



MIC

NS

07826

sienne

L'AGRICULTURE

ATIONAL DE

TATION AGRICOLE

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

CHA 2876

DIRECTION GENERALE DES RESSOURCES EN EAU

**ETUDE HYDROGEOLOGIQUE PRELIMINAIRE
DE LA REGION DE BOU-OMRANE BOU-SAAD**

Decembre 1991

L.MOUMNI

CSDA 7126

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE PRELIMINAIRE
DE LA REGION DE BOU OHRANE-BOU SAAD

DECEMBRE 1991

L. MOUNI
A. HENASSI

INTRODUCTION

La région de Bou Ouarne Bou-Saad se situe à 14 km à l'Est du village d'el Guettar. Le village de Bou Ouarne et la localité de Bou Saad agglomération relativement importante, sont actuellement desservis en eau à partir d'un forage dit Néchiou 4 (N°IZH 18797/5) captant la nappe du Zabbag inférieur d'el Guettar. Cette unité largement sollicitée présente une exploitation en croissance qui a entraîné une baisse sensible de son niveau piézométrique (environ 12/an).

Une autre localité de moindre importance dite Bir Saad se situe à leur proximité. Elle est alimentée à partir d'un puits de surface.

L'activité agricole principale de cette région est arboricole. Elle est surtout représentée par les oliviers. L'activité de traitement en Tabia et Joursour qui sont des aménagements spécifiques à la région, s'est accentuée davantage au cours de ces deux dernières années. Ainsi, environ 500 ha nouveaux ont été récemment traités dans la région.

Cette région présente des besoins en eau qui sont de plus en plus importants d'où la nécessité de mobiliser les possibilités offertes par les différents aquifères de la région et de dégager les perspectives d'avenir en matière d'exploitation et de mobilisation de nouvelles ressources.

CHAPITRE - I - CADRE PHYSIQUE ET GEOGRAPHIQUE

I - CADRE GEOGRAPHIQUE :

La zone de Bou Omrane-Bou Sâad se présente sous-forme de deux cuvettes à remplissage plio-quaternaire. Elles sont bordées par des reliefs à cœur crétacé. Il s'agit de la cuvette de Bou Sâad qui est séparée de celle de Bou Omrane-Bir Sâad par Djebel Hanadi. Elles sont bordées :

- au Sud, par Djebel Chessi,
- au Nord, par Djebel Orbata,
- à l'Est, par la plaine de Rled Talah.
- à l'Ouest, par Djebel Ank.

Les montagnes qui constituent les bordures nord et sud de la région lui donnent l'aspect d'une gouttière peu large à Bou Omrane. Le rétrécissement s'accroît davantage au niveau de Bir Sâad où le versant sud de Djebel Hanadi n'est séparé du versant nord de Djebel Chessi que par l'Oued Kebir.

Ces monts sans couverture végétale sont très vulnérables à la dégradation de leurs sols par les eaux de ruissellement.

Les glacis rattachés aux Djebels sont souvent encroûtés, avec prédominance en surface des cailloutis.

II - CADRE CLIMATIQUE

D'après l'indice climatique d'Eberger, la zone d'étude se classe dans l'étage aride. C'est ce qui se dégage de l'étude de la pluviométrie, des températures de l'air et de l'évaporation dans la région.

1 - La pluviométrie

Les pluies présentes dans cette zone ont un caractère torrentiel violent. Elles sont variables dans le temps et dans l'espace.

La rareté d'agglomérations importantes dans la région, fait que les données climatologiques sont réduites et fragmentaires. Les quelques relevés pluviométriques ainsi rassemblés proviennent des stations pluviométriques suivantes:

* El Guettar (N° 82987) : Cette station qui fonctionne depuis 23 ans, ne présente que 8 ans d'observations continues intéressant la période de 1983 à 1991.

* Bou Omrane (N° 81374): Cette station fonctionnant depuis 23 ans ne présente 8 années d'observations continues et qui intéressent la période de 1978 à 1990.

* Bou Saad (N° 84820): Sur 12 années de l'existence de cette station, seules 5 années ont des observations continues. Elles intéressent la période de 1986-1991.

La moyenne annuelle sur le nombre d'année d'observations continues de chaque station est donnée dans le tableau suivant :

STATION	MOYENNE (mm/an)	PERIODE
EL GUETTAR	168	1983 - 1991
BOU OMRANE	166	1978 - 1990
BOU SAAD	247	1986 - 1991

L'examen de la carte des Isohyètes synthétisées à partir des données de l'ensemble des stations pluviométriques du Sud Tunisien, permet de constater que la région d'étude est intéressée par une pluviométrie inter-annuelle de 160 mm/an (Fig.N°1).

L'année pluviométrique 1989-1990 s'est caractérisée au mois de Janvier 1990, par des pluies exceptionnelles qui sont survenues à la suite d'une succession d'années déficitaires. Les pluies cumulées de 21 à 23/01/90, ont largement dépassé la moyenne de la région qui est de 160 à 170 mm/an. Ainsi, On a enregistré 425 mm à Bou Saad.

Les trois mois d'été (Juin, Juillet et Aout) se caractérisent par une pluviométrie quasi nulle.

Les pluies d'automne semblent être les plus importantes; toutefois le caractère exceptionnel des pluies de Janvier 1990 rend la deduction du mois le plus arrosé relativement difficile.

3 - Températures

Les données se rapportant à la température de l'air font défaut sur les stations de la région. Cependant, en se référant à la station Météorologique de Gafsa installée depuis 1934, on constate des écarts theraiques inter-saisonniers très importants. Ainsi, le maximum de température enregistrée est de 55°C et le minimum est de 6°C. L'écart journalier peut ainsi dépasser 15°C.

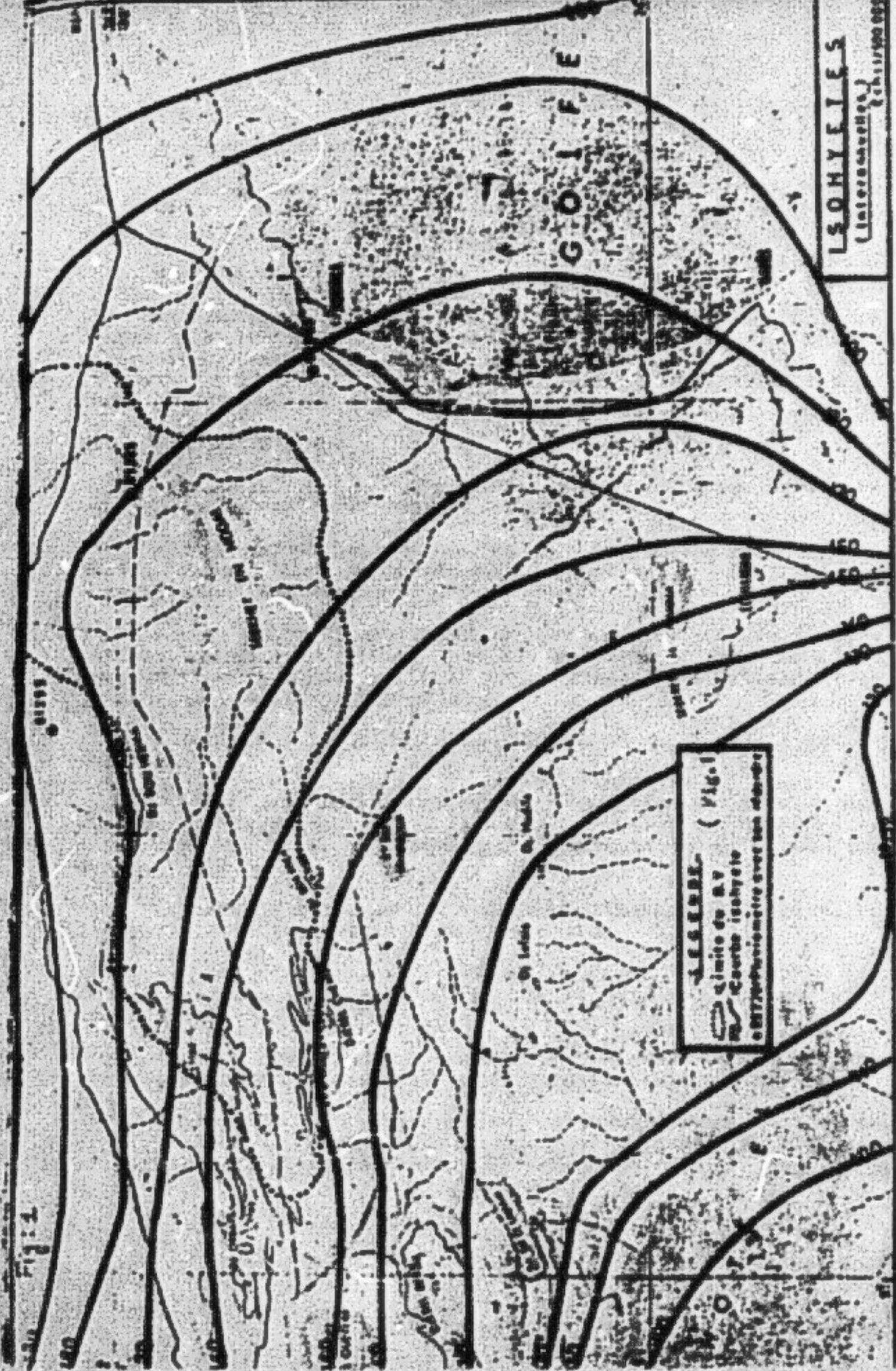


Fig. 1

L.S. LEBE (Fig. 1)
 — limite de 2.7
 - - - Courbe isotherme
 o isothermomètre avec son ancre

LSOXYLES

(Interocéaniques) 1:117500000

3 - Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle à Gafsa est de l'ordre de 1460 mm (K.SEL KHOJA, 1966). La même valeur peut être adoptée dans la région d'étude.

4 - Les vents :

Les montagnes de la zone d'étude constituent une barrière contre les vents qui soufflent du Nord ou du Sud. Les deux directions dominantes de ces vents, sont soit l'Est soit l'Ouest. Le sirocco quand il souffle en été, se manifeste dans toute la zone du Sud et du Sud-Ouest.

III - PEDOLOGIE

Les sols de la région de Bou Oarane-Bou Saad se caractérisent par (M.EL AN'NI & M.HERAI, 1983) :

- Une pédogénèse influencée par la nature et l'âge du dépôt. Ainsi, la pente forte à moyenne a favorisé le ruissellement aux dépens de l'infiltration.

- la composition chimique des roches géologiques a largement influencé l'évolution des sols. En effet, il a été observé dans certains profils, un taux élevé de calcaire avec présence d'éléments phosphatés.

- les glacis sont couverts par des croûtes calcaires ou gypseuses.

- dans les zones à moyenne pente, les sols sont peu évolués et de granulométrie moyenne. C'est au niveau de ces zones que les travaux d'aménagement hydraulique sont les plus denses.

La carte d'aptitude des sols aux cultures fait apparaître les caractéristiques suivantes (Fig.N°2) :

- des sols de texture moyenne convenant aux céréalicultures et avec une importance moindre, aux cultures arbustives.

- Sols de texture moyenne : adoptés aux cultures annuelles moyennant des travaux de rétention hydraulique.

- des sols de texture grossière présente ces caractères physiques et chimiques favorables aux cultures arboricoles mais avec nécessité des travaux de rétention.

IV - HYDROLOGIE

La région de Bou Ovrane - Bou Sâad est intéressée par un réseau hydrographique assez dense. Ce réseau est formé par une multitude de petits ravins qui descendent des versants Sud des Djebels Orbata, Toun, Dadine, Hanadi et Bou Issaïl. D'autres ravins se localisent sur le versant Nord de Djebel Chensi.

L'Oued Kabir est le cours d'eau le plus important de la région. Il prend naissance au sein des Djebels Dekrila et Ank à l'Est, et se déverse dans de la plaine de Macuel el Oued à l'Ouest avant de rejoindre Sebkhât en Houal par le biais de Oued Es Serka (Fig N°3).

L'écoulement des Oueds n'est que temporaire durant quelques heures après les averses. Les mesures hydrométriques sur cet Oued font défaut.

Toutefois une estimation de son apport à Sabkhat en Macual a été avancée (A.MAMOU, 1981) en se basant sur une formule empirique élaborée pour les oueds du Sud Tunisien (M.FENSI, 1979). qui est la suivante :

$$L_r = 163,9 \times 10^{-4} \cdot P \cdot I_G \quad \text{avec :}$$

L_r = Lane ruisselée moyenne annuelle (en mm)

P = Pluie moyenne interannuelle (en mm)

I_G = Pente général du terrain en (m/km)

Suivant cette méthode l'auteur est arrivé aux résultats ci-dessous

Nom de l'Oued	S (km ²)	P (mm)	n (m/m)	h (m/m)	Ec	L (km)	l (km)	D (m)	I _G (m/km)	P ² (mm)	L _r (mm)	V _r (m ³)
Es Serka	763,2	150	1163	45	1,318	49,647	19,372	545	10,98	170	9,5	7,349.10 ⁶

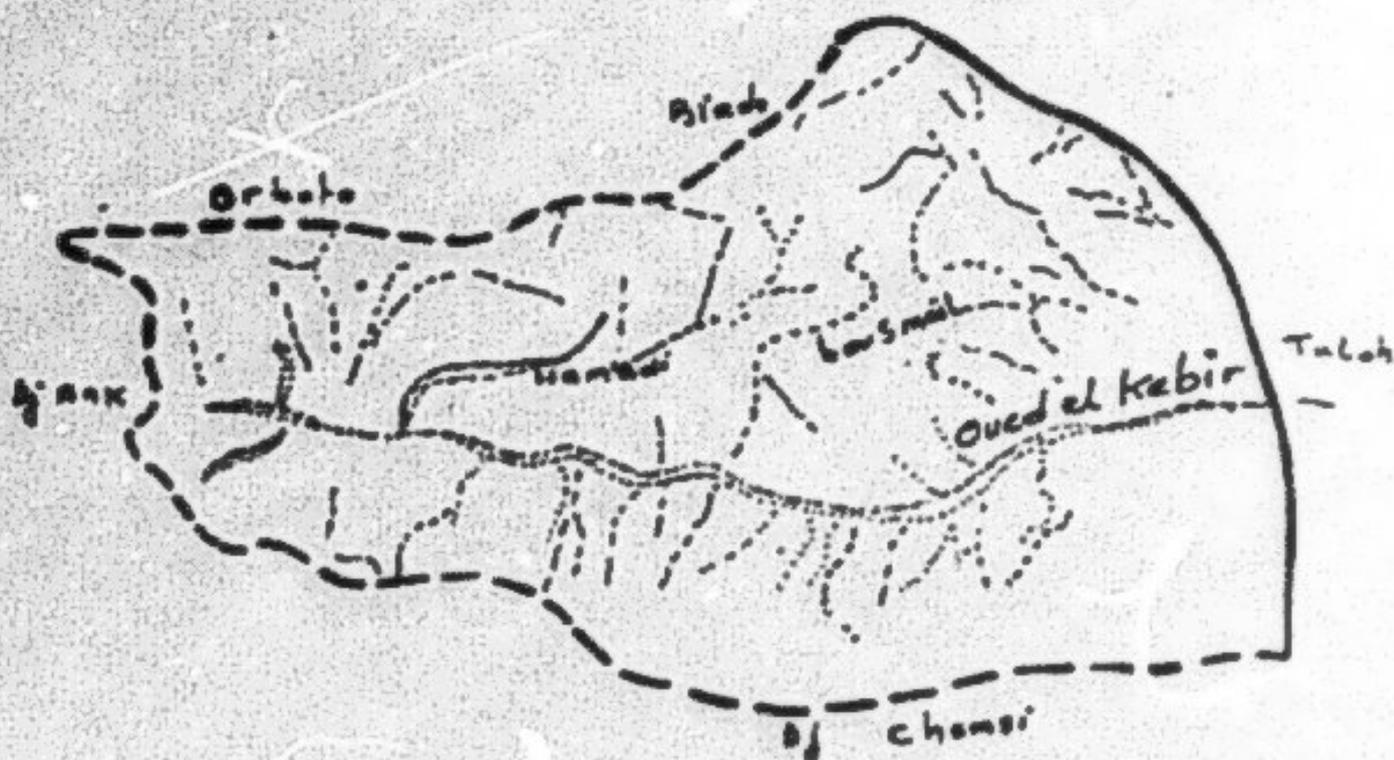
L'apport moyen annuel de l'Oued Kabir avant sa jonction avec Oued Es Serka en adoptant la même formule, donne pour :

- Une surface : $S = 297 \text{ km}^2$ au niveau de Djebel Oust,
- Un périmètre : $P = 75 \text{ km}$
- Un indice de pente global : $I_G = 11 \text{ m/km}$,
- Une pluie annuelle : $P = 160 \text{ mm}$,

Fig : 3
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE PRELIMINAIRE
DE BOU OUFANE - BOU SAAD

Limite de Bassin versant
d'Oued Kebir

Echelle: 1/200.000



Une lame ruisselée évaluée à 8,96 mm
et un apport moyen annuel

$$V = 2,5 \times 5 = 8,96 \cdot 10^{-3} \times 297 \cdot 10^6$$
$$V = 2,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$$

Ce volume représente l'apport moyen annuel d'Oued Kabir à
l'entrée de la plaine de Bled Talah.

CHAPITRE II : GEOLOGIE

Les formations alluviales et colluviales du Quaternaire remplissent la plaine de Bou Omrane-Bou Sâad.

Le Mio-pliocène repose parfois, en discordance sur les terrains les plus anciens et y affleure aux piémonts des Djebels Ank, Orbata, Hamadi et Chensi.

Le crétacé inférieur affleure à Djebel Orbata au niveau de la zone de Bou Omrane.

I - STRATIGRAPHIE :

En nous référant à la carte géologique au 1/100.000 (feuille d'el Ayacha N°67) et aux données des sondages, nous donnerons ci-après la description stratigraphique des différentes couches géologiques de la région (Fig.N°4).

