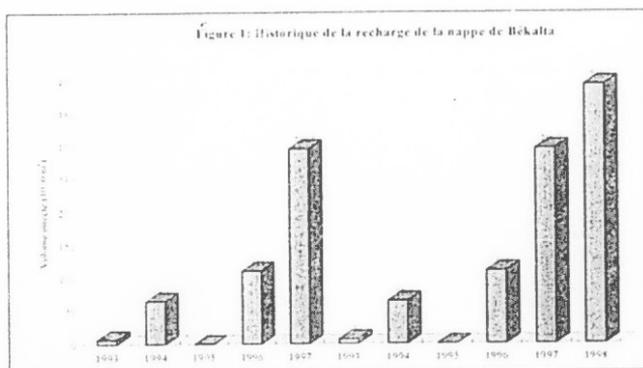
Le deuxième site, plus en aval et distant de 1000 m environ du premier, peut absorber un grand volume d'eau, mais le réseau utilisé ne pourrait fournir qu'un débit de 5 à 6 l/s selon la hauteur d'eau dans le bassin d'accumulation à partir de laquelle prend naissance la conduite d'amenée vers le deuxième site.

#### III.2 Volume injecté

Le volume global injecté à partir des deux sites étant de 394200 m<sup>3</sup>, avec 262000 et 32200 m<sup>3</sup>, respectivement au premier et au deuxième site (voir tableau 3).

**Tableau 3 : Volumes d'eau infiltrés dans la nappe de Békalta à partir des carrières (Année 1998)**

Mois	Premier site	Deuxième site	Total
Janv.	17000	12500	29500
Fév.	15100	12700	27800
Mars	11900	9900	21800
Avril	16800	9800	26600
Mai	13500	13000	26500
Juin	17600	13300	30900
Juillet	12000	10000	22000
Août	0	0	0
Sept.	15600	6000	21600
Oct.	48500	15500	64000
Nov.	52000	15500	67500
Déc.	42000	14000	56000
<b>Total</b>	<b>262000</b>	<b>132200</b>	<b>394200</b>

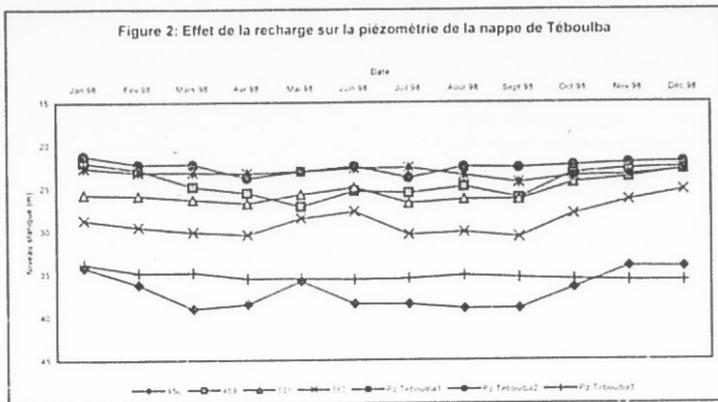


L'année 1998 représente l'année record d'injection, depuis le démarrage de la recharge de la nappe de Békalta en Décembre 1993. On aurait pu injecter un volume supérieur si on n'avait pas la contrainte foncière du premier site.

### III.3 Fluctuations piézométriques

Certains puits, géographiquement les plus proches des sites de recharge montrent des remontées comprises entre 2 cm et 1 m pour une comparaison entre les mois de Janvier 98 et de Décembre 98.

D'autres, plus éloignés des sites de recharge montrent des abaissements compris entre 12 et 18 cm. En dehors de la zone de recharge, la situation est une situation d'abaissement, en relation avec le déficit pluviométrique de l'année 1998.



### III.4 Evolution de la qualité chimique de l'eau de la nappe

D'une façon générale la qualité de l'eau comparée entre Janvier 98 et Décembre 98, semble s'améliorer, c'est ainsi que le puits N° 630, sa qualité a passé de 2.28 à 0,95 g/l et le puits N°755 a passé de 4.31 à 3.54 g/l.

**Tableau 4 :** Suivi de la qualité chimique des eaux de la nappe de Bekalta (Année 1998)

Puits	Résidu sec (g/l)					
	Janvier	Avril	Juin	Août	Octobre	Décembre
618	4.72	4.45	4.41	4.58	4.45	4.27
630	2.28	1.85	1.86	2.5	1.3	0.95
643	2.4	2.5	2.65	2.77	3.16	2.33
659	2.78	2.75	2.6	2.52	2.63	2.7
665	2.14	2.15	2.21	2.05	1.35	1.99
677	2.46	3.35	2.72	2.57	2.55	2.52
738	2.76	2.65	2.66	3.04	2.93	2.3
750	3.64	4.15	3.8	3.97	2.89	3.6
755	4.31	3.85	3.7	3.26	3.86	3.54
Nebhana	0.98	1.05	1.08	0.95	0.98	0.96

## IV. CONCLUSION

Malgré qu'on avait repris la recharge de Téboulba en Avril 98 et malgré la contrainte foncière limitative du volume d'injection au premier site de Bekalta, l'année 1998 était une année, (comparativement aux années précédentes) de grande recharge.

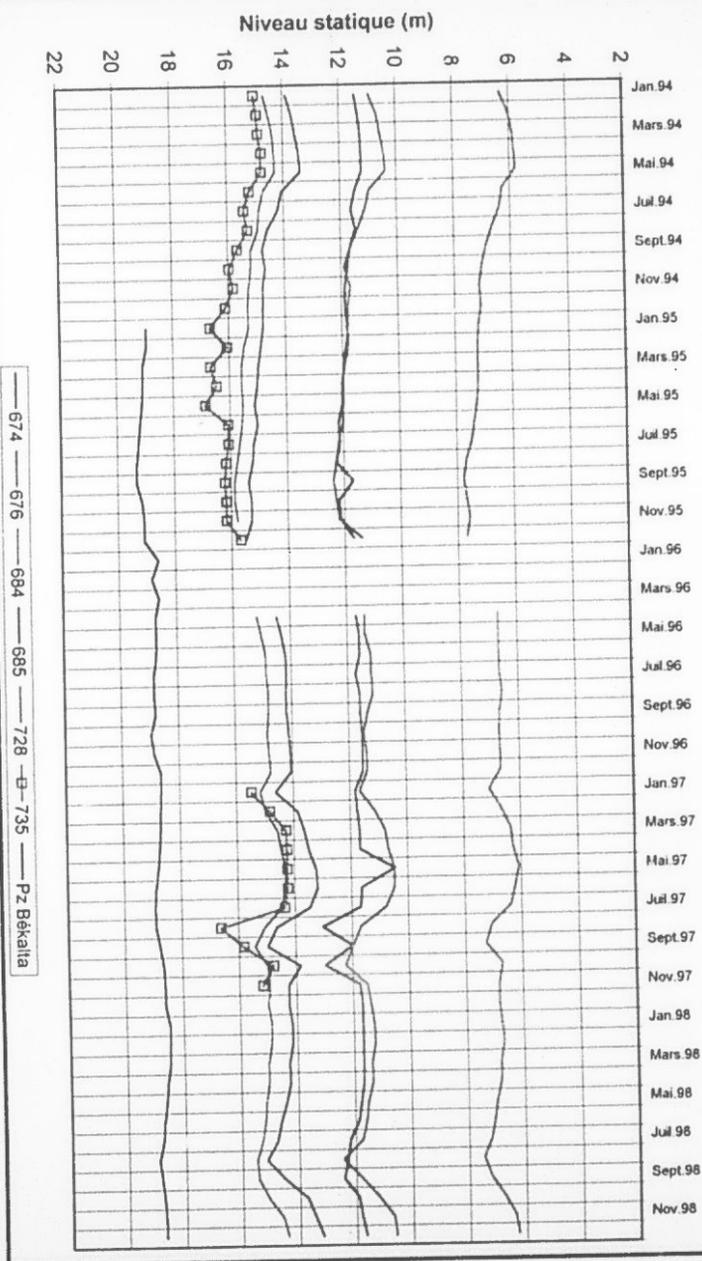
Du point de vue piézométrique, la situation est en légère baisse, notamment pour la nappe de Téboulba, elle aurait été plus intense si on n'avait pas effectué une bonne recharge.

**F. MAALEL**

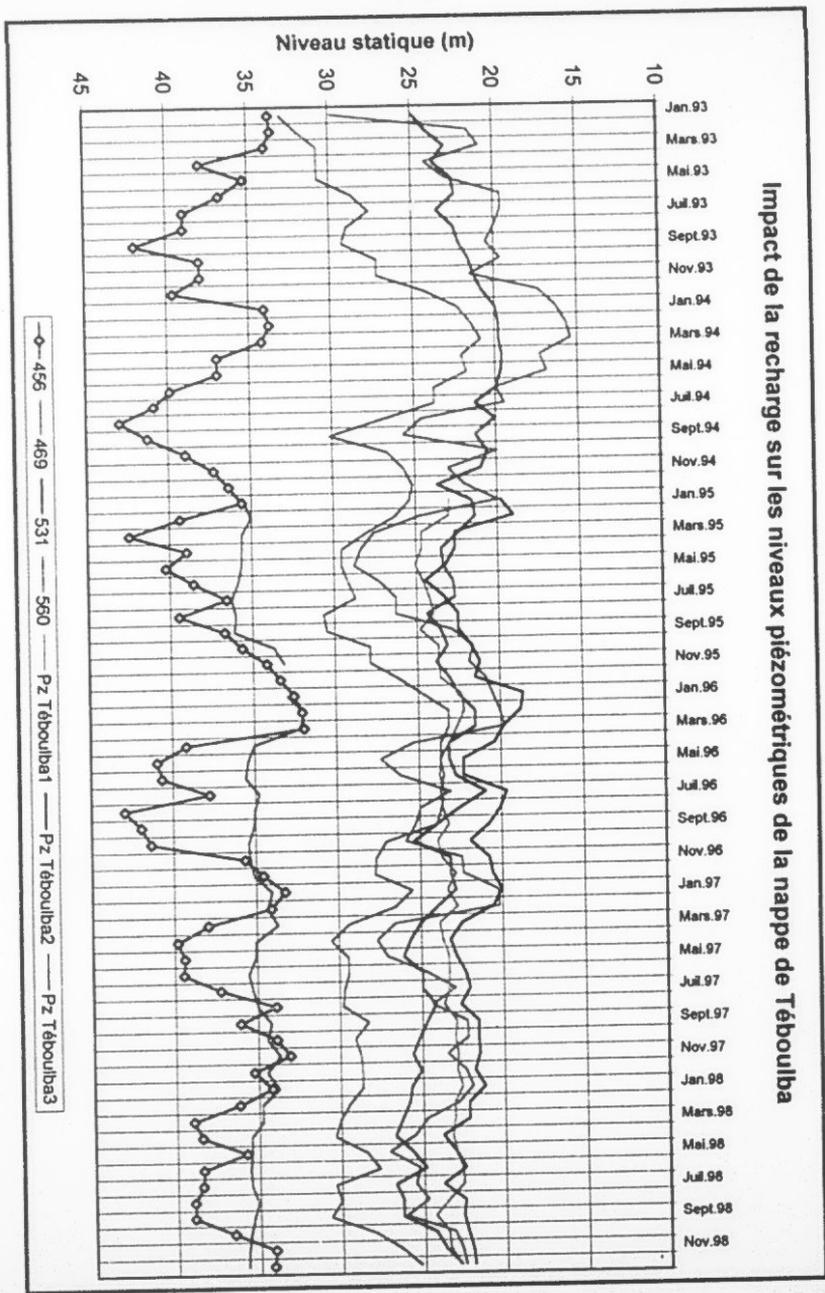
## BIBLIOGRAPHIE

- BEN SALAH, D. ; BESBES, M. ; DE MARSH, Y. G. ; MOULLARD, L. ; ZEBIDI, H. (1975). Alimentation artificielle par puits pour la régénération et la conservation de l'aquifère côtier de Téboulba, Tunisie. 3<sup>e</sup> colloque international sur les eaux souterraines, Palermo, 10 p
- BESBES, M. (1972). Aspect hydrodynamique de l'injection par puits à Téboulba. DRE - Tunis, 8 p. Annexe, 26 fig. 3 pl.
- EL BATTI, D. (1975). Recharge artificielle de la nappe de Téboulba. Campagne 1974-1975. DRE, Tunis, 5p.
- EL BATTI, D. (1977). Note sur la poursuite de la recharge artificielle de la nappe de Téboulba. DRE, Tunis, 3p.
- INESS (1973). Nappe de Téboulba essais d'alimentation artificielle. DRE - Tunis, 57p. 44 pl. 31 fig.
- KEKAYA, M. ; AMRI, R. (1992). Note sur les possibilités de recharge artificielle des nappes de Téboulba et Moknine à partir des eaux usées. DGRE, Tunis, 10p.
- ZEBIDI, H. ; EL BATTI, D. (1981). Recharge artificielle de la nappe de Téboulba. DRE Tunis, 9 p.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE - Tunis.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE - Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

# Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Békaltia



**Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Téboulba**



## ANNEXES :

**1. RECHARGE DE LA NAPPE DE TEBOULBA**  
**SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE**  
**ANNEE : 1998**

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte du Repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
158		22,526	38	40.45	40.48	41.8	40.68	41.75	41.8	40.48	40	38.3	41.3	41.5
40.58171		23,250	35	38.22	36.23	38.5	41.5	41.2	38.5	38.23	37	37.4	35.78	36
172		20,582	25.95	25.85	25.88	26.1	26.1	26.21	26.1	25.88	26.15	26.21	26.2	26.2
223		20,230	26.07	26.3	27.9	27.5	25.16	24.84	27.5	27.9	28	27.6	26.6	26.55
323		24,560	27.5	28.15	28.5	29.2	28.7	28	29.2	28.5	28.6	28	28	27.04
369		23,670	23.2	29.5	29.8	25.85	23.7	23.4	24.85	29.8	24.7	24.58	24.35	24.35
424		25,970	34.1	34.3	34.4	34.4	34.48	34.5	34.4	34.4	34.4	34.4	34.25	34.2
456		21,610	34.2	36.2	39	38.5	35.8	38.45	38.5	39	39	36.6	34.12	34.2
465		23,540	27.8	27.9	28.2	25.7	25.5	36.24	25.7	28.2	28.4	27.3	25.96	25.96
468		23,110	28.8	27.94	28.1	27.75	27	28.9	26.75	28.1	29.6	27.75	28.74	25.5
469		23,046	22	22.84	24.8	25.55	27.1	25.3	25.55	24.8	26.13	23.2	22.77	22.55
486		20,435	26	25.65	23.65	27.1	26.9	23.7	27.1	23.65	25	23.19	21.75	21.65
489		23,450	26.65	29.9	32.5	31.6	31.7	30.69	31.6	32.5	32.15	28.62	28	27.3
510		-	22.6	23.65	24.7	24.5	23.8	23.68	24.5	24.7	24.82	25.21	22.9	21.49
531		23,350	25.71	25.86	26.3	26.75	25.7	24.9	26.75	26.3	26.33	24.34	23.75	22.8
560		22,043	28.7	29.5	30.1	30.4	28.5	27.7	30.4	30.1	30.7	28	26.4	25.25
570		22,196	22.3	22.9	23.6	24.9	24.25	23.7	24.9	23.6	25.95	30.2	28.8	27.7
642		14,160	20.65	20.57	21.1	22.2	21	20.9	22.2	21.1	22	21.25	21.6	21.23
811		-	16.33	16.48	18.3	18.5	16.9	17	17.5	18.3	18.45	16.82	16.95	16.7
827		14,380	12.84	13	13.05	13.2	13.22	13.29	13.2	13.05	13.09	12.8	12.87	12.9
843		13,100	12.33	12.4	12.45	12.5	12.6	12.6	12.5	12.45	12.5	12.38	12.42	12.45
879		-	12.62	12.75	12.9	15	12.95	13.1	13	12.9	13	12.88	12.95	13
Téboulba 1	18950	21,310	22.62	23.12	23.12	23.26	23.03	22.68	22.6	23.5	24.34	23.58	23.48	22.9
Téboulba 2	19207	22,050	21.2	22.2	22.2	23.8	23.03	22.45	23.8	22.5	22.6	22.34	22.06	21.95
Téboulba 3	18950	23,000	33.8	34.82	34.8	35.52	35.52	35.6	35.52	35.15	35.42	35.64	35.76	35.79

**2. RECHARGE DE LA NAPPE DE BEKALTA**  
**SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE**  
**ANNEE : 1998**

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte du repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
562		2,382	9.50	9.50	9.50	9.52	9.59	9.66	9.7	9.81	9.81	9.74	9.68	9.68
627		11,104	17.06	17.03	17.04	17.06	17.10	17.2	17.22	17.32	17.36	17.32	17.29	17.25
645		4,897	10.1	10.06	10.06	10.08	10.11	18.18	10.22	10.35	10.45	10.42	10.33	10.22
663		12,455	4.96	4.92	4.94	4.97	5	5.28	5.33	5.58	5.35	5.35	5.2	5.08
674		12,489	11.7	11.69	11.7	11.7	11.8	11.9	12.21	12.31	12.45	11.94	11.83	11.68
676		5,800	6.8	6.74	6.85	6.85	7	7.1	7.22	7.5	7.25	6.8	6.42	6.3
684		6,346	11.3	11.28	11.40	11.38	11.55	11.63	11.78	12.46	11.8	11.22	10.7	10.62
685		12,742	14.2	14.20	14.32	14.3	14.45	14.64	14.78	15.15	14.52	13.74	13.47	13.2
690		13,266	9.76	9.74	9.75	8.93	8.99	9.1	9.22	9.42	9.52	9.32	9.12	8.98
725		13,003	9.76	9.76	9.75	9.75	9.78	9.85	9.89	9.95	10.1	10.15	10.05	9.9
728		14,767	14.92	14.94	15.05	15.06	15.15	15.21	15.32	15.51	15.45	15.1	14.6	14.43
731		17,010	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	12.2	11.8	11.3
732		-	15.6	15.19	15.30	15.27	15.3	15.35	15.38	15.48	15.45	15.32	15.21	14.95
734		13,740	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	A sec	12.74	12	11.75
742		-	13.98	13.98	13.98	14.05	14.12	14.18	14.24	14.4	14.4	14.24	14.2	14.15
Pz Beka.	18951	18,315	14.48	14.48	18.50	18.60	18.64	18.73	18.78	18.93	18.85	18.77	18.72	18.7

**RECHARGE DES NAPPES DE SOUASSI DE ET BOUMERDES**  
(Gouvernorat de Mahdia)

## I. INTRODUCTION

Généralement, dans le gouvernorat de Mahdia, l'année hydrologique 1997-98 a été caractérisée par une pluviométrie très excédentaire par rapport à la moyenne annuelle, ainsi l'automne a été très humide atteignant à la station de Mahdia- CRDA un pourcentage de 87,7% par rapport à la quantité annuelle enregistrée.

Les valeurs extrêmes de l'écart réduit sont comprises entre + 189,5 mm à la station de Ouled Chamekh -CTV et 50,5 mm à la station de Boumerdes CTV.

**Tableau : Pluviométrie de l'année agricole 1997-98**

Nom de la station	N°	X (mm)	Pluie (mm)	Ecart (mm)	Pluie des mois (9,10,11;12) 97 P (mm)	P/X (%)	P/x (%)
Mahdia - CRDA	74048	372	525,3	+ 153,3	460,5	123,8	87,7
K. Essef St.Epuration	73867	324	455,6	+ 131,6	368,6	113,8	80,9
Boumerdes - CTV	71426	331	381,5	+ 50,5	307,7	92,9	80,6
El Jem - CTV	71992	290	357,5	+ 67,5	246,3	84,9	68,9
Chebba - St.pompape	71591	307	547,5	+ 240,5	461,0	150,2	84,2
Souassi-CTPA	76975	225	398,6	+ 173,6	307,0	136,4	77,0
Chorbane-CTV	71636	210	336,6	+ 126,6	241,2	114,8	71,6
O. Chameukh CTV	74717	209	398,5	+ 189,5	269,5	128,9	67,6
H'bra - CTV	73006	200	271,1	+ 71,1	161,1	80,5	59,4

Ces valeurs pluviométriques exceptionnelles pourraient être à l'origine d'une alimentation appréciable des nappes souterraines.

Les aménagements des travaux de conservation des eaux et de sol réalisés jusqu'à la fin de l'année 1998, susceptibles de contribuer à la recharge des nappes dans le gouvernorat de Mahdia, sont constitués de deux lacs collinaires et de neuf ouvrages de recharge. La plupart de ces ouvrages d'art sont situés dans les secteurs des nappes phréatiques de Boumerdes et de Souassi.

## II. CHOIX DES POINTS D'OBSERVATION

Afin de mettre en évidence la contribution des aménagements de CES à la recharge des nappes phréatiques du gouvernorat de Mahdia, un réseau de surveillance piézométrique constitué par des points d'eau susceptibles d'être influencés par ces ouvrages d'art, a été mis en place. Ce réseau est constitué de :

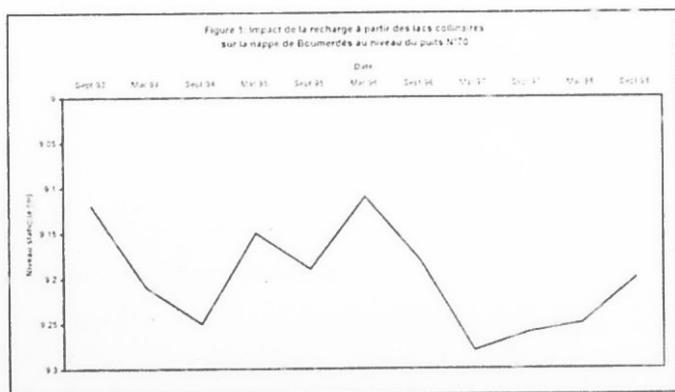
- pour la nappe phréatique de Boumerdès :
  - le puits N°70, observé semestriellement et les deux piézomètres Kerker (SAADH) et Oued Guettar observés mensuellement, contrôlent l'impact de la recharge à partir des deux laes collinaires (Oued El Guettar et Oued Ennadhour).
- Pour la nappe phréatique de Souassi :
  - trois puits de surface (N°9, N°37 et N°39), qui sont observés semestriellement, contrôlent l'impact de la recharge de Oued Chérichira (I, II et III).
  - le puits de surface N° 16 et le piézomètre de Sidi Salah (SAADH), contrôlent l'impact des trois ouvrages de recharge de Oued Boullige (I, II, III)
  - le puits de surface n° 6 et le piézomètre de Sidi Naceur (limnigraphe) contrôlent l'impact des trois ouvrages de recharge de Oued El Jassar (I, II et III).

### III. EVALUATION DE L'IMPACT DES AMENAGEMENTS DE C.L.S.

#### III.1 Laes collinaires

L'impact piézométrique des deux laes de Oued El Guettar et Oued Ennadhour au niveau du bassin versant de Oued Mlames, est suivi par les deux piézomètres : Kerker (17873/4) et Oued El Guettar (19664/4) et par le puit de surface N° 70.

A partir du mois de Septembre 97, le suivi de la piézométrie du puits de surface N° 70 a enregistré une légère remontée de 6 cm. (Fig.1).



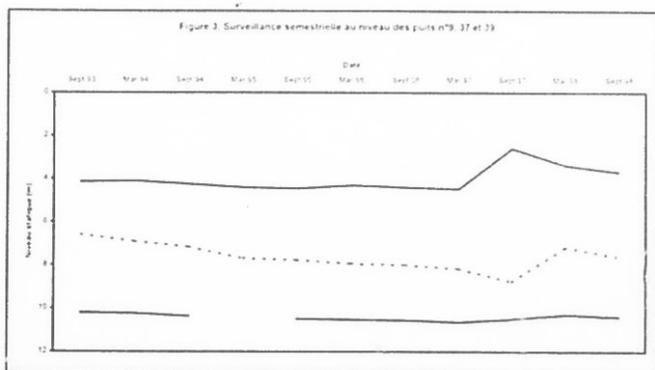
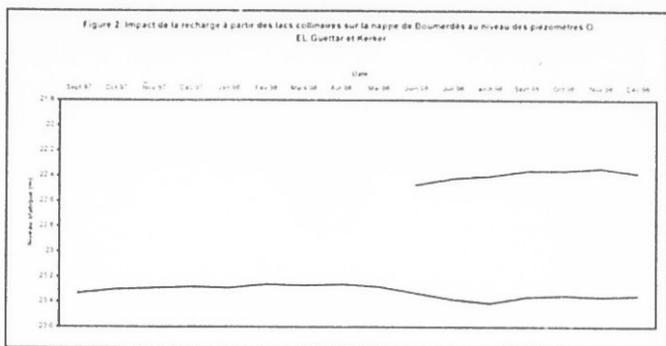
Ainsi, le niveau statique du piézomètre de Oued El Guettar a marqué depuis sa mise en service, une élévation maximale de 13 cm. Par contre, le piézomètre de Kerker a enregistré une légère remontée de son niveau statique durant la période humide, puis une légère baisse durant la saison sèche (Fig.2).

#### III.2 Ouvrages de recharge

##### III.2.1 Ouvrages de recharge de Oued Chérichira

Les trois ouvrages de recharge de Oued Chérichira (créés en 1988, 92 et 93), sont contrôlés par les trois puits de surface (N° 9, 37 et 39). La piézométrie de ces trois points d'eau présente

une tendance générale à la baisse. L'amplitude maximale de cette baisse est de 30 cm enregistrée au niveau du puits de surface N° 37 (Fig.3).



### III.2.2 Ouvrages de recharge de Oued El Jazzar

Les trois ouvrages de recharge de Oued El Jazzar (créés en 1988) sont contrôlés par le piézomètre de Sidi Naceur (17871/4) et le puits de surface n° 6. La piézométrie du puits de surface montre une baisse continue de 1,22 m enregistrée entre les deux saisons sèche 1998, puis un retour vers une remontée de 30 cm à partir du mois de Septembre.

### III.2.3 Ouvrages de recharge de Oued-Bouffige

Les trois ouvrages de recharge de Oued Bouffige (créés en 1996 et 97) sont contrôlés par le piézomètre de Sidi Salah (17870/4) et le puits de surface n° 16.

La piézométrie de ces points d'eau montre une légère remontée de 18 cm au niveau du puits n° 16 et un état pseudo- stationnaire pour le piézomètre de Sidi Salah.





**SUITE EN**

**F**

**2**



ONAGRI  
TUNISIE

MICROFICHE N°

10753

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

Observatoire National de l'Agriculture  
30, Rue Alain Savary - 1002 Tunis

المركز الوطني للفلاحة  
30. شارع الألف سافاري - 1002 تونس

F 2

## **BIBLIOGRAPHIE**

- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

## RECHARGE DES NAPPES DU KAIROUANAIS

### (Gouvernorat de Kairouan)

#### I. INTRODUCTION

La pluviométrie de l'année 1997/1998 a été excédentaire pour l'ensemble du Kairouanais mais elle était mal répartie dans le temps. La grande quantité de pluie tombée durant les mois de Septembre et Octobre représentant 66 % de la pluviométrie annuelle.

La moyenne des pluies enregistrées aux différentes stations du Kairouanais a été de 410 mm pour l'année 1997/1998, alors que la moyenne inter-annuelle du gouvernorat est de 301 mm d'où on déduit un excédent général de 36 % et un écart positif de +109 mm.

Bien que l'année hydrologique 1997/98 soit pluvieuse, les apports des crues aux barrages n'étaient pas fréquents, en effet, durant l'année civile 1998 on a pu enregistrer que de faibles quantités qui ont été apportées essentiellement aux grands barrages.

