



MICROFICHE N°

09826

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1

**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

**RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES
DE THELEPTE ET DE SIDI MERZOUQ-SBIBA
A PARTIR DES BARRAGES COLLINAIRES
DE BOUHAYA ET D'OUN LAAROUJ**

JUN 1997

B. LABIDI

CUDA 9826

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU

RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES
DE THELEPTE ET DE SIDI MERZOUG-SABA
A PARTIR DES BARRAGES COLLINAIRES
DE BOUHAYA ET D'OUM LAAROUJ

JUN 1987

B. LABIDI

AVANT PROPOS

"La recharge artificielle des nappes entamée en Tunisie depuis 1962 est devenue une pratique qui ne cesse de prendre de l'importance dans l'activité des eaux souterraines, il est démontré que ce choix stratégique pour les ressources en eau du pays est confirmé et qu'il est appelé à se développer au cours des années à venir par l'extension de cette activité à d'autres sites et avec d'avantage d'autres procédés adaptés à la nature de la ressource et aux conditions physiques du site choisi" (A. MAMOU, 1995).

Le gouvernorat de Kasserine connaît ces dernières années la réalisation d'un vaste programme d'ouvrages de mobilisation des eaux de surface ainsi que des aménagements de conservations des eaux et du sol tels que les diguettes et les seuils de recharge destinés à la récupération des crues pour la recharge naturelle des nappes. Ce programme fait partie de la stratégie nationale de la mobilisation des eaux de surface. Il comprend la réalisation de 2 grands barrages, 18 barrages collinaires, 100 lacs collinaires et 240 ouvrages d'épandage et le traitement contre l'érosion hydrique de 440.000 ha.

En 1996, la réalisation dans ce domaine s'élève à 9 barrages dont 5 en cours et 45 lacs collinaires, 98 ouvrages d'épandage et le traitement de 120.000 ha.

Ces ouvrages permettront la mobilisation de 44 Mm^3/an dont environ 20 Mm^3/an seront réservés à la recharge artificielle des nappes de la région soit 15 % des ressources renouvelables des systèmes aquifères.

D'autre part, le gouvernorat de Kasserine s'inscrit dans le contexte régional de la Tunisie Centrale caractérisé par des pluviométries relativement peu abondantes (inférieur à 400 mm/an) et un régime d'apports hydrologiques essentiellement commandé par une variation inter-annuelle très accusée des apports.

Les ouvrages de maîtrise des eaux de surface permettront en plus de l'optimisation de la rétention des eaux de surface, la protection contre les catastrophes naturelles et la lutte contre l'érosion hydrique des terres agricoles. En plus, ces ouvrages mettront à la disposition des systèmes aquifères des volumes d'eau non négligeables dont le stockage dans les réservoirs souterrains, revient à un coût dérisoire compte tenu des conditions locales.

L'état actuel d'exploitation des nappes phréatiques et profondes de la région fait que la recharge s'impose pour des raisons d'urgence. Ainsi en ce qui concerne les systèmes aquifères de Sbiba, Sbetta et Fériana, la recharge artificielle à partir des barrages situés en amont favoriser à une régénération régulière inter-annuelle des ressources renouvelables ou dans le cas limite, substituera les prélèvements sur les réserves géologiques surtout en périodes pluviométriques déficitaires.

Dans le cas de la nappe de Foussana, la recharge favorisera la suralimentation des nappes qui circulent dans les alluvions d'oued el Haleb, de ce fait, la recharge des nappes de Kasserine doit devenir une option constante dans la gestion des ressources en eau. La recharge des nappes de Kasserine est favorisée par la nature des réservoirs qui sont gréseux et alluvionnaires dans la plupart des cas, ou calcaire dans d'autres tels que l'amont de Sbiba et Sbetta. Elle peut être assurée par des lâchés contrôlés dans les lits des oueds sur lesquels sont implantées les retenues en amont. Les oueds sont généralement localisés sur des formations affleurantes où circulent les nappes logées dans :

- les calcaires fissurés en amont et des grès miocènes en aval dans la région de Sbiba,
- les grès miocènes à Sbetta,
- les alluvions quaternaires et les grès miocènes à Foussana,
- les calcaires fissurés, les grès miocènes avec dépôts alluvionnaires à Fériana.

Cette recharge a pour objectif essentiellement le stockage souterrain comme moyen d'optimisation des ressources en eau de surface durant les périodes pluviométriquement déficitaires.

L'expérimentation de la recharge des nappes de Thélèpte-Fériana à partir du barrage Bouhaya et de Sidi Marzoug-Sbiba à partir du barrage Oum Lâroug réalisée en 1986, est encourageante quand la continuation de cette pratique dans cette région.

Le protocole expérimental mis en œuvre se résume comme suit :

- 1- une connaissance parfaite de la géologie des réservoirs destinés à être touchés par la recharge,
- 2- s'assurer de la disponibilité de la ressource en eau de surface au niveau de la retenue à mettre à disposition de la recharge,
- 3- optimiser le débit des lâchés par une série d'essais afin d'étudier la propagation de l'onde, l'efficacité de l'infiltration,
- 4- disposer des sites aménagés le long du lit de l'oued pour les jaugages différentiels des débits,
- 5- disposer d'un réseau piézométrique efficace touchant l'aire éventuelle de la recharge sans oublier de contrôler le niveau piézométrique avant le démarrage de la campagne des lâchés et qui constituera l'état piézométrique de référence pour détecter les éventuels impacts de la recharge par la suite.

II- RECHARGE DES NAPPES DE THIEPTE ET DE FERIANA A PARTIR DU BARRAGE COLLINEAIRE "BOUHAYA"

Afin d'étudier l'impact d'une recharge contrôlée de la nappe de Thiepte à partir des eaux du barrage de Bouhaya et d'élaborer un scénario optimal pour cette recharge, l'équipe hydrologique de CRDA de Kasserine a réalisé entre le 2 Avril et le 15 Août une campagne de lâchés contrôlés avec des jaugages différentiels à partir du barrage tout au long du lit de l'oued Bouhaya jusqu'à la source Ras el Ain.

1- Site du barrage collinaire :

Le barrage de Bouhaya se situe en amont de Ras el Ain de Thiepte, non loin de la route Thiepte-Bouchatta. Il est implanté sur le flanc Nord du Djebel el Martag, avec une partie de la rive droite de la retenue, de l'évacuateur qui sont entaillés directement sur les affleurements calcaires moyennement fracturés attribués à la formation "Abiod".

La rive gauche est formée par une couche argilo-sableuse d'une épaisseur moyenne d'environ 4 m qui repose directement sur les mêmes calcaires.

En aval de cette retenue, se localisent des nappes phréatiques importantes qui sont successivement :

- la nappe phréatique de Thiepte,
- la nappe phréatique de la plaine de Fériana.

Ces deux nappes s'alimentent principalement par les eaux des crues de l'oued Bouhaya. On a dénombré 115 points d'eau dans la nappe de Thiepte et 214 points d'eau dans celle de la plaine de Fériana.

Autour de ces points d'eau se développe une activité agricole importante avec une demande sur la ressource en eau qui a engendrée une exploitation intensive qui s'est traduite par des baisses continues et irréversibles des niveaux piézométriques.

Dans ce contexte, un tel ouvrage contribue-t-il à améliorer les conditions de recharge de ces nappes ? ou au contraire, entraine-t-il l'accroissement de la baisse piézométrique suite à l'augmentation de l'exploitation et à la disparition des écoulements naturels ?

L'oued Bouhaya collecte les eaux de ruissellement d'une partie des pentes Sud du massif de Tebessa et draine également celles de la plaine qui s'étend entre les hauteurs sénoniennes du Dj. Dernaïs et celles de Fériana. Il a un caractère torrentiel accusé et il ne coule qu'après une pluie abondante.

- Superficie du bassin versant	: 348 km ²
- Apport Inter-annuel	: 17.88 Mm ³
- Apport Quinquennal	: 3.54 Mm ³
- Apport Vingtenne	: 25.28 Mm ³
- Apport solide	: 0.18 Mm ³

Dans un objectif de maîtrise des eaux de surface en question, le Ministère de l'Agriculture a réalisé à l'amont deux ouvrages dans un environnement à faible activité économique ; il s'agit :

- d'un lac collinaire sur l'oued el Goussa affluent de l'oued Bouhaya qui couvre un bassin versant de 5 km² pour une capacité de retenue de 225000 m³. Ce point d'eau crée en 1992.

- d'un barrage de dérivation au niveau de Bir Bouhaya ouvrage d'épandage, réalisé en 1992-1993, pour l'irrigation d'une superficie de 800 ha. Le volume d'eau à dériver est estimé de l'ordre de 0.9 Mm³.

Ce barrage collinaire qui a été réalisé sur une période de 3 années comprise entre 26/8/1992 et 27/8/1995, présente les caractéristiques physiques suivantes :

- capacité de la retenue	: 4.4 Mm ³
- Superficie de la retenue	: 330 ha
- Superficie du bassin versant	: 348 km ²
- Volume de la digue	: 600.000 m ³
- Hauteur de la digue	: 24 m

2- Cadre géologique :

La région d'Oum Ali Thélépte appartient au domaine atlasique de la Tunisie Centrale, caractérisé par deux directions structurales principales :

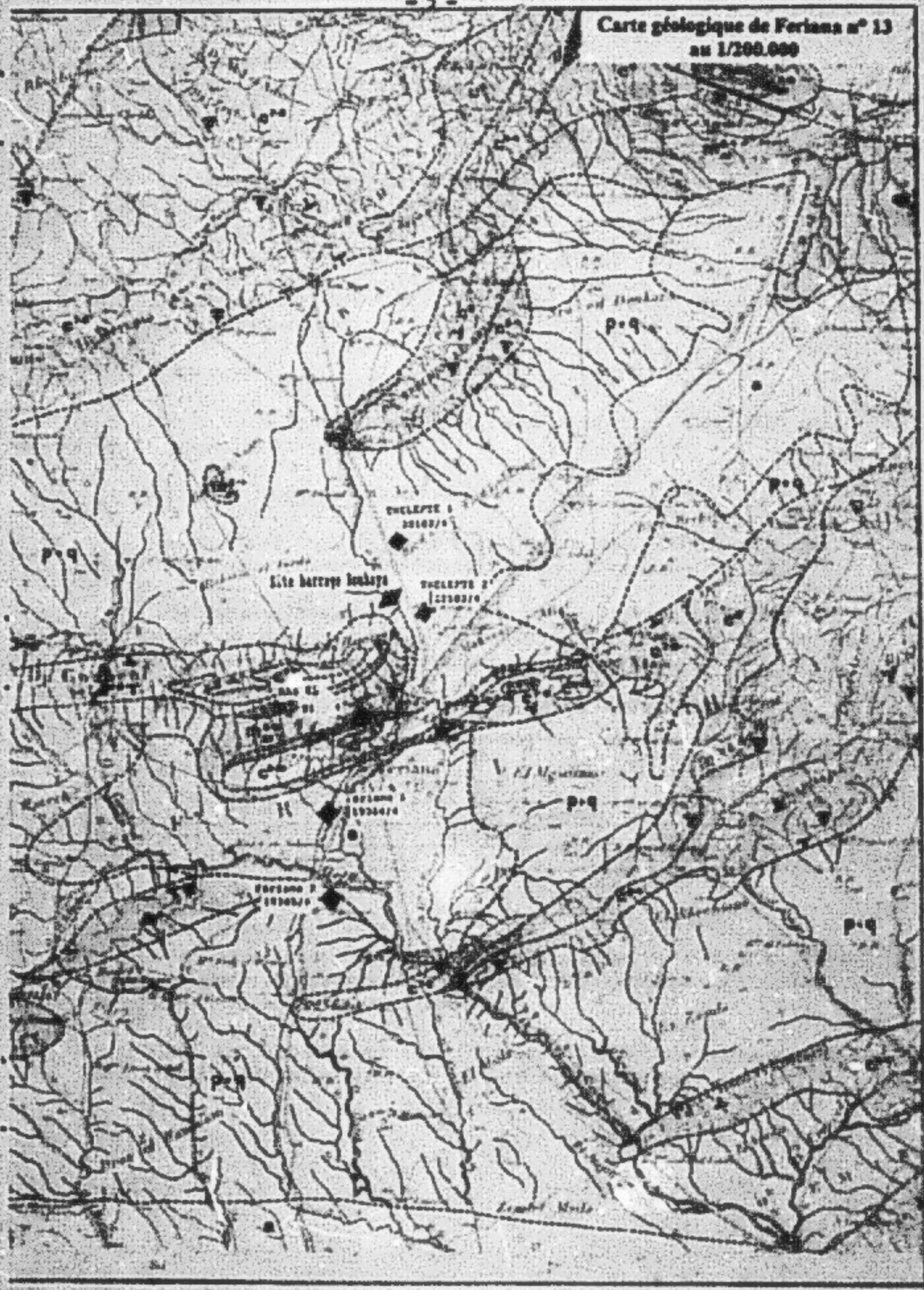
- la direction N.E.-S.W. correspondant à l'orientation des plis anticlinaux et synclinaux,
- la direction presque perpendiculaire S.E.-N.W. soulignée par des plaines d'affaissement.