1- Jurassique

Le jurassique n'affleure nulle part dans la région. Seul le forage de Dj. Ben Kreïr (BK-1) a traversé le membre supérieur du Jurassique constitué de calcaires et calca. es dolomitiques entre 2280 et 2914m. Le membre moyen n'a pu être traversé en totalité et y est représenté entre -2914 et -2970 m par des marnes et des calcaires avec des passages gréseux (AMOCO, 1979).

2- Le Crétacé Inférieur

Il n'affleure qu'au coeur de l'anticlinal de Djebel Orbata au niveau de Bou Omrane. Dans les bassins limitrophes, les affleurements du Crétacé inférieur se situent sur le flanc nord de Bou Hedma, le flanc Sud de Ben Younés et le flanc Sud-Est de Sidi Aïch.

La succession des formations rattachées au Crétacé inférieur est de bas en haut, la suivante (Fig.N°5):

2.1- Formation Sidi Kralif (Titonique supérieur, Berriasien, valanginien)

C'est une série essentiellement argileuse et marneuse avec des intercalations de calcaires marneux et de grès.

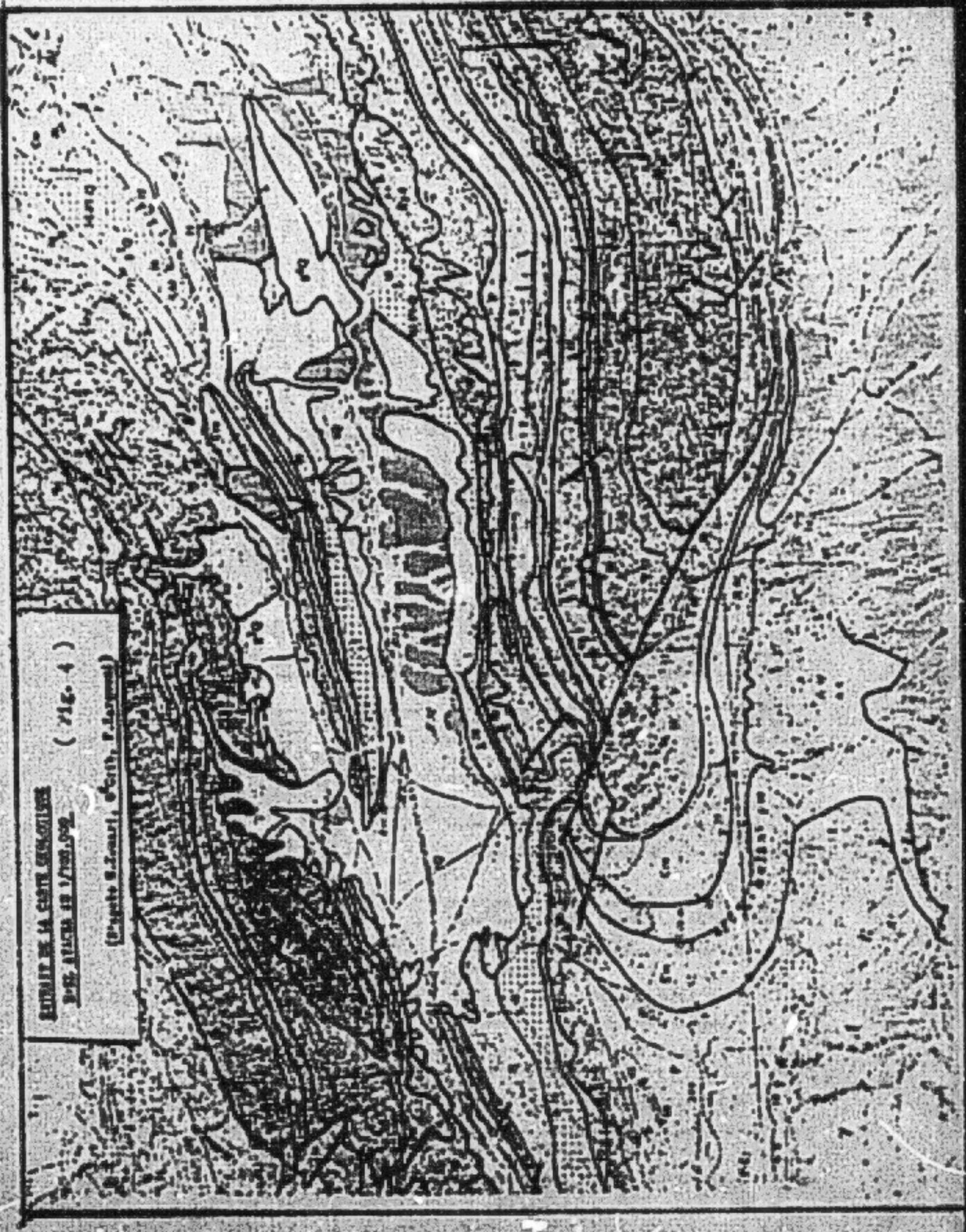
2.2- Formation Maloussi (Valanginien - Hautérivien)

Elle est représentée au niveau de Djebel Bou Hedma par des alternances de sables, d'argiles silteuses et de dolomies. Cette formation est constituée par des dolomies massives en dalles métriques forçant corniche dont l'épaisseur est de 120-140 m; puis des alternances d'argiles vertes, d'argiles sableuses à sables blancs avec des niveaux de dolomies massives (Ep:240 m).

EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE
DE LA ZONE DE LA MONTAGNE

(fig. 4)

(Échelle 1:50,000)



2.3- Formation Bou Dinar (Hauterivien)

C'est la plus ancienne formation qui affleure au niveau de Djebel Orbata. Il s'agit d'une série de sables plus ou moins consolidés blancs à grains moyens et grossiers riches en dragées de quartz, et à stratification oblique dont l'épaisseur est de 200 m. Plus à l'Est, cette épaisseur passe au niveau de Djebel Bou Hedma à 350m.

Le forage Ben Kreïr (BK-1) a rencontré entre 1185-1390 m une série de sables avec peu d'argiles et un niveau ligniteux à -1283m ainsi que de rares intercalations calcaires. Ces niveaux sont attribués à la formation Bou Dinar.

Le forage Souinia CI (n° IRM 19399/5) situé dans le bassin de Gafsa-Nord, a rencontré la formation Bou Dinar à -1414m. Elle débute par des grès blancs à grains arrondis avec des marnes et des gypses.

Les sables de la formation Bou Dinar présentent un certain intérêt hydrogéologique. Cependant, dans cette région leur captage est compromis par la tectonique.

2.4-Formation Bou Hedma (Hauterivien supérieur-Barrénien)

Cette formation affleure aux anticlinaux de Sidi Aïch, Ben Younés et Orbata. Il s'agit d'une épaisse série mixte composée de sables blancs fins, d'argiles bariolées, de calcaires bioclastiques, de dolomies laminées et d'anhydrites. Son épaisseur au niveau de Djebel Orbata (Bou Ouarane), s'élève à 275 m. Elle est de 730 m à Sidi Aïch et de 180 m à Djebel Bou Hedma.

En raison de l'abondance des alternances marno-argileuses et gypseuses, la formation Bou Hedma n'est pas intéressante sur le plan hydrogéologique.

2.5-Formation Sidi Aïch (Barrénien supérieur) :

Au niveau de Djebel Orbata comme ailleurs, la formation Sidi Aïch est représentée par des sables blancs très fins avec parfois de minces lits de calcaires jaunâtre et d'argiles. Elle forme en relief, un talus généralisant surmonté par une corniche dolomitique. Son épaisseur est peu variable ; elle est de 120 m à Djebel Orbata.

2.6-Formation Orbata (Gargasien Bédoulien) :

Cette formation est essentiellement carbonatée (calcaire et dolomie) avec des passées d'épaisseurs variables, de grès, de marnes et de gypses. A Djebel Orbata, son épaisseur s'élève à 255 m et elle ne fait au niveau de Bou Hedma, que 90 m.

3-Le Crétacé supérieur

Le crétacé supérieur est représenté par trois ensembles lithostratigraphiques bien distincts (P.F Buroillet, 1956) qui sont (Fig.N°6) :

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| - Formation Zebbag: | - Carbonates et évaporites |
| - Formation Aleg : | - Argiles et évaporites |
| - Formation Abiod : | - Carbonates |

Dans le cadre du projet de cartographie du bassin phosphaté de Gafsa, H.Zouari, A.Ouled Grib, H.Ben Guezdou et F.Zargouni ont adopté une nomenclature lithostratigraphique allant du Maestrichtien supérieur à l'Albien supérieur.

3.1-Formation Zebbag (Albien Supérieur-Turonien)

La formation Zebbag est représentée par deux membres essentiellement carbonatés séparés par un membre moyen constitué de marnes, d'argiles et de gypses.

Le membre inférieur dit Zebbag inférieur est constitué par des calcaires à Knémiceras et des barres dolomitiques.

Le membre moyen connu sur le nom du Zebbag moyen, est représenté par des argiles, des marnes, des lunachelles, des niveaux minces de dolomies et des gypses.

Le membre supérieur dit Zebbag supérieur ou Guettar, est constitué par des calcaires et calcaires dolomitiques formant corniche en relief.

Le forage Mansour 1 (Ma-1) a recoupé 490 m de calcaires et de dolomies du membre inférieur du Zebbag.

Le forage de Ben Kreïr-1 (BK-1) a recoupé :

- 0-195 m Calcaire et calcaire dolomitique (Z.Sup)
- 195-380 m Marno-calcaire et anhydrite (Z.Moy)
- 380-750 m Calcaire et dolomie (Z.Inf.)

3.2-Formation Aleg (Santonien inférieur-Coniacien-Turonien sup)

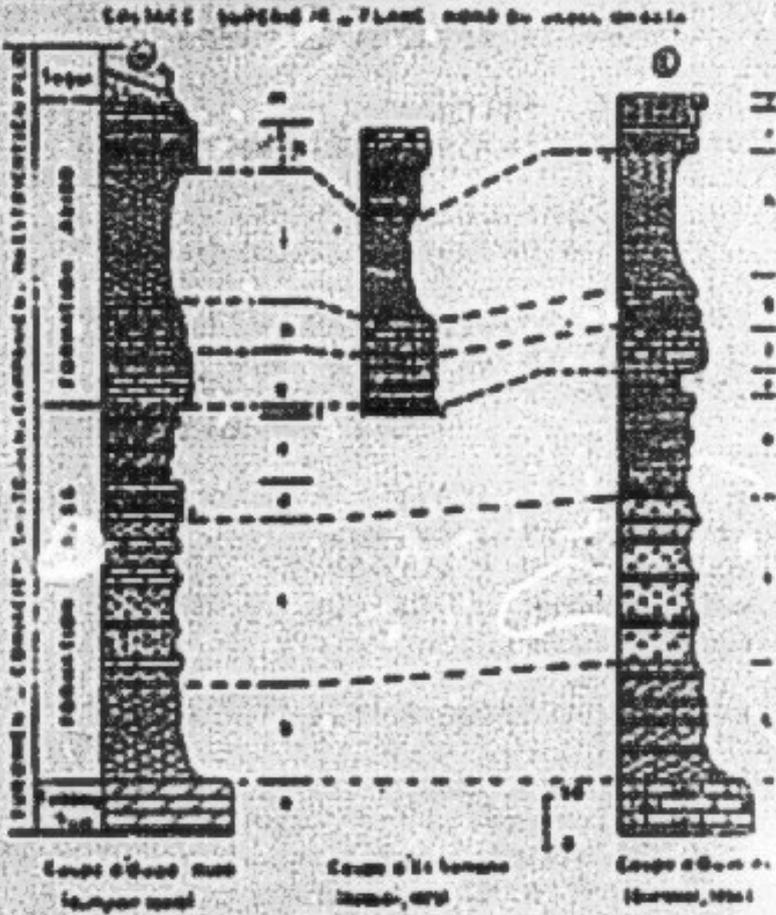
Cette formation affleure aux Djebels Orbata, Chensi et Bou Hedna. C'est une épaisse série d'argiles et de marnes avec des intercalations de calcaires, de calcaires marneux et de gypses. Les coupes levées par P.F Buroillet, (P.F BUIROLLET, 1956) à Oued Oum el Aleg et par F.Zargouni à Oued Ksab (F.ZARGOUNI, 1988) montrent que l'épaisseur totale de la formation Aleg s'élève à 257m à Oued Ksab et à 730m à Oued Oum el Aleg.

CUESTACE SUPERIEUR DU FLAEC NORD

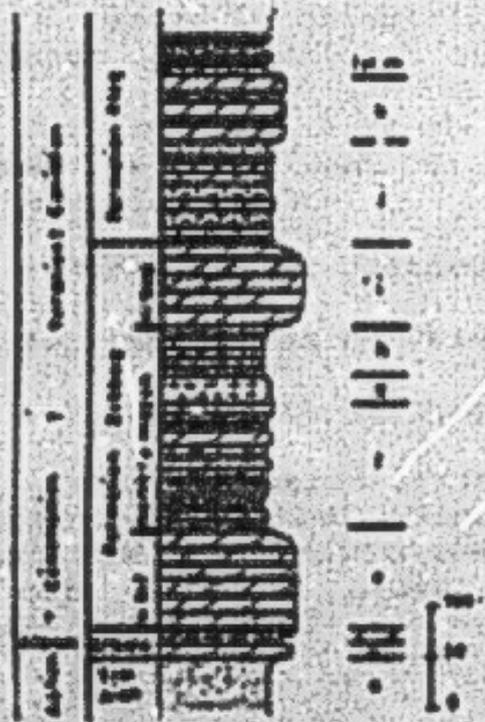
DE DJENEL ORBATA

(Fig. 6)

(D'après F.Zargouni, 1985)



- 1 - Calcaire jaunâtre dur en dalles stratifiées. Ep. 73 m.
- 2 - Liasés de 0,25 m d'épaisseur, phosphatés et glauconieux avec "flocons de silice".
- 3 - Calcaire creux en bancs décimétriques à laminaire et à rugosité de silice à la partie supérieure.
- 4 - Marnes et argiles vert-olive. Ep. 120 m.
- 5 - Argile gris-vert et calcaire blanc grisâtre 47 m.
- 6 - Calcaire creux blanc en bancs décimétriques à laminaire 15 m.
- 7 - Argile verte. 10 m d'épaisseur.
- 8 - Argile verte, calcifiée creux. Ep. 61 m.
- 9 - Calcaire brun à intercalations de niveaux argileux. Ep. 37 m.
- 10 - Gypse blanc massif à intercalations de joints bruns. Ep. 52 m.
- 11 - Marnes vert jaunâtre à nodules et débris de Lamellicornues, Cardifères et Schizoides, et de calcaires laminaires. Ep. 70 m.
- 12 - Dalles de Calcaire cristallin blanc formant une couche massive et homogène, s'intercalant au contact supérieur de la formation Akrabou.



- 13 - Gypse blanc à intercalations de joints creux de structure laminaire. Ep. 5 m.
- 14 - Dalles durées grises à creux en bancs décimétriques à laminaire, creux et argiles vertes à masses de Schizoides et de Lamellicornues. Ep. 60 m.
- 15 - Gypse blanc massif à intercalations de joints creux de structure laminaire et de joints stratifiés de bancs stratifiés. Ep. 20 m.
- 16 - Dalles de calcaire brun à rugosité de silice formant une couche massive et homogène.
- 17 - Marnes de couleur vert-olive à nodules et débris de Lamellicornues, Cardifères et Schizoides, et de calcaires laminaires à lamellaires et stratifiés. Ep. 60 m.
- 18 - Gypse blanc en gypse massif blanc à intercalations de joints creux de structure laminaire. Ep. 10 m.
- 19 - Marnes de couleur vert-olive à nodules et débris de Lamellicornues, Cardifères et Schizoides, et de calcaires laminaires à lamellaires et stratifiés. Ep. 60 m.
- 20 - Dalles de calcaire brun à rugosité de silice formant une couche massive et homogène.
- 21 - Calcaire grisâtre en bancs stratifiés. Ep. 5 m.
- 22 - Gypse blanc en gypse massif blanc à intercalations de joints creux de structure laminaire. Ep. 5 m.
- 23 - Dalles de gypse blanc, blanc, à stratifications. Ep. 10 m.
- 24 - Dalles de gypse blanc en bancs à stratifications creux et stratifiés à gypse de 10 m.

La carte géologique d'el Ayacha récemment publiée au 1/100.000 (S.Géologique, 1991) adopte le découpage stratigraphique suivant du bas en haut :

- Calcaire à Rudistes de Biréno avec argiles et grès de Beidha (Turonien p.p)
- Argiles et calcaires, dolomies et gypses du Douleb (Coniacien-Santonien p.p).

Un forage réalisé par la C.P.G en 1985 se situant à 7 km à vol d'oiseau au Sud-Est du village Bou Ouarane et implanté directement sur les affleurements de la formation Aleg, a recoupé :

- 140 m de marnes grises, des argiles et de gypses
- 140-190 m Calcaire à calcaires marneux
- 190-239 m Marno-calcaire marnes et gypses
- 239-400 m Gypses, des calcaires des marnes grises et des marno-calcaires (présence de soufre)

3.3-Formation Abiod ou BERDA (Maestrichtien)

Elle affleure aux Djebels Orbata, Biadha, Hammadi et Chensi. A sédimentation marine, la formation Abiod ou Berda se présente sous forme de deux barres de calcaires crayeux blancs séparées par un niveau de calcaire marneux.

Le membre supérieur (Berda supérieur) est représenté par des calcaires blancs à Inocerames avec des rognons de silex (Maestrichtien Sup).

Le membre moyen (Berda moyen) est constitué par des argiles, des marnes et des calcaires (Maestrichtien inf. - Campanien sup).

Le membre inférieur (Berda inférieur) est formé par des argiles et des calcaires. (Campanien)

Sur le flanc Nord de Djebel Chensi, la formation Abiod est massive sans membre argileux moyen, mais avec membre inférieur plus tendre.