**Tableau 1:** Apports aux barrages (Situation de l'année 1998)

Mois	EL. HOUAREB ( $10^6 \text{ m}^3$ )	SIDI SAAD ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Janvier	0	0
Février	0	0
Mars	0	1.554
Avril	0.160	0.122
Mai	0.076	0.833
Juin	0	4.251
Juillet	0	0
Août	0	0
Septembre	1.791	1.337
Octobre	1.230	8.223
Novembre	0	0.761
Décembre	0	0.157
<b>Total</b>	<b>3.257</b>	<b>17.240</b>

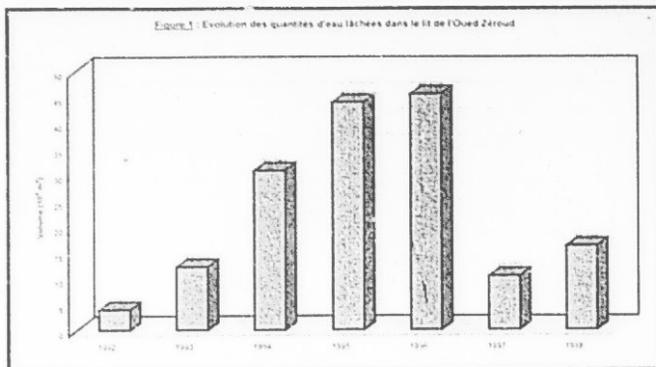
Les opérations de recharge entreprises dans la région ont intéressé les nappes suivantes:

- **La nappe de Kairouan** (Bassin Zeroud) à partir du barrage Sidi Sâad avec un volume total de  $15.958 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , dont  $13.334 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  injectés pendant la période allant du mois de Juin jusqu'au mois d'Octobre 1998 à partir de la vanne de Sidi Salah, à raison d'un débit variant entre 0.450 et  $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Le reste a été libéré du barrage après l'arrivée des crues sous forme de dévasement. La campagne de recharge de la nappe à partir de la station de Sidi Salah s'est déroulée en trois phases :

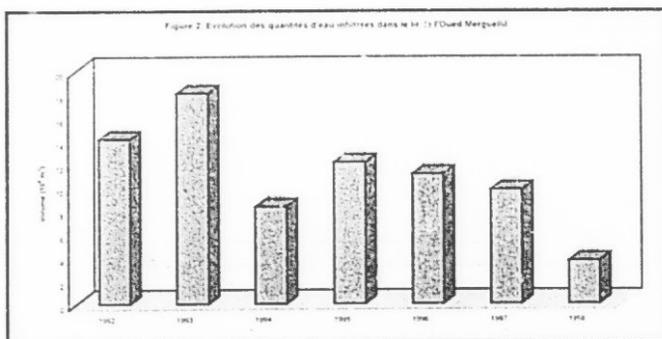
du 10/06/1998 au 24/06/1998  $Q = 0.450 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

du 02/07/1998 au 30/09/1998  $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

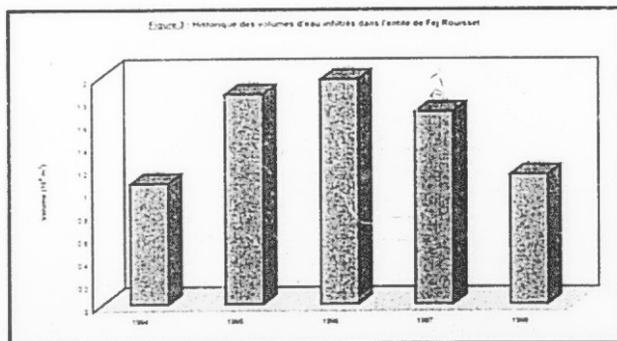
du 01/10/1989 au 31/10/1998  $Q = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .



- La nappe de Kairouan (bassin Merguellil) avec un volume global de  $4.557 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , dont un volume de  $4.553 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ont été injectés dans la nappe à partir des débits d'urgence et le reste soit  $0.0049 \text{ Mm}^3$  a été lâché à des fins de dévasement.



- La nappe de Chougafia (entité Fej Rouisset) à partir du barrage collinaire d'el Fej avec un volume global injecté de  $1.501 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .



## II. RECHARGE DE LA NAPPE DE KAIROUAN

La répartition des volumes d'eau injectés dans les lits des oueds Zéroud et Merguellil au cours de l'année 1998 est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 2: Répartition des volumes d'eau infiltrés dans la nappe de Kairouan

Barrage	Lâchers (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Dévasement (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Déversement (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Total (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Sidi Saâd	13.334	2.624	-	15.958
El Houareb	4.553	0.0049	-	4.557
Total (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	17.887	2.629	-	20.515

### II.1 Recharge à partir du barrage de Sidi Saâd

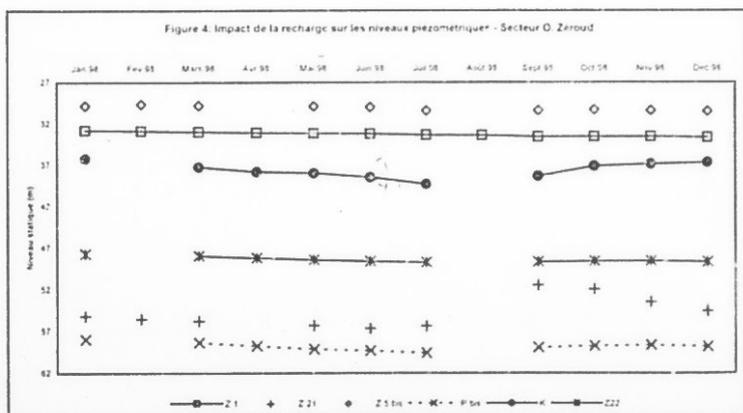
#### - Campagne de recharge à partir des lâchés de la vanne de Sidi Salah

La recharge de la nappe de Kairouan à partir du barrage Sidi Saâd, a repris le 10/06/1998 avec un débit variant entre 0,450 et 1,6 m<sup>3</sup>/s, injecté au niveau de station de Sidi Salah d'une façon intermittente.

Cette campagne de recharge s'est arrêtée vers la fin du mois d'Octobre, avec un volume total lâché de 13.334 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

Les tournées de jaugeages et d'observations ont montré que l'atterrissage des ondes de recharge s'effectue au niveau de la zone médiane (Argoub Erremth), soit un tronçon d'infiltration de 8 km le long de l'oued Zéroud.

Excepté le piézomètre Z21 et les points de surveillance localisés tout près de la vanne de recharge qui ont subi des fluctuations piézométriques liées directement à la recharge, la piézométrie de la nappe de Kairouan (réseau Zéroud) a accusé une baisse générale d'une amplitude moyenne d'un mètre.



Il apparaît d'après ce qui précède, que la recharge de la nappe de Kairouan (Bassin Zéroud) à partir de la vanne de Sidi Salah avec un faible débit, affecte uniquement la partie amont du bassin. La piézométrie de la zone médiane et aval continue à subir une baisse continue. A ce propos, il est recommandé de programmer des opérations de recharge à partir de la vanne du barrage suivant le scénario pratiqué en 1996/97, afin de combler le déficit d'alimentation de la nappe.

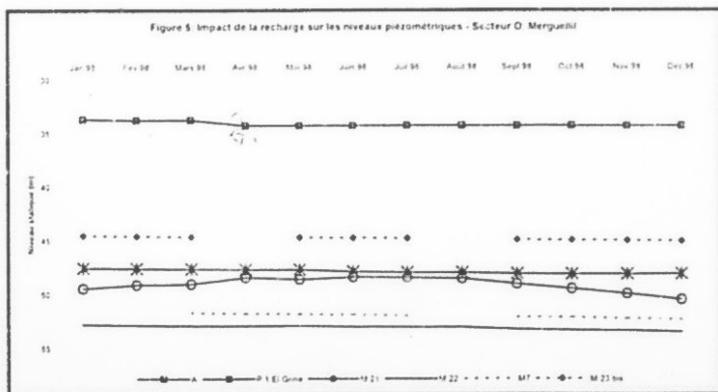
## II.2 Recharge à partir du barrage d'el Houareb

Les débits des émergences jaugés pendant cette année, ont varié de 319 l/s jusqu'à 122 l/s. Ainsi, le volume total d'eau injecté dans le lit de l'oued Merguellil s'élève à 7.548 Mm<sup>3</sup> dont 7.544 Mm<sup>3</sup> sont parvenus à partir des émergences et le reste (0.0049 Mm<sup>3</sup>) à partir du dévasement.

Tableau 3: Gestion des eaux superficielles du barrage El Houareb

Mois	Dévasement (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Emergence (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Total (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Pompage (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Prise d'eau (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Evaporation (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Infiltration (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Janvier	0	0.854	0.854	0.182	0.160	0.008	0.504
Février	0	0.771	0.771	0.219	0.160	0.008	0.384
Mars	0	0.854	0.854	0.119	0.090	0.008	0.637
Avril	0	0.790	0.790	0.187	0.090	0.009	0.504
Mai	0	0.798	0.798	0.127	0.080	0.009	0.572
Juin	0	0.712	0.712	0.185	0.090	0.006	0.441
Juillet	0	0.656	0.656	0.109	0.090	0.006	0.451
Août	0	0.549	0.549	0.106	0.090	0.005	0.348
Septembre	0.0049	0.432	0.436	0.135	0.050	0.005	0.206
Octobre	0	0.415	0.415	0.066	0.050	0.004	0.295
Novembre	0	0.370	0.370	0.130	0.050	0.004	0.186
Décembre	0	0.343	0.343	0.265	0.003	0.003	0.025
Total	0.0049	7.544	7.548	1.830	1.090	0.075	4.553

L'analyse de la situation piézométrique pendant cette année a été marquée par une baisse générale des niveaux du plan d'eau. En effet, l'amont de la nappe a été caractérisée par un abaissement piézométrique d'une amplitude de 1.06 m et 0.73 enregistré respectivement au droit des piézomètres PZ M21 et PZ M22. D'autre part, le piézomètre Houfia 1, localisé dans la zone médiane a subi une baisse d'un mètre.



### III. RECHARGE DE L'ENTITE DE FEJ ROUISSET

Au cours de l'année 1998, la recharge de l'entité de Fej Rouisset a été pratiquée sur toute la période de l'année. Les débits ont varié entre 28 l/s au mois de Décembre et de 66 l/s au mois de Mars 1998. Ainsi, le volume d'eau injecté dans cette nappe est estimé à 1.501 Mm<sup>3</sup>.

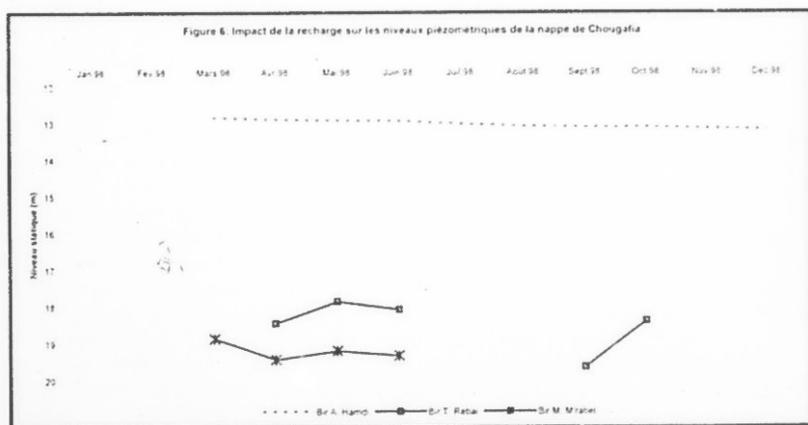
L'interprétation des données de recharge accumulées au cours de cette année est résumée dans le tableau suivant :

**Tableau 4:** Gestion des eaux superficielles du barrage collinaire d'El Fej

Mois	Dévasement (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Emergence (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Total (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Prise d'eau (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Evaporation (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Infiltration (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Janvier	0	0.160704	0.160704	0.0536	0.00160706	0.1254969
Février	0	0.154828	0.154828	0.0536	0.00154828	0.1196797
Mars	0	0.176774	0.176774	0.0536	0.00176774	0.1414062
Avril	0	0.134784	0.134784	0.0536	0.00134784	0.0998361
Mai	0	0.128563	0.128563	0.0536	0.00128563	0.0936773
Juin	0	0.11664	0.11664	0.0536	0.0011664	0.0818736
Juillet	0	0.093744	0.093744	0.0536	0.00093744	0.0592065
Août	0	0.080352	0.080352	0.0536	0.00080352	0.0459484
Septembre	0.0005	0.11664	0.11714	0.0536	0.0011714	0.0823686
Octobre	0.0005	0.168739	0.169239	0.0536	0.00169239	0.1339466
Novembre	0	0.093312	0.093312	0.0536	0.00093312	0.0587788
Décembre	0	0.074995	0.074995	0.0536	0.00074995	0.0406450
<b>Total</b>	<b>0.001</b>	<b>1.500075</b>	<b>1.501075</b>	<b>0.4032</b>	<b>0.01501075</b>	<b>1.0828642</b>

Le volume réellement infiltré dans la nappe de l'entité de Fej Rouisset est estimé à 1.082 Mm<sup>3</sup> et correspond à 72 % du volume total lâché.

De point de vue piézométrique, le réseau de surveillance a mis en évidence une baisse générale d'une moyenne d'un mètre qui a touché toute la nappe.



#### IV. CONCLUSION

La recharge artificielle de la nappe de Kairouan (bassin Zéroud) à partir de la vanne de Sidi Salah est très en dessous des besoins des apports naturels à la nappe. Cette recharge devrait être renforcée par des lâchés complémentaires à grand débit et à partir de la vanne du barrage Sidi Saâd pour bénéficier des apports significatifs sur tout l'étendu de la nappe.