2-1 Lithostratigraphie :

a) Zone du barrage :

Les données stratigraphiques au niveau du site du barrage sont du plus récent au plus ancien :

Carte géologique de Feriana n° 13
au 1/200.000



* Quaternaire :

Le quaternaire ancien est représenté par des conglomérats grossiers souvent encroûtés au sommet. Après la phase majeure de placement post-villa-françienne, l'érosion a été très active et de larges glacis d'éboulis se sont étalés et ont été cimentés par des travertins.

Le revêtement quaternaire est plus au moins continu, peu épais de 30 m à quelques mètres. On distingue :

* Les croûtes calcaires :

Dépôts de pente, colluvions, éluvions, cône de déjection : ce sont des sables, des cailloux, limons et argiles.

* Alluvions :

Ce sont des apports fluviaux, au sein desquels on distingue des sables, limons, graviers et des galets.

* Campanien-Maastrichtien inférieur :

Une formation massive de calcaires cristallins blancs, constituant la majeure partie de la chaîne des djebels Goubel, el Kébir et la chaîne du Djebel Férana.

Ces calcaires très altérés en surface, ont un aspect crayeux friable. Le Campanien est entrecoupé d'une série de filons de calcaire cristallin rouge perpendiculairement aux strates et parallèlement à l'axe de la chaîne.

Tableau n° 1 : Caractéristiques des forages de Thélépé touchant le calcaire Abiod

Nom du forage	N° BSA	Tot calcaire Abiod (m)	R.S. (m)	Q (lit)	R.S. (g/l)	Q/S (lit/m)
Thélépé 4	18300/4	-100	48.20	51.0	0.55	9.4
Thélépé 5	18347/4	-100	45.22	48.0	2.40	9.0
Thélépé 6	18327/4	-350	28.20	42.0	0.65	1.8

* Miocène :

Il est constitué par un ensemble de grès et de sables jaunes et blancs, fins et grossiers à stratifications entrecroisées d'une stratigraphie irrégulière et lenticulaire. Il est difficile d'y distinguer des bancs repères.

Cette formation a été recoupée par plusieurs forages captant la nappe d'Oum Ali dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau n° 2 : Caractéristiques des forages captant la nappe Miocène

Nom du forage	N° BH	Captage (m)	N.L. (m)	Q (l/s)	N.L. (g/l)	Q/s (V/m)
Forage 3	16523/4	-104.5 - 122	48.75	25.7	0.79	3.7
Forage 4	16523/4	-79.8 - 128	49.30	31.9	0.90	6.4
Forage 5	16547/4	-48.8 - 49	43.32	49.9	0.48	9.0
Forage 7	17623/4	-45.8 - 115	29.30	42.8		
		-124.8 - 144	32.92	46.9	0.48	3.0
Forage 8	17773/4	-101.8 - 127	108.8	29.9	0.71	1.2
Couet Albert	18731/4	-48.8 - 128	44.0	30.9	0.98	9.1

b) Aval du barrage :

* Miocène :

La nappe logée dans les grès miocènes est la principale de la région. Elle est compartimentée par des lentilles de marnes du Vindobonien. Neuf forages captent cette nappe.

Tableau n° 3 : Caractéristiques des forages de Ras el Ain

Nom du forage	N° BH	Captage (m)	N.L. (m)	Q (l/s)	N.L. (g/l)	Q/s (V/m)
Ras Ain 6	14832/4	-24.8 - 30	9.42	38.0	0.56	4.4
Forage 6	16527/4	-188.8 - 204	25.30	42.6	0.85	1.8
Forage 9	17630/4	-19.8 - 43	16.58	78.8	0.84	4.7
Forage 10	17631/4	-49.8 - 102	23.50	63.8	0.58	3.9
Forage 11	17632/4	-79.8 - 143	28.82	71.8	0.60	2.4
Forage 12	17633/4	-39.8 - 89	6.89	100	0.84	3.5
		-84.8 - 82				
R. Ain 7b	18603/4	-11.8 - 25	5.40	44.0	0.60	2.2

* Aquitanien :

Ce sont des marnes rouges et vertes situées à la base des grès miocènes. Ces formations sont localisées sur les deux bordures Sud et Nord de la chaîne des djebels Goubel, el Kébir et du synclinal de Fériana.

* Campanien :

C'est une formation massive de calcaires cristallins blancs, constituant la majeure partie de la chaîne des Djebels Goubel, el Kébir et la chaîne du Djebel Fériana. Ces calcaires très altérés en surface, ont un aspect crayeux friable. Le Campanien est entrecoupé d'une série de filons de calcaires cristallins rouges dont la disposition est perpendiculaire aux strates et parallèles à l'axe de la chaîne. Epaisseur : 150 m.

2-2 Conclusion sur la géologie du site du barrage :

Les affleurements calcaires de la chaîne anticlinale des djebels Goubel, el Kabir, Kef el Hammam et Fériana couvrant une superficie de 50 km², représentant un objectif hydrogéologique assez intéressant vu que ces formations se situent en zone d'infiltration.

Le Campanien est un niveau perméable en grand dont la perméabilité dépend du degré de fissuration et de karstification de ces calcaires.

Ces calcaires sont relayés en aval du barrage, par une formation gréseuse attribuée au Miocène et elle se prête bien à la recharge par sa nature perméable.

Par son emplacement au Nord de cette chaîne, le barrage est appelé à jouer un régulateur de la ressource et de la recharge.

Au niveau du barrage, les grès du Miocène reposent directement sur les calcaires de l'Abiod. Par leurs fracturations et fissurations, ces calcaires sont le siège d'une alimentation directe.

Les calcaires de l'Abiod correspondent à un réservoir aquifère dont le niveau piézométrique est confondu avec celui des sables miocènes ce qui nous amène à conclure qu'ils représentent un aquifère unique.

Les deux forages situés dans le périmètre de Garaât Nâam localisés en amont du barrage, Thélapte 1 (N° IRH 10929/4) et Thélapte 2 (N° IRH 10929/4 bis) exécutés en 1964 ont prouvé l'existence d'un aquifère unique bien que ces deux forages captent deux formations différentes. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Tableau n° 4 : Caractéristiques des forages à Garaât en Naam

Nom du forage	N° IRH	Profondeur (m)	N.S. (m)	Q (l/s)	S (m)	R.S. (g/l)	Captage
Thélapte 1	10929/4	173	43.63	30.0	10.0	0.48	Grès
Thélapte 2	10929/4b	191	47.40	9.3	26.0	0.50	Calcaire

En aval du barrage et au niveau de Ras Ain, on note la présence de l'Aquitainien entre le Miocène et l'Abiod et qui forme au forage Ras Ain 1 (N° IRH 7579/4) entre les côtes -88 m et -124 m un écran imperméable d'une épaisseur de 26 m.

3- Données hydrogéologiques :

3-1 Nappe d'Oum Ali-Thélapte :

L'écoulement souterrain de la nappe d'Oum Ali-Thélapte se subdivise en deux directions,

- l'une vers le plateau de Kasserine avec un débit de 480 l/s.

- l'autre vers le synclinal de Fériana avec un débit de 230 l/s dont un débit variant de 20 à 60 l/s est capté par la galerie romaine de l'Oued Bouhaya et les forages de Ras el Ain équipés de prises basses.

Cette nappe est exploitée par une batterie de forages destinés pour différents usages. Son bilan est résumé dans le tableau suivant :

Tableau n° 5 : Ressources et exploitation de la nappe d'Oum Ali-Thélépte

Nappe	Nombre des forages	Nombre total de puits	Puits équipés	Puits non équipés	Puits en cours ou abandonnés	Ressources Mm^3/an	Exploitation 1994 (Mm^3)
Oum Ali-Thélépte	19	145	80	15	10	7.3 210 l/s	3.5 111 l/s

3-2 Synclinal de Fériana-Skhirat :

La région de Fériana est caractérisée par de grands accidents tectoniques qui sont à l'origine de l'affaissement du synclinal de Fériana. C'est une nappe de direction Ouest-Est, symétrique par rapport à celle d'Oum Ali Thélépte.

a) Nappe phréatique :

C'est une nappe renfermée dans un niveau sablo-argileux du Quaternaire. Cette nappe est localisée à BThir et Fériana entre Oued Saboun et Oued el Kiss.

Par sa position en plein centre de la plaine l'Oued Bouhaya joue le rôle primordial d'alimentation directe de cette nappe lors des crues.

Les ressources de cette nappe sont estimées à 63.41 l/s ; soit un volume de 2 Mm^3/an . L'exploitation annuelle de cette nappe phréatique pour l'année 1995 est de 1,75 Mm^3 .

Tableau n° 6 : Ressources et exploitation de la nappe de Fériana

Nappe	Nombre des forages	Nombre total de puits	Puits équipés	Puits non équipés	Puits en cours ou abandonnés	Ressources Mm^3/an	Exploitation 1995 Mm^3
Plaine de Fériana	0	223	185	32	6	2.0	1.75

b) Nappe profonde :

L'alimentation de la nappe des grès de Fériana-Skhirat se fait par infiltration au niveau des affleurements du synclinal de Fériana et par les apports souterrains à travers ce synclinal en provenance de la nappe de Ras el Ain. Ces apports ont été estimés à 190 l/s (R. KHANFIR, 1980).

4- Choix des sites d'observations :

La longueur du tronçon de l'oued Bouhaya susceptible d'engendrer une alimentation sensible de la nappe par recharge, est d'environ 5 kms en aval de la digue principale du barrage et à 1 km environ en amont de la source Ras el Ain ; sur ce bief, trois sites de jaugeage ont été localisés, leurs positions relatives ont été choisies de façon à bien contrôler la propagation de l'onde de lâcher le long du lit (Figure n° 2).

Afin de détecter une éventuelle influence sur le débit de la source naturelle de Ras el Ain, on a considéré cette dernière comme un quatrième site d'observation. Le tableau suivant présente les différentes sections de mesures en fonction de leur distance au barrage ainsi la notation abrégée adoptée :

Tableau n° 7 : Situation des sites de jaugeages

Numéro de site	Section	Distance au barrage (en km)
1	Section n° 1 (S1)	0.1
2	Section n° 2 (S2)	1.5
3	Section n° 3 (S3)	3.5
4	Site Ras Ain	0.0

5- Le chronogramme des lâchers :

Comme le lit de l'oued Bouhaya n'a pas connu d'écoulement depuis la mise en eau du barrage en 1965, il a été jugé utile de procéder à une série d'essais en variant le débit de lâchers dans le but d'optimiser le débit de recharge. Cette campagne a été démarrée le 02/04/1996 en commençant avec un faible débit de l'ordre de 40 l/s ; mais ce débit a été tellement faible qu'il a fallu attendre 8 h à son arrivée au site n° 2.

Le 03/04/1996, fut lâché un débit relativement fort d'environ 440 l/s mais la forte pluie qu'a connue la région de Thalepte ce jour là, a empêché d'avoir une mesure correcte de débit au niveau du site n° 2 alors que la 1ère onde est arrivée au dernier site (site n° 3) après 7 H où fut enregistré un débit de l'ordre de 50 l/s.

Vu que l'un des objectifs de cette expérimentation est d'identifier un débit optimal de lâcher pouvant engendrer un écoulement sur toute la longueur du tronçon, identifié sans provoquer des pertes sensibles à l'aval de la source, on a procédé par la suite avec des débits constants compris entre 215 et 270 l/s. Les débits mesurés au niveau du site n° 2 se sont échelonnés entre 160 et 200 l/s avec une durée moyenne de propagation de l'ordre de 2 heures.

Les débits mesurés au niveau du dernier site (site n° 3) n'ont pas dépassé les 40 l/s, avec une durée de propagation de l'ordre de 24 heures.