4-Tertiaire et quaternaire

4.1-Les séries du Paléocène-Eocène :

a-Formation El Maria (Paléocène)

Cette formation affleure à Djebel Ank et surtout sur le flanc Nord de Djebel Chensi. Il s'agit d'argiles noires ou gris sombre résultant d'une sédimentation régulière et calme. Elle est riche en microfaune et présente des calcaires à passées phosphatées.

Le forage de Bou Saad (N° IRH 7954) semble avoir recoupé la formation El Maria de -524m à -628 m.

b-Formation Matlaoui (Eocène)

On y distingue trois termes qui sont de bas en haut :

- les vaporites et lumachelles de Thelja. Il s'agit d'une barre lumachelique avec des alternances d'argiles vertes, de grosses baryes dolomitiques et des bancs de gypse blancs massifs.

- les phosphates de Chouabine sous forme d'alternances d'argiles noires, de calcaires et de petits lits de phosphates qui sont en alternance de lumachelles et des couches de phosphate.

- les calcaires de Matlaoui sous forme d'une barre calcaro-dolomitique marquée à sa base, par un conglomérat phosphaté et correspondant à la barre de Kef Ed Dour.

Ces trois termes s'étalent sur un âge allant du Lutétien au Paléocène. Le sondage de Bir Saad a traversé sous 62m de remplissage, une épaisse série attribuée à l'Eocène. Cette série se poursuit jusqu'à 524 m.

c-Formation Jebes (Lutétien - Priabonien)

Une coupe décrite au niveau de Djebel Ank (S.Sassi, 1974) (Fig.N°7) se présente avec des gypses massifs blancs et quelques intercalations d'argiles vertes. D'une épaisseur de 75m, cette formation affleure à Djebel Ank et au niveau de la fermeture occidentale de Djebel Chezzi.

4.2-Miocène et Quaternaire :

4.2.1-Le Miocène

Le Miocène est formé par deux unités lithologiques bien distinctes, qui sont les formations Béglia et Segui.

a-Formation Béglia (Miocène)

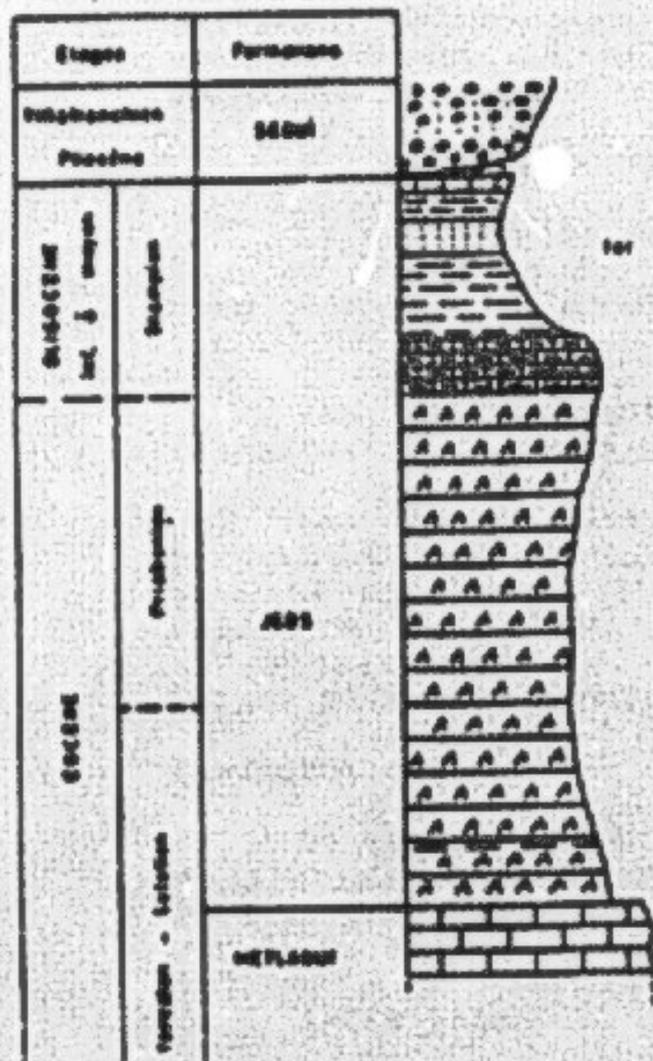
Elle englobe des couches d'argiles vertes et des sables fins blancs admettant des stratifications obliques. Cette formation n'affleure nulle part dans la région étudiée. Ailleurs, elle n'a pas été recoupée par les forages.

b-Formation Ségui (Mio-pliocène)

Les sables de la formation Béglia sont généralement surmontés par des marnes grises et rouges avec présence de barres de gypse. Des niveaux conglomératiques de plus en plus importants sont indiqués vers sa partie supérieure.

SERIE SUPERIEUR DE DJEBEL ANK (Fig. 7)

(D'après F.Zargouni, 1985)



- g - Conglomérats polygonaux appartenant à la formation S
- f - Alternances d'argiles grises schistées et de calcair imprégnés d'oxyde de manganèse riche en bisulfures et en C peles. Ep. 4 m.
- e - Couches de fer oolithique. Ep. 3 m.
- d - Argiles vertes à nodules de manganèse dans la partie supérieure, et riche en gypse de fer de lance à sa base. Ep.
- c - Calcaires à micro-calcaires à Ostrea en bancs phosphatés coniques à sa base. Ep. 8 m.
- b - Gypse massif blanc avec quelques intercalations d'arg vertes. Ep. 73 m.
- a - Balles calcareo-siliceuses riches en bioclastes appartenant au sommet de la formation METLAGNI.

Dans la plaine de Bou Ouarane, la présence de cette formation devient prépondérante. Les sondages l'ont traversé sur une bonne partie de son épaisseur.

Les deux forages de reconnaissances Bou Ouarane (N°IRH 19189/5) et Ghedir (N°IRH 19219/5) réalisés entre Bou Ouarane et Bir Sâad, ont traversé sur 140 m, une série constituée essentiellement d'argiles rouges parfois sableuses avec des niveaux conglomératiques attribuables à la formation Ségui.

Le forage Hamadi (N°IRH 19651/5) situé à Bou Fâad, a traversé 350 m d'argile sableuse, de sables très fins et de graviers. Ces couches reposent sur 4m de marnes, de calcaires et de gypses. La série de base semble correspondre à la formation Orbata.

4.2.2-Le Quaternaire

Le Quaternaire est en continuité avec le Mio-pliocène. Dans la région de Bou Ouarane-Bou Sâad. Il y est formé par des conglomérats, des croûtes calcaires ou gypseuses et des sables fins.

Ces dépôts sont sous forme de terrasses à nodules calcaires et de cônes de déjection.

Les coupes des forages réalisés dans la région ne permettent pas de distinguer le Quaternaire du Mio-pliocène mais il semble que l'épaisseur du Plio-Quaternaire subit une réduction vers l'Est. En effet, au niveau du forage Bir Sâad il ne fait que de 62 m alors qu'au niveau du secteur de Bou Ouarane il semble dépasser les 400m.

II-TECTONIQUE

La région de Bou Ouarane - Bou Sâad appartient au domaine de l'atlas saharien qui se présente sous forme d'une chaîne (Orbata-Bou Hedna) de plis en échelon d'orientation Est-Ouest bordés au Sud par l'accident Sud Atlasique (Fig.N°8).

1-Les plis

1.1 L'anticlinal de l'Orbata

De direction Ouest 80°-90°, cet anticlinal évolue en une structure dejetée à deversée vers le sud et tronquée par la faille de Gafsa.

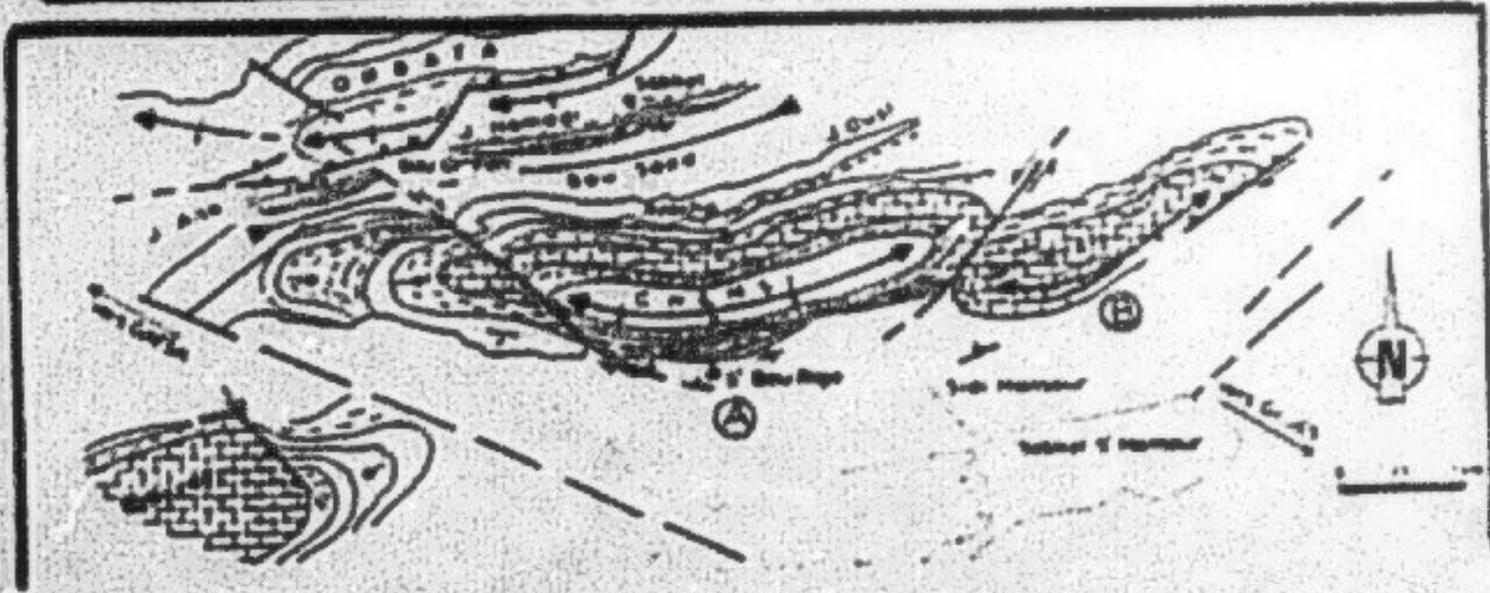
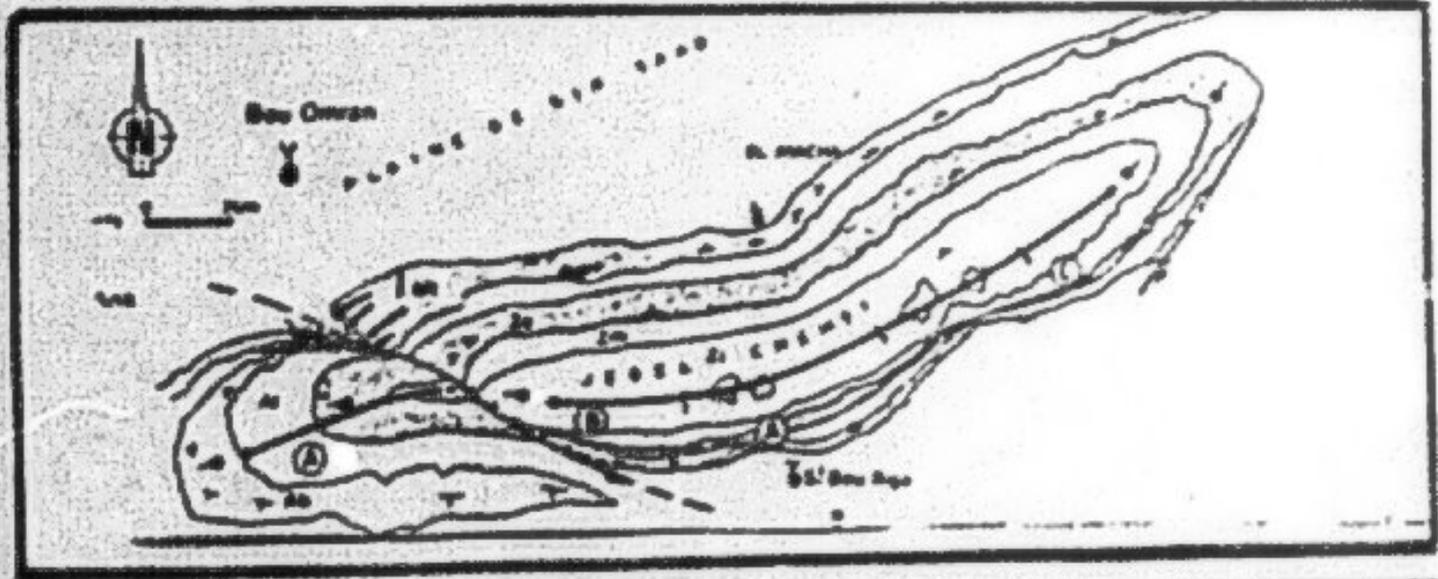
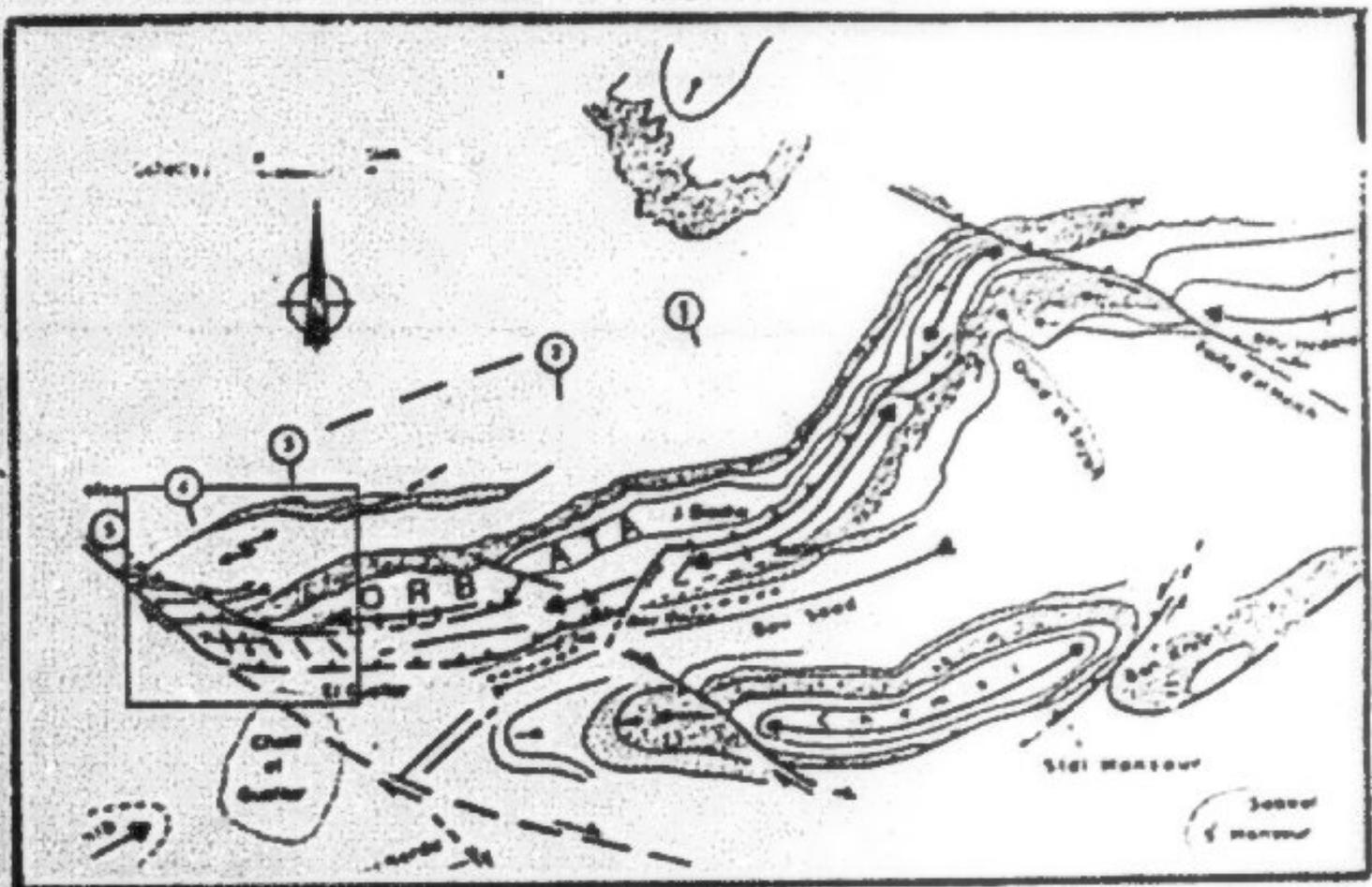
Au niveau de Bou Ouarane, le flanc nord de l'anticlinal de l'Orbata chevauche largement son flanc sud (fig.N°9)

Ceci a entraîné la suppression de la quasi totalité des formations Zebbag et Aleg mettant ainsi en contact, les séries du Miocène avec les argiles et les sables de Bou Hedna (Crétacé inférieur).