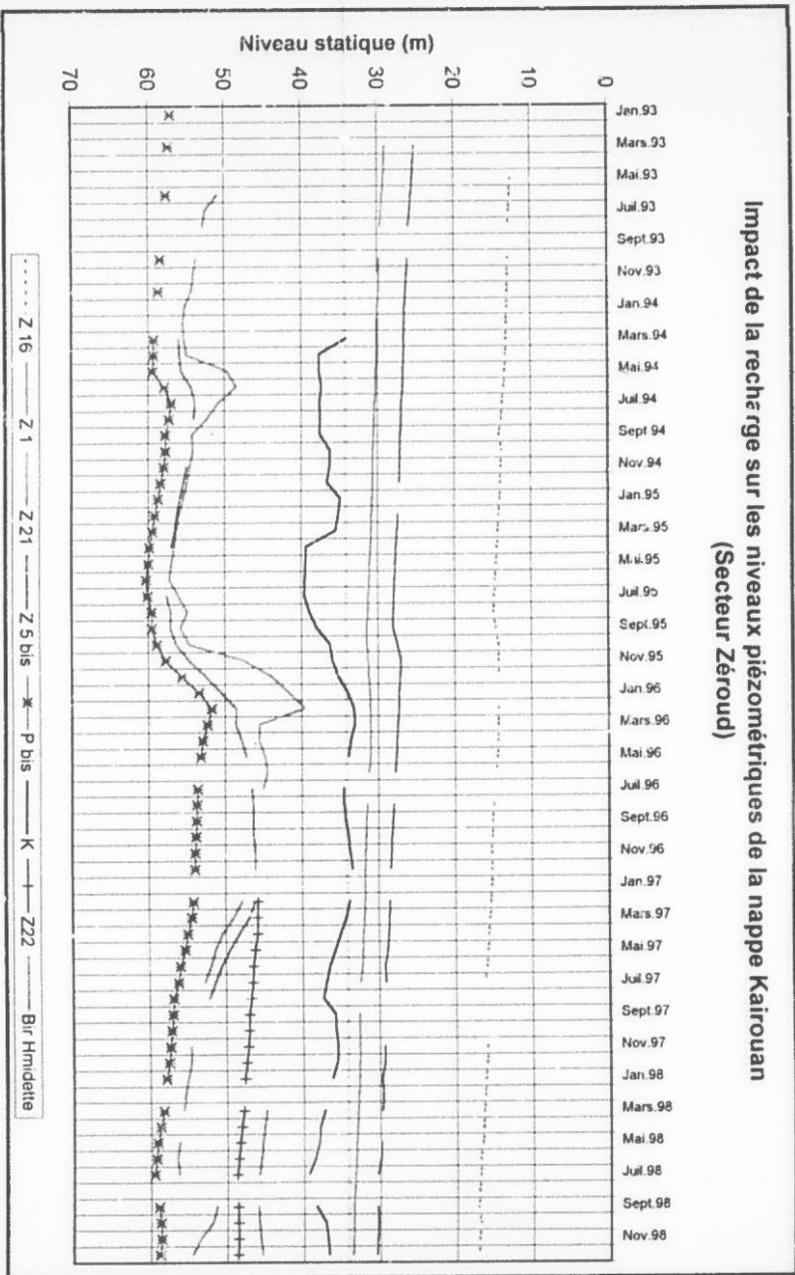
La recharge de la nappe de Kairouan (bassin Merguellil) a connu une régression notable : En effet, au cours de cette année, les niveaux du plan d'eau dans la retenue du barrage el Houareb se sont trouvés à des côtes très basses en raison du manque de crues, ce qui a engendré une chute de débit des émergences réservées pour la recharge.

**B. CHADLY**

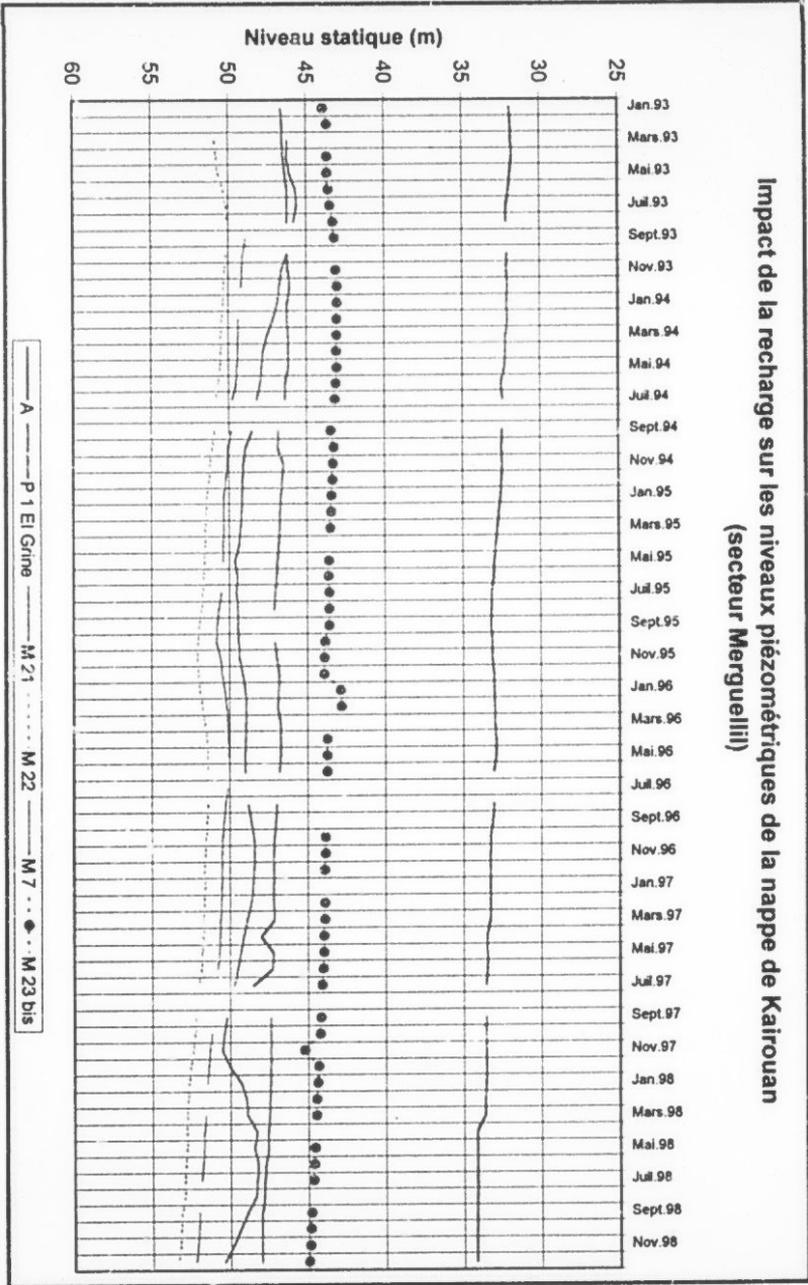
#### BIBLIOGRAPHIE

- AJLI, M. ; CHADLY, B. (1995). Recharge de la nappe de Kairouan à partir des lâchers du Barrage de Sidi Saâd (Campagne Avril-Juin 1994). DGRE, Tunis, 54 p.
- BESBES, M. (1969). Plaine de Kairouan. Fluctuations du niveau piézométrique en relation avec l'infiltration des crues du Zéroud. Premiers résultats. DRE, Tunis.
- BESBES, M. ; DELHOMME, J.P. ; DE MARSILY, G. (1978). Estimating recharge from ephemeral streams in arid regions . a case study at kairouan -Tunisia. WRR, Vol 14, n°2.
- BESBES, M. ; DE MARSILY, G. (1977). Prévion de l'influence d'un barrage sur l'alimentation des nappes souterraines à l'aval. Comm. Cong. AII, Birmingham.
- BESBES, M. ; ENNABLI, M. ; DE MARSILY, G. ; SALEM, A. (1976). On the variability of ground water recharge under semi-arid conditions. Comm. 25ème congrès. Geolo. Mondial. Sect. 11 Sydney.
- BOUZAÏANE, S. ; CHAÏEB, H. ; MAALEL, F. (1993). Recharge de la nappe de Kairouan par les lâchers du barrage "El Houareb" sur oued Merguellil. Campagne du 19 Avril au 8 Mai 1993. DGRE, Tunis, 30 p.
- BOUZAÏANE, S. ; JERIDI, M. ; AYACHI, M. (1988). Recharge de la nappe de Kairouan par les lâchers du barrage de Sidi Saâd. DGRE, Tunis.
- CHADLY, B. (1990). Etat provisoire de la piézométrie au niveau du barrage el Houareb. DGRE - Tunis, Juin 1990, 15 p. Annexes.
- CHADLY, B. (1992). Note sur l'état d'évolution de la nappe de Kairouan après la fermeture du barrage d'el Houareb. DGRE Tunis, Mai 1992, 24 p.
- CHAÏEB, H. (1990). Note sur la modélisation de l'infiltration efficace dans le lit de l'oued Zéroud à partir des lâchers du barrage de Sidi Saâd. DGRE, Tunis, 4 p.
- CHAÏEB, H. (1996). Note sur la situation de la recharge de la nappe de Kairouan par les eaux du barrage de Sidi Saâd (Période de Janvier - Mai 1996). DGRE, Tunis, 6 p.
- CHAÏEB, H. ; CHADLY, B. ; AYACHI, M. (1995). Note sur l'impact de la recharge de la nappe de Kairouan par les lâchers du barrage de Sidi Saâd (Campagne du 19 juin au 19 juillet 1995). DGRE, Tunis, 11 p. Annexes.
- CHAÏEB, H. ; MAALEL, F. (1992). Simulation de l'infiltration des crues de l'année hydrologique 1989-90 dans la plaine de Kairouan. DGRE, Tunis, 14 p.
- OHLING, J. (1969). Résultats des essais d'infiltration dans le lit de l'oued Zéroud. DRE, Tunis.
- SAADAOUÏ, M. ; JERIDI, M. ; AYACHI, M. (1989). Recharge de la nappe de Kairouan par les lâchers du barrage de Sidi Saâd. DGRE, Tunis.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

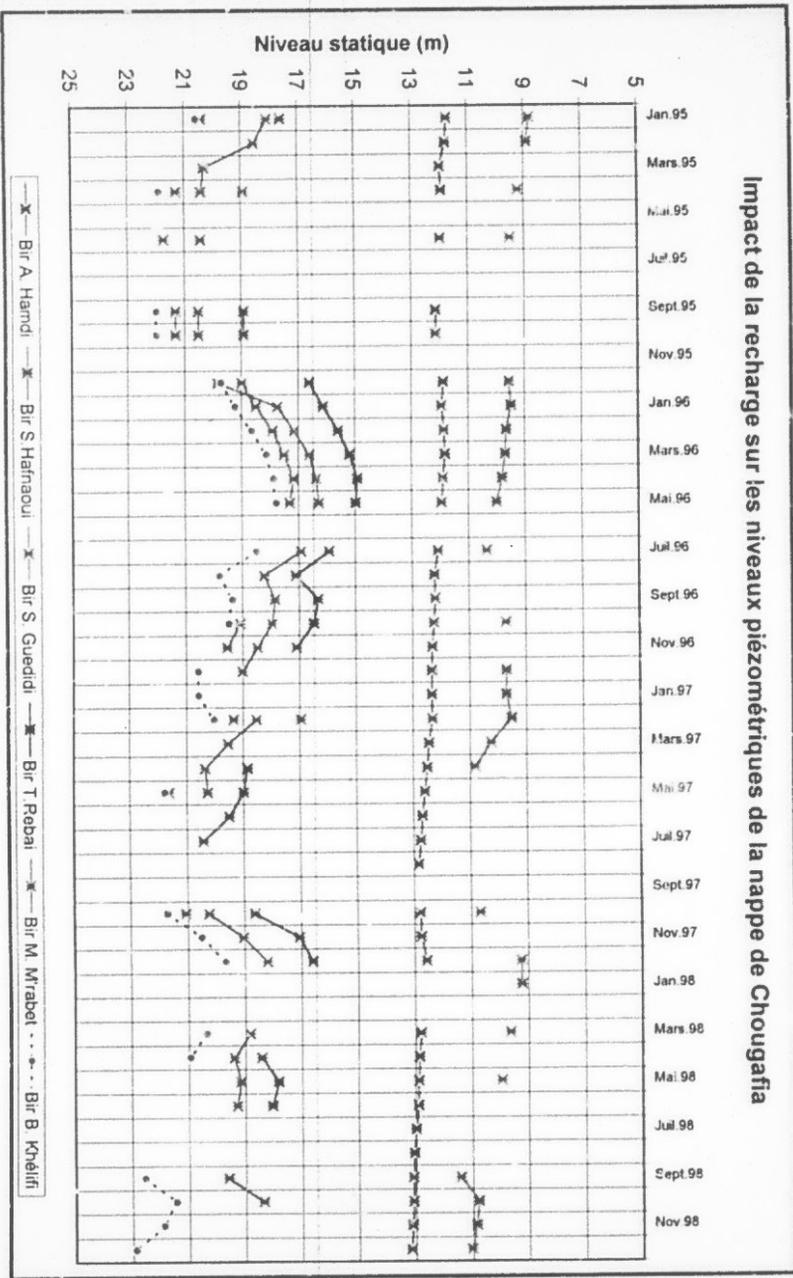
# Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe Kairouan (Secteur Zéroud)



**Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Kairouan  
(secteur Merquellil)**



# Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Chougafia



**ANNEXES :**

**I. RECHARGE DE LA NAPPE DE KAIROUAN**

**SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE (RESEAU DE L'OUED ZEROU)**

**ANNEE : 1998**

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte repère	Niveau statique (m)											
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Z 16	13029		16.26	16.31	16.5	16.56	16.63	16.97	16.98	17.09	17.23	17	17.07	17.21
Z 1	13268		32.79	32.87	32.97	33.06	33.14	33.2	33.36	33.42	33.59	33.59	33.57	33.66
Z 21	19184		55.15	55.5	55.75	-	56.28	56.62	56.34	-	51.46	51.96	53.5	54.58
N	13264		45.36	45.45	45.49	45.52	45.58	45.65	45.74	45.8	45.94	45.96	45.99	46.03
M	13138		33.4	33.64	33.7	-	33.73	34.04	34.24	-	34.44	34.34	34.24	34.31
Z 5 bis	18290		29.83	29.64	29.79	-	29.9	30	30.44	-	30.42	30.35	30.43	30.52
Z 13bis	18289		18.55	-	18.62	18.72	18.78	18.9	19.05	-	19.18	19.21	19.24	19.34
Z 11	12439		28.63	-	A sec	-	A sec	A sec	A sec	A sec				
P bis	18097		57.96	-	58.34	58.72	59.15	59.29	59.58	-	58.95	58.75	58.66	58.83
PZ L. 1	19046		23.49	-	23.61	23.79	23.87	24.02	24.38	-	24.46	24.38	24.37	24.42
P1	9064		33.15	-	33.24	33.56	33.72	34.14	35.24	-	36.23	35.78	35.51	35.01
K	12836		36.19	-	37.22	37.79	37.97	38.45	39.3	-	38.34	37.12	36.86	36.66
Z 22	19442	165	47.69	-	47.9	48.16	48.4	48.59	48.74	-	48.66	48.61	48.56	48.66
Z 3bis	19443	139	33.48	-	33.56	33.68	33.75	33.86	34.04	-	34.21	34.09	34.14	34.26
J	12737		8.65	-	8.89	-	-	8.97	9.13	-	9.28	9.25	-	9.28
Bir El Mdaina	4471		-	-	A sec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bir Letaief	1491		A sec	-	A sec	-	A sec	A sec	A sec	A sec				
Bir El Argoub	3508		39.56	-	39.61	39.71	39.81	39.88	P	-	40.19	40.24	40.2	40.46
Bir Kanek	3513		41.08	-	41.16	41.18	41.19	41.28	41.41	-	41.48	41.51	41.56	41.63
Bir Combattant	3519		46.11	-	46.29	46.5	46.66	46.8	46.99	-	47.23	47.23	47.18	47.13
Bir El Khattab	3520		34.35	-	34.43	34.54	34.58	34.68	34.85	-	35.06	35.07	35.09	35.13
Bir Hmidet 1	3600		-	-	55.29	55.82	56.24	56.45	56.65	-	52.78	52.08	51.94	53.26
Bir Hmidet 2	5302		-	-	44.92	45.22	45.45	45.61	45.88	-	45.97	45.88	45.73	45.49
Bir J.B Cherifa	8705		55.6	-	55.04	54.23	53.8	54.14	P	-	54.53	54.11	54.43	54.72
Bir S. Mansour	9201		38.59	-	38.53	38.49	38.47	38.5	38.46	-	38.45	38.44	38.45	38.44
Bir H Garoui	14579		P	-	P	P	-	-	-	-	P	P	P	P
Bir Hadj Sadok	14711		35.81	-	35.83	35.79	35.82	35.83	35.85	-	36.2	35.94	36.03	P