Le chronogramme des volumes lâchés qui s'est déroulé du 02/04/1996 au 15/04/1996 est représenté par le tableau suivant :

(Fig. 2) Recharge de la nappe de Thelepte par le barrage Boudhaya
schéma hydrogéologique et localisation des sites de jaugages

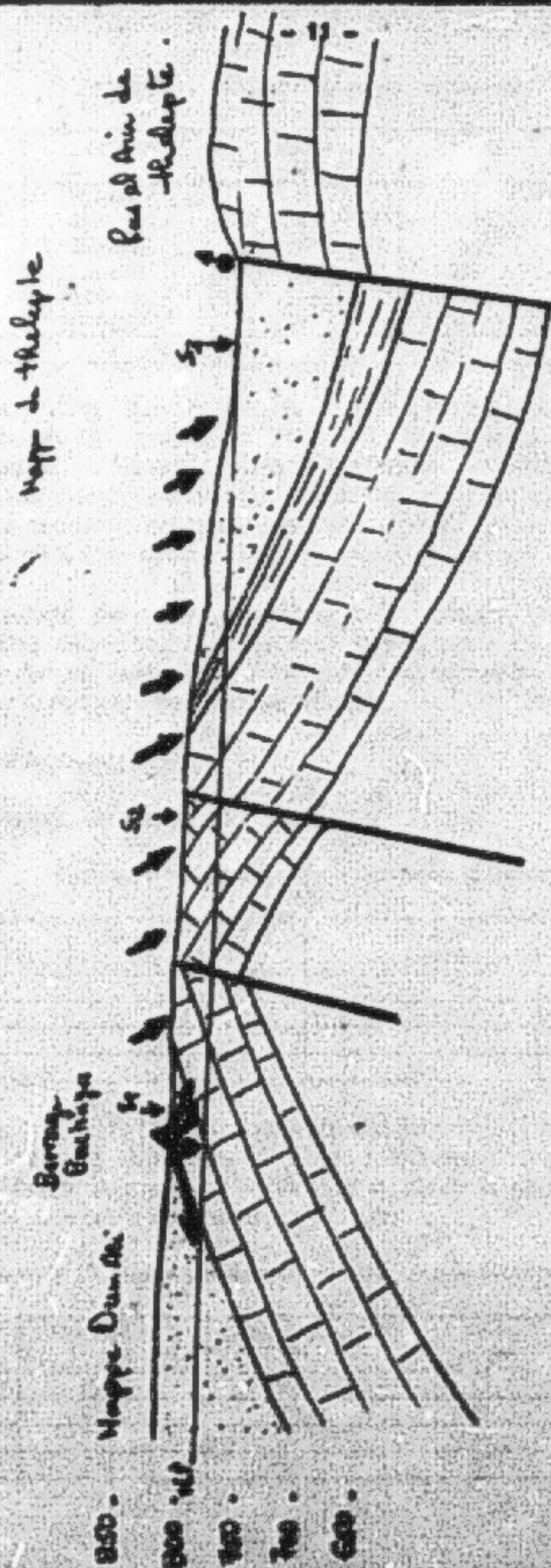


Tableau n° 8 : Chronogramme des lâchers

Date début	Date fin	Durée (h)	Q (l/s)	Volume (m ³)
03/04/1996	03/04/96	8	42	1 200
03/04/1996	03/04/96	8	440	12 700
05/04/1996	06/04/96	25	216	19 500
10/04/1996	11/04/96	24,4	231	23 000
12/04/1996	13/04/96	25,5	229	21 000
15/04/1996	15/04/96	10	270	9 000
Volume total				88 200

Le volume d'eau estimé dans le barrage a été aux environs de 500.000 m³ d'après la courbe de remplissage (Réf. EGTH) avant les lâchers des eaux du barrage. Le barrage a été mis à sec le 15 Avril après avoir lâché un volume total de 88.200 m³, alors qu'on s'attendait plutôt à lâcher un volume de 150.000 m³ au minimum. Ceci résulte d'une mauvaise estimation des réserves du barrage qui semble résulter de la forte sédimentation au niveau du barrage.

Les résultats de cette campagne qui s'appuient sur des jaugages différentiels des débits lâchés au niveau des sections de mesure, permettent d'avancer à premier vue, des conclusions concernant les débits optimaux à considérer pour la recharge des nappes en aval :

6- Analyse des lâchers :

* Amortissement des débits journaliers :

Tableau n° 9 : Amortissement des débits journaliers

Date	Débit sortant (l/s)	Site S2 (l/s)	Site S3 (l/s)
05/04/1996	216	191	0
10/04/1996	231	191	28
12/04/1996	229	201	30
15/04/1996	270	199	24

Le tronçon du lit de l'oued compris entre la section (S1) située immédiatement en aval du barrage et la section (S2), est formé de calcaires Abiod cimentés en surface et réduisant au maximum l'infiltration en ces lieux. On a enregistré quelque soit l'importance, une faible infiltration sur ce tronçon.

Tableau n° 10 : Analyse des pertes de débit entre le 1er et le 2ème site

Date	Débit J08 en S1 (l/s)	Débit J08 en S2 (l/s)	Perte en (l/s)	Perte en (%)
05/04/1996	216	191	25	25,4
10/04/1996	231	191	40	25,8
12/04/1996	229	201	28	12,2
15/04/1996	270	199	71	26,2

Entre le deuxième (S2) et le troisième site (S3), affleurent les grès et les alluvions de l'oued Bouhaya. Le volume infiltré est maximum quelque soit le débit lâché. Elle atteint entre 80 et 90 % du débit lâché.

Tableau n° 11 : Pertes entre le 2ème site (S2) et le 3ème site (S3)

Date	Débit JOE 1er Site (m³)	Débit JOE 2ème site (m³)	Perte en (m³)	Perte en (%)
05/04/1985	181	0	181	70.8
10/04/1985	181	38	143	88.8
12/04/1985	231	30	171	74.3
15/04/1985	198	34	162	86.0

L'analyse des lâchers à l'échelle des débits instantanés jugés au niveau des différentes sections de l'oued, montre que les volumes infiltrés se situent entre 85 et 100 % du débit lâché.

L'essentiel de l'infiltration est enregistré entre les sites (n° 2) et (n° 3) où se situent les affleurements alluvionnaires gréseux du lit de l'oued.

Tableau n° 12 : Récapitulatif des jugages des débits lâchés et de l'infiltration globale dans le lit de l'oued Bouhaya

Date	Q lâché S1 (m³)	S2 (m³)	S3 (m³)	Infiltration (S1-S2) %	Infiltration (S2-S3) %	Infiltration globale %
29/04/85	40	23	0	42.5	100	100
29/05/85	440	-	50	-	87.5	87.5
04/06/85	218	181	0	25.4	70.8	96.2
10/06/85	281	181	38	26.8	88.8	88.8
12/06/85	328	231	29	12.2	74.3	86.5
15/06/85	273	198	34	20.2	86.0	88.7

Tableau n° 13 : Volume et pourcentage de l'infiltration entre le premier et le deuxième site (S1-S2)

Date	Cote m	Volume jaugé m³ à S1	Volume jaugé m³ à S2	Infiltration en m³ entre S1-S2	% infiltration entre S1-S2	Infiltration spécifique entre S1-S2 (m³/ha/heure)
05/04/85	28.8	18500	18200	4500	23	126
10/04/85	24.4	23000	17000	6000	26	184
12/04/85	28.8	21000	18500	2500	12	85
15/04/85	10.8	8500	7000	1500	16	120
Moyenne					20	117

Tableau n° 14 : Pertes en volume et estimation des pertes entre le deuxième et le troisième site (S2-S3)

Date	durée (H)	Volume jaugé (m ³) en S2	Volume jaugé (m ³) en S3	Infiltration S2-S3 en m ³	% Infiltration S2-S3	Infiltration spécifique S2-S3 m ³ /km ² /heure
05/04/96	25.0	15000	700	14300	95	163
10/04/96	24.4	17000	3400	13600	80	159
12/04/96	25.5	18500	2600	15900	86	178
15/04/96	10.0	7000	1000	6000	86	172

Tableau n° 15 : Recapitulatif des volumes infiltrés et estimation de l'infiltration spécifique (en m³/km²/heure) sur l'ensemble du tronçon de l'oued Bouhaya (S1-S2)

Date	Durée (H)	Volume jaugé (m ³) en S1	Volume jaugé (m ³) en S2	Infiltration en m ³ S1-S2	Infiltration S1-S2	Infiltration spécifique S1-S2 m ³ /km ² /heure
05/04/96	25.0	19500	700	18700	96	213
10/04/96	24.4	23000	3400	19600	96	230
12/04/96	25.5	21000	2600	18400	88	206
15/04/96	10.0	9800	1000	8800	90	231
Moyenne					92.5	225

7- Impact sur les écoulements perennes et la piézométrie :

7-1 Réseau de surveillance :

Le réseau de surveillance de la nappe de Thélépte comporte 15 puits de surface et 3 piézomètres. Ce réseau fut renforcé par 7 autres points de mesure situés dans l'aire de la recharge en bordure des deux rives de l'oued Bouhaya (Fig.3-4-5-6). Deux mesures ont été effectuées avant le commencement des lâchers et elles constituent l'état de référence de la piézométrie de la nappe de Thélépte.

Les mesures du niveau piézométrique ont été effectuées sur les puits une fois par jour durant la période de recharge et ceci pendant les deux semaines qui ont suivi cette opération, puis, une fois tous les mois.

La source de Ras el Ain à Thélépte qui constitue l'exutoire de la nappe a fait l'objet d'un suivi périodique mensuel. Des mesures serrées ont été réalisées sur cette source avant et après la campagne des lâchers de l'eau du barrage.

Le réseau de suivi des nappes de Thélépte et de Fériana a continué à être surveillé par la suite conformément au rythme habituel (hautes et basses eaux).

Tableau n° 14 : Pertes en volume et estimation des pertes entre le deuxième et le troisième site (S2-S3)

Date	durée (H)	Volume jaugé (m ³) en S2	Volume jaugé (m ³) en S3	Infiltration S2-S3 en m ³	% Infiltration S2-S3	Infiltration spécifique S2-S3 m ³ /km ² /heure
05/04/96	25.0	15000	700	14300	95	163
10/04/96	24.4	17000	3400	13600	80	159
12/04/96	25.5	18500	2600	15900	86	178
15/04/96	10.0	7000	1000	6000	86	172

Tableau n° 15 : Recapitulatif des volumes infiltrés et estimation de l'infiltration spécifique (en m³/km²/heure) sur l'ensemble du tronçon de l'oued Bouhaya (S1-S2)

Date	Durée (H)	Volume jaugé (m ³) en S1	Volume jaugé (m ³) en S2	Infiltration en m ³ S1-S2	Infiltration S1-S2	Infiltration spécifique S1-S2 m ³ /km ² /heure
05/04/96	25.0	19500	700	18700	96	213
10/04/96	24.4	23000	3400	19600	96	230
12/04/96	25.5	21000	2600	18400	88	206
15/04/96	10.0	9800	1000	8800	90	231
Moyenne					92.5	225

7- Impact sur les écoulements perennes et la piézométrie :

7-1 Réseau de surveillance :

Le réseau de surveillance de la nappe de Thélépte comporte 15 puits de surface et 3 piézomètres. Ce réseau fut renforcé par 7 autres points de mesure situés dans l'aire de la recharge en bordure des deux rives de l'oued Bouhaya (Fig.3-4-5-6). Deux mesures ont été effectuées avant le commencement des lâchers et elles constituent l'état de référence de la piézométrie de la nappe de Thélépte.

Les mesures du niveau piézométrique ont été effectuées sur les puits une fois par jour durant la période de recharge et ceci pendant les deux semaines qui ont suivi cette opération, puis, une fois tous les mois.

La source de Ras el Ain à Thélépte qui constitue l'exutoire de la nappe a fait l'objet d'un suivi périodique mensuel. Des mesures serrées ont été réalisées sur cette source avant et après la campagne des lâchers de l'eau du barrage.

Le réseau de suivi des nappes de Thélépte et de Fériana a continué à être surveillé par la suite conformément au rythme habituel (hautes et basses eaux).