DPS DJEBELS ORBATA, CRIMSI ET BEN KHETR

(D'après F. Zargouni, 1985)

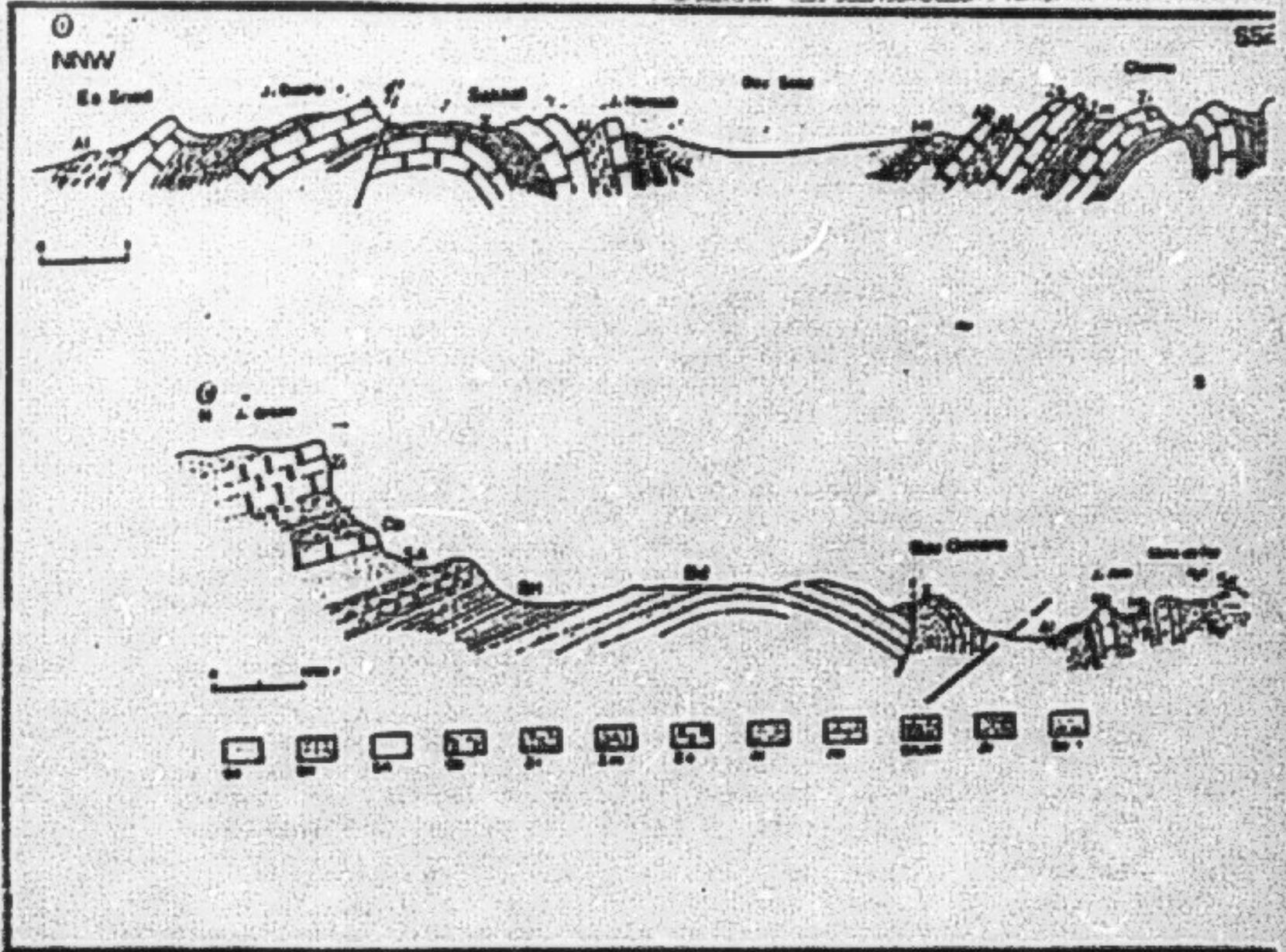
(Fig. 8)



COUPES GEOLOGIQUES DE L'ANTICLINAL DE
L'ORBATA AU NIVEAU DE BOU OMRANE
ET SAKET

(D'après F.Zargouni, 1985)

(Fig. 9)



Dans la région de Saket, la structure de l'Orbata présente une virgation associée à un accident qui délimite les affleurements des sables de Bou Dinar occupant le cœur de cette structure.

L'anticlinal de l'Orbata se poursuit vers l'Est, jusqu'au dôme de Bou Hedma où la faille d'el Mech tronque son extrémité orientale.

1.2-L'anticlinal de Chamsi

C'est un anticlinal isolé de direction W 75 qui est déversé vers le sud. Il est affecté par plusieurs failles de différentes directions. Les formations en affleurement s'étendent de l'Aptien inférieur au Plio-Quaternaire. Les deux barres calcaires et dolomitiques cénozoïennes et turoniennes constituent l'ossature de la principale structure.

1.3-L'anticlinal de Ben Kreir

L'anticlinal de Ben Kreir est long de 18 km et large de 15 km. De direction N 70°, il est disposé en relais dextre et admet un déjetement au SE. Les formations en affleurement s'étendent du Cénozoïque au Sénécien.

2-Les failles :

Les flancs sud des anticlinaux de cette chaîne sont bordés par des failles qui font qu'ils soient dissymétriques déjetés à déversés vers le sud. Les accidents majeurs connus dans la région sont : la faille de Gafsa, le chevauchement de Bou Ouarane et les failles du Djebel Chamsi.

2.1-La faille de Gafsa

La faille de Gafsa, de direction moyenne N 120° a affecté le flanc sud des djebels Bou Ramli et Ben Younés. Elle se présente comme un couloir de décrochement dont le passage est marqué par un alignement de sources allant de Sidi Ahmed Zerroug à l'Ouest jusqu'à Lalla à l'Est.

Cette faille a tronqué l'extrémité occidentale de l'anticlinal de l'Orbata. Elle se poursuit vers l'Est jusqu'à l'extrémité orientale de la chaîne des chotts.

2.2-Chevauchement de Bou Ouarane

Le jeu de la faille de Gafsa a induit des replis d'entraînement et des fractures majeures à savoir la faille d'Oued Ramel et le chevauchement de Bou Ouarane, qui a supprimé la quasi totalité de la formation Iebbag et une partie de l'Alég mettant ainsi en contact, les séries plio-quaternaires avec les séries du Crétacé inférieur (Orbata, Bou Hedma, etc..).

2.3- Les failles de Djebel Chensi

L'anticlinal de Djebel Chensi est affecté par un accident majeur au niveau de son extrémité occidentale qui se poursuit probablement, jusqu'à Djebel Ank. Un autre réseau de failles s'observe plus particulièrement sur le flanc sud de cet anticlinal.

CHAPITRE III - HYDROGÉOLOGIE

I-INTÉRÊT HYDROGÉOLOGIQUE DES DIFFÉRENTES FORMATIONS.

1-Le Crétacé Inférieur

Les deux seules formations susceptibles de constituer des réservoirs aquifères au sein du Crétacé inférieur sont :

- les sables de Sidi Aïch,
- les sables de Bou Dinar.

Ces formations affleurent au niveau de Bou Ouarane et peuvent bénéficier d'une certaine alimentation locale. Cependant, la configuration structurale est de nature à limiter leur chance pour être aquifères. En effet, ces formations se situent à des profondeurs excessives et semblent être coupées de toute communication avec les autres bassins.

Le forage el Guettar CI (N° IHN 19681/5) situé au sud du chevauchement d'el Guettar qui se prolonge jusqu'à la région de Bou Ouarane, n'a pu atteindre jusqu'à une profondeur de 1700 m, son objectif hydrogéologique. En effet, une faille de 1200 m de rejet est responsable de la mise en contact des séries du Paléocène avec la barre éptienne de la formation Orbata.

2-Le Crétacé supérieur

Tous les niveaux compétents des différentes formations du crétacé supérieur présentent un certain intérêt hydrogéologique en raison de leur aptitude (perméabilité en grand) à bénéficier d'une alimentation de surface. Ces niveaux sont du hcs en haut:

- la barre calcaire et dolomitique du Zebbag inférieur,
- la barre calcaire du Zebbag supérieur (Guettar),
- les alternances à prédominance de carbonate de la formation Aleg,
- Les calcaires crayeux (du membre supérieur de la formation Abiod).

Au niveau de la plaine de Bou Ouarane-Bou Saad, seul le forage Bir Saad (N° IHN 7954/5) a rencontré entre -640 m et -735 m, des calcaires blancs crayeux avec des rognons de silice (formation Abiod ou El Harđa Sup). Il semble que ces séries ne soient pas suffisamment karstifiées.

Vers Bou Ouarane, les pendages du Néogène et du Quaternaire passent sur le flanc Nord de Djebel Chamsi de 15° à plus de 40°. Quant aux couches du versant sud de Djebel Kazzadi, elles sont pratiquement subverticales. De ce fait, l'épaisseur totale du Néogène et du Quaternaire dépasse à cet endroit, les 300 m.

Au centre de la plaine, cette disposition rend les chances de rencontrer un aquifère au sein du Crétacé supérieur très aléatoires. En effet, d'une part l'importance du recouvrement est de nature à baisser la karstification et d'autre part, la toit de la formation Abiod se situerait à plus de 1200 m de profondeur.

Deux forages ont été réalisés en bordure des reliefs dont un à El Ayacha sur les affleurements du Miocène et l'autre sur les affleurements de la formation Aleg. Ces deux forages sont :

* Forage el Ayacha (N° INM 246/3); Il a atteint la profondeur de 127m. Le Sénonien supérieur (Abiod ou el Barda) y a été touché à -83m. Une nappe à pente ascendante est remontante à -116 m.

- Forage Chensai : Ce forage est réalisé dans le cadre du projet de recherche du soufre (CPG et INRST). Il a rencontré une nappe localisée dans des alternances calcaires entre -140 et -190 m. Le résidu sec de l'eau mesuré au conductivimètre est estimé à 3 g/l. Le niveau statique reste le paramètre le moins certain. Il a été estimé à -30 m de profondeur.

Il semble que le rôle hydrogéologique des calcaires du Sénonien se limite à la zone de bordure des affleurements influencés par l'infiltration. Cet aquifère présente des niveaux statiques tellement profonds dans les forages, que l'exploitation de la nappe ne peut être conçue que pour l'alimentation en eau potable.

3-La Paleogène-Eocène :

La formation el Maria (Marne et argile) et les alternances des séries phosphatées Thalja et Chouabine sont franchement imperméables au point que ces niveaux ne peuvent avoir aucun rôle hydraulique. Seule la barre calcaire-dolomitique de Kef Ed Dour qui affleure le long du flanc Nord de Djebel Chensai, peut constituer un objectif hydrogéologique d'un certain intérêt.

Le forage de Sir Sâad a rencontré cette barre calcaire entre -62 à -119m. Ce niveau a fait l'objet d'un captage provisoire et il a subi un pompage d'essai de courte durée qui a donné les résultats suivants :

Niveau statique	=	-15 m
Débit	=	8 l/s
Rapattement	=	30 m
Résidu sec	=	2 g/l

Ceci confirme le rôle hydrogéologique que peut avoir ce niveau.

4-Le Néogène et le Quaternaire

Le Néogène est subdivisé en deux unités lithostratigraphiques dont une sableuse située à la base, dite formation Béglia d'âge miocène et l'autre lui est sus-jacente plutôt argileuse, dite formation Ségui d'âge pliocène.

Le Quaternaire y est surtout conglozématique avec des croutes gypseuses ou calcaires. Aucun affleurement sableux attribuable à la formation Béglia n'est observé dans la région de Bou Omrane Bou Sâad. Le Quaternaire y occupe la majeure partie de la plaine. Les séries silteuses et argilo-sableuses du Mio-pliocène affleurent plus particulièrement, sur le flanc Nord de Djebel Cheasi et sur le versant sud de Djebel Hamadi.

On dénombre cinq forages dans cette région dont trois qui ont entièrement traversé le Mio-plio-Quaternaire.

4.1-Données hydrogéologiques des forages

1-Forage El Ayacha (N° IRH 246/S) :

Il a traversé 89m d'éboulis d'âge miocène. Cette formation est à sec puisque la nappe est localisée dans les calcaires Sénonien et son niveau statique se situe à -116 m/TH.

2-Forage de Bir Saad (N° IRH 7934/S)

Ce forage a atteint une profondeur de 735 m. Il a traversé une série grossière de galets, graviers et sables parfois peu argileux. Son épaisseur est de 62m. Cette formation d'âge plio-quaternaire renferme une nappe phréatique captée par puits de surface.

3-Forage Hammadi (n° 19651/S) :

Localisé dans la zone de Bou Sâad entre Dj Hammadi et Dj. Toum Dédine, ce forage a atteint la profondeur de 354 m. Il a traversé sur 350 m, une succession de niveaux constitués de galets calcaires, de graviers, de sables et des lits minces d'argiles rouges. À la base, la série passe à des argiles verdâtres à grisâtres (de 350 à 354) appartenant probablement, à la formation Orbata.

Le captage de ce forage se situe entre -262 et -331 m. Le niveau statique de la nappe, y remonte à -65 m. Le résidu sec de l'eau est de 4,4 g/l.

Les caractéristiques hydrodynamiques obtenues suite au captage du remplissage plio-quaternaire sont médiocres et illustrent la mauvaise alimentation du Complexe détritique comme l'en témoignent d'une part, la qualité chimique des eaux relativement médiocre (R.S = 4,4 g/l) et d'autre part, la faible débit spécifique.

4-Forage de Bou Ouarane (N°19189/5)

Ce forage de reconnaissance réalisé en 1985 à Bou Ouarane, était destiné à la reconnaissance des caractéristiques hydrauliques de la partie supérieure du remplissage plio-quaternaire. Il a traversé une série d'argile avec des niveaux grossiers constitués de galets, graviers sables et sables argileux.

Le captage de ce forage se situe entre -33 et -66m. Il correspond à un horizon grossier. Les travaux de développement ont permis de s'assurer que le niveau capté est stérile et que le niveau hydrostatique de la nappe se situe entre -80 et -90 m/TM.

5-Forage El Khedir (N° IRH 19/5)

Ce forage se situe à environ 5 km à l'Est du forage Bou Ouarane (N°IRH 19189/5). Il a rencontré la même série recoupée par celui-ci et a atteint la profondeur de -140m.

L'horizon capté se situe entre -80 et -120m. Le niveau statique de la nappe est de -35 m/TM.

6-Forage de Jbilet Oust (N° 19208/3)

Ce forage se situe à la limite entre la plaine de Bled Talah et celle de Bou Ouarane-Bou Saad. Il a capté entre -166 et -239m une série de sable argileux du Plio-Quaternaire. Le débit spécifique fourni par ce forage est très faible et témoigne de la faiblesse des performances de l'aquifère. Le niveau statique est de -77,5 m/TM. Le résidu sec y est de 0,8 g/l. Ces données confirment l'appartenance de ce forage à la nappe de Bled Talah.

Les données hydrogéologiques recueillies au niveau des sondages montrent que le remplissage mio-plio-quaternaire est constitué par un système de niveaux multicouches interconnectés. Toutefois, il semble que les caractéristiques hydrodynamiques de ce système sont médiocres.

On distinguera dans ce qui suit, la nappe phréatique des autres niveaux aquifères qui sont plus profonds.

II-Les Nappes Aquifères :

1-Nappe phréatique :

1.1-Le réservoir:

La nappe phréatique de Bou Ouarane-Bou Saad correspond au premier niveau aquifère rencontré dans le remplissage plio-quaternaire et elle est captée par puits de surface.

Les séries rencontrées dans le forage de Bou Ouarane (N° IRIH 19189/5) sont plutôt argileuses avec des intercalations de niveaux grossiers. Cependant, en raison de la position topographique du forage, ces formations sont sèches sur au moins 80 m. L'épaisseur totale semble dépasser 500 m. Les quelques puits inventoriés se localisent un peu vers l'Est à une cote plus basse. Toutefois, il y a lieu de constater que les puits n° 1, 2, 3 80 et 93 se situent sur les affleurements du Crétacé inférieur (Formation Bou Hedma) et captent des alternances de calcaires et de marnes.

Le secteur d'el Ghedir présente des faciès détritiques de granulométrie moyenne à grossière. Il correspondent aux dépôts de cône de déjection des Oueds. La plupart des puits se localisent dans des Talwegs et captent des niveaux argilo-sableux avec des passes grossières constituées de graviers, galets et sables grossiers.

Le forage el Ghedir a traversé 140 m d'alternance d'argile et de sable avec des niveaux conglomératiques. L'épaisseur totale du remplissage mio-plio-quaternaire est estimée à environ 300 m.

Au niveau du secteur de Bir Saad, le remplissage mio-plio-quaternaire subit une réduction importante de son épaisseur. En effet, le forage de Bir Saad (N° BIRH 7954/5) a traversé 63m de graviers, galets, sables grossiers et minces lits d'argiles sableuses.

Ce complexe détritique provient des dépôts de l'Oued El Kebir et ses affluents.

A Bou Saad, le remplissage mio-plio-quaternaire recoupé par le forage Hammadi (N° IRIH 14651/5), se présente sous forme de galets, graviers et sables enrobés dans une matrice argileuse. Ces formations se sont révélées sèches sur 68m (niveau statique du forage -65m).

1.2-Inventaire des points d'eau :

L'inventaire des points d'eau actualisé en Septembre 1991, a permis de recenser dans toute la région, 44 puits dont 15 puits équipés. Certains puits situés au dessus du village de Bou Ouarane, captent les séries du Crétacé inférieur (alternances de calcaire et marnes de la formation Bou Hedma) d'autres localisés au niveau de Sake', captent les alternances de calcaires et d'argiles du membre moyen de la formation Zebbag.

Il en résulte que 10 puits dont un équipé, ne captent pas les formations du Mio-Plio-Quaternaire. Au total, le nombre des puits appartenant à la nappe phréatique de Bou Ouarane Bou Sâad s'élève à 34 puits (Fig n°10).

1.3-Débit des puits

Cinq puits ont fait l'objet de pompage d'essai pour la détermination de leur débit spécifique. Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

Domination	Numéro	Débit du puits Q l/s	Debit du pompage Q l/s	Rabat (m)	Debit spécif Q l/s	Observation
Belgacem Aribi	66	0,65	3	4,72	0,10	Bir Sâad
Amor Bel Hédi	70	0,44	3,22	2,07	0,21	Bir Sâad
Med. Ben Ali	92	0,44	3,2	3,38	0,13	El Ghedir
Amor Ben Med.	68	1,1	3	2,07	0,53	Bir Sâad
Saad Ben Med	72	0,9	3	2,83	0,31	Ghedir

Pour des débits de pompage de 3 l/s, les rabattements qui en résultent, varient de 2 à 4,7 m soit une moyenne de 3m.