## 2. RECHARGE DE LA NAPPE DE KAIROUAN (SUITE)

### SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE (RESEAU DE L'OUED MERGUELLIL) ANNEE : 1998

Puits / Piezomètre	N° IRH	Côte repère	Niveau statique (m)												
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	
P1 Bir Zaddem	6582	-	-	19.09	19.16	-	-	-	19.71	19.96	-	20.2	19.99	-	-
P1 El Grine	9685	163.49	47.46	47.5	47.54	47.62	47.61	47.78	47.86	47.89	48.01	48.05	48.04	48.04	
A	12377	138.74	33.6	33.67	33.65	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.22	34.22	34.24	34.24	
E	12590	82.09	22.54	22.6	22.73	29.32	22.97	23.11	23.44	-	23.74	23.65	23.52	23.5	
M 17	12693	94.99	28.62	28.77	28.9	28.96	29.33	29.3	29.5	29.95	29.8	29.75	29.7	29.75	
M 22	12318	176.48	52.68	52.76	52.81	52.85	52.81	52.92	52.96	52.96	53.16	53.23	53.27	53.41	
M 21	13188	174.29	49.36	49.01	48.94	48.34	48.51	48.28	48.34	48.42	48.42	48.96	49.4	49.86	
50.42B Bis	18286	-	27.72	28.23	28.17	28	27.95	28.66	28.86	28.73	28.6	28.22	28.83	28.81	
M 24	19178	-	58.44	58.47	58.49	-	58.6	58.6	58.67	-	59.06	59.35	59.51	59.77	
M 1	12276	-	25.81	-	25.9	A sec	A sec	A sec	A sec	-	A sec	A sec	A sec	A sec	
M 7	12839	-	51.53	-	51.61	51.71	51.74	51.81	51.89	-	52.0	52.07	52.16	52.26	
C Bis	18287	-	23.22	23.87	23.64	-	23.45	24.25	24.36	-	24.27	23.68	23.93	24.3	
M 10 Bis	18288	-	32.56	32.3	32.58	-	32.64	32.75	32.75	-	33.06	33.03	-	33.15	
M 23 Bis	18291	-	44.44	44.5	44.54	-	44.62	44.67	44.72	-	44.85	44.9	44.95	45.02	
M 3bis	18292	-	42.75	42.75	42.81	-	42.7	42.92	43.06	-	-	43.37	43.4	43.42	
AB1	18317	-	-	19.15	19.17	-	19.52	19.14	19.25	-	19.4	-	19.31	19.28	
X 12	18534	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
X 8	18546	-	19.2	19.5	19.51	-	19.34	19.73	20.27	-	20.27	19.86	20	20.16	
Houfia I	19403	-	74.39	75.51	74.61	-	74.77	74.77	74.85	-	75.1	75.25	75.28	75.39	
M 29	19281	-	32.6	32.95	32.78	-	32.78	33.22	33.42	-	33.27	33.24	33.28	33.49	
M 28	19282	-	43.6	43.04	43.07	-	43.09	-	43.1	-	43.16	43.18	43.19	43.2	
M 30	19291	-	51.36	51.44	51.49	-	51.56	51.61	51.7	-	51.82	51.9	51.93	51.97	
M 11bis	-	-	31.36	31.52	31.59	-	31.68	31.77	31.85	-	32.01	31.95	32.01	32.09	
O	-	-	46.25	47.18	46.19	-	47.2	46.92	47.67	-	46.02	47.33	47.32	47.71	
Bir Chebikha	2021	-	P	-	P	22.25	P	22.35	P	-	22.64	22.61	22.67	22.73	
Bir Saadallah	8852	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

### 3. RECHARGE DE LA NAPPE DE FEDJ-ROUISSAT

#### SURVEILLANCE PIZOMETRIQUE

ANNEE : 1998

Puits / Piézomètre	N° IRH	Côte repère	Niveau statique (m)												
			Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	
Bir A. Khelifi	47	80	P	-	P	P	P	P	P	P	P	-	-	P	P
Bir F. Briki	48	85	10.99	-	P	P	P	P	P	P	P	11.7	11.4	P	11.88
Bir A. Hamdi	125	50	-	-	12.82	12.88	12.91	12.92	13	13.07	13.11	13.1	13.14	13.14	13.18
Bir B. Briki	191	62	-	-	22.15	22.53	22.46	22.56	23.85	-	À sec				
Bir H.T. Khelifi	193	60	-	-	P	P	P	P	P	-	22.5	21.36	P	22.78	
Bir K. Guizani	224	57	19.55	-	20.7	P	20.99	P	P	P	21.78	20.62	21.07	P	
Bir S. Guedidi	227	58	-	-	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	
Bir T. Hamdi	228	59	P	-	P	P	P	P	P	P	20.88	P	P	20.88	
Bir S. Hafnaoui	234	89	9.25	-	9.66	P	9.96	P	P	P	11.43	10.81	10.89	11.05	
Bir M <sup>e</sup> Khelifi	237	66	P	-	P	P	P	P	P	-	27.46	P	P	P	
Bir T. Rahal	238	55	-	-	21.73	P	P	P	P	-	21.22	20.25	P	24.92	
Bir A.B.Saad	4624	57	-	-	21.02	21.13	21.14	21.32	21.7	-	22.23	22.07	21.85	21.1	
Bir Public	9114	102	9.54	-	À sec										
Bir S. Harech	9119	53	-	-	P	P	17.88	17.3	P	-	19.23	17.51	P	18.83	
Bir M <sup>e</sup> Mlaïeh	13819	59	-	-	18.34	18.92	19.08	19.09	19.39	À sec					
Bir B. Khelifi	13825	53	-	-	20.38	20.96	P	P	P	-	22.58	21.47	21.91	22.92	
Bir A. Fatnassi	13826	61	-	-	P	P	P	P	P	-	23.17	22.02	P	P	
Bir T. Rebaï	13827	55	-	-	P	18.44	17.85	18.07	P	-	19.63	18.39	P	P	
Bir HB. Liouani	13828	53	-	-	P	P	P	P	P	-	18.44	17.32	P	P	
Bir Daaloul	13830	54	-	-	17.13	À sec	À sec	À sec	À sec	-	À sec	À sec	À sec	À sec	
Bir H. Kaabi	13838	56	-	-	19.26	19.13	19.01	À sec	À sec	-	À sec	À sec	À sec	À sec	
Bir M. M'rabet	13845	56	-	-	18.85	19.42	19.19	19.32	À sec	-	À sec	À sec	À sec	À sec	
Bir MB Ahmed	13849	59	-	-	16.79	P	P	16.7	P	-	18.42	17.48	17.54	P	
Bir K. Zantour	13855	57	-	-	19.52	P	19.86	20	21.5	-	21.79	20.65	P	22.05	
PZ Oued El Fei	19525	66	21.84	21.93	22.08	22.69	22.44	22.62	24.02	24.94	24.4	23.18	23.51	24.5	

# RECHARGE DE LA NAPPE DE SIDI BOUZID A PARTIR D'OUED EL FEKKA

(Gouvernorat de Sidi Bouzid)

## I. INTRODUCTION

La recharge des nappes du gouvernorat de Sidi Bouzid intéresse plus particulièrement la nappe de Sidi Bouzid, à travers une série de seuils de dérivation qui ont été mis en place depuis quelques années.

L'année hydrologique 1997/98 a été marquée par une pluviométrie annuelle (256.2 mm) légèrement supérieure à la moyenne annuelle (250 mm). Le mois le plus pluvieux est Septembre avec 128.7 mm, le mois le plus sec est Juillet avec une pluviométrie nulle.

Tableau 1 : Pluie enregistrée au cours de l'année hydrologique (1997/98) en mm

Station	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Total
Sidi Bouzid	128.7	24.4	13.3	2.6	11.6	2.1	12.7	33	10.3	6.5	0	11	256.2

## II. RECHARGE DE LA NAPPE DE SIDI BOUZID

La nappe de Sidi Bouzid se situe au milieu du gouvernorat, elle est traversée par Oued el Fekka qui prend ses origines de la frontière Algéro-tunisienne.

### II.1. Hydrogéologie

La plaine de Sidi Bouzid s'étend sur une superficie de 600 km<sup>2</sup>, il s'agit d'un bassin subsident constitué par un remplissage sédimentaire mio-plio-quaternaire renfermant un aquifère multicouche exploitée par 2740 puits de surface et 22 forages les transmissivités varient de  $4.2 \cdot 10^{-3}$  à  $1.8 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s, le coefficient d'emmagasinement est en moyenne de 3 %.

La salinité moyenne est de 2.5 g/l sauf dans les zones d'exutoires de cette nappe Négada et Garaet el Akrech où la salinité dépasse 4 g/l.

Le niveau piézométrique varie de 80 à 6 m de l'amont vers la zone aval.

Les ressources renouvelables ont été évaluées à  $19.5 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an, l'exploitation actuelle s'élève à  $26 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an.

Depuis 1962, la surveillance de la nappe se fait mensuellement par des puits de surface. Cette surveillance a été remplacée par des piézomètres équipés de limnigraphes; actuellement le réseau de surveillance est composé de 16 piézomètres et de 10 puits de surface observés semestriellement et dont le nombre est en régression d'une année à une autre sous l'effet du comblement et de l'assèchement.

Depuis 1976, l'abaissement des niveaux des plans d'eau de la nappe varie de 0 à 2,5 m sur les bordures et de 4 à 8 m dans la zone centrale de la plaine où l'exploitation est intensive (Saddaguia-Om Ladhani). L'abaissement moyenne est d'environ 0,35 m/an.

## II.2. Hydrologie

Le régime hydrologique d'oued el Fekka est complexe, il comporte deux stations principales de mesure: l'une en amont sur O.El Hattab à Khanguet Zazia et l'autre en aval sur Oued Negada à Bled Lessouda. Ces deux stations permettent de déduire les pertes d'écoulement dans la plaine de Sidi Bouzid. Les apports moyens sont de  $40 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  à Khanguet Zazia; les sorties à Bled Lessouda sont de  $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ ; les pertes annuelles moyennes dans la plaine sont de l'ordre de  $25 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ .

## II.3. Alimentation

Au cours des années 1950, les agriculteurs de la plaine ont réalisés des aménagements hydrauliques appelés "Mgoud" pour dévier une partie des crues de cet oued dans la plaine pour l'irrigation des cultures existantes sans se rendre compte de l'effet de ces aménagements sur l'alimentation possible de la nappe. Depuis les années 1970 et particulièrement après l'augmentation de nombre de puits de surface en 1980, les anciens Mgouds souvent emportés par les crues ont été remplacés par des canaux de dérivations en béton avec des seuils le long d'oued el Fekka pour bien répartir les crues de cet oued dans la plaine.

L'alimentation est constituée principalement par les apports d'oued el Fekka en périodes de crues; tout en ajoutant les apports complémentaires de base de l'oued Hachim-Hattab qui sont évalués à  $8,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ .

La recharge se fait ainsi par infiltration directe des eaux de crue stagnantes dans les périmètres d'épandage vers la nappe de Sidi Bouzid, soit au total 6 périmètres totalisant une superficie de 7400 ha.

Au cours de l'année 1997/98 : les apports moyennes à Khanguet Zazia sont estimés à  $35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (station amont) et à Bled Lessouda sont de  $16,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  (station aval) : les pertes d'écoulement dans la plaine s'élèvent à  $18,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . L'apport total des écoulements de surface vers la nappe par l'intermédiaire de l'oued Fekka est de  $27,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (compte tenu du débit de base d'O. Hachim-O. Hattab  $8,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ ).

Le taux d'infiltration moyenne calculé par le modèle est de 50 % des apports annuels, soit une infiltration vers la nappe d'environ  $13,75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ .

Durant l'année 1997/98, des crues ont été enregistrées à la station secondaire d'oued Fekka pont GP3 au milieu de la plaine de Sidi Bouzid, ces crues sont consignés dans le tableau suivant :

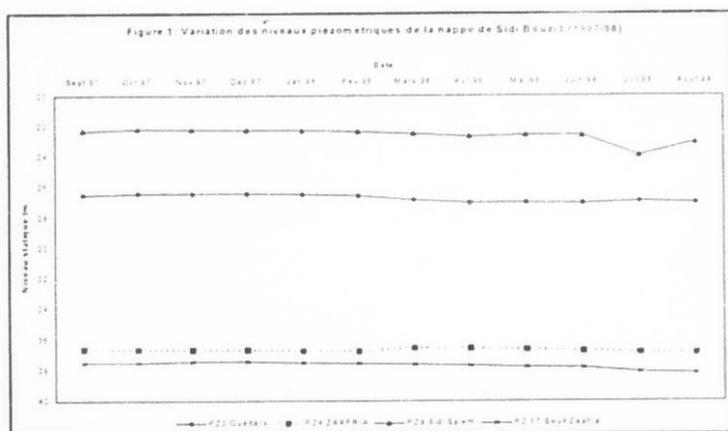
Date	9/9/97	10/9/97	12/9/97	14/9/97	15/9/97	16/9/97	18/9/97	20/9/97	22/9/97	28/10/97	8/6/98
Q m <sup>3</sup> /s	10	15	30	11	28	144	27	202	205	78	140

Les observations effectuées sur les relevés piézométriques de l'année 1997/98 traduisent des périodes de recharge matérialisées par des remontées des niveaux recoupées par une période de baisse piézométrique (Fig.1).