MAPPE DE THELESTE

PLAN DE SITUATION DES PIEZOMETRES

(Assemblage des Cartes au 1/200.000)

Théleste-Melle-Prize

(Figure n° 3)

Hauteur Théleste - Code: 71111

→ Station
/ Melle
→ Site barrages bords

Date d'acquisition 1946	Nom de la Piezometrie	N° I.R.N.	Coordonnées Géographiques (X)	Tub. (m)	Prof. Statist. (m)	Piézométrie	
						N.5	N.6
1946	THELESTE 1	70102/4	50055' 05" 30051' 20"	0.50	90.50	90.50	90.50
	THELESTE 2	50102/4	50055' 05" 30051' 20"	0.50	70.50	70.50	70.50
	BAI EL AIN 4	9110/4	50055' 05" 30051' 20"	0.50	41.50	-	-

Theleste 1 : 20102/4

Theleste 2 : 20103

B. Ain 4 : 9110/4

Fariana 1 : 19364/4

Fariana 2 : 19365/4

MAPPE PLAINE DE FARIANA - Code: 71110

Date d'acquisition 1946	Nom de la Piezometrie	N° I.R.N.	Coordonnées Géographiques (X)	Tub. (m)	Prof. Statist. (m)	Piézométrie	
						N.5	N.6
1946	Fariana 1	19364/4	50055' 05" 30051' 20"	0.50	120.00	120.00	120.00
	Fariana 2	19365/4	50055' 05" 30051' 20"	0.50	90.00	90.00	90.00

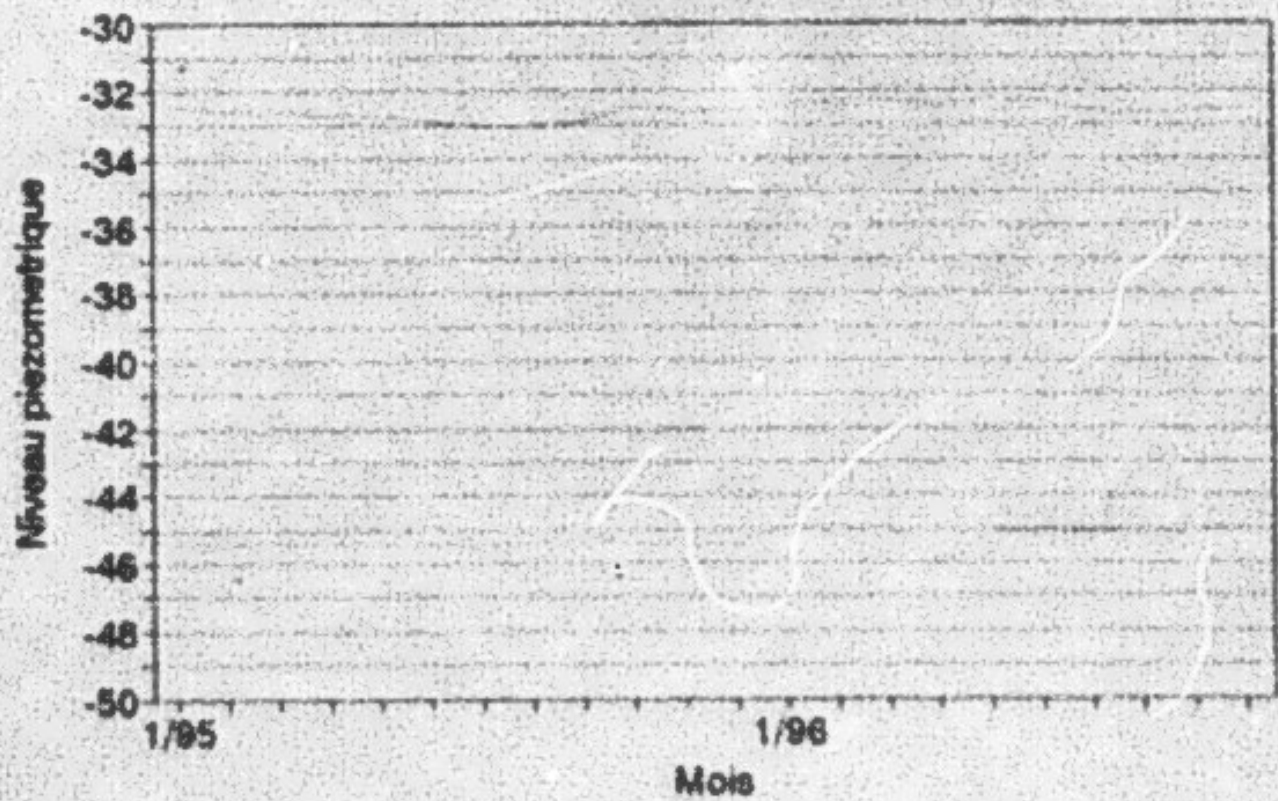
PLAINES DE FARIANA

PLAN DE SITUATION DES PIEZOMETRES

(Assemblage des Cartes au 1/200.000)

**NIVEAU PIEZOMETRIQUE NAPPE DE
THELEPTE (1995-1996)**

(Fig 4)



THELEPTE 1 THELEPTE 2

EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE NAPPE
BOU HAYLA: Recharge Barrage Bouhaya 95-96

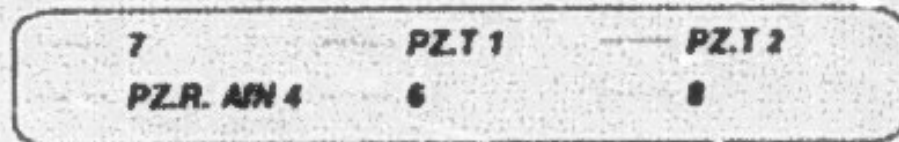
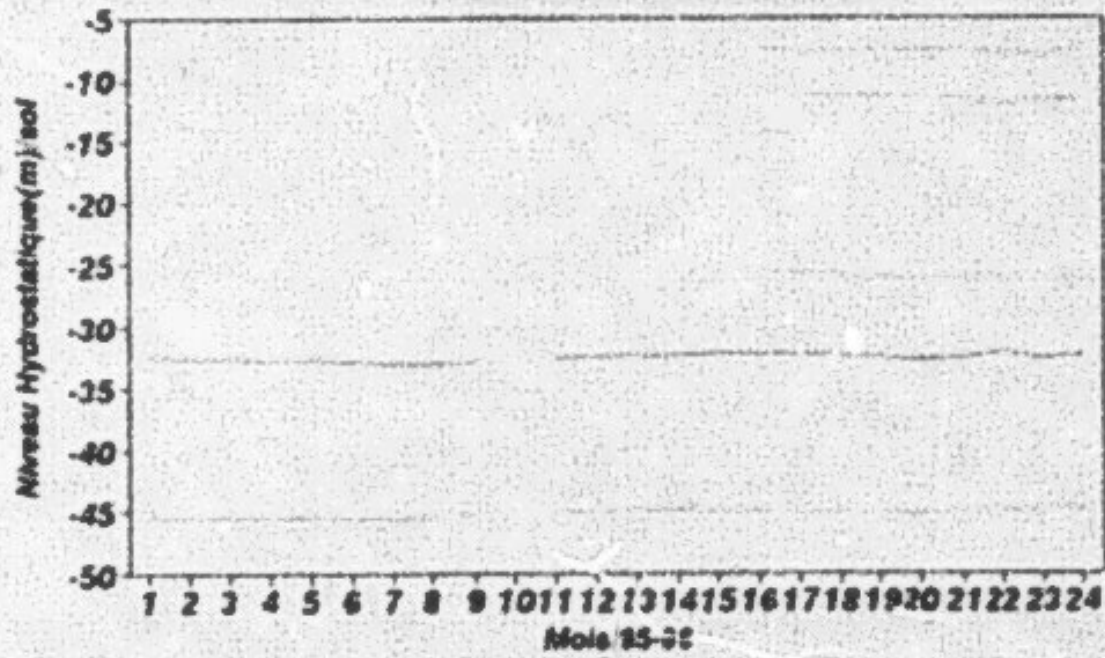
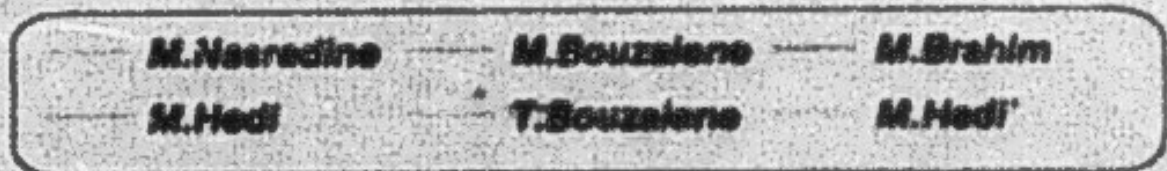
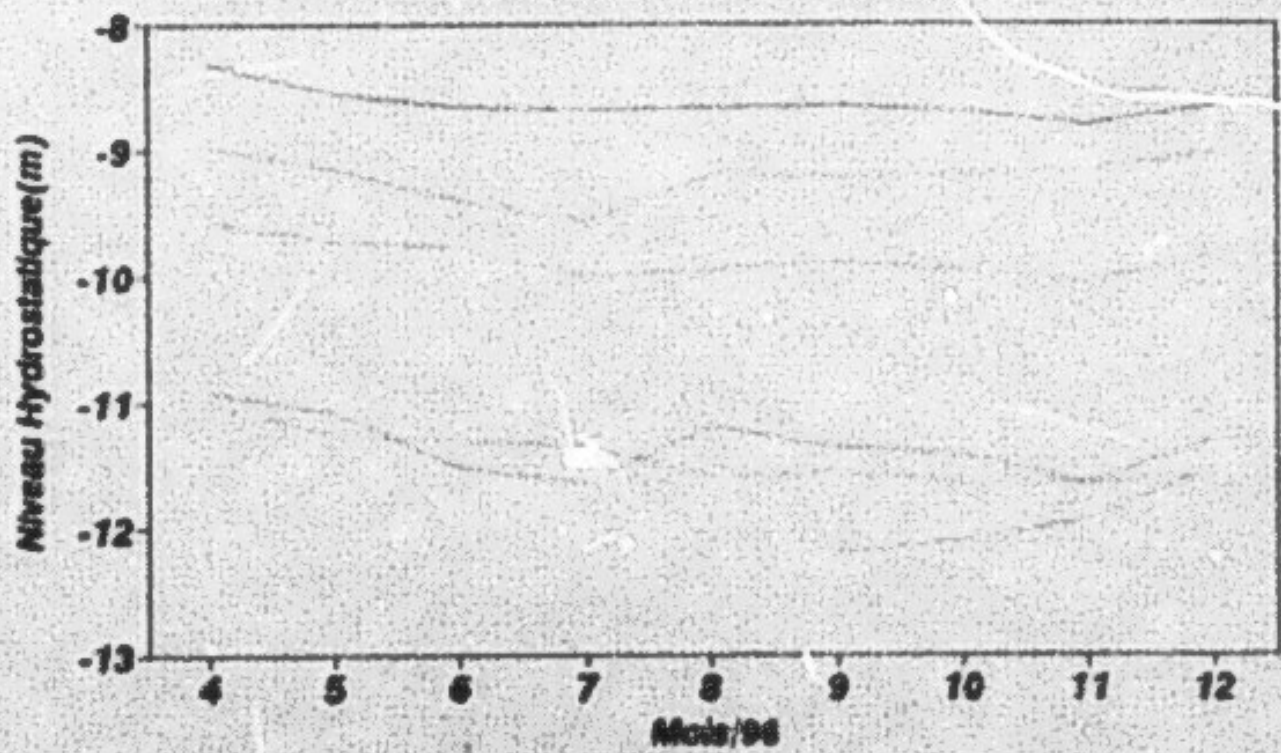


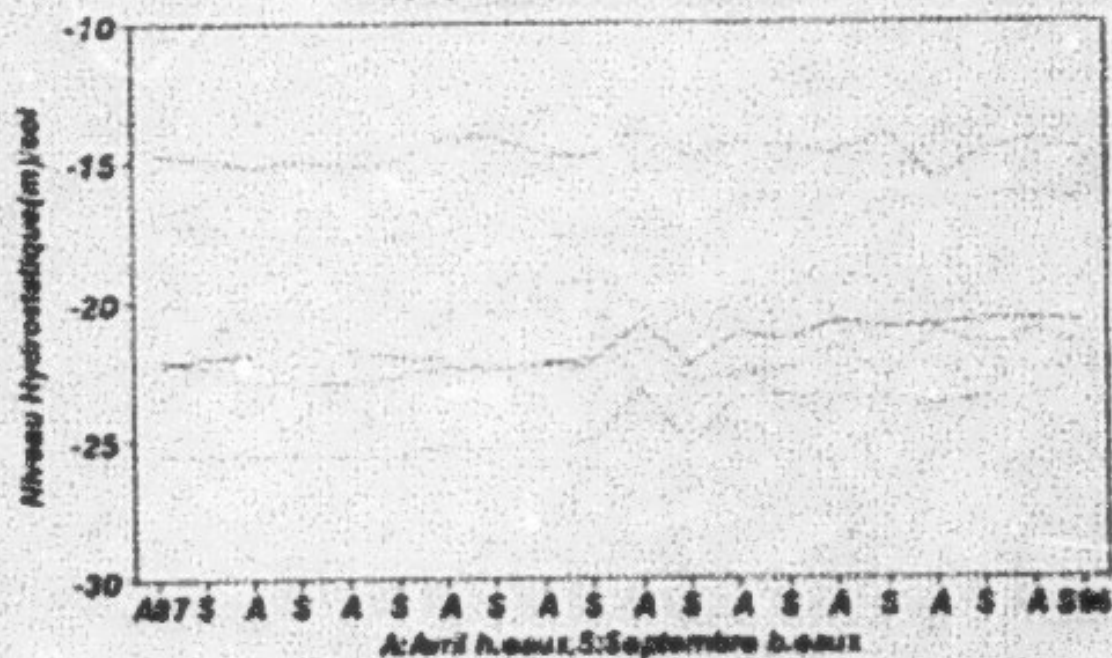
Fig. 5

EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE NAPPE
BOU HAYA (Recharge Barrage Bouhaya)



HISTORIQUE DE LA PIEZOMETRIE
Nappe phréatique de Forlano 87-96

Fig. 6



56	49	70
74	98	267

7-2 Impact sur la piézométrie (Fig.7) :

Le volume total lâché (88.200 m³) n'a pas été suffisamment important pour juger de l'opportunité de la recharge. Cependant, cette expérience a permis de maîtriser la technique de recharge artificielle des nappes. Elle a permis aussi, de préciser le débit optimal des lâchers et de maîtriser les conditions nécessaires à la réussite de campagne de recharge artificielle.

Les relevés piézométriques réalisés avant et après la campagne de recharge reflètent un état stationnaire sans aucune fluctuation notable.