Le débit moyen de la nappe suivant la méthode Porchet, est de 0,7 l/s, ainsi le débit spécifique moyen est de 0,25 l/s/m.

Les meilleurs débits spécifiques sont fournis par les puits situés dans les alluvions des Oueds. C'est plus particulièrement le cas du secteur de Bir Sâad à proximité de l'oued Kebir et de ses principaux affluents. Néanmoins, la pénétration partielle des puits est à l'origine du mauvais rendement de certains de ces ouvrages.

1.4-Profondeur du plan d'eau

La région de Bou Ouarane-Bou Sâad est une zone très accidentée. Elle est traversée par un grand nombre de ravins.

Le niveau hydrostatique de la nappe baisse de Bou Ouarane vers Bir Sâad (fig.n°11). Il est à plus 50m de profondeur dans le secteur de Bou Ouarane et Bou Sâad, entre 30 à 40m dans le secteur d'el Ghedir, et inférieur à 20m à Bir Sâad.

1.5-Chimie des eaux:

Le résidu sec de l'eau de la nappe phréatique de Bou Ouarane-Bou Sâad oscille entre 1,5 et 3,5 g/l. (fig N°12).

Fig. 10

CITY STATIONS SINCE RECONSTRUCTION
IN NEW ORLEANS - 1899

CITY STATION POSITIONS FOR
1877

••••• Points of own members of section

EASTERN STANDARD TIME

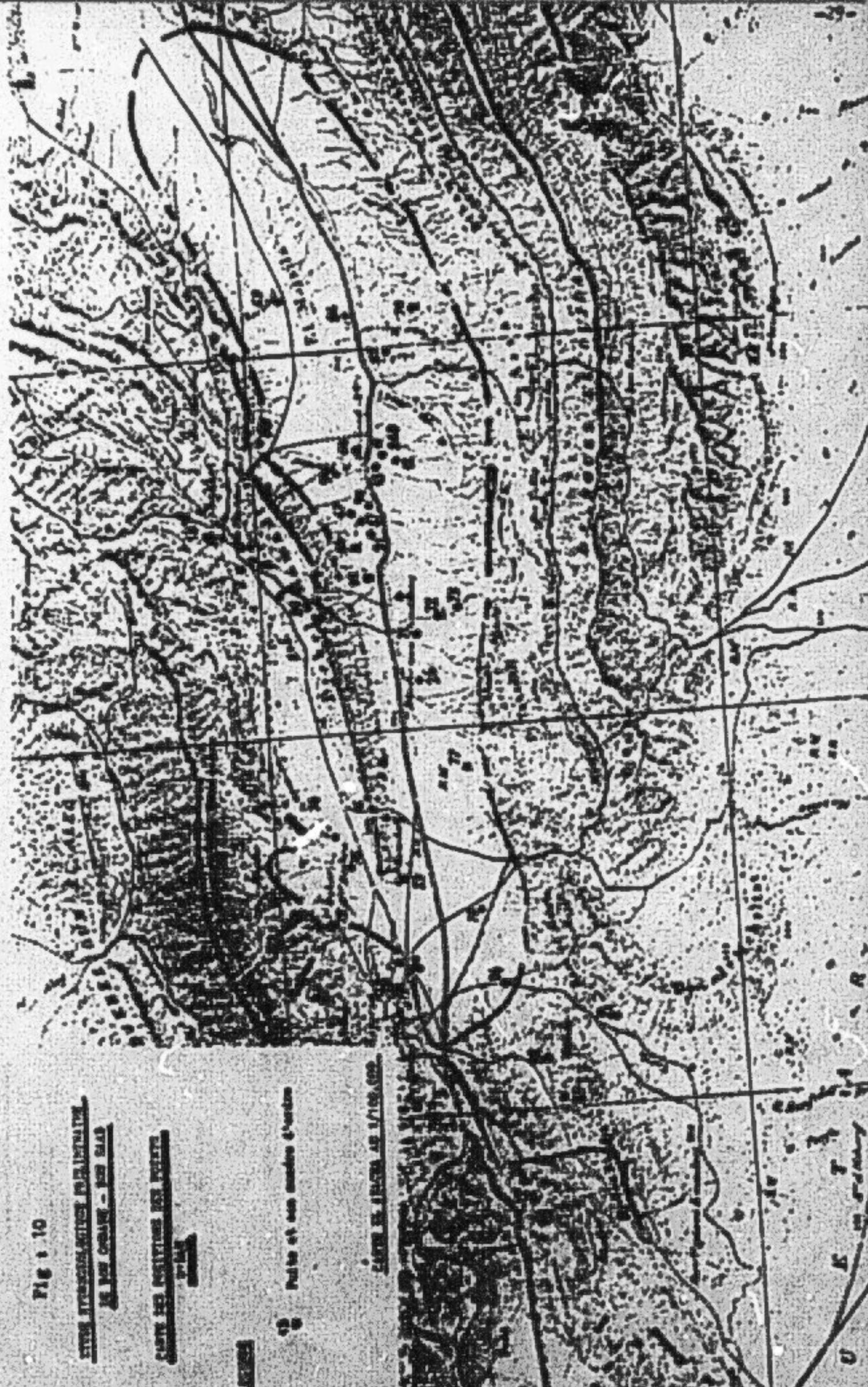


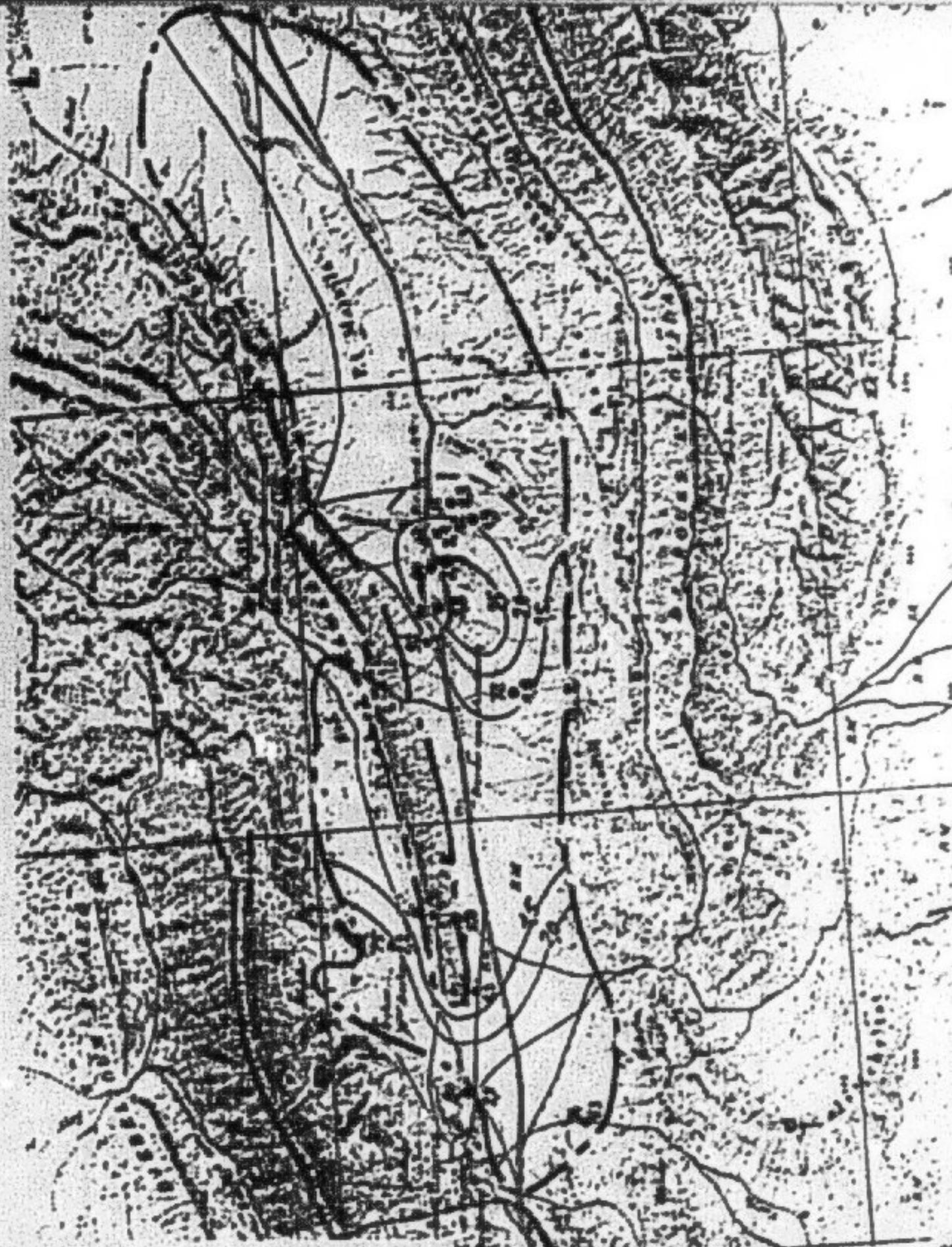
FIG. 12

STUDY OF THE SUBSTRATE
IN THE REGION OF THE
LAKE OF ST. PIERRE - 1958
MAP NO. 1000

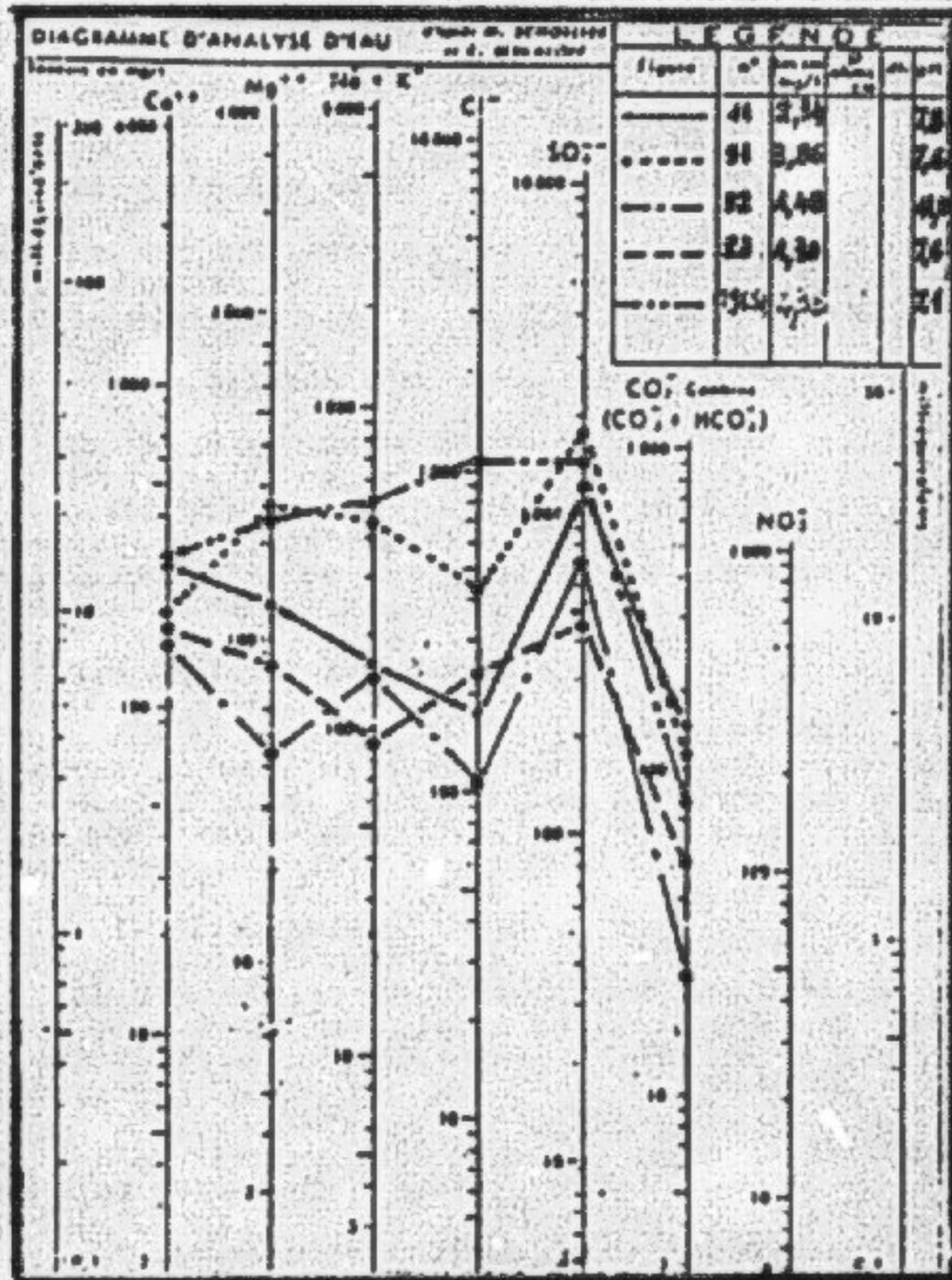
1:50,000

Map of the region N. 1. 4
1:50,000
Scale of 1:50,000
Scale of 1:50,000

Map of the region N. 1. 4



(Fig. 12^b)



La salinité de l'eau présente une certaine hétérogénéité. En effet, les résultats des analyses chimiques montrent que la parenté chimique des eaux n'est pas très nette quoiqu'on distingue la dominance du faciès sulfaté-sodique. Les deux phénomènes qui semblent être à l'origine de cette hétérogénéité chimique sont :

- La présence des croûtes gypseuses.

Les croûtes gypseuses se rencontrent généralement au piedmont des reliefs. Le ruissellement provoque la dissolution du gypse. Le rapport SO_4/Cl est relativement élevé au niveau de la majorité des puits.

Le rapport caractéristique Mg^{++}/Ca^{++} est inférieur à l'unité sauf aux puits n°24, 90 et 6. Ce phénomène semble être lié à la durée du contact de l'eau avec la roche.

- La proximité d'un cours d'eau

Un certain nombre de puits situés à proximité immédiate de l'oued Kébir ou de l'un de ses affluents, présentent une eau relativement peu chargée en sels qui résulterait d'une alimentation préférentielle à partir des crues. Ainsi la qualité chimique de ces eaux est influencée par l'importance du volume de la recharge.

1.6-Exploitation annuelle

L'actualisation de l'inventaire des points d'eau effectuée au mois de septembre 1991, a permis de recenser 44 puits dont 15 puits équipés. Les prélèvements à partir de ces puits sont estimés à $15.10^3 m^3/an$. Ainsi l'exploitation de cette nappe est relativement faible.

1.7-Piézométrie

La piézométrie de cette nappe est établie (figure n°13) sur la base d'une estimation de la cote topographique du puits considéré. Elle constitue une ébauche permettant de faire les constatations suivantes :

- L'écoulement général de la nappe se fait d'Ouest en Est vers Bled Talah.

- L'exécutoire principal de la nappe est la dépression de Sebket en Macuel.

- Le gradient hydraulique varie de 5 à 6 ‰ sauf entre Bir Koucha et el Chedir où il est de 3 ‰. Ce fort gradient relatif est lié à la bonne transmissivité de la formation.

LIFFES PHOSPHATÉS : BOU OUFANE - BOU ELAD

N° D'ORDRE	DENOMINATION	N° FUYES	SECTEUR	$\frac{SO_4}{Cl}$	$\frac{Ba}{Mg}$	$\frac{Ba}{Ca}$	$\frac{Mg}{Ca}$
1	Bir El Zouam	80	B. Oufane	5,46	0,60	0,46	0,76
2	Assara b Ghicula	7	Hammedi	9,62	0,62	0,27	0,43
3	Balen b Artibi	12	Bir Elad	4,25	0,83	1,04	0,72
4	Bir Elad (Public)	15	" "	7,90	0,62	0,48	0,78
5	Bir Bordj Elad	11	" "	5,05	0,64	0,53	0,79
6	Bir el Koucha	23	B. Oufane	1,66	0,59	0,56	0,94
7	Fed b Assar Akroui	5	" "	6,96	0,66	0,54	0,77
8	Salah b Mabrouk Abdallah	81	" "	2,22	1,23	1,15	0,93
9	Fethi b Fed b Hassed	91	Elad	3,08	0,26	0,64	0,24
10	Fed Ali Bou Eladi	92	Hammedi	5,05	2,07	1,14	0,55
11	Hamouda b Jilani	90	Elad	9,75	0,28	0,56	1,97
12	Bir Bathla (Public)	6	" "	5,99	0,39	0,48	1,21