Les fluctuations piézométriques résultants des variations saisonnières sont de 0.02 à 0.5 m. Les crues du mois de Septembre et les pluies des mois de Septembre et d'Octobre ont engendrées une remontée moyenne de la nappe de 0.2 m.

Le déficit pluviométrique, l'absence de crues et l'exploitation intensive estivale ont entraîné le retour à l'abaissement des niveaux piézométriques avec une moyenne de 0.3 m. Une légère remontée de 0.10 m a été constatée suite au crue du mois de Juin 98 (140 m<sup>3</sup>/s station pont GP3) sur le PZ3 el Guedara (près d'oued el Fekka) et tardivement dans les PZ4 (Zaafia), PZ9 (Sidi Salem) et PZ17 (seuil Zaafia).

Ceci indique l'effet de la recharge de la nappe de Sidi Bouzid par l'oued el Fekka à travers les formations perméables de son underflow et des zones d'épandages.



### III. CONCLUSION

La recharge de la nappe de Sidi Bouzid à partir des apports d'oued el Fekka et el Hachim a été évaluée à  $13.75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ce qui représente 53.1 % de l'exploitation et ceci explique l'abaissement continu des niveaux piézométriques de la nappe de Sidi Bouzid d'une année à l'autre.

**A. HAJJEM**

### BIBLIOGRAPHIE

- CHAIEB, H. (1988). Etude par modèles mathématiques de la recharge de la nappe de Sidi Bouzid. DGRE, Tunis.
- AMOURI, M. (1994). Etude hydrogéologique du système aquifère de Sidi Bouzid. DGRE, Tunis.

DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.  
DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.  
DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1993). DGRE, Tunis.  
DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

**ANNEXES :**

**RECHARGE DE LA NAPPE DE SIDI BOUZID**

**SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE**

**ANNEE : 1997/1998**

Piezomètre	N° IRH	Côte repère	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Août
PZ 3 Guedara	19025		26.51	26.41	26.44	26.44	26.47	26.57	26.83	27.03	27.00	27.05	26.93	27.03
PZ 4 Zaafria	19024		36.61	36.65	36.66	36.68	36.73	36.77	36.55	36.58	36.65	36.75	26.83	26.87
PZ 9 Sidi Salem	19174		22.28	22.16	22.21	22.23	22.26	22.32	22.47	22.65	22.56	22.58	23.90	23.05
PZ 17 Seuil Zaafria	19667		37.54	37.51	37.44	37.45	37.51	37.55	37.62	37.71	37.79	37.85	38.13	38.21

## RECHARGE DES NAPPES DE THÉLÈPTE-FERIANA ET DE SIDI MERZOUG-SBIBA

(Gouvernorat de Kasserine)

### I. INTRODUCTION

L'activité recharge pour l'année 1998 n'a pu être que durant la période estivale à partir du barrage Oum Lâaroug pour répondre essentiellement aux besoins en eau d'irrigation du périmètre irrigué de Sbiba. Les opérations de lâchers ont démarré le 29 Juin 1998 jusqu'au 15 Septembre 1998.

### II. PLUVIOMETRIE

L'année hydrologique 1997/98 a été marquée par un déficit pluviométrique sur la majorité des régions de Kasserine. Ce déficit varie entre 30% (à Kasserine) et 2% (à Thala).

Toutefois le Nord Est et le Sud du Gouvernorat ont relativement manifesté des excès de pluie variant de 109% (Hessi el Frid) à 120% (Jedienne).

Cette situation influé négativement sur les apports au niveau des différentes retenues, par conséquent les opérations de recharge n'ont pas été mené d'une manière continue durant toute l'année.

**Tableau 1 : Pluie enregistrée au cours de l'année hydrologie 97/98 (en mm)**

Code	Situation	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total	Moy. Ann.	% <sup>98</sup>
5304600	Haidra R.E	69.20	52.2	83.6	18.0	14.7	16.8	44.5	24.5	10.2	18.0	0.0	9.7	311.4	400	78
5767600	Thala forêt	88.50	43.0	69.5	39.0	11.0	13.0	50.3	44.5	34.0	52.0		11.9	456.7	467	98
6273500	Foussana P.V	73.50	21.4	20.8	12.8	13.5	0.0	29.2	18.8	6.0	49.5	0.0	9.0	254.5	308	83
6311200	Hessi Frid E.P.M	126.2	28.0	22.6	1.1	15.5	5.7	18.8	28.9	15.8	16.5	0.0	33.4	317.5	290	109
6347400	Jedienne E.P.M	109.4	23.9	53.7	13.5	10.2	4.0	56.2	17.3	43.8	82.2	0.0	7.0	421.2	350	120
6356200	Kasserine H.F.R	55.40	28.8	22.5	4.9	14.7	3.4	24.5	26.8	7.3	10.3	0.0	23.1	222.6	318	70
6394500	Lâaroum déleg	93.40	43.8	72.0	37.7	17.0	9.0	53.0	40.2	29.3	91.1	0.0	21.8	508.3	425	120
6565600	Sbeitla P.A.V	120.4	20.3	14.5	5.0	15.5	0.0	26.5	33.5	26.0	09.5	0.0	5.5	276.7	307	90
6570000	Sbiba Ville	105.0	12.8	40.3	7.3	05.2	4.2	56.3	11.6	18.0	33.3	0.0	6.3	300.3	375	80
8267600	Feriana P.V	65.36	44.9	19.6	2.5	08.5	7.6	12.2	21.4	3.2	09.7	0.0	36.0	230.9	289	80
8427200	Majel B. Abbas	68.00	18.0	17.0	1.5	07.5	2.0	12.5	14.0	1.5	26.0	0.0	0.0	168.0	150	112

### II. RECHARGE DE LA NAPPE DE THELEPTE-FERIANA A PARTIR DU BARRAGE BOUHAYA

#### II.1 Etat de remplissage du barrage Bouhaya

Vu le déficit pluviométrique enregistré durant l'année hydrologique 1997/98, et les quantités d'eaux relativement faibles stockés dans le barrage Bouhaya, les nappes de Thélépte et Feriana n'ont pas été rechargées. Le tableau suivant résume les volumes d'eau stockés dans le barrage (Mm<sup>3</sup>).

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octo.	Nov.	Dec.
Volume Stocké	1.0	0.8	1.0	1.0	0.7	0.8	0.6	1.5	1.7	1.3	-	1.0

## II.2 Fluctuations piézométriques

En l'absence de toute recharge artificielle durant l'année 1997/98, la piézométrie des nappes de Thélépte-Feriana a été marquée par une légère baisse d'une moyenne de 20 cm.

La pluviométrie, relativement importante, de l'automne 1998 a contribué au soutien naturel de l'alimentation des deux nappes et au maintien de leurs niveau piézométriques assez stables.

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle à la station de Feriana (1998)

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octo.	Nov.	Dec.
Pluie Mensuelle	8.5	7.6	12.2	21.4	3.2	9.7	0.0	36.0	65.3	44.9	19.6	2.5

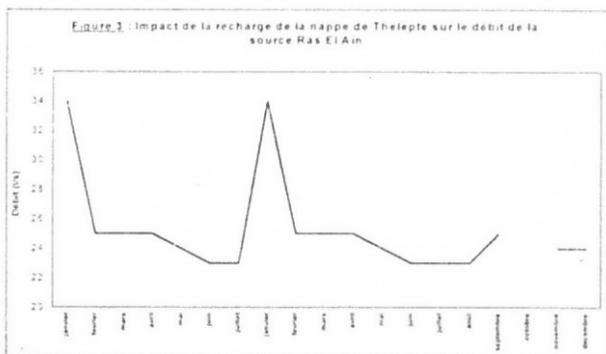
Les relevés piézométriques des nappes de Thélépte-Feriana sont présentés en annexe.

## II.3 Evaluation des émergences (Sources Ras El Ain) :

Les valeurs des débits de la Sources Ras El Ain sont pratiquement stables durant toute l'année 1998. Les faibles variations enregistrés reflètent ainsi les effets de l'exploitation de la nappe de Thélépte.

Tableau 5 : Résultats des débits de la source Ras El Ain

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octo.	Nov.	Dec.
Débit (l/s)	34	25	25	25	24	23	23	23	25	-	24	24



## III. RECHARGE DE LA NAPPE DE SBIBA A PARTIR DU BARRAGE OUM LAAROUG

### III.1 Etat de remplissage du barrage Oûm Laâroug

L'évolution des volumes d'eau stockés dans le barrage durant l'année 1998 se présente dans le tableau suivante :

Mois	Janv.	Fev.	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octo.	Nov.	Dec.
Volume (Mm <sup>3</sup> )	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	2.3	-	1.2	0.9	1.1	-	1.0

### III.2 Campagne des lâchers :

Les opérations de lâchers des eaux du barrage Oum Lâaroug qui ont démarré le 29 Juin 1998 jusqu'au 15 Septembre 1998, avaient deux objectifs:

- Comblent le déficit en eau d'irrigation aux périmètres irrigués de Sbiba
- Assurer une recharge artificielle de la nappe de Sbiba.

**Le tableau suivant résume le déroulement de ces lâchers**

Date	Débit lâché (en l/s)	Durée (en h)	Volume (m <sup>3</sup> )
Du 29/06/98 au 02/07/98	368	72	95385
Du 02/07/98 au 04/07/98	287	48	49593
Du 06/07/98 au 11/07/98	114	130	53352
Du 14/07/98 au 01/08/98	140	434	218736
Du 03/08/98 au 18/08/98	160	368	211968
Du 19/08/98 au 15/09/98	147	660	342272
<b>VOLUME TOTAL</b>			<b>971306</b>

Le volume total lâché durant cette période est donc de l'ordre de 971306 m<sup>3</sup>.

**III.3 Bilan des lâchers du barrage Oum – Lâaroug**

<b>Lâchers du barrages Oum-Lâaroug du 29/06/ au 15/09/1998</b>	
<b>Répartition globale des volumes lâchers</b>	
- volume lâché du barrage	971306 m <sup>3</sup>
- volume de base	412128 m <sup>3</sup>
- volume total mis en jeu	1 383434 m <sup>3</sup>
- volume évaporé	25440 m <sup>3</sup>
- volume exploité au dérivé	171720 m <sup>3</sup>
- volume destiné à l'irrigation des P.I Sbiba	588384 m <sup>3</sup>
- volume infiltré dans le lit	497890 m <sup>3</sup>
- volume perdu en aval du barrage Sbiba	100000 m <sup>3</sup>

**III.4. Impact de la recharge**

Faute de l'existence d'un réseau piézométrique, la remonté de la nappe de Sbiba n'a pas été contrôlée. Le suivi de l'impact s'est limité aux jaugeages différentiels des émergences de l'Oued Sbiba en amont du barrage de Sbiba.

**IV. CONCLUSION**

La recharge artificielle de la nappe de Sbiba à partir du barrage Oum-Lâaroug, situé en amont, permettra la régénération régulière des ressources renouvelables ou à la limite la substitution des prélèvements des périmètres irrigués de Sbiba surtout en périodes déficitaires.

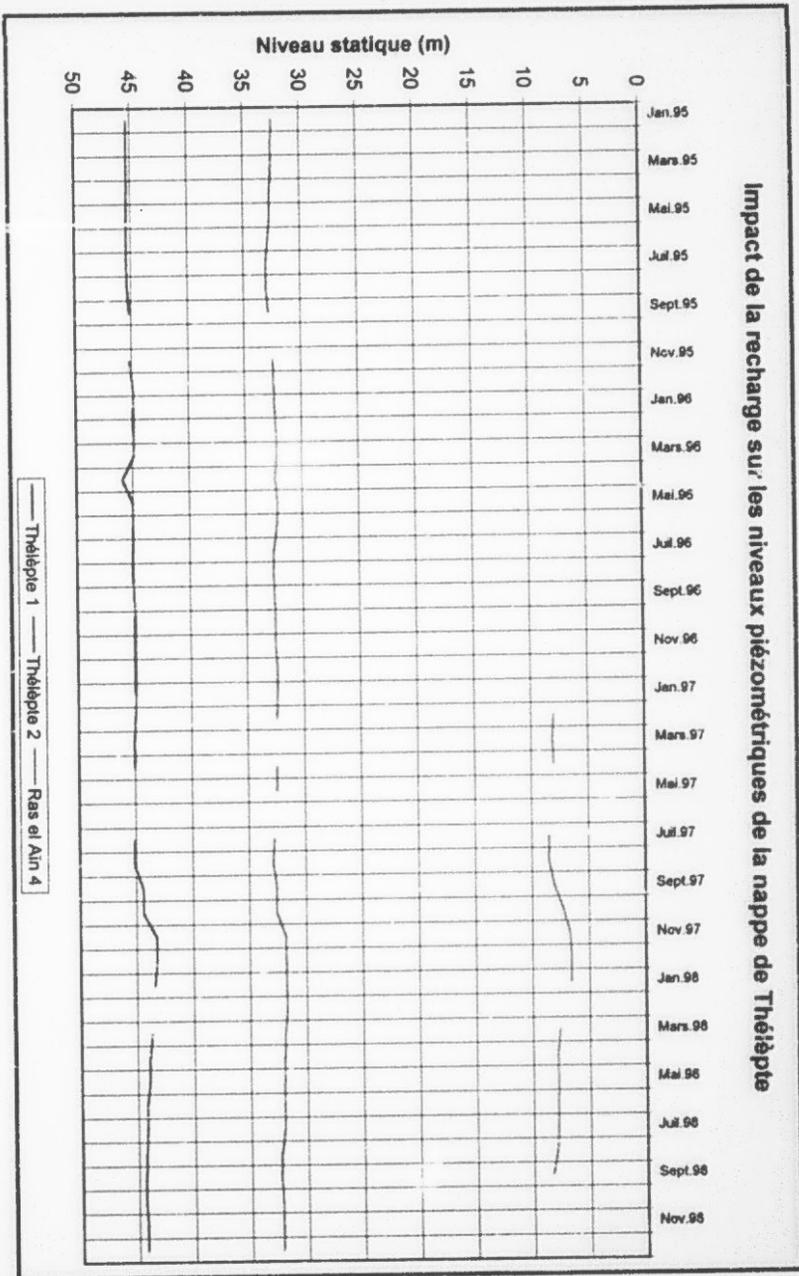
Pour mieux quantifier la réaction de la nappe de Sbiba au niveau des ces différents compartiments, nous insistons sur la nécessité de la création d'une batterie de piézomètres.