Le suivi piézométrique réalisé au cours des deux dernières années 1995-1996, montre des fluctuations généralement centimétriques dues seulement à une légère variation entre les hautes et basses eaux. Les piézomètres Thélèpte 1 (N°IRH 20102/1) et Thélèpte 2 (N° IRH 20103/4), montrent une remontée à partir du mois de Septembre 1995 qui est de 20 à 40 cm. Elle résulte d'une bonne pluviométrie enregistrée dans la région. Cette remontée qui s'est poursuivie jusqu'aux mois d'Avril-Mai 1996, n'a pas été affectée par l'impact de la recharge (voir tableaux en annexe).

Tableau 16 : Suivi piézométrique pendant la campagne de recharge-Piézomètres Thélèpte 1-2 et Ras el Ain - Avril 1996

Désignation	Journée	N.S. (m)	Heure
Thélèpte 1	02/04/1996	44.98	10.20
	03/04/1996	44.98	09.35
	03/04/1996	44.98	13.10
	03/04/1996	44.98	17.15
	04/04/1996	44.98	09.45
	05/04/1996	44.97	10.10
	06/04/1996	44.98	8.50
	08/04/1996	45.02	11.25
	12/04/1996	45.00	10.25
Thélèpte 2	02/04/1996	32.28	10.20
	03/04/1996	32.28	09.25
	03/04/1996	32.28	12.50
	03/04/1996	32.28	17.05
	04/04/1996	32.28	10.00
	05/04/1996	32.27	10.00
	06/04/1996	32.28	9.10
	08/04/1996	32.29	11.17
	12/04/1996	32.25	10.35
Ras el Ain	02/04/1996	7.17	12.00
	03/04/1996	7.34	11.15
	04/04/1996	7.20	12.20
	05/04/1996	7.34	12.00
	06/04/1996	7.33	11.20
	08/04/1996	7.60	9.30
	12/04/1996	7.38	11.20

EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE
Pz THELEPTE 1 - Année 1966 -

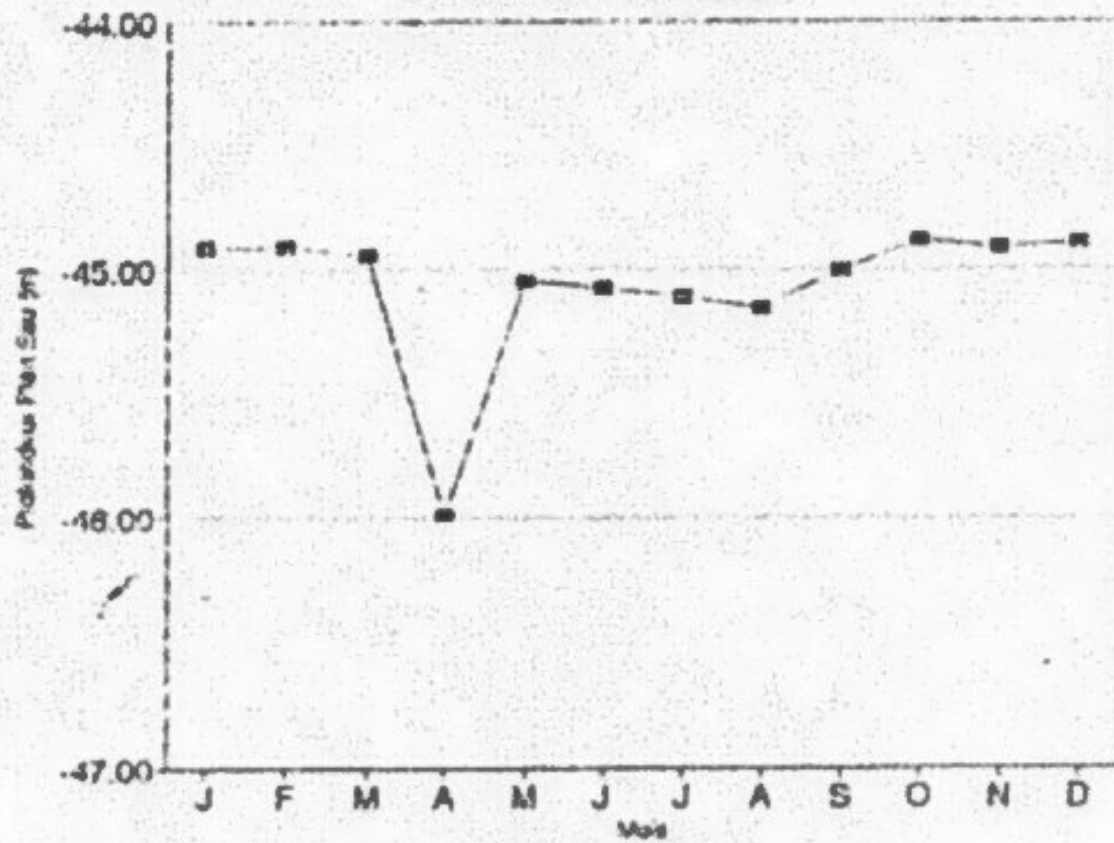
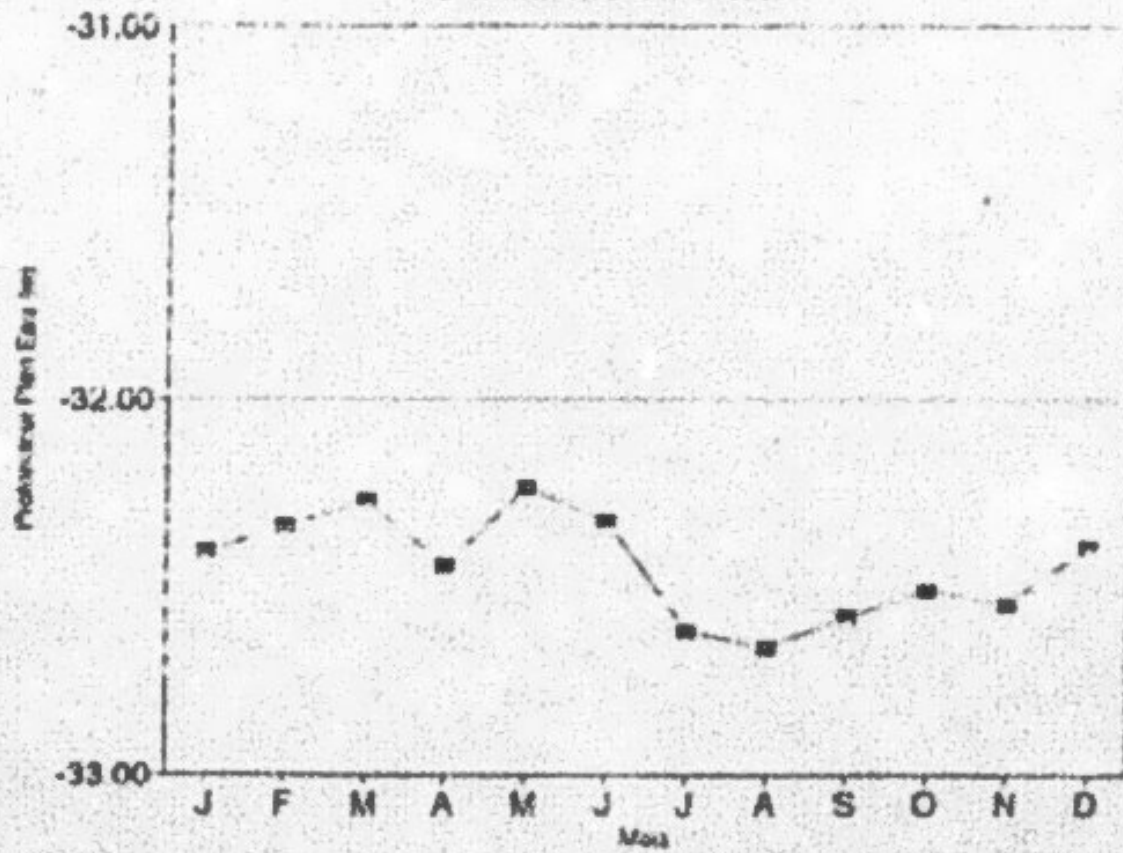


Fig. 7

EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE
Pz THELEPTE 2 - Année 1966 -



EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE
Pz THELEPTE 1 - Année 1966 -

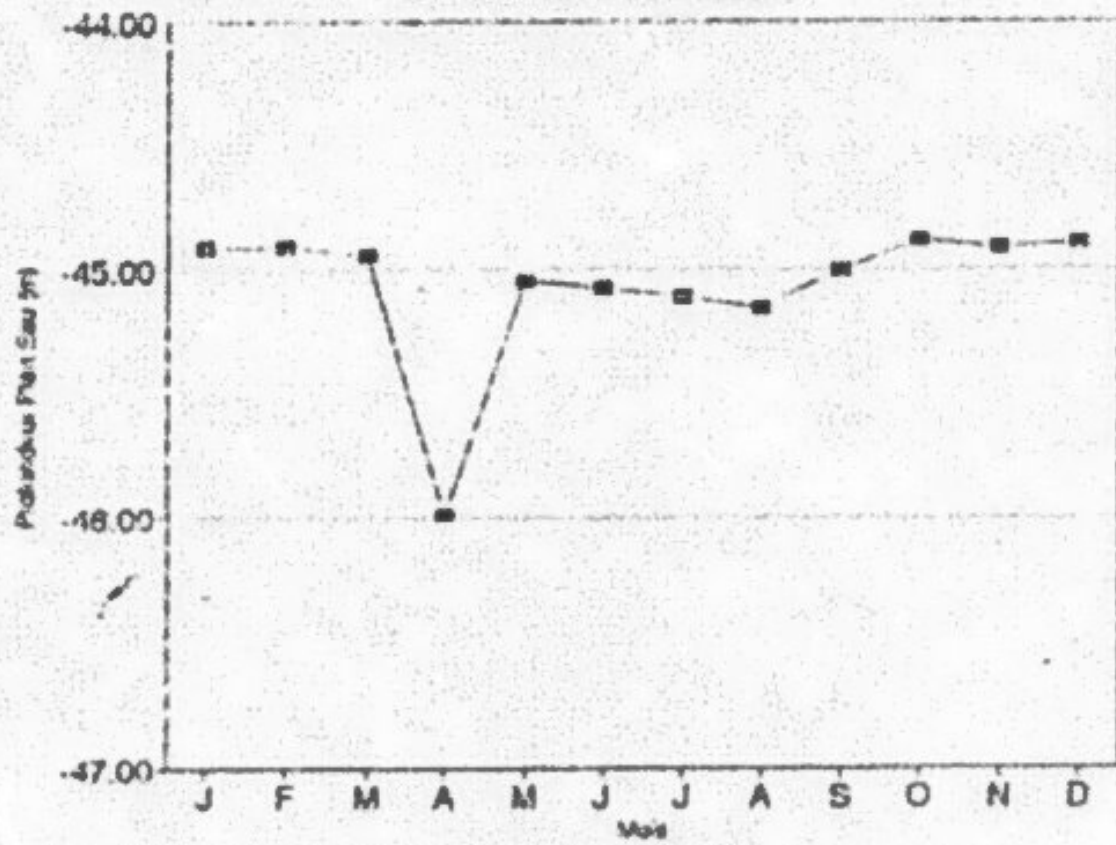


Fig. 7

EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE
Pz THELEPTE 2 - Année 1966 -