Fig. 13

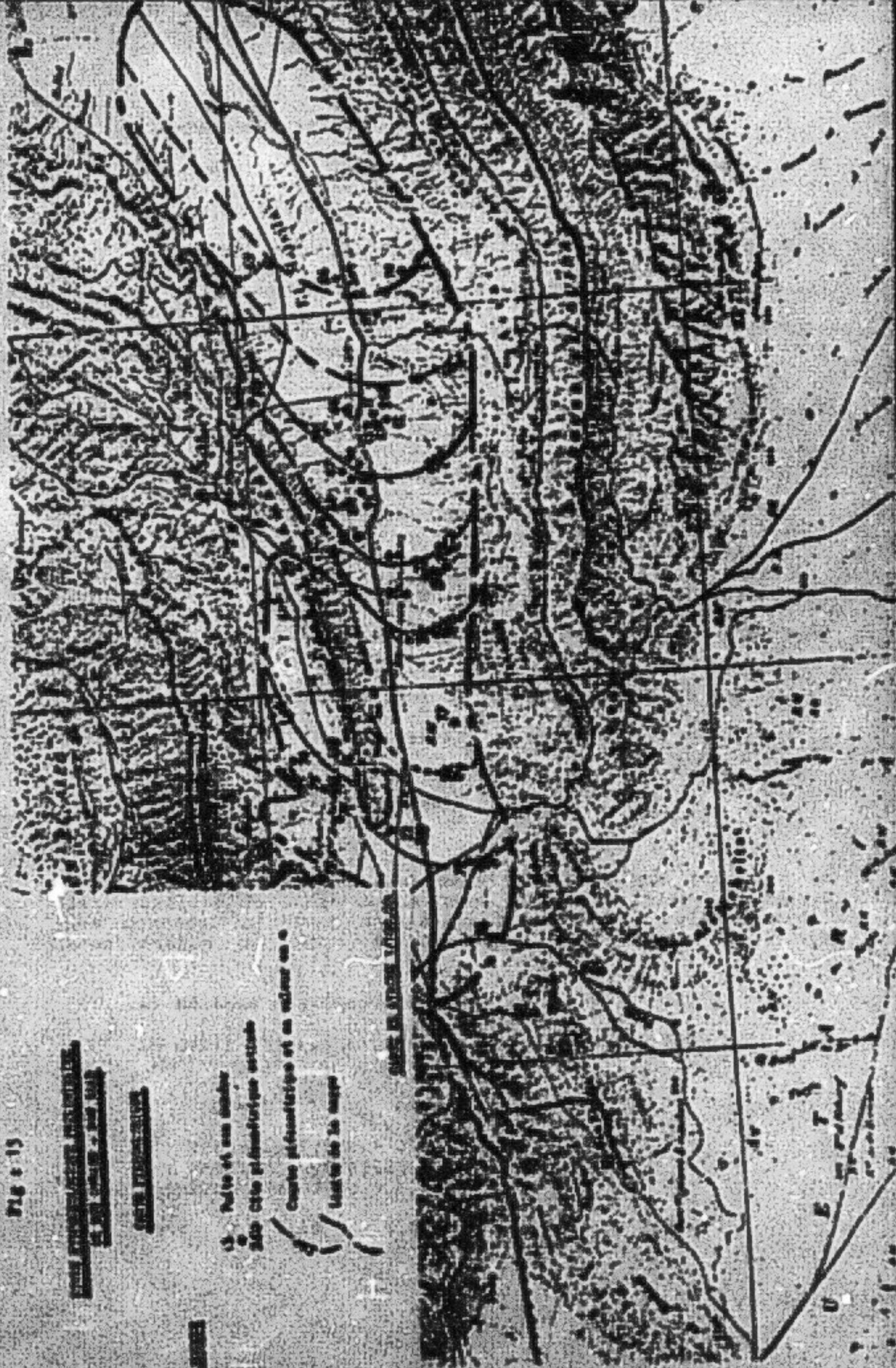
PLATEAU DE LA MONTAGNE DE LA VALLÉE - 1900

PLATEAU DE LA MONTAGNE DE LA VALLÉE

1. Puits et ses annexes
2. Site des plantations actuelles

Courbe géométrique et en valeur en 0
Lignes de la carte

CHATELAIN - 1900



1.8-Transmissivité

Les résultats des essais du type Porchet permettent d'avoir une approche de la valeur de la transmissivité (fig. 14 et 15) et de faire les constatations suivantes :

- les débits de pompage n'ont pas dépassé les 3 l/s,
- le temps de vidange des puits est très court,
- la remontée est très lente et dépasse parfois 24 heures.
- La totalité des puits ne capte pas l'horizon aquifère sur toute son épaisseur. Cette situation se traduit par une sous-estimation des valeurs de la transmissivité.

Les valeurs de transmissivité tirés de ces essais sont consignés dans le tableau suivant:

Dénomination	N° du puits	Transmissivité en m ² /s		Secteur
		Abaissenent	Remontée	
Amor B Ned.	68	1,9 10 ⁻⁴	-	Bir Saad
Saad B Ned	72	1,3 10 ⁻⁴	-	El Ghedir
Ned B Ali	92	0,8 10 ⁻⁴	-	Bir Saad
Belgacem B Aribi	66	1,0 10 ⁻⁴	-	Bir Saad

1.9-Débit de la nappe :

Le bilan hydrogéologique de la nappe est donné par :

$$P = E + R + I \quad \text{avec :}$$

- P= Pluviométrie (en mm)
- E= Evapotranspiration (mm)
- R= Ruissellement (mm)
- I= Infiltration (mm)

Cette équation ne peut servir dans le cas étudié à la détermination du débit de la nappe et ce en raison du manque des données relatives à l'évaporation et au ruissellement. L'estimation du débit de la nappe est abordée par deux approches :

a) Méthode des isopièzes (loi de Darcy) :

Le débit qui transite à travers l'isopièze 250m, obéit à la loi de Darcy :

$$Q = T I L \quad \text{avec :}$$

- T : Transmissivité = 2.10⁻⁴ m²/s.
- I : Gradient hydraulique = 5,5 10⁻³
- L : Front de nappe = 6,5 km

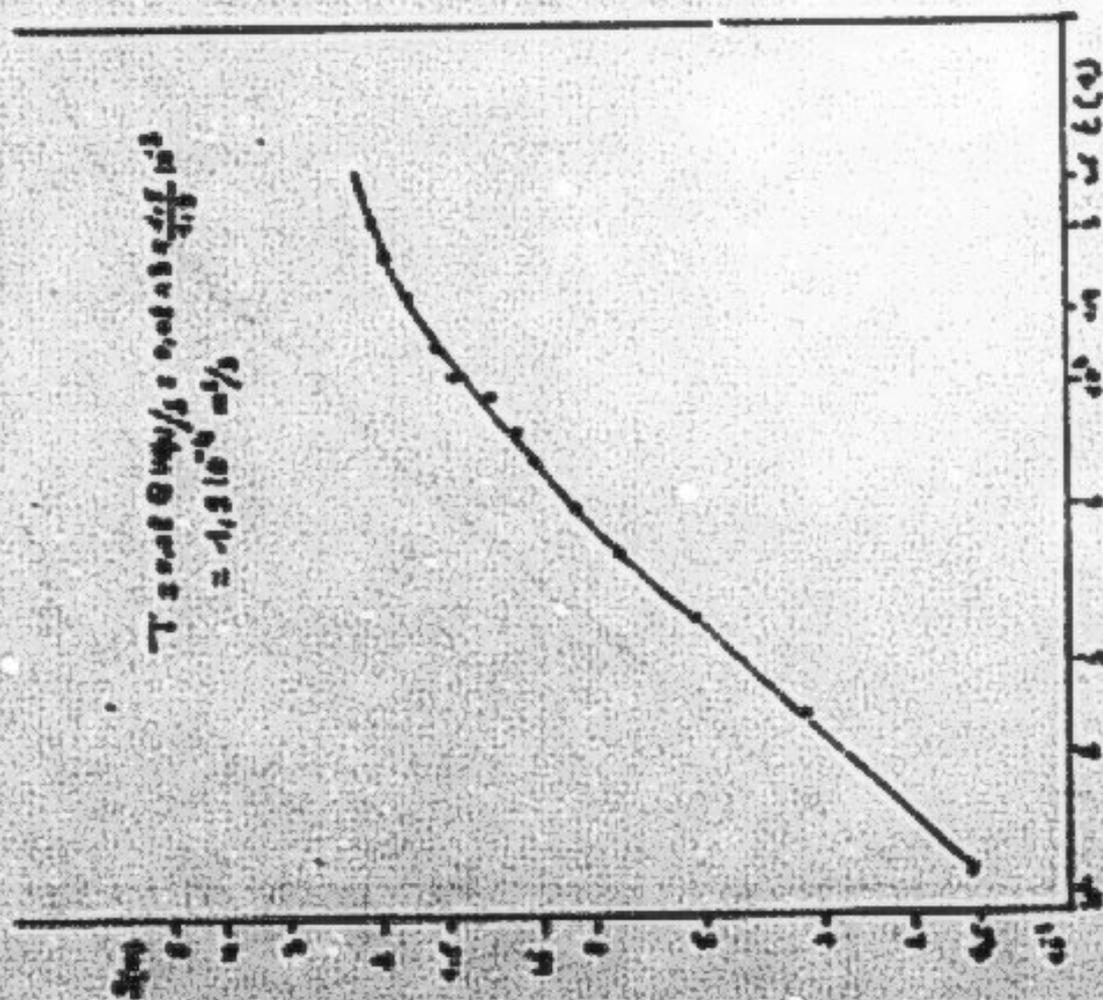
$$\text{Soit : } Q = 2.10^{-4} \times 5,5.10^{-3} \times 6,5.10^6 = 7,1 \text{ l/s}$$

Fig 14

LAINE DE BOU OUBAHE - BOU SAAD

CALCUL DE LA TRANSMISSION

Puits N° 1 68



Puits N° 1 72

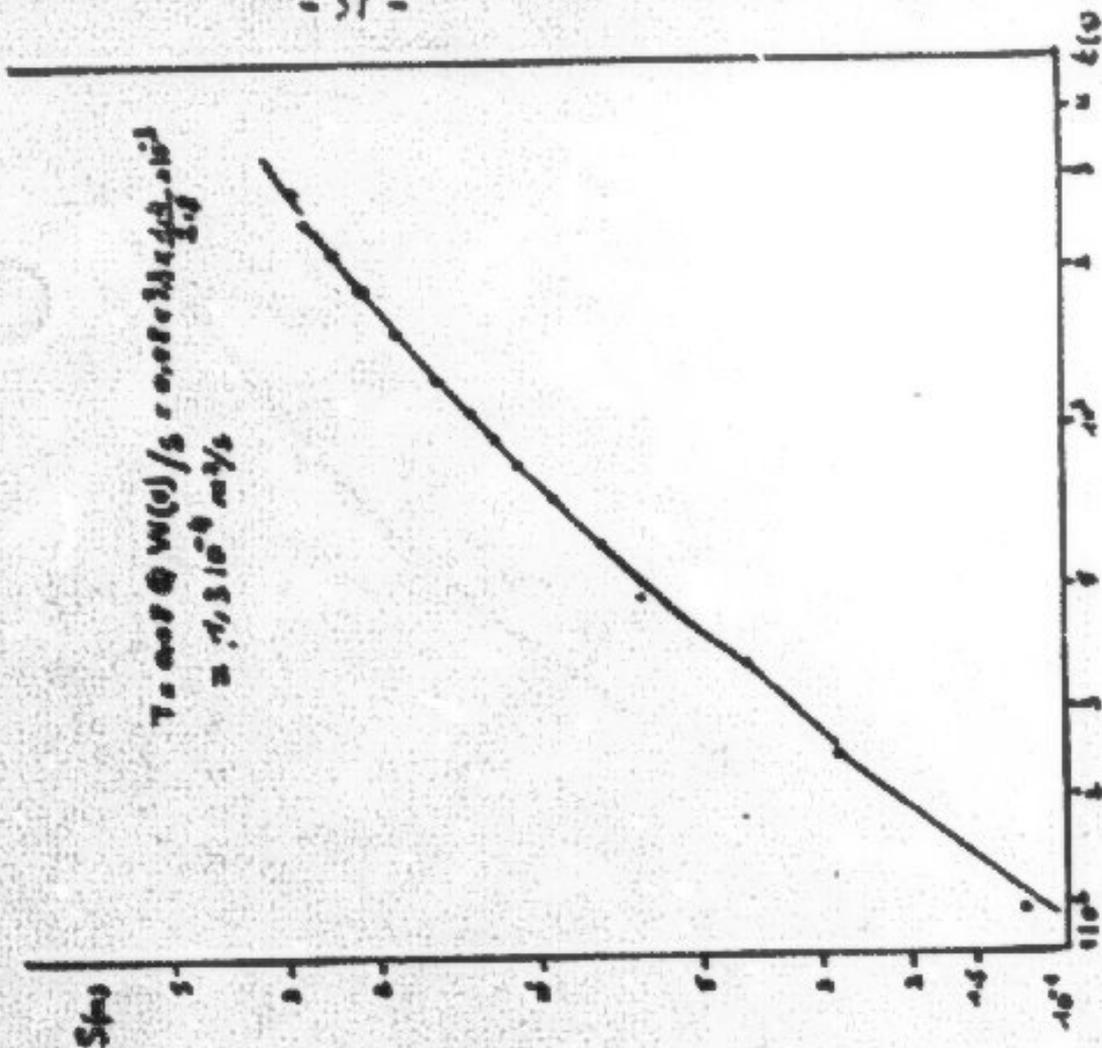
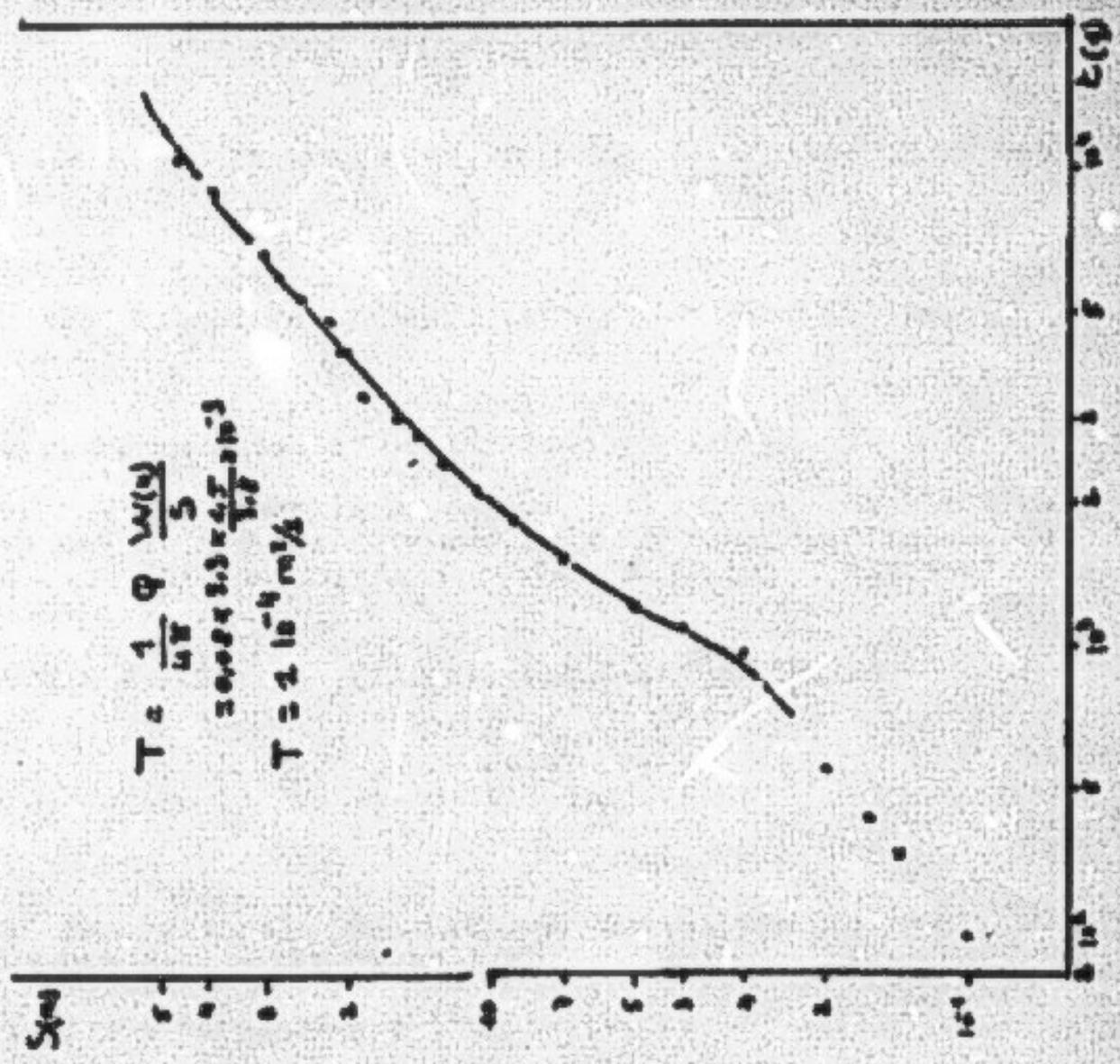
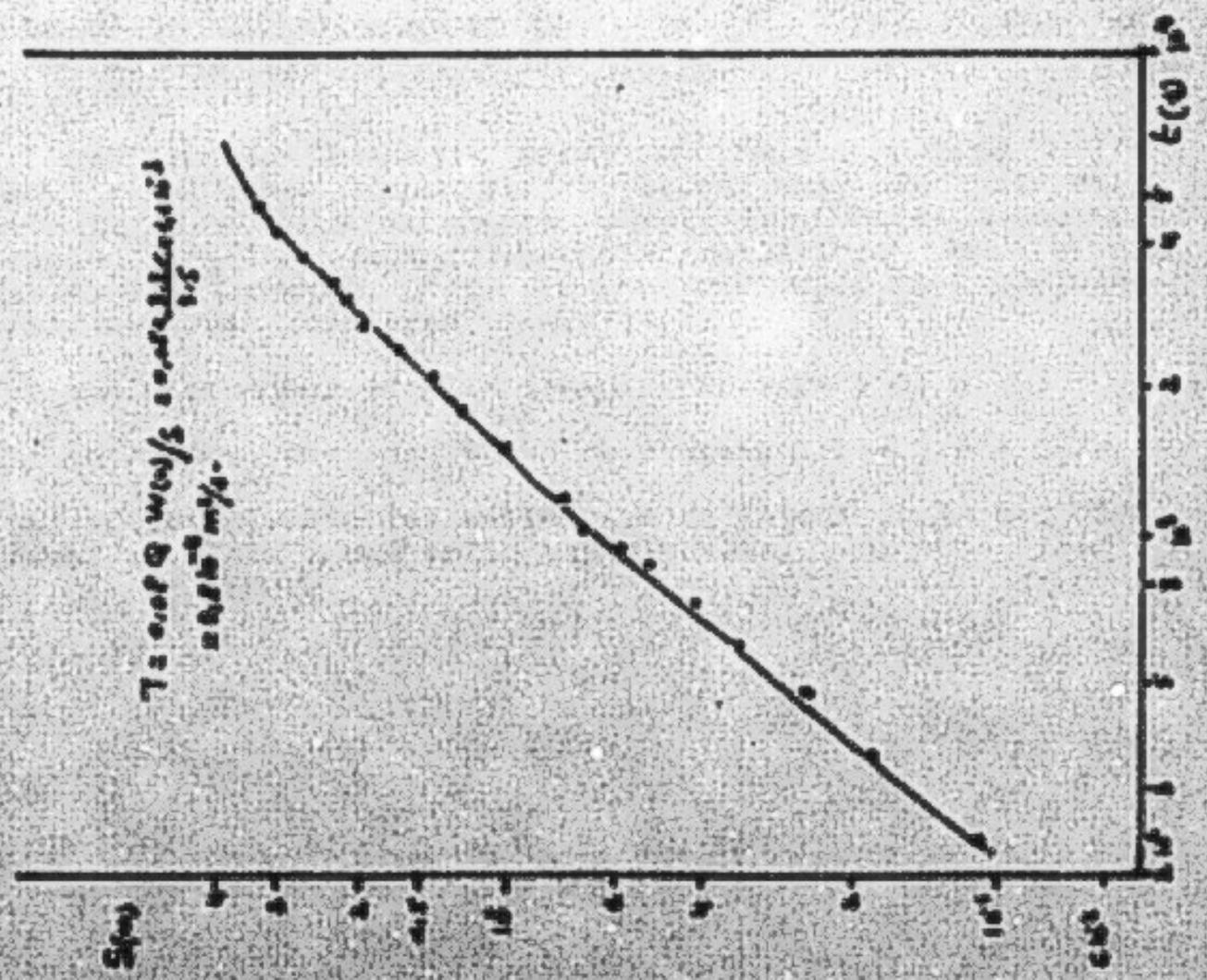


Fig : 15

LAINE DE BOU OUBAHE - BOU SAAD
CALCUL DE LA TRANSPSIVITE

Puits N° : 92

Puits N° : 66



Le débit de la nappe en aval de l'isopièze 250m est évalué à 4 l/s.