**M. AMOURI**

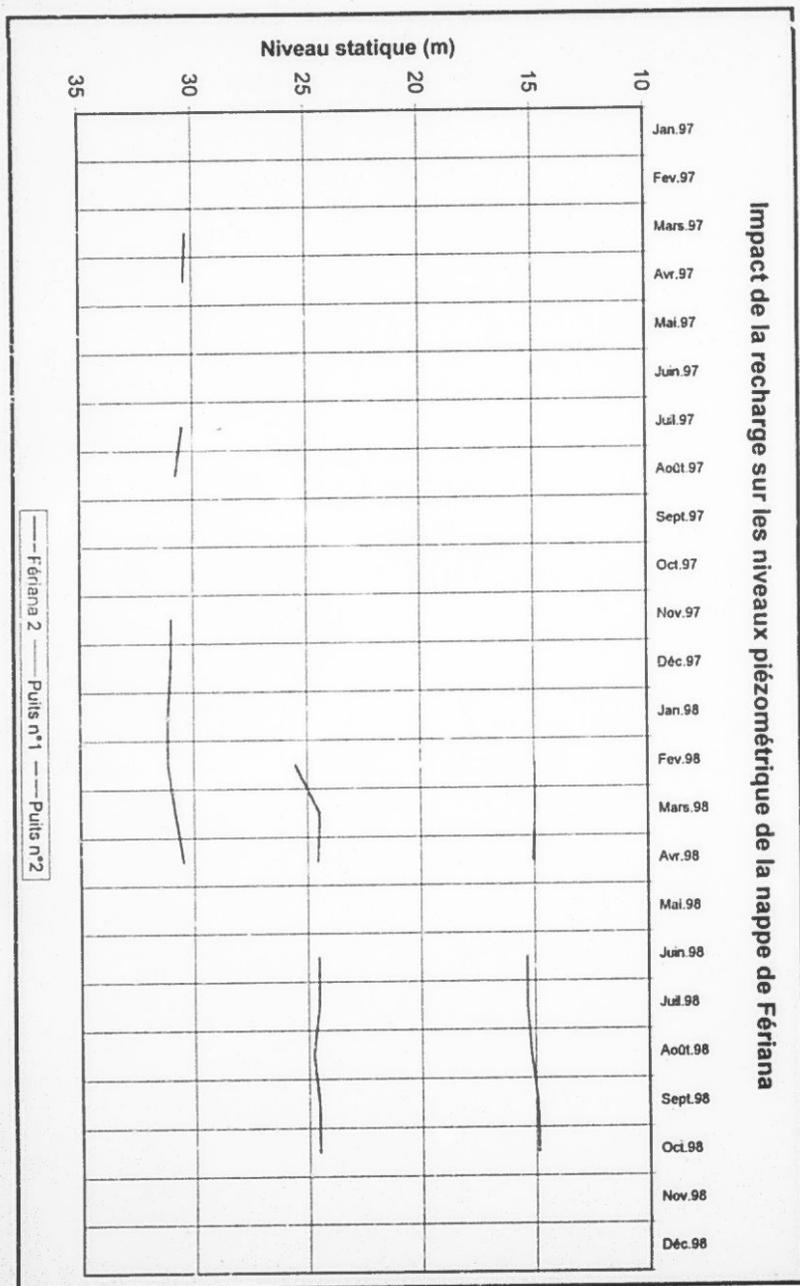
### BIBLIOGRAPHIE

- ABIDI, B. (1997). Recharge artificielle des nappes de Thélèpte et de Sidi Merzoug-Sbiba à partir des barrages collinaires de Bouhaya et d'Oum Laâroug. DGRE, Tunis.
- DGRE (1997). Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1996). DGRE, Tunis, pp.105-118.

**Impact de la recharge sur les niveaux piézométriques de la nappe de Thélépte**



Impact de la recharge sur les niveaux piézométrique de la nappe de Fériana



**ANNEXE :**

**1. RECHARGE DE LA NAPPE DE THELEPTE  
SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE  
ANNEE : 1998**

Puits et piézomètre	N° IRH	Niveau statique (m)											
		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Télépte 1		43.49	-	43.78	43.98	44.01	44.25	44.25	44.37	44.43	44.46	44.30	44.32
Télépte 2		31.85	31.80	31.97	32.05	32.08	32.10	32.10	32.40	32.46	32.31	32.30	32.34
Ras el Ain 4		06.63	-	07.67	07.88	07.81	07.90	07.90	07.97	08.34	-	-	-
2		09.65	09.84	-	09.95	09.94	10.25	10.25	10.42	10.40	10.25	10.25	09.80
3		08.60	08.60	-	09.56	08.87	09.30	09.30	09.16	-	09.10	10.10	09.95
4		08.13	08.22	-	08.45	08.43	08.86	08.86	08.80	08.89	08.70	08.80	08.80
5		19.74	11.39	-	11.41	11.20	11.55	11.55	11.80	11.75	11.65	11.55	11.80
6		11.05	11.21	-	11.37	11.08	11.65	11.65	11.72	11.81	11.70	11.80	11.80
7		25.65	26.18	-	26.25	27.85	26.20	26.20	26.80	26.50	26.50	26.95	26.30
		-	-	-	11.57	13.21	13.05	-	-	-	11.85	11.80	11.70

**2. RECHARGE DE LA NAPPE DE FERIANA  
SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE  
ANNEE : 1998**

Puits et piézomètre	N° IRH	Niveau statique (m)											
		Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Feriana 2		31.17	31.17	30.85	30.50	-	-	-	-	-	-	-	-
1		-	25.55	24.50	24.57	-	24.55	24.55	24.80	24.58	24.56	-	24.92
2		-	14.99	15.00	15.10	-	15.37	15.37	15.20	14.94	14.90	-	15.10
3		-	11.49	11.68	11.27	-	12.18	12.18	12.50	12.51	14.51	-	12.76
4		-	10.95	10.70	10.13	-	13.59	13.59	13.50	14.50	14.49	-	14.66
5		-	10.64	12.25	12.90	-	10.05	12.05	11.11	11.71	11.68	-	11.90
6		-	04.82	05.93	04.39	-	05.95	05.95	06.50	05.20	05.10	-	05.30
7		-	22.23	22.10	23.43	-	25.70	25.70	23.75	23.60	23.57	-	23.77
8		-	21.70	21.40	21.90	-	22.05	22.05	22.10	22.20	22.11	-	22.60
9		-	15.02	13.96	14.65	-	14.80	14.80	14.32	14.10	14.07	-	14.23

## RECHARGE DE LA NAPPE D'UNDERFLOW D'OUM EL KASSEUB A PARTIR DU BARRAGE SOUTERRAIN

(Gouvernorat de Gafsa)

### I. INTRODUCTION

La région d'Oum el Kasseub fait partie du bassin de Gafsa Nord, elle se situe à l'ouest du gouvernorat de Gafsa. Il s'agit d'une petite cuvette traversée par l'oued Oum el Kasseub dont 85% de la superficie de son bassin versant se situe en Algérie. On dénombre en plus 13 affluents qui rejoignent le cours d'eau principal au niveau d'Oum el Kasseub.

Le barrage souterrain réalisé sur l'oued Oum el Kasseub, à l'ouest du marabout de Sidi Abbès Essouni, coïncide avec la partie aval de la nappe phréatique. L'épaisseur de la zone non saturée offre, en effet, une possibilité de recharge additionnelle à partir des eaux de crues.

La nappe s'étend sur 30 km<sup>2</sup>. L'épaisseur du réservoir aquifère varie de 20 à 30 m en amont de goulet de Sidi Ahmed Saâda et descend à 5 en aval de Sidi Abbès Essouni.

### II. IMPACT DU BARRAGE SOUTERRAIN APRES LES CRUES DE SEPTEMBRE- OCTOBRE 1998

L'analyse des données des crues des mois de septembre et octobre 1998, a permis de disposer des informations sur les crues à des périodes espacées avec des conditions climatiques différentes. Les premières crues d'août et septembre 1997 ont été accompagnées d'un orage dans la région, alors que les crues de septembre et octobre 1998 dont la principale est celle du 7 octobre avec 7 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> d'apport.

Les remontées déduites des enregistrements limnigraphiques des trois piézomètres et du suivi piézométrique des deux piézomètres non équipés, ont varié de 0,5 à 1,5 m en amont du barrage et n'a été que de 0,3 m en aval. Les amplitudes supérieures à 1 m sont localisées dans le lit de l'oued et sa proximité. Les amplitudes inférieures ou égale à 0,5 m touchent la quasi-totalité de la superficie de la nappe.

### III. EVALUATION QUANTITATIVE DE LA RECHARGE

L'évaluation de la hauteur piézométrique résultant de la recharge de la nappe d'Underflow d'Oum el Kasseub a été toujours abordée en se référant au niveau piézométrique le plus bas atteint au cours de la période considérée. La situation piézométrique de la nappe d'oum el Kasseub au début du mois d'août 1998 est choisi comme état de référence. La recharge globale ( $V_i$ ) de la nappe est estimée à partir de la formule suivante :

$$V_i = \Delta h \times S \times \rho_e$$

$\Delta h$  = fluctuation piézométrique (m)  
 $S$  = superficie (m<sup>2</sup>)  
 $\rho_e$  = porosité efficace

Le tableau suivant donne les résultats obtenus:

Tableau N°1: Evaluation de la recharge

Amplitudes $\Delta h$ (m)	Superficie ( $10^6 \text{ m}^2$ )	Porosité efficace $10^2$	Volume ( $10^3 \text{ m}^3$ )
1,5	3,5	12	630
1	4	10	400
0,5	8	8	320
0,3	14,5	6	260
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>1600</b>

Toute fois, il est indiqué de souligner que la hauteur maximum de recharge de la nappe a atteint 1,5 m à la suite des crues exceptionnelles de janvier 1990, avec un apport estimé à  $150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Auparavant, les crues de septembre 1963, ont induit des remontées allant de 0,5 à 1 m. En dehors de ces deux phénomènes, les fluctuations piézométriques oscillent entre 0,5 et 1 m. On considère dans une première phase que l'impact du barrage souterrain n'est significatif que dans le cas où la hauteur de recharge dépasse 1 m.

Les crues de l'année 1997 et particulièrement celles du mois d'août, ont permis une recharge supplémentaire de  $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  et celles du mois d'octobre 1998 ont engendré une recharge supplémentaire de  $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Le report des niveaux piézométriques en fonction du temps, depuis le mois de juillet 1997, avant que survienne la première crue après la construction du barrage, a mis en évidence une baisse continue depuis le mois novembre 1997 jusqu'à la fin du mois d'août 1998, cette baisse est due à l'intensification des prélèvements et à la rareté des précipitations.

Toutefois, cette baisse n'a pas atteint le niveau piézométrique de la nappe pris comme référence après l'achèvement du barrage et avant l'apparition de la première crue survenue entre août et septembre 1997. Le niveau piézométrique est resté légèrement en hausse malgré l'accroissement de l'exploitation. Cette situation piézométrique n'a pas été enregistrée dans l'histoire de cette nappe depuis 1980, l'absence des crues durant une année a toujours engendré une baisse notable des niveaux piézométriques. Ainsi, il en résulte que la recharge supplémentaire a atténué l'effet de l'exploitation sur la nappe.

## V. CONCLUSION

Le barrage souterrain d'Oum el Kasseub a permis à la suite des crues de l'année 1998, de relever la piézométrie de la nappe et a engendré une recharge supplémentaire évaluée à environ  $0,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . La réponse de la nappe à l'infiltration des eaux de crues piégées en amont du barrage a été très significative avec des remontées variants de 0,3 à 1,5m.

Au terme des résultats obtenus, nous recommandons le maintien en fonctionnement du réseau de surveillance piézométrique installé et son renforcement par d'autres puits et piézomètres pour mieux contrôler la nappe et disposer de suffisamment d'informations permettant une meilleure connaissance de l'apport du barrage et son impact sur cette nappe

**L. MOUMNI**  
**M. AMOURI**

## BIBLIOGRAPHIE

- MOUMNI, L. ; AMOURI, M. (1997). Impact du barrage souterrain d'Oum el Kasseub sur la recharge de la nappe d'Underflow. DGRE, Tunis. 12 p.
- MOUMNI, L. ; AMOURI, M. (1999). Impact du barrage souterrain d'Oum el Kasseub sur la recharge de la nappe d'Underflow d'Oum el Kasseub. DGRE, Tunis. 24 p.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie (1997). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annales piézométriques de Tunisie (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis.

## RECHARGE DE LA NAPPE D'EL FERCH

(Gouvernorat de Tataouine)

### I. INTRODUCTION

La plaine d'el Ferch fait partie de la zone septentrionale de la chaîne montagneuse du Dahar. La nappe renfermé dans cette cuvette assure actuellement l'irrigation d'une centaine d'hectares de culture maraichères et fruitières, l'alimentation en eau potable de la région ainsi qu'une faible partie des besoins de la ville de Tataouine.

### II. PLUVIOMETRIE

Le réseau pluviométrique implanté dans la cuvette d'el Ferch se compose actuellement de six stations :

Stations	Date de mise en service
Mrabtine	Octobre 1994
El Ferch	Novembre 1995
Mdilla	Septembre 1990
Chenenni	Septembre 1994
Guermassa	Septembre 1994
Récifa	Octobre 1994

La pluviométrie annuelle adoptée pour le calcul des bilans de la nappe d'El Ferch est la moyenne des eaux stations limitrophes de Tataouine datant depuis 1892 et celle de Ghomrassen en service depuis 1936. La hauteur pluviométrique interannuelle estimée à partir de ces deux stations est de l'ordre de 130 mm.