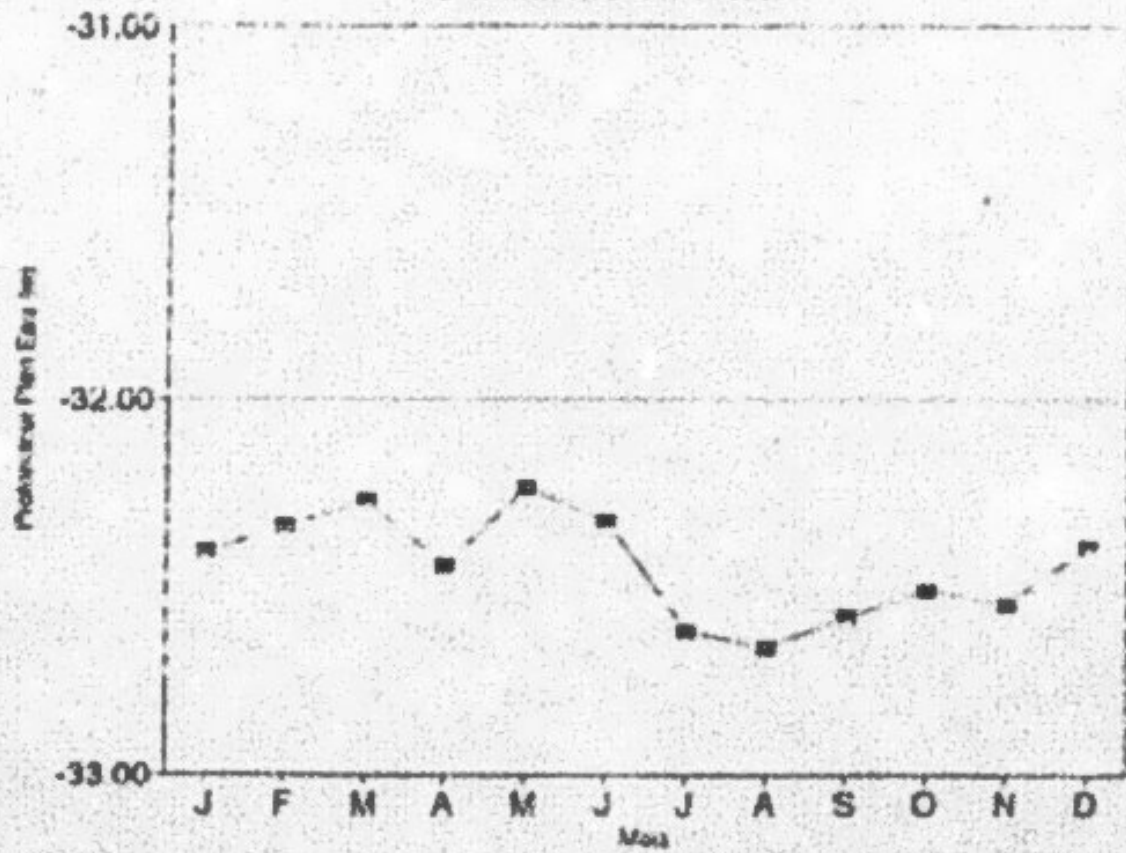


Tableau 17 : Suivi piézométrique pendant la campagne de recharge
Puits de surface - Avril 1996

Désignation	Journée	N.S. (m)	Heure
Puits N° 2	02/04/1996	9.36	11.30
	03/04/1996	9.60	11.00
	04/04/1996	7.38	10.45
	05/04/1996	9.38	12.10
	06/04/1996	9.39	9.55
	08/04/1996	9.60	10.30
	15/04/1996	9.35	11.23
Puits N° 3	02/04/1996	9.00	11.47
	03/04/1996	8.86	11.05
	04/04/1996	9.34*	10.40
	05/04/1996	8.88*	12.38
	06/04/1996	8.87	10.05
	08/04/1996	8.75	10.35
	15/04/1996	8.70	11.14
Puits N° 4	02/04/1996	8.42	11.45
	03/04/1996	8.43	10.50
	04/04/1996	8.43	10.45
	05/04/1996	8.41	12.35
	06/04/1996	8.42	9.00
	08/04/1996	8.45	10.38
	15/04/1996	8.33	11.10
Puits N° 5	02/04/1996	11.02	11.35
	03/04/1996	11.03	10.22
	04/04/1996	11.06	10.40
	05/04/1996	11.07	12.20
	06/04/1996	11.09	9.50
	08/04/1996	11.10	10.47
	15/04/1996	10.95	11.05
Puits N° 6	02/04/1996	11.20	11.17
	03/04/1996	11.20	10.00
	04/04/1996	11.20	10.22
	05/04/1996	11.23	12.50
	06/04/1996	11.22	9.35
	08/04/1996	11.28	10.55
	15/04/1996	11.16	10.50
Puits N° 7	02/04/1996	25.79	11.05
	03/04/1996	25.79	9.45
	04/04/1996	25.80	10.10
	05/04/1996	25.79	13.00
	06/04/1996	25.79	9.15
	08/04/1996	25.78	11.10
	15/04/1996	25.75	10.40
Puits N° 8	02/04/1996	12.58	11.25
	03/04/1996	11.64	10.05
	04/04/1996	12.87*	10.35
	05/04/1996	13.05*	12.15
	06/04/1996	13.10*	9.45
	08/04/1996	11.70	10.45
	15/04/1996	11.45	11.00

Tableau n° 18 : Suivi du débit de Ras el Ain Thélépte avant et après la campagne de recharge à partir du barrage Bouhaya

Date	Heure	Débit (l/s)
09/02/93	09H15	13.1
05/03/93	11H40	10.4
08/07/93	11H00	12.7
27/09/93	09H55	14.8
30/12/93	10H30	16.5
20/01/94	11H00	15.1
01/02/94	10H45	14.5
24/02/94	14H00	15.4
09/03/94	10H00	13.5
05/05/94	10H00	13.0
09/06/94	10H00	12.4
28/07/94	09H30	12.3
17/08/94	09/30	9.0
22/09/94	11H25	10.9
26/10/94	13H35	12.6
19/12/94	12H00	13.6
18/01/95	10H30	13.0
22/02/95	09H45	8.6
10/03/95	11/30	10.8
04/04/95	13H00	8.8
25/05/95	10H50	7.5
07/09/95	11H40	15.5
18/12/95	11H30	9.5
17/01/96	12H00	12.8
06/03/96	10H00	16.9
02/04/96	10H00	16.9
02/04/96	10H50	18.9
03/04/96	16H00	19.5
04/04/96	16H30	19.5
06/04/96	09H30	18.9
08/04/96	09H30	19.0
11/04/96	09H55	20.0
13/04/96	09H45	24.1
16/04/96	10H45	15.7
22/04/96	10H20	16.4
28/05/96	10H30	26.5
24/07/96	09H30	24.1
03/08/96	08H25	21.3
21/11/96	10H40	21.6
09/12/96	10H55	24.8
30/01/97	11H50	20.8
14/02/97	11H30	29.3

7-3 Impact sur la source de Ras el Ain :

La source de Ras el Ain à Thélépte fait depuis longtemps l'objet d'un suivi régulier. Par sa situation comme exutoire de la nappe de Thélépte, elle a été considérée comme un point de mesure. Le débit mesuré avant la campagne de recharge était inférieur à 20 l/s. Une légère amélioration de débit fut constatée à partir du 4ème mois éventuellement sous l'effet des pluies. Cette amélioration se chiffre en quelques litres et le débit jaugé a été depuis cette date supérieur à 20 l/s.

Il ne semble pas que cette recharge ait affecté le débit de cette source.

Deuxième partie

III- RECHARGE ARTIFICIELLE DU SYSTEME AQUIFERE DU SYNCLINAL DE SIDI MERZOUG-SBIBA A PARTIR DU BARRAGE OUM LAAROUG

1- Aperçu general sur le barrage collinaire d'Oum Laaroug (Fig.8) :

Le barrage collinaire d'Oum Laaroug fut réalisé en 1994 dans l'objectif de recharger le système aquifère de Sidi Merzoug-Sbiba. Il se situe à 17 kms environ à l'Ouest de Sbiba sur l'oued Oum Laaroug affluent de l'oued Sbiba au niveau du Jbel Zelguem et répond aux coordonnées suivantes (Feuille de Ksar Tili n° 62 au 1/50.000) :

X : 411.440

Y : 247.840

Z : 575 m (lit de l'oued)

La retenue de ce barrage collinaire présente une capacité de 3.5 millions de m³. Avant le commencement des lâchers, le volume d'eau stocké dans le barrage a été estimé à 2.5 millions de m³ (d'après la courbe de remplissage du barrage). L'expérience de recharge qui a eu lieu entre les mois de Juin et de Novembre 1996, a permis de tester l'aptitude et la réaction à la recharge artificielle des aquifères calcaires qui constituent le principal réservoir souterrain de la région.

Cette expérience a permis en plus, de mettre à la disposition du périmètre irrigué de Sbiba, un supplément d'eau résultant des écoulements non infiltrés et qui sont arrivés jusqu'au barrage de dérivation de Sbiba.

Malgré l'absence d'un réseau piézométrique dans l'aire de la zone de recharge, nous sommes contenté de suivre les pertes enregistrées aux niveaux des sections par jaugeages différentiels et de contrôler les débits des sources situées en aval, à savoir Aïn el Faouar et Aïn Sidi Mad el Gharbi qui constituent les exutoires naturels du principal aquifère calcaire. Ces sources ont fait l'objet d'un jaugeage au préalable pour détecter un éventuel impact des lâchers par la suite.

Pendant la période estivale allant du 12 Juin au 21 Juillet 1996 et comme le lit de l'oued Oum Laaroug n'avait pas fait l'objet d'un écoulement continu depuis la mise en eau du barrage en 1993, il a été jugé utile de lâcher au préalable, une quantité de 150.000 m³ afin de créer un chenal d'écoulement, permettant de choisir des sections de mesures convenables.



RECHARGE DE LA NAPPE DE SEBBA A PARTIR
DU BARRAGE DE : OUM LAAROUG

— Limite Hydrologique du sous-bassin de : oum laaroug

— Cours d'eau de l'ouest

Fig. 8

2- Présentation du système aquifère de Sidi Merzoug-Sbiba :

a) Hydrologie :

Le synclinal Sidi Merzoug-Sbiba forme un haut plateau (altitude moyenne : 950 m) qui s'allonge entre les plaines de Foussana au Sud et celle de Rohia au Nord. La région de Sbiba constitue l'extrémité Nord-Est de cette structure. Ce synclinal constitue la majeure partie de la branche Nord du B.V. de l'oued Zéroud, qui est drainée par l'oued el Brek prenant naissance au pied du plateau de Thala et parcourant l'axe du synclinal en direction N.E. Il acquiert un débit perenne à partir de Aïn Sidi Ahmed el Gharbi.

Le second Oued important dans cette zone est l'oued Sbiba qui prend naissance dans la région d'el Ayoum et aborde le synclinal de Sidi Merzoug par les Jbels de Oum Laaroug Zguetam. Après sa confluence avec O. El Brek, Oued Sbiba est capté par un barrage de dérivation qui recueille les débits perennes pour les dériver vers le réseau d'irrigation. Cet oued se jette par la suite, dans l'oued Hatch.

Tableau 18 : Caractéristiques du bassin versant Sidi Merzoug-Sbiba
(Coynes et Bellier 84)

Oued	Superficie du B.V. en Km ²	Pluviométrie moyenne (mm)	Apport moyen en 10 ⁶ m ³
El Brek	263	453	11.0
O. Laroug	77	441	1.3
Total	372	430	12.4

b) Géologie (Fig.9) :

La majeure partie de l'amont du synclinal de Sidi Marzouk-Sbiba est constituée par des grès miocènes reposant directement sur les calcaires campaniens. Ces grès disparaissent totalement vers le Nord-Est et les calcaires campaniens affleurent largement jusqu'à la source de Sidi Ahmed el Gharbi. Toutefois, ils sont partiellement recouverts par des alternances de l'Eocène moyen.

La partie centre de la structure, est affectée par des failles et elle est occupée par l'Eocène moyen qui repose sur les calcaires campaniens. Entre le site du barrage de dérivation et le village de Sbiba, les grès miocènes reposent sur une série complète comportant l'Eocène, l'oligocène et l'aquitainien, affleurent en surface.

c) Structure :

Trois failles en escaliers donnent naissance au sein de cette structure à trois compartiments distincts :

- La faille de confluence (confluence des oueds Sbiba et el Brek) : Elle met en contact les calcaires campaniens avec les alternances de l'Eocène moyen qui les surmontent.