Le débit global de la nappe est de

$$Q = 11 \text{ l/s}$$

b-Méthode du bilan d'infiltration :

Pour une pluviométrie moyenne (P) de 160 mm, sur une aire (S) de 90 km² et avec une valeur de 2.10⁻² du coefficient de l'infiltration (I), la part qui revient à la nappe est évaluée comme suit :

$$Q = \frac{P \times I \times S}{t} = \frac{160 \times 10^{-1} \times 2.10^{-2} \times 90.10^6}{3,157.10^7}$$

$$Q = 9,1 \text{ l/s}$$

Ces deux méthodes donnent une estimation du débit de nappe qui est de l'ordre de 10 l/s.

1.10-Zones favorables à l'exploitation

Le remplissage mio-plio-quaternaire est intéressé par 34 puits.

Le débit unitaire moyen étant de 0,3 l/s, et pour un débit de 10 l/s, il est possible d'exploiter cette nappe à partir de 33 puits.

L'exploitation actuelle n'est en réalité que de 3 l/s laissant ainsi une disponibilité large qui pourrait être prélevée par les puits existants. Compte tenu de la structure géologique et les conditions d'alimentation, les zones favorables à l'intensification de l'exploitation sont choisies en considérant deux critères (Fig.N°16):

- une profondeur du plan d'eau inférieure à 35 m,
- un résidu sec de l'eau ne dépassant pas les 4 g/l.

Il en résulte que les secteurs d'El Ghedir et de Bir Sâad se prêtent le mieux à une telle exploitation.

Fig. 16

ETUDE DES CARACTÈRES DE LA PÉRIODE
DE LA MONTÉE - 1880-1885

ÉTUDE DES CARACTÈRES DE LA PÉRIODE
DE LA MONTÉE - 1880-1885

ÉTUDE

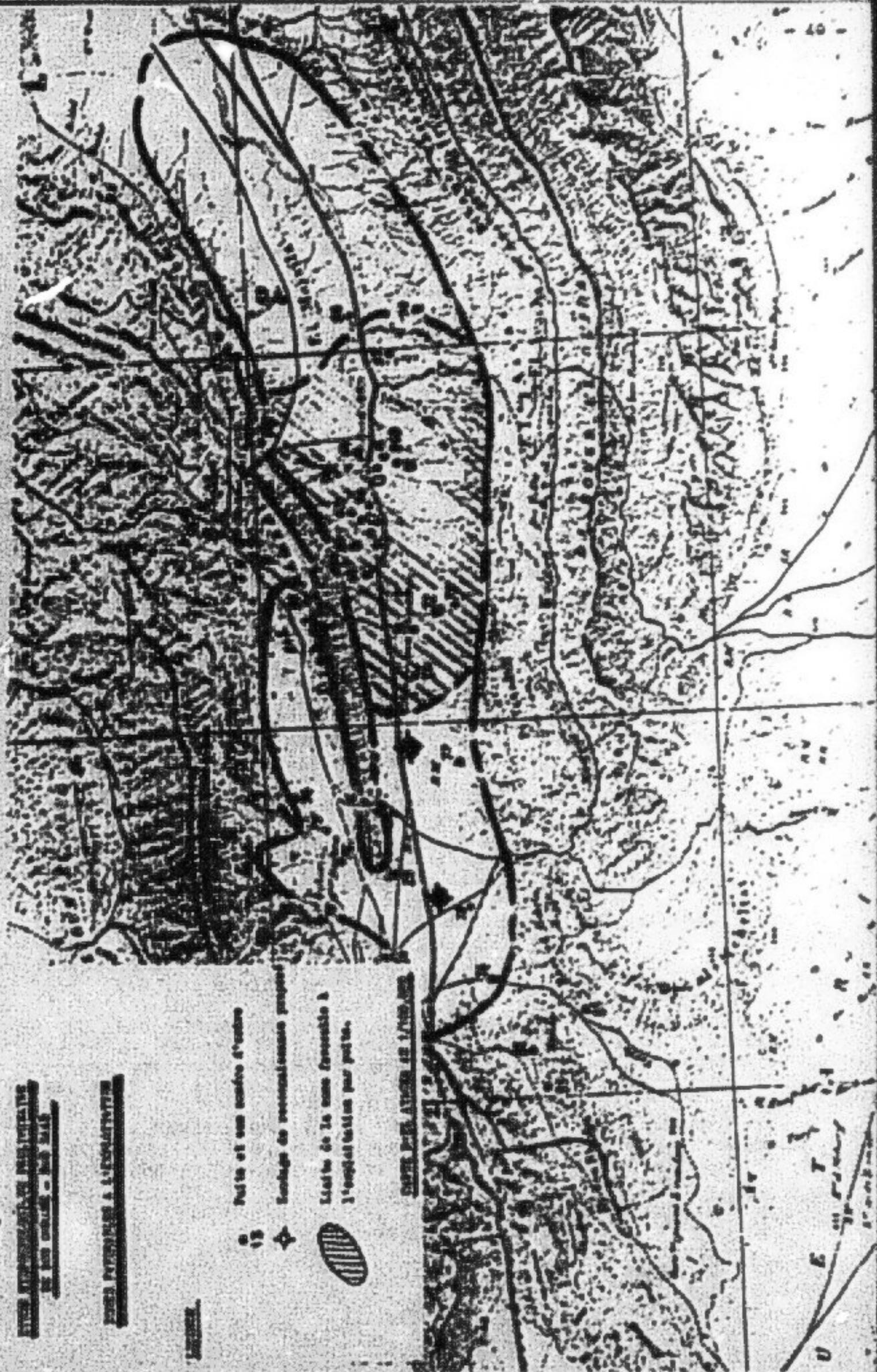
o Puits et ses environs d'entre
13

◆ Sondage de reconnaissance proposé

Liégeois de la zone favorable à
l'implantation par puits.



DATE DE LA MONTÉE DE LA MONTÉE



U
E
T
S

Cette exploitation se fera à partir des puits existants après approfondissement. Cette opération intéresse les puits qui ont une tranche d'eau suffisamment faible.

3-Les nappes profondes :

Les caractéristiques des aquifères profonds sont encore peu connues. Les renseignements dont on dispose ne proviennent que d'un nombre réduit de forages qui se localisent en bordure des reliefs (fig.17).

A travers les données des sondages décrits au chapitre (III-I), on distingue :

3.1-Les aquifères du Crétacé supérieur :

Les calcaires du crétacé supérieur ont de fortes chances d'être aquifères dans la plaine de Bou Ouarane-Bou Saad. Cependant, en bordure des reliefs, le niveau hydrostatique des calcaires Abiod serait supérieur à 100m comme l'en témoigne les résultats du forage el Ayacha (N° IRH 246/5).

A l'intérieur de l'anticlinal de Djebel Chensi, les alternances essentiellement carbonatées de la formation Aleg offrent une certaine possibilité d'exploitation de la nappe ; cependant la qualité chimique de l'eau qui est de 3 g/l et le dégagement de H₂S dissous rendent aléatoire la réalisation de tels forages. Un forage réalisé par la CPG à ce niveau, atteignant la cote -398m a donné une eau dont les résultats de son analyse sont les suivants (en mg/l) :

C _a	Mg	Na	Cl	SO ₄	HCO ⁻³	H ₂ S	R.Sec
976	523	1093	8140	5324	1236	1928	19300

Cette salinité excessive est due à un mélange d'eau, autre que celui de la formation Aleg.

3.2-Les aquifères de l'Eocène

Les calcaires de l'Eocène et plus particulièrement la barre de Kef Ed Dour accessible à une profondeur acceptable, constituent une nappe qui a été identifiée dans le secteur de Bir Saad (Fig.N°18).

Le débit spécifique du forage à ce niveau est de 0,3 l/s/m. Le résidu sec est de 2 g/l et le niveau statique est ascendant jusqu'à -15 m.

FIG. 17

ETUDE SYNOPTOLOGIQUE POLYCENTRALE

DE SON ESPACE - NON SAIS

POSITION DES FORAGES

- 1 - 8° I.R.B.
- 2 - Evens Statique (a)
- 3 - Caplage (a)
- 4 - Profondeur total (a)
- 5 - Rebutement (a)
- 6 - Sabots (1/2)

- Design Industriel
- Fabrication
- Abandonné



CARTE D'ATLANTA A 1/100,000

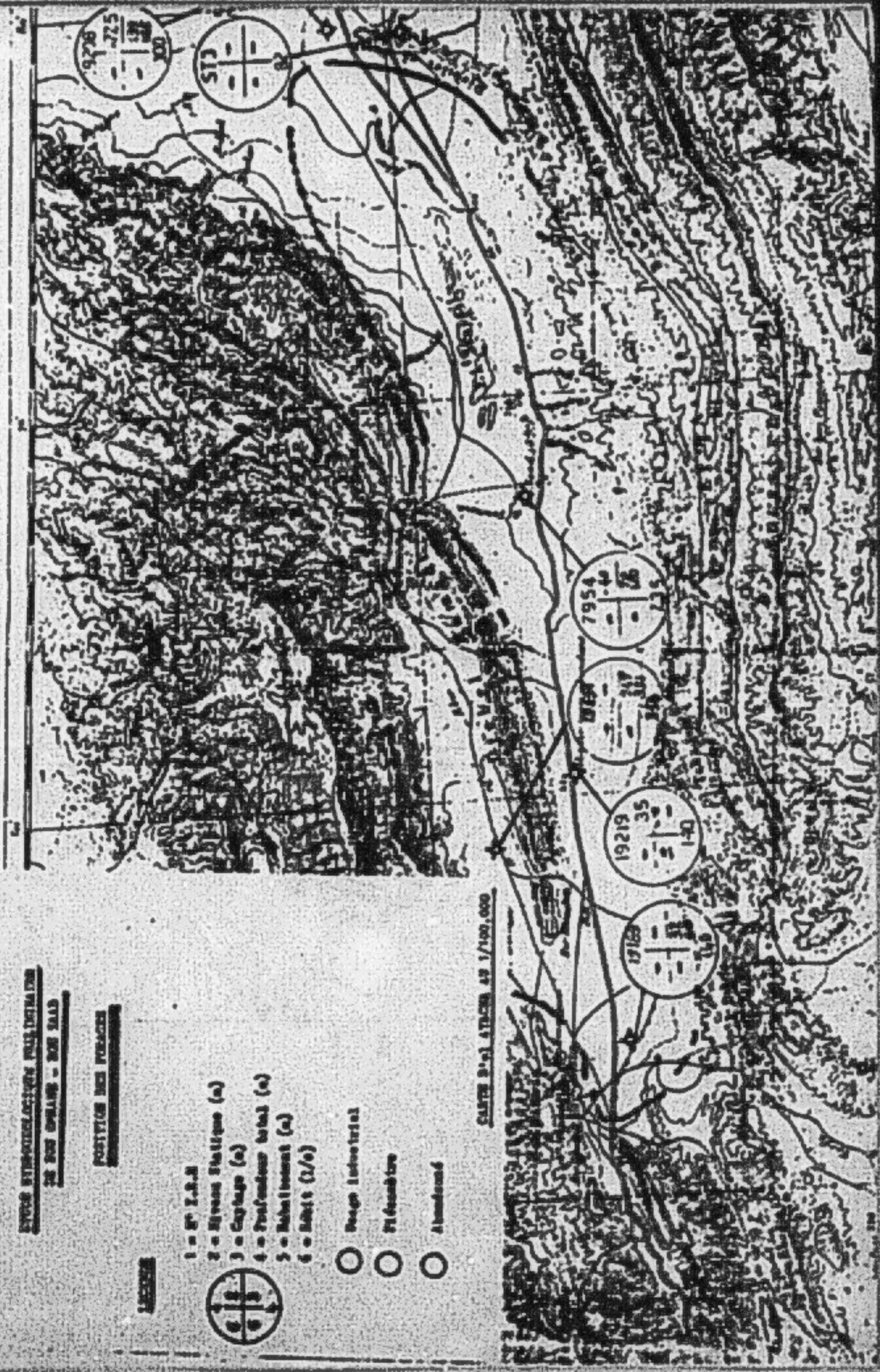
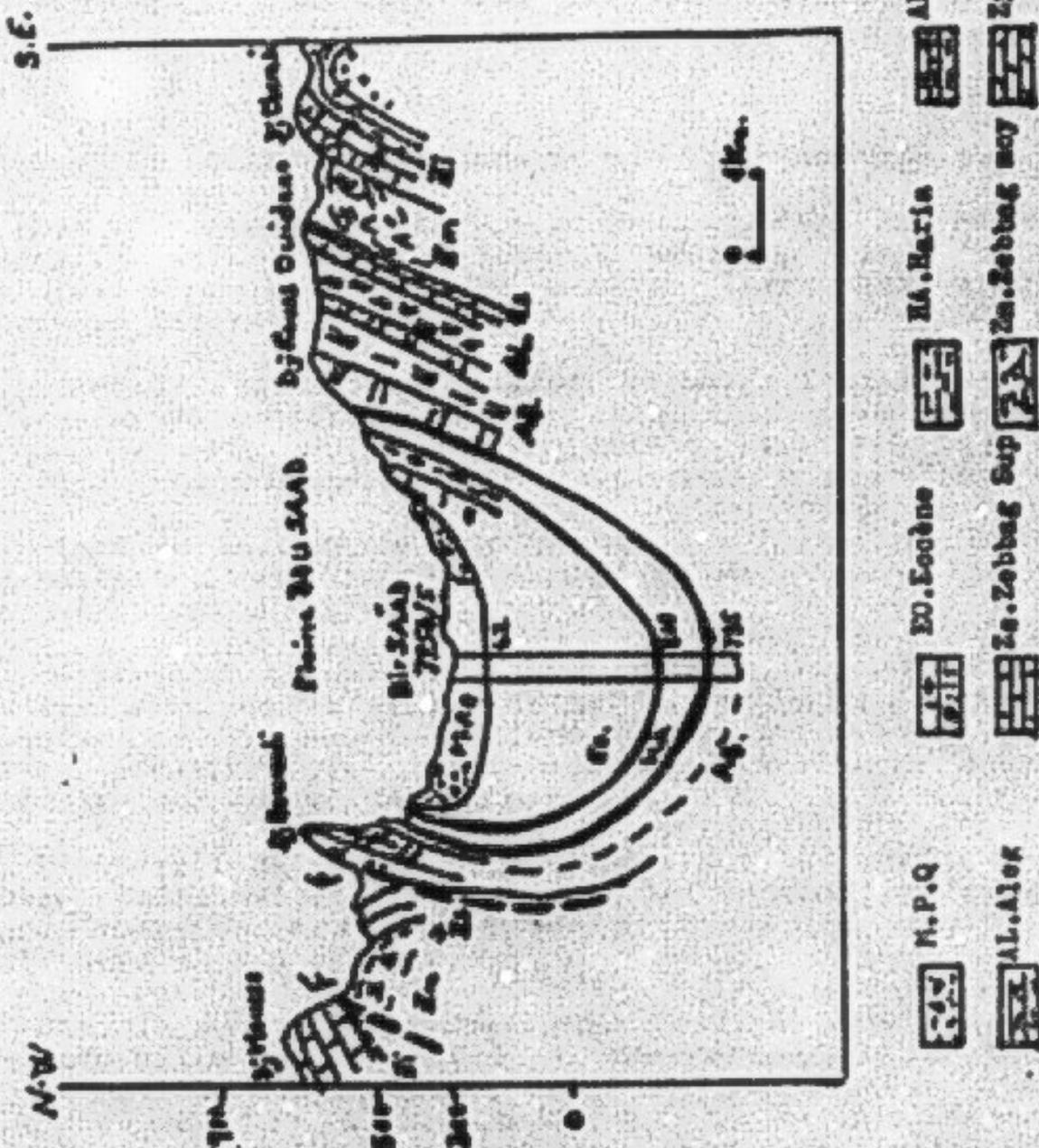


Fig. 10
COUPE HYDROGEOLOGIQUE A TRAVERS
BIH SAAD



Ces calcaires ont été touchés à Bir Sâad à -62m. En allant vers l'Ouest, ils s'ennoient sous un recouvrement de plus en plus important. Vers l'Est, l'enfouissement est peu accentué.