### III. ASPECTS PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant d'El Ferch est drainé par plusieurs oueds qui prennent naissance à partir des monts environnants et viennent se déverser dans l'Oued Tlalet. Il présente les caractéristiques physiques suivantes :

\* Superficie : 297 Km<sup>2</sup> composée de sous bassins suivants :

Sous bassins versant	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Longueur de l'oued (Km)	Largeur moyenne (m)
Oued Bennour	66,9	9,8	30
Oued Guermassa	77,6	15,2	40
Oued chenenni	55,2	16,8	40
Oued Metraoua	44,8	11,6	30
Oued Smar	36,1	8,8	20
Oued Tlalet aval	16,4	-	-

\* Coefficient de compacité Kc = 1,46

\* Périmètre : 90 km

- \* Rectangle équivalent : Largeur : 8,1 m longueur : 36,9 m
- \* Dénivelée = H5 - H95 = 500 - 210 = 290 m
- \* Altitudes Extrêmes : 165 m à Bir Mbarek et 543 à Ksar Tamnoutet à Guermassa
- \* Répartition des Altitudes :
  - 3 % de la surface se situe entre 165 m et 200 m
  - 35 % de la surface se situe entre 200 m et 300 m
  - 43 % de la surface se situe entre 300 m et 400 m
  - 18 % de la surface supérieure à 400 m

#### IV. APERÇU GEOLOGIQUE

La cuvette d'El Ferch-Récifa est en stade de reconnaissance avancée étant donné qu'elle a fait l'objet de plusieurs études hydrogéologiques qui ont permis d'identifier les terrains suivants :

- L'Est de la cuvette se caractérise par l'affleurement des terrains attribués au Callovo-oxfordien formés essentiellement par des calcaires très variés, des dolomies avec abondance des intercalations de marnes, des lumachelles, du gypse, du sable et de banc de grès. La partie sommitale correspond aux calcaires et aux dolomies cristallines du kimméridgien.
- Le centre de la cuvette est recouvert de en majeure partie par les alluvions quaternaires reposant sur les terrains du Perbeço-Wealdien renfermant des alternances de calcaire marneux, argile abondante parfois sableuse, dolomie, sable et grès argileux avec gypse disséminé. Cette formation s'épaissit en allant vers l'Ouest et biseaute dans la Direction du Nord.
- Les séries du Crétacé : Elle affleurent à l'Ouest du bassin et forme le flanc Est de la falaise du Dahar. Le pendage des strates étant Ouest, ces séries sont peu importantes pour l'hydrogéologie de la cuvette d'El Ferch.

#### V. HYDROGEOLOGIE

##### V.1. Ressources exploitables de la nappe d'El Ferch

La nappe phréatique d'El Ferch correspond à un premier niveau aquifère rencontré à partir de la surface du sol et constitue une entité hydrogéologique dont l'essentiel de l'alimentation est météorique. Cette alimentation à partir des eaux de surface est souvent discontinue dans le temps et n'intervient qu'à la suite d'une certaine phase de saturation de la surface du sol et après établissement de la continuité hydraulique au sein de la zone non saturée.

L'évaluation de l'alimentation de cette nappe prend en considération les hypothèses suivantes :

- Les ressources exploitables de cette nappe correspond aux réserves régulatrices
- Le renouvellement des réserves régulatrices est tributaire de l'ampleur des épisodes pluvieux, de leur succession dans le temps et des conditions de leur infiltration.
- Les valeurs moyennes de pluviométrie, de porosité et des coefficients de ruissellement ou d'infiltration utilisés pour l'estimation des apports à la nappe, ne donnent qu'un ordre de grandeur des réserves régulatrices. De ce fait, l'évaluation des ressources exploitables reste très schématiques.
- L'estimation des réserves régulatrices de la nappe d'El Ferch à partir du taux d'alimentation se base sur le principe de la saturation d'un certain volume(V) de la roche réservoir dont la porosité ( ) estimé, considérée un certain taux d'infiltration (KI) qui est déduit de la pluviométrie (P). Elle répond à l'équation suivante :  $V = P.S.KI$

V : Volume d'eau atteignant la nappe ( )

P : Pluviométrie (m)

S : Superficie de la zone d'alimentation (m)

KI : Coefficient d'infiltration

Dans le cas des zones arides et semi-arides, l'infiltration contribuant à l'alimentation de la nappe peut avoir deux origines :

- Une infiltration directe au niveau des champs perméables représentée par V(I.D).
- Une infiltration après ruissellement le long des oueds représentée par V(I.R).
- Une infiltration après ruissellement le long des oueds représentée par V(I.R)
- Le volume d'eau total qui s'infiltré pour rejoindre les eaux souterraines s'exprime donc de la manière suivante :  $V = V(I.D) + V(I.R)$

avec  $V(I.D) = SLP.K.I.D.$

et  $V(I.R) = S.Lr.K.I.R. = S.P.Cr.K.I.R.$ , où :

P = Pluviométrie(m)

S1 = Surface d'infiltration des champs perméables en ( )

K.I.D. = Coefficient d'infiltration directe

S = Surface du B.V

Lr = Lambe d'eau ruisselée estimée à l'aide de la formule de M. FERSI suivante :

$Lr = 16.39 P.IG$  avec  $Ig^{0.5}$  : Indice de pente global en m/km.

Cr = Coefficient de ruissellements

### V.1.1. Infiltration directe

L'infiltration directe à partir des affleurements de la formation aquifère est une opération complexe dont seule la résultante est considérée. Elle se traduit par un volume d'eau qui atteint la nappe sous l'effet de la pesanteur après migration verticale à travers la zone non saturée.

Tributaire des conditions physiques du sol, de l'intensité et de la durée de la pluie, elle est généralement prise égale à une valeur variant entre 2,5 et 5 % de la pluie considérée. (Besbes, M., 1978).

Dans le cas du bassin d'El Ferch, le coefficient d'infiltration directe serait de l'ordre 5%, étant donné que les champs d'alimentation sont très perméables, à savoir des calcaires fissurés et alluvions d'oued.

### V.1.2. Infiltration après ruissellement

Se produisant essentiellement le long du lit de l'oued est encore plus complexe dans son mécanisme hydraulique mais elle n'est considérée ici qu'à travers sa contribution volumique à l'alimentation de la nappe. En se référant aux différentes mesures du ruissellement, l'infiltration qui en résulte est estimée entre 15 et 40 % de la pluie considérée (Besbes, M., 1978).

En fonction de la perméabilité des terrains en affleurement, les coefficients d'infiltration des eaux de ruissellement, l'infiltration sont considérés comme suit :

- 40 % pour l'affleurement des calcaires très fissurés (BV oued Smar)
- 30 % pour l'affleurement des calcaires fissurés (BV oued Nennor)
- 20 % pour les alluvions : (BV : Oued Mertaoua, Oued Chenenni et oued Guermassa)

### V.1.3. Résultat obtenus

Pour une pluviométrie moyenne inter annuelle de 130 mm, l'estimation de l'infiltration au niveau de chaque sous bassin fait apparaître que les réserves régulatrice de la nappe d'el Ferch sont de l'ordre de 1,04 Millions de m<sup>3</sup>.

### V.2. Bilans annuels de la nappe de Rcifa-El Ferch (1976-1988)

Les bilans annuels de la nappe de Récifa pour la période 1976-1998 ont été estimés à partir des entrées et des sorties

Les sorties sont représentées par le volume d'eau puisé et exploité ainsi qu'au pertes par évaporation au niveau de la source de Ras el Aïn (environ 0,5 à 1 l/s).

L'exploitation actuelle est assurée par 383 puits de surface d'usage agricoles et trois forages de faible profondeur destinés à l'alimentation en eau potable.

En se référant aux dernier inventaires antérieure, le volume d'exhaure a connu une progression de 25% depuis 1976 par atteindre le seuil de 1,25 Millions de m<sup>3</sup>/an en 1998 à mi 20% d'usage SONEDE :

Le volume annuel emmagasiné se présente aussi sous forme d'une remontée du niveau piézométrique en cas de recharge et sous forme d'une baisse en cas d'exhaure et se calcule comme suit :

$$V = S \times H \times Ce$$

- V : Volume d'eau emmagasiné sous soutiré durant l'année considérée (m<sup>3</sup>)
- H : Remontée ou rabattement durant l'année considérée (m)
- S : Superficie de la nappe (m<sup>2</sup>)
- Ce : Coefficient d'emmagasinement évalué à  $5 \cdot 10^{-3}$  car la nappe est captive à l'Ouest et libre à du coté Est.

La variation piézométrique (H) a été évaluée année par année durant la période 1976-1998.

La représentation graphique de l'évolution de la valeur H en fonction de la pluviométrie durant la période 1984-1998 dénote théoriquement un affaissement du niveau du plan d'eau d'environ 3,75 m durant cette périodes, soit une vitesse de baisse de 0,30 m/an (voir graphique N°1).

### V.3. Piézométrie

La piézométrie de la nappe d'El Ferch montre un écoulement convergeant du Sud-Ouest vers le Nord-Est et de l'Ouest vers l'Est en provenance des zones d'alimentation et en direction de l'étroite gorge de Thalet taillée dans les calcaires du jurassique supérieur. Cette gorge est le siège de la source de pérenne et salée de Ras el Aïn qui disparaît plus à l'Est dans les formations du Bathonien. Le gradient hydraulique augmente en se rapprochant de l'exutoire.

Les suivi de l'évolution de la nappe d'El Ferch est assuré depuis 1984 par 12 puits de surface et d'un piézomètre équipé d'un limnigraphe réalisé en 1992. Les puits de surface employés pour la surveillance de la piézométrie sont généralement des ouvrages qui ne sont pas équipés de moyen de pompage. A la suite de l'encouragement de l'intensification de l'exploitation des nappes neuf puits de ce réseau sont devenus des ouvrages d'exploitation sur lesquels les mesures piézométriques sont souvent perturbées par le puisage.

Le contrôle des hautes eaux et des basses eaux à partir des puits de surveillance, a permis de déceler l'évolution par rapport à l'état initial, des basses eaux observées depuis l'année 1984 et présumées comme suit :

- Période 1984-1989 : Une baisse accentuée de la surface piézométrique de la nappe de l'ordre de 1,3m.
- Période 1989-1991 : Un rétablissement de la surface piézométrique de par rapport à l'année 1984 et ce, suite à un événement pluvieux en 1990 (262,6 mm).
- Période 1991-1998 : Une phase de vidange, d'amplitude moyenne de 1,9 m.

#### V.4. Hydrochimie

Deux échantillons prélevés des inventaires des points réalisés en 1982 et 1998, ont permis de tracer deux cartes schématiques de la salinité et de délimiter des zones de différentes gammes de salinité.

Ces deux cartes montrent que la salinité de l'eau de la nappe d'El Ferch augmentent lorsque on s'approche de l'exutoire naturel de Ras El Aïn et au niveau de l'oued Tlalet où le niveau s'approche de la surface du sol.

La salinité augmente aussi dans le sens de l'écoulement de la nappe. La comparaison entre les deux états 1982-1998 dénote que, de par le front de 5 g/l, l'ensemble des isocônes ont progressé vers le Nord, le Sud et l'Ouest. La zone de qualité médiocre qui dépasse 5 g/l est restée pratiquement stable sans changement appréciable.

#### VI. IMPACT DES TRAVAUX DE CES SUR LA NAPPE D'EL FERCH

Il en ressort que c'est à partir de l'année 1989 que la nappe d'El Ferch commence à profiter d'un apport supplémentaire provenant des aménagements de CES. En effet, l'apport complémentaire résultant de la période 1989-1996 s'est traduit par une remontée de la surface piézométrique de l'ordre de 1,8 m.

Avec l'intensification des travaux de CES sur le bassin, la situation s'est nettement améliorée et la baisse est plus ou moins freinée. En effet la valeur de la vitesse moyenne de baisse observée à partir du réseau de surveillance durant la période 1984/1998 est réduite à 0,15 m/an, soit un ralentissement de 50 % par rapport à la vitesse théorique déduite des bilans annuels en absence des travaux de C.E.S. estimée à 0,30 m/an.

#### VII. CONCLUSION

Les aménagements de CES réalisés dans le bassin versant de Tlalet-El Ferch ont retardé les conséquences alarmantes de l'état de la surexploitation observé et on contribué dans une large mesure à l'alimentation de la nappe par un apport supplémentaire pouvant dépasser 20% en fonction de la pluviométrie et de l'état de la zone non saturée.

Pourtant, bien qu'il soit relativement modéré, cet état de surexploitation se maintient actuellement et ses influences apparaissent au niveau de la dégradation de la qualité chimique de l'eau et la baisse continue de la piézométrie.

Pour atténuer, puis stopper cette surexploitation qui à long terme peut contraindre à l'abandon d'une ressource précieuse dans cette zone aride, cinq types d'actions sont envisageables :

- l'instauration d'un périmètre de sauvegarde afin d'interdire des créations de nouveau puits dans la partie de la nappe délimitée par la courbe de niveau de +300 m NGT qui constitue une zone à forte densité de puits et que se caractérise par une exploitation intense surtout durant la période sèche.
- Consolider d'avantage l'aménagement du bassin versant par des travaux de CES.
- Aménagement d'un lac collinaire pour la recharge de la nappe au niveau du lit de l'affluent oued El Hancha présentant des conditions d'alimentation très favorable.
- Sensibilisation d'avantage à l'utilisation des systèmes d'économie de l'eau dans l'irrigation.
- Assurer le contrôle continu de l'état de la ressource.

M. CHERIF

### BIBLIOGRAPHIE

- MEKRAZI, A.F. (1975). Etude hydrogéologique de la nappe de Récifa-El Ferch. TUNIS, DRE.
- CHAIEB, H. (1997). Avancement du projet: 'Etude de l'impact des travaux de C.E.S. sur les nappes de Fahs, Bou Hafna, Zarmedine-Béni Hassène, El Ferch et Zeuss-Koutine'. DGRE, Tunis, 4p.
- CHERIF, M. (1997). Impact des travaux de CES sur l'alimentation de la nappe d'El Ferch (Gouvernorat de Tataouine). DGRE, Tunis, 7p.
- MAMOU, A. (1989). Les aménagements de conservation des eaux et du sol comme moyen de recharge des nappes du Sud Tunisien. DGRE-CRDA de Gabès, Tunis, 23p.
- CHERIF, M. (1999). Impact des travaux de CES sur la recharge de la nappe d'El Ferch-Récifa (Gouvernorat de Tataouine). DGRE, Tunis, 8p.
- DGRE. Situation de l'exploitation des nappes phréatiques (1995). DGRE, Tunis, 263p.
- DGRE. Recharge artificielle des nappes de Tunisie 1997. DGRE, Tunis, 90p.
- DGRE. Annuaire piézométrique de Tunisie 1997. DGRE, Tunis, 489p.
- DGRE. Annuaire de l'exploitation des nappes profonde (1998). DGRE, Tunis, 395p.

---

**FIN**

**92**.....

**VUES**