Fig. 9 : STRUCTURE SIMPLIFIEE
d'après ZEBIDI (1968)

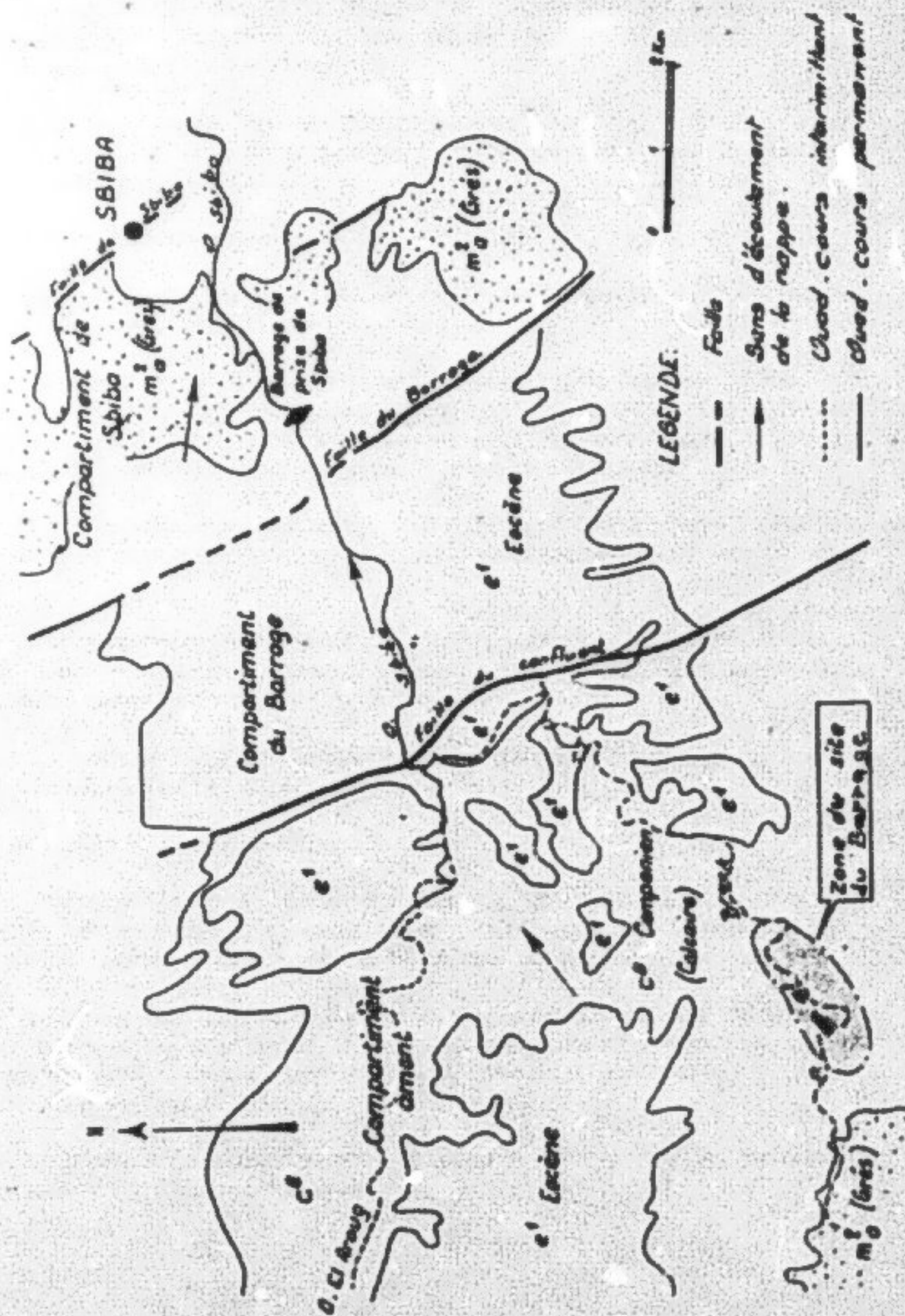
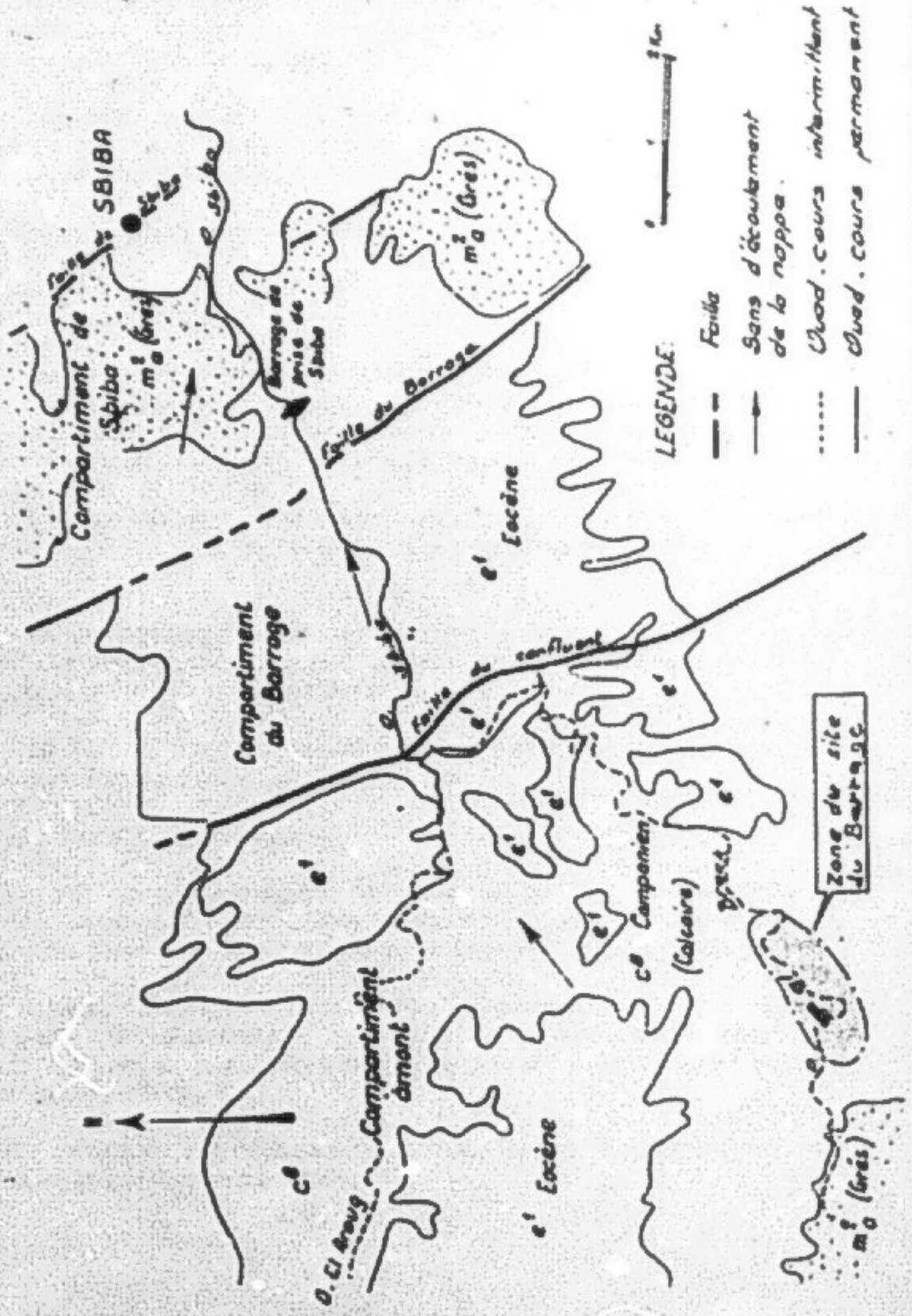


Fig. 9 : STRUCTURE SIMPLIFIEE
d'après ZEBIDI (1968)



- La faille du barrage (proximité du barrage de dérivation sur l'oued Sbiba) : Elle constitue l'accident majeur de la région et amène les calcaires du campanien et les alternances de l'Eocène en contact avec les argiles rouges imperméables de l'Aquitainien. Son rejet est supérieur à 250 m. Cet accident constitue un seuil hydraulique parfait.

- La faille de Sbiba : Cet accident donne naissance aussi à un seuil hydraulique par la mise en contact de la partie marno-gréseuse du Miocène supérieur avec sa partie inférieure.

d) Conséquences hydrogéologiques :

Les failles décrites plus haut ont engendré l'individualisation de quatre compartiments successifs.

- Un compartiment amont (synclinal Sidi Merzoug) où l'aquifère principal est constitué par un ensemble de calcaires campagniens. Cet aquifère est surmonté par des grès du Miocène et il est considéré comme un aquifère secondaire. Les grès du Miocène constituant une zone de recharge de l'aquifère des calcaires.

- Le compartiment du barrage où on distingue deux aquifères : Celui des calcaires campagniens et de l'éocène inférieur surmonté par l'aquifère de l'éocène moyen.

- Le compartiment de Sbiba où l'aquifère supérieur des grès miocènes est séparé des alternances marno-gréseuses de l'Oligocène, par le niveau imperméable des argiles et marnes de l'Aquitainien.

- Le compartiment de la plaine de l'oued Hatob qui renferme un aquifère superficiel constitué par les alluvions quaternaires.

e) Schéma hydrogéologique :

Le schéma hydrogéologique du synclinal de Sidi Merzoug-Sbiba fait apparaître un ensemble d'aquifères juxtaposés et juxtaposés d'Ouest en Est. L'écoulement général se fait que dans le même sens que celui des oueds. (Fig.10).

La faille du barrage met en contact les argiles aquitaniennes avec les calcaires du campanien et les alternances de l'Eocène ce qui a pour effet la création d'un seuil qui est ainsi le seul exutoire des aquifères situés en amont et ce à travers le drain constitué par l'oued Sbiba.

En conséquence, le débit pérenne de l'oued représente en fait les ressources dynamiques de ces différents aquifères.

Site du barrage
Ouen La roeff



THE

SECTION -

Zone du site

Compartment du barrage

Compartment de Stabe

Plaine de 10 Mts

Barrage de prise

Régime de Stabe

Régime de Stabe

Régime de Stabe

(LITHIUM HYDROXIDE)

0184

JOHN J. JONES

- 6 - Blue
- 8 - Environment sustainable
- 10 - Sound
- 11.50 - Aquifers sustainable
- 12 - Aquifers principles
- 13 - Aquifers sustainable
- 14 - Aquifers sustainable

1- Ressources en eau du système Sidi Merzoug -Sbiba :

L'aquifère principal correspond à l'ensemble des formations situées en amont de la faille du barrage ; il s'agit essentiellement des calcaires campaniens et des alternances de l'Eocène. Les grès miocènes situés entre la faille du barrage et l'amont, la faille de Sbiba en aval, constituent par son importance, la deuxième nappe de la région.

Ainsi, cet aquifère principal correspond à une nappe de trop plein, dont les eaux provenant de l'alimentation inter-annuelle des pluies, s'écoulent sous forme de débit pérenne et les réserves géologiques y sont stockées en dessous du niveau des exutoires naturels.

*** Nappes des calcaires :**

La groupe des sources de Ain Sidi Ahmed el Gharbi au niveau de la confluence, constitue les premiers exutoires naturels de l'aquifère principal. Le débit minimal observé pendant la période (1980-1995), a été de 50 l/s (Juin et Juillet 1987 et Juillet Août 1988-94). Le maximum de 208 l/s fut observé au mois de Mars 1992. Le lit de l'oued Sbiba entre les failles du confluence et du barrage, est le siège de plusieurs émergences dont le débit total est de l'ordre de 150 l/s en période sèche et dépassant les 300 l/s en saison humide. Les débits pérennes de l'oued Sbiba constituent l'ensemble des ressources dynamiques des aquifères situés en amont.

Les ressources exploitables sont de l'ordre de $7.2 \text{ Mm}^3/\text{an}$ pour une année moyenne et à $6.2 \text{ Mm}^3/\text{an}$ pour une année sèche.

Le suivi du débit de l'oued Sbiba et celui de la source de Sidi Ahmed el Gharbi pendant la période 1982-1994, permet de constater :

- l'irrégularité des débits des sources,
- l'importance de la recharge naturel et son influence sur l'écoulement de la source.

En effet, l'analyse du suivi du débit de l'oued pendant cette période, permet de constater l'évolution suivantes :

a- de 1982 à 1988 : les sources sont en phase de tarissement due à une pluviométrie déficitaire. Cependant, ce tarissement est relativement lent et régulier et ne s'apparente pas à un phénomène karstique. Dans ce cas, les grès miocènes de l'amont du synclinal se présentent comme un volant régulateur important par une alimentation continue et régulière des calcaires sous-jacents.

b- de 1990-1993 : les sources réagissent rapidement à un épisode pluvieux très excédentaire et le débit de l'oued Sbiba dépasse en période humide 300 l/s soulignant ainsi l'importance de la recharge naturelle. Le volume écoulé pendant cette période, est de 21.35 Mm^3 . Si on considère le débit de base journalier moyen est de 150 l/s, soit un volume annuel de 4.73 Mm^3 , le volume moyen de la recharge est de $2.4 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

c- de 1993 à 1994 : la pluviométrie a été déficitaire et le tarissement des sources s'est vite amorcé avec un débit atteignant rapidement son niveau le plus bas.

*** La nappe des grès :**

En appliquant la formule de Dary pour l'estimation des ressources dynamiques de la nappe des grès de Sbiba, on trouve la valeur de $2 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

*** Les réserves géologiques :**

Tableau n° 20 : Les réserves géologiques des nappes de Sbiba
(H. ZEBIDI 88, Coyne et Bellier 84)

Nappes	Unités	Superficie km ²	Puissance en m	Coef. d'emmaga- sinement %	Réserves géologiques Mm ³
Nappe des calcaires	- Grès Miocène	101.5	50	5	235
	- Calcaires sous Miocène	101.5	40	2	81
	- Calcaires libres	75.5	50	10	278
	S/TOTAL	177			712
Nappe des grès de Sbiba	- Grès Miocène	15	150	5	112.5
	- G. Oligocène				
Total		192			824.5

Ainsi, l'importance des réserves géologiques de ces deux aquifères et notamment la nappe de calcaires, permettant une exploitation plus importante afin de répondre aux besoins sans cesse croissants de la région.

g) Exploitation des aquifères de Sbiba :

- Nappes des calcaires :

L'essentiel de l'exploitation de la nappe des calcaires de Sbiba est constitué pour le débit d'oued Sbiba, c'est pourquoi cette exploitation est irrégulière et aucune tendance ne peut en être dégagée. En plus des sources exploitant cette nappe, huit autres forages éparpillés dans tout le synclinal, exhaurent 1.58 Mm^3 (1995). Le débit des sources fluctue en fonction des années entre 4 et $7 \text{ Mm}^3/\text{an}$. Ainsi, le débit total exhauré à partir des nappes des calcaires de Sbiba est en rapport avec ses réserves dynamiques.

- Nappes des grès de Sbiba :

La nappe des grès de Sbiba se trouve localisée dans une zone cultivée. Elle se caractérise par son accessibilité aux forages. Cette nappe a été depuis longtemps sollicitée pour l'usage agricole et elle est depuis 1995 en situation de surexploitation puisque son exploitation dépasse ses ressources dynamiques ($2 \text{ Mm}^3/\text{an}$). Cette situation a engendré des baisses importantes de sa piezométrie s'établissant à environ 20 m par rapport au niveau piezométrique de 1980.

Cette situation est aggravée par les forages illicites dont leur nombre est évalué à 30 unités. Ce qui rend l'exploitation de cet aquifère à estimer difficile à l'heure actuelle.

3- Choix des sites d'observations :

Le tronçon de l'oued Oum Laaroug intéressé par cette recharge est d'environ 9 km. Il s'étend en aval de la digue principale du barrage et s'arrête en amont de la faille de confluence où émergent les sources de Sidi Med el Gharbi et d'el Faouar. Le lit de l'oued y est constitué par des calcaires campaniens formant l'aquifère à recharger. Sur ce tronçon, 3 sites de jaugeage ont été localisés

Tableau 21 : Localisation des sites de jaugeage

Numero de site	Distante au barrage (km)	Section	Intitulé du site
1	0,2	S1	Aval du barrage Bouersar
2	3	S2	
3	9	S3	Amont Sca el Faouar

4- Le Chronogramme des lâchers :

Le tableau ci-dessous présente le chronogramme réel des lâchers opérés à partir du 12 Juin et jusqu'au 23 Novembre 1996 ainsi que les volumes d'eau correspondantes.

Tableau 22 : Chronogramme des lâchés à partir du barrage Oum Laaroug

Date	Durée (H)	Débit (l/s)	Volume total lâché (m ³)
Du 12/06/96 au 21/07/96	-	-	150.000
Du 12/08/96 au 14/08/96	50	120	22.000
Du 14/08/96 au 20/08/96	144	60	32.000
du 25/08/96 au 25/08/96	144	180	94.000
du 28/08/96 au 02/10/96	134	180	100.000
du 08/10/96 au 12/10/96	94	500	170.000
du 16/10/96 au 18/10/96	48	250	43.000
du 21/10/96 au 28/10/96	120	210	81.000
du 05/11/96 au 06/11/96	89	120	43.000
du 08/11/96 au 15/11/96	143	175	80.000
du 18/11/96 au 25/11/96	142	290	148.000
du 25/11/96 au 28/11/96	22	280	19.000
Volume total lâché du 12/96 au 28/11/96			1.000.000

5- Amortissement des débits journaliers (en l/s) :

Le suivi de ces lâchers fut perturbé au démarrage de cette campagne et il a été jugé utile de ne considérer les résultats acquis lors des premières lâchers, qu'à titre indicatif (Tab. n° 23).

L'amortissement des débits jaugés aux différents sites, fait apparaître une certaine infiltration à travers le lit de l'oued qui peut atteindre 50 % du débit initial ; mais dans l'ensemble, cette infiltration reste relativement faible.

Tableau n° 23 : Amortissement des débits journaliers entre les différents sites de jaugeage

Date	Aval du barrage S1	Bouarar S2	Amont Bce Faouara S3
du 12/09/96 au 14/09/96	120	90	30
du 14/09/96 au 20/09/96	80	30	15
du 20/09/96 au 26/09/96	180	150	75
du 26/09/96 au 02/10/96	180	140	80
du 08/10/96 au 12/10/96	500	430	410
du 16/10/96 au 18/10/96	250	225	-
du 21/10/96 au 26/10/96	210	170	110
du 05/11/96 au 09/11/96	120	100	-
du 09/11/96 au 15/11/96	175	145	85
Total du volume lâché en m ³	885.000	845.000	387.00

6- Comparaison des volumes observés :

Les volumes d'eau transitant par les sections de jaugeage ainsi que l'infiltration cumulée en amont de chaque site (Tabl n° 24) traduisent des valeurs d'infiltration plus faibles que ce qui y est attendu (10 à 30 %).

Tableau 24 : Pertes en volume et estimation de l'absorption entre le premier et le deuxième site (S1-S2)

Date	Durée (h)	Volume jaugé (m ³) en S1	Volume jaugé (m ³) en S2	Infiltration Perte en m ³ S1-S2	% Infiltration S1-S2	Infiltration spécifique S1-S2 m ³ /km ² /heure
12/09 au 14/09/96	50	22000	16000	6000	27.2	40
14/09 au 20/09/96	144	32000	16000	16000	50	37
20/09 au 26/09/96	144	94000	78000	16000	17	37
26/09 au 02/10/96	154	100000	76000	24000	24	52
08/10 au 12/10/96	94	170000	145000	25000	14.7	38
16/10 au 18/10/96	48	43000	39000	4000	9.3	27
21/10 au 26/10/96	120	91000	73000	18000	19.7	30
05/11 au 09/11/96	99	43000	35000	8000	18.6	27
09/11 au 15/11/96	143	90000	75000	16000	17.7	19
Moyenne					22	42

a) Source el Faouara :

Le débit de la source el Faouara jaugé avant et après la campagne de recharge, montre des fluctuations propres au régime de nappe non influencé les volumes lâchés.

Aucune influence des opérations de recharge n'a pu être décelé au niveau du débit de cette source.

Tableau 27 : Suivi du débit de Ain Faouara avant et après la campagne de recharge à partir du barrage d'Oum Lareg

Date	Heure	Débit (l/s)
26/06/96	07H20	8.8
01/07/96	17H25	11.2
17/07/96	08H40	8.8
08/08/96	08H00	7.3
08/10/96	10H50	11.8
02/12/96	11H30	13.5
12/12/96	11H00	11.8
24/12/96	12H50	9.4
30/12/96	10H40	8.8
08/01/97	11H30	9.5
23/01/97	11H10	8.4
06/02/97	11H00	9.1
17/02/97	10H00	9.8

b) Source Sidi Mohamed el Gharbi :

La source Sidi Med el Gharbi fait depuis longtemps l'objet d'un suivi régulier. Son débit oscille entre 40 et 70 l/s suivant la saison. La recharge effectuée en amont de cette source n'a pas engendré une augmentation sensible de son débit et semble ne pas avoir d'impact sur son régime.

Tableau 28 : Suivi du débit de Ain Sidi Med el Gharbi avant et après la campagne de recharge à partir du barrage d'Oum Lareg

Date	Heure	Débit (l/s)
19/06/96	07H50	33.8
19/06/96	10H00	54.8
02/07/96	08H30	44.0
11/07/96	08H40	55.8
18/07/96	08H40	55.8
05/10/96	11H00	58.2
05/12/96	11H30	63.7
12/12/96	14H00	60.4
28/12/96	11H10	57.4
06/02/97	11H30	56.1
23/02/97	10H40	59.8
12/03/97	11H30	60.8

VI- CONCLUSION SUR L'ED. FERMENTATION DE LA RECHARGE ARTIFICIELLE DES NAPPES DE LA REGION DE KASSERINE

La recharge artificielle des nappes de Thlépte et de Sidi Marzoug à partir des eaux des barrages collinaires Bouhaya et Oum Laaroug a permis de maîtriser cette pratique. Cette expérimentation a permis de tester la réaction de ces deux nappes à une recharge dont les principales conclusions sont les suivantes :

a) Nappe de Thlépte :

Le faible volume lâché pour recharger (85200 m^3) la nappe de Thlépte n'a pas été suffisant pour déceler un impact quelconque sur sa piézométrie malgré les suivis rigoureux avant et après la recharge. Cette expérimentation a permis d'optimiser le débit de lâcher entre 200 et 220 l/s.

Les volumes infiltrés sont relativement faibles et atteignent 20 % du volume lâché au niveau des affleurements calcaires ; soit une infiltration spécifique de $117 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{heure}$. Cette infiltration est maximale au niveau des affleurements alluvionnaires et gréseux où elle atteint 87 % soit une infiltration spécifique de $168 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{heure}$.

b) Nappe de Sidi Marzoug :

Les opérations de recharge de cette nappe impliquant un volume important (1000000 m^3) sur une période relativement longue (4 mois) ont permis de constater que le débit optimum retenu pour les lâchers futurs serait compris entre 170 et 210 l/s.

Comme dans le cas de la nappe de Thlépte, les affleurements calcaires de Sidi Marzoug ont une aptitude relativement faible à l'infiltration au niveau des lits des oueds. Ceci semble être dû au colmatage des fissures en surface. En effet, les pertes enregistrées au niveau du premier tronçon sont de 22 % soit une infiltration spécifique de $42 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{heure}$, alors qu'elles sont de 41 % au niveau du deuxième tronçon soit une infiltration spécifique de $33 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{heure}$.

L'infiltration globale est évaluée à 53 % du volume lâché soit une infiltration spécifique de $30 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{heure}$. Ces valeurs sont relativement faibles en comparaison avec celles enregistrées au niveau des calcaires de la nappe de Thlépte qui présente une infiltration spécifique de $117 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{heure}$.

**PRESENTATION ET MISE EN PAGE
PAR Y. THAMRI**

S. LANEY

ANNEXES

Tab. . Historique de la piézométrie 1987-1996

- 1- Nappe phréatique de Tlépte**
- 2- Nappe phréatique de Feriana**

Tab. . Recharge de la nappe de Tlépte à partir du barrage Bouhaya

- 3- Situation piézométrique avant recharge 1996**
- 4- Evolution de la piézométrie 1996**
- 5- Surveillance piézométrique mensuelle de la nappe de Tlépte 1995-1996**

Historique de la pléziométrie
Souterraines
des nappes

Gouvernorat : K A E S E R I N E
Nappe phréatique de Thélèpte

1987 - 1996

[illegible]

Historique de la piézométrie Souterraines des rappes

Gouvernorat : K A S S E R I N E
Nappe Phréatique de Pérlana

(1987 - 1996)

[illegible]

Recharge de la nappe de thélepte à partir du barrage Bouhaya

Situation piézométrique avant Recharge: 1996

N°	Nom du Puit	P.T (m)	M.C (m)	Mars (m)	Diam (m)	Equip.	Evolution du N.P.				Observations
							31/09	23/02	25/03	02/04	
1	Messoudi Wajih...	25.70	22.20	0.5	2.80	Flect.	21.67	Eboule			Tous ces puits sont situés sur la rive gauche de l'Oued Bouhaya captant la nappe phréatique de Thélepte. Le puits N° 6 est situé sur la rive droite dans les alluvions.
2	Messoudi Khredine	12.30	10.80	0.1	2.00	Piézo	9.68	9.62	9.56	9.56	
3	Messoudi Bouziane	10.50	8.85	0.1	2.70	Piézo	8.85	8.82	8.75	8.75	
4	Messoudi Wajih	9.70	8.30	0.7	2.80	Piézo	8.30	8.30	8.41	8.42	
5	Messoudi Wadi	12.30	11.00	0	2.50	Piézo	11.10	11.05	10.98	11.02	
6	Wajih Bouziane	12.35	11.30	0	2.20	Piézo	11.34	11.27	11.20	11.20	
7	Wajih	28.50	26.30	0	2.10	Piézo	25.90	25.88	25.80	25.79	
8				0	3.00	Piézo				12.5	
	P.2 Thélepte 1									44.28	
	P.2 Thélepte 2									32.36	
	P.2 Ras Ain 4									7.17	

Recharge de la nappe de thélepta à partir du barrage boudaya

station de la piézométrie : 1996

Nom du Puits	Projection du Niveau Piézométrique (m)														
	03/06 1996	04/06 1996	05/06 1996	06/06 1996	07/06 1996	15/06 1996	24/06 1996	28/06 1996	10/07 1996	26/07 1996	24/08 1996	23/09 1996	31/10 1996	20/11 1996	30/12 1996
Messoudi Naji															
Messoudi Bouziane															
Messoudi Brahim															
Messoudi Naji															
Tlili Bouziane															
Tlili Aïda															
Messoudi Naji															
Thélepta 1															
Thélepta 2															
Thélepta 3															

site pompé

**Surveillance pléonostrique mensuelle
de la nappe de Thélepé
1995 - 1996**

Année	Nom du pito- mètre	JAN	FEB	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
1995	THELEP1	45.30	45.39	45.40	45.40	45.42	45.46	45.45	45.39	45.26	-	45.30	44.97
	THELEP2	32.87	32.90	32.70	32.72	32.73	32.90	33.09	33.07	32.90	-	32.55	32.49
1996	THELEP1	44.91	44.91	45.04	45.00	45.01	45.07	45.11	45.15	45.00	44.88	44.91	44.89
	THELEP2	32.45	32.45	32.27	32.29	32.34	32.33	32.62	32.66	32.58	32.51	32.55	32.40

FIN

44

VUES