Compte tenu de cette configuration géologique, il est recommandé de prospecter ces calcaires par sondage mécanique en vue d'avoir les caractéristiques de cet aquifère. L'emplacement le plus favorable pour une telle reconnaissance se situe au niveau d'el Ghedir.

2.3- Les aquifères profonds du Mio-Plio-Quaternaire :

Les formations détritiques continentales du Mio-Plio-Quaternaire présentent un intérêt hydrogéologique variable selon les endroits mais qui est en conformité avec les changements latéraux de faciès:

-Dans le secteur de Bou Sâad, la nappe localisée dans le remplissage plio-quaternaire se caractérise par un niveau statique de -65m et un résidu sec de 4,4 g/l. Le débit spécifique obtenu ne permet pas une éventuelle exploitation.

-Dans le secteur de Bou Ouarne, les formations du Plio-Quaternaire ont été captées entre -33 et -66m et il s'est avéré par la suite, qu'elles sont stériles.

Ce résultat découle d'un mauvais choix du captage puisque le niveau statique se situe à plus de 80m de profondeur. Une reconnaissance au Sud du village Bou Ouarne avec un sondage de 500m permettra de traverser le remplissage mio-plio-quaternaire sur toute son épaisseur.

L'objectif de cette reconnaissance est les séries du Mio-Pliocène relativement perméables. Le niveau hydrostatique attendu serait entre -80 et -90 m. Le résidu sec de l'eau devrait être de 3 à 4,5 g/l.

Dans le secteur d'El Ghedir-Bir Sâad, le remplissage mio-plio-quaternaire est constitué par des séries argilo-sableuses avec des niveaux conglomératiques. Sous le niveau statique qui varie de -35m à El Ghedir à -11m à Bir Sâad, les différents niveaux lithologiques sont en communication verticale et constituent une seule entité hydrogéologique.

COUPE HYDROGEOLOGIQUE A TRAYERS

(fig. 19) S.E.

N.W.

LES TECHERES

LL. GRANDIR - BOU SAAB

Zi

Zi

Plains de Bou-Saab.

Monsi 1941/2

M. G. G.

Zi. Boumadi

El-Ghade el-His

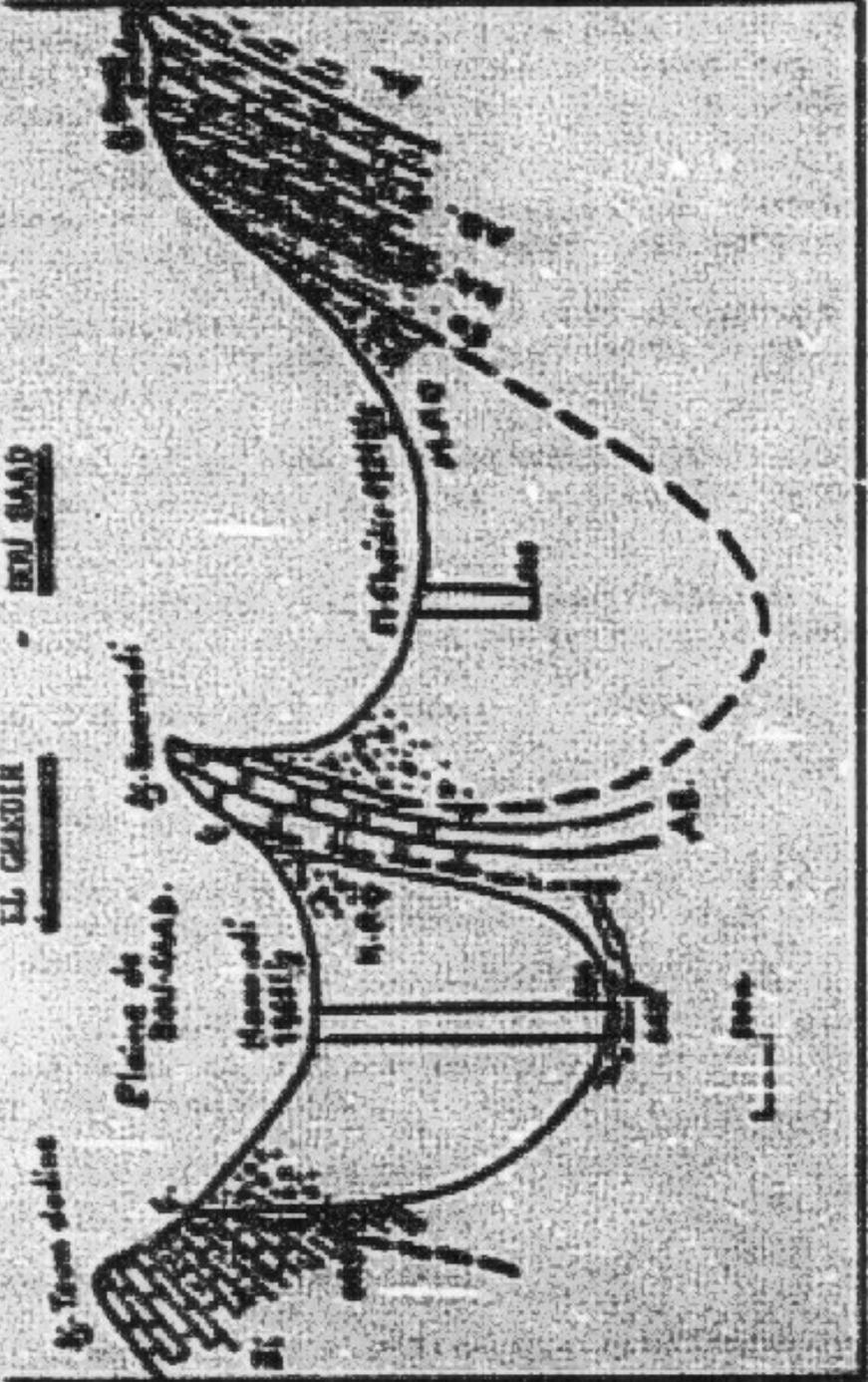
M. G. G.

LAB

AB.

AB.

1:1000



ORB. Zebbug inf

ORB. Ecotee

ORB. Haris

ORB. Ablod

ORB. Zebbug inf

ORB. Ecotee

ORB. Haris

ORB. Ablod

CONCLUSION GENERALE

Les dépôts du Mio-Plio-Quaternaire comblant les gouttières synclinales de Bou Garane-Bou Saad sont constitués d'argiles sableuses, de croûtes calcaires ou gypseuses et de niveaux conglomératiques. Ce complexe détritique repose en discordance sur certains termes de l'Eocène, du Crétacé supérieur et même du Crétacé inférieur. Cette région est bordée par un ensemble de massifs plissés d'une direction globale proche de E-W. Il s'agit de plis déversés au Sud. Sur le flanc Sud de l'Orbata, un chevauchement met les séries de l'Albo-Cénozoïque en contact avec la formation détritique miocène.

La nappe du Mio-Plio-Quaternaire fait partie d'un système multicouche constitué de niveaux aquifères interconnectés.

La communication hydraulique est confirmée au niveau de Bir Saad par la piézométrie entre cette nappe et celle des calcaires éocènes.

L'alimentation de l'ensemble des aquifères est essentiellement assurée par les apports des crues des eaux de l'Oued Kebir.

L'écoulement de ces nappes se fait vers la plaine de Haouel el Oued et la dépression de Sebket en Nouael.

A la lumière des données hydrogéologiques se dégagent trois secteurs dans cette zone :

- Secteur de Bou Saad :

Le remplissage plio-quaternaire qui y constitue l'aquifère principal reposant en discordance, sur la formation Orbata.

Dans ce secteur la profondeur du plan d'eau est supérieure à 50m. Le résidu sec y est de 4,4 g/l et le débit spécifique est très faible.

Ces facteurs ne sont pas encourageant pour une éventuelle exploration.

- Secteur de Bou Garane :

Les formations du Mio-Plio-Quaternaire semblent avoir une épaisseur supérieure à 100 m. Le niveau statique se situe entre -50 et -100/M. Il est recommandé de procéder à une reconnaissance des séries les plus profondes du Mio-Pliocène qui devraient être beaucoup plus perméables que celles rencontrées par le forage Bou Garane n° 19189/5.

La profondeur prévisionnelle d'une telle reconnaissance est de 400m. L'emplacement choisi répond aux coordonnées géographiques suivantes :

X = 38^G 16' 75"
Y = 7^G 66'
Z = 360 m

- Secteur d'El Chedir Bir Saad :

C'est une gouttière synclinale comblée par des sédiments détritiques du Mio-Plio-Quaternaire. Ces formations sont caractérisées par une variation latérale de faciès et par la réduction de leur épaisseur d'Ouest en Est.

Cette zone est pratiquement la seule qui se prête à une exploitation par puits de surface. Les ressources de la nappe estimées à 10 l/s ne sont actuellement exploitées qu'à raison de 3 l/s. La mobilisation des disponibilités peut se faire par l'approfondissement et l'équipement des puits existants.

Le niveau statique varie de -35 à -110/TM. La qualité chimique de l'eau est relativement bonne, (1,5 à 3,5 g/l).

La nappe des calcaires éocènes est en communication hydraulique avec le premier niveau aquifère capté par puits de surface. Cette configuration piézométrique nécessite plus de renseignements sur les caractéristiques de la nappe des calcaires au niveau d'el Chedir.

Il est alors indiqué d'y réaliser un sondage de reconnaissance d'une profondeur de 400m aux coordonnées géographiques suivantes :

X = 38^G 17' 10"
Y = 7^G 59' 50"
Z = 330 m

L'exploitation actuelle de la nappe étant de 3 l/s, elle laisse des disponibilités qui permettent de créer encore 10 puits. La nappe Eocène n'est pas encore exploitée.

Avec la collaboration
A. HEPPASSI

Gafsa, Déc. 1991
L. MOUSSI

BIBLIOGRAPHIE

- BEL KHOUJA** 1966 Etude pédologique de la région de Bou Ouzane
- A. MAMOU** 1981 Etude hydrogéologique du bassin versant de Sebket Naouel.
- M. BEN MARJOUK** 1982 Contribution à l'étude hydrogéologique des régions de Gafsa Sud El Guettar.
- H. EL AMMAMI,**
H. MAHAI 1983 Etude pédologique de la région de Bou Ouzane
- H. FARHAT** 1983 Ressources en Eau des aquifères du gouvernorat de Gafsa.
- H. FARHAT L. NOURNI** 1985 Compte Rendu de fin de travaux du forage Od. Bou Ouzane n°19189/5.
- H. FARHAT M. KILANI** 1985 Compte rendu de fin de travaux du forage Jbilet Ouest n°19208/5.
- F. ZARGOUNI** 1985 Tectonique de l'Atlas Méridional de Tunisie, Evolution Géométrique et Cinématique des structures en zones de cisaillement.
- H. FARHAT** 1986 Exploitation en eau des régions de Lortess et de Ras El Acun.
- H. FARHAT** 1986 Nappes phréatiques du gouvernorat de Gafsa
- H. FARHAT** 1987 Mobilisation des ressources en eau du gouvernorat de Gafsa (Nappe phréatique)
- H. FARHAT** 1987 Ressources en eau du gouvernorat de Gafsa. Programme prévisionnel d'exploitation et de recherche.
- H. FARHAT** 1988 Note sur les ressources en eau des régions d'el Guettar et Bel Khir.
- H. FARHAT** 1988 Mobilisation des ressources en eau pour la mise en valeur arboricole du gouvernorat de Gafsa.
- H. FARHAT** 1988 Situation de l'exploitation des ressources en eau du gouvernorat de Gafsa.
- L. NOURNI H. FARHAT** 1989 Etude hydrogéologique du bassin de Gafsa Nord.
- L. NOURNI M. KILANI** 1989 Compte Rendu de fin de travaux du forage Hasmadi.

ANNEXE-1-

LOG LITHOSTRATIGRAPHIQUES DES FORAGES

(1 & 7)

DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES EN EAUX

SONDAGE: El Ayúchico

N° IN.H.L. 246/5

SITUATION		TRAVAUX	CARACTERISTIQUES	
LATITUDE :	APPARENTE :	APPARENTE :	RES. 1 :	RES. 2 :
LONGITUDE :	DEBUT DE FORAGE: 30 7 1944	DEBUT DE FORAGE: 30 7 1944	DEB. 1 :	DEB. 2 :
ALTITUDE :	FIN DE FORAGE: 16 9 1944	FIN DE FORAGE: 16 9 1944	DEB. :	
CARTE N° 157 - AMMUNDO				

ETAGES	COTES	COUPE	NATURE DU TERRAIN	STAT. DU Puits
			Paño	<p>Forage implanté dans le puits au sommet d'une profondeur de 45.00 m</p> <p>Une nappe fut rencontrée à 130.00 m et remonta à 114.00 m</p> <p>En raison de la profondeur de cette nappe le forage fut abandonné</p>
	45.00		Argiles et galets	
	37.00		Eboulis	
	34.00		Calcaire	
	127.00			<p>114.00 m</p> <p>130.00 m</p> 

Tubage récupéré

**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

FORAGE BIR SAAD

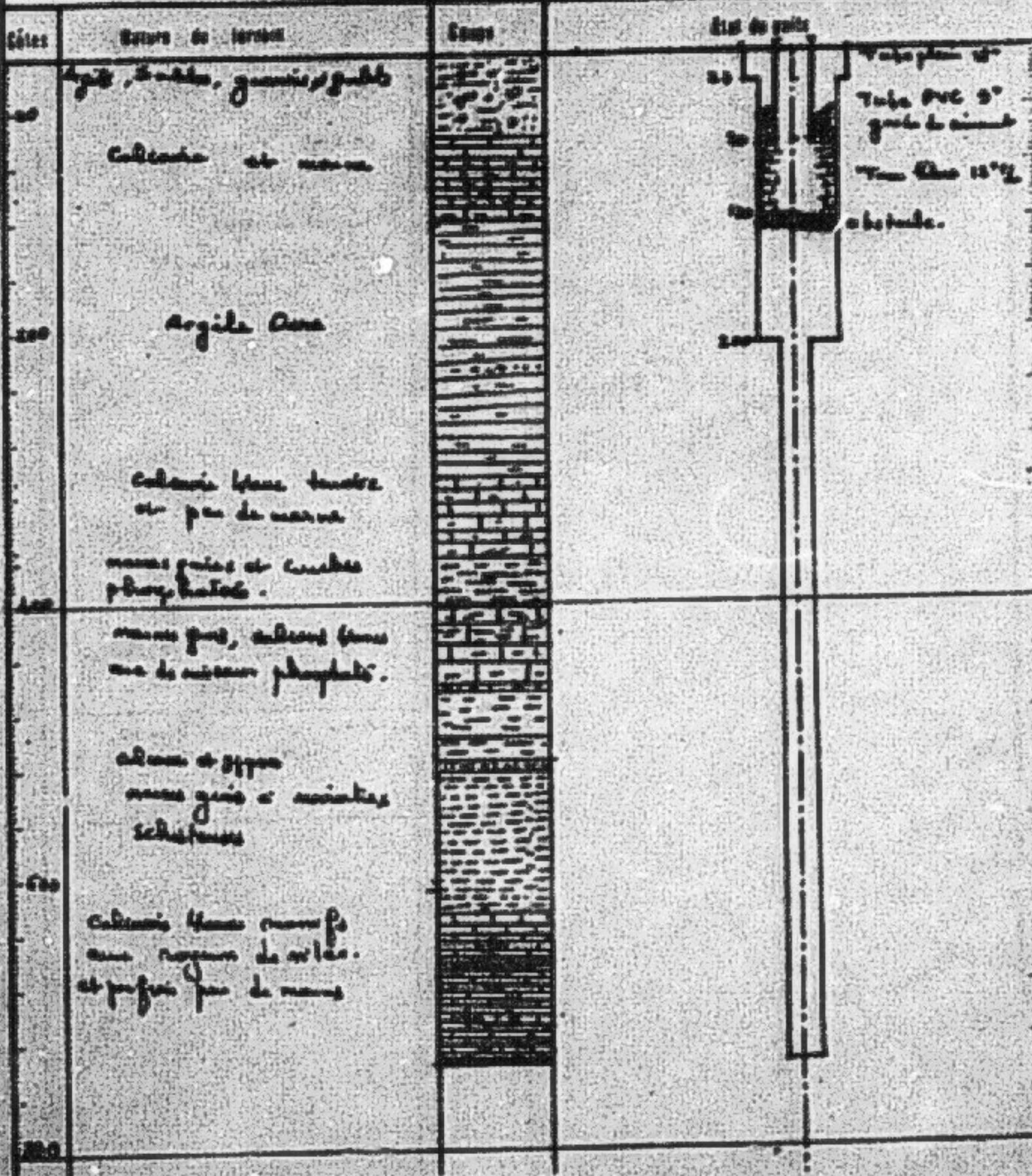
REF. 7954/5

SITUATION
Latitude: $23^{\circ} 17' 40''$
Longitude: $7^{\circ} 57' 70''$
Altitude:
Carte n° 67 de 1:500,000

TRAVAIL
Entreprise de forage:
Début des travaux: 23-12-63
Fin des travaux: 30-6-64

PROFONDEUR
N.B.M. - 47m N.B.G. 4

Profondeur	1	2	3
Quotient 1/2	8	-	-
Rebatement (m)	30	-	-



**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**
FORAGE OULED BOU-OMRANE.
ALLEN 19129/5

SITUATION		TRAVAIL		CARACTERISTIQUES		
Latitude: $38^{\circ} 46' 30''$	Carte n° 67 au 1/100.000	Entreprise de forage: R.S.H.	N.E.M. —	N.S.G.		
Longitude: $7^{\circ} 54' 75''$		Début des travaux: 14-12-83	Puits			
Altitude:		Fin des travaux: 15-3-14	Débit 1/6.	—	—	—
			Rebattement (m)	—	—	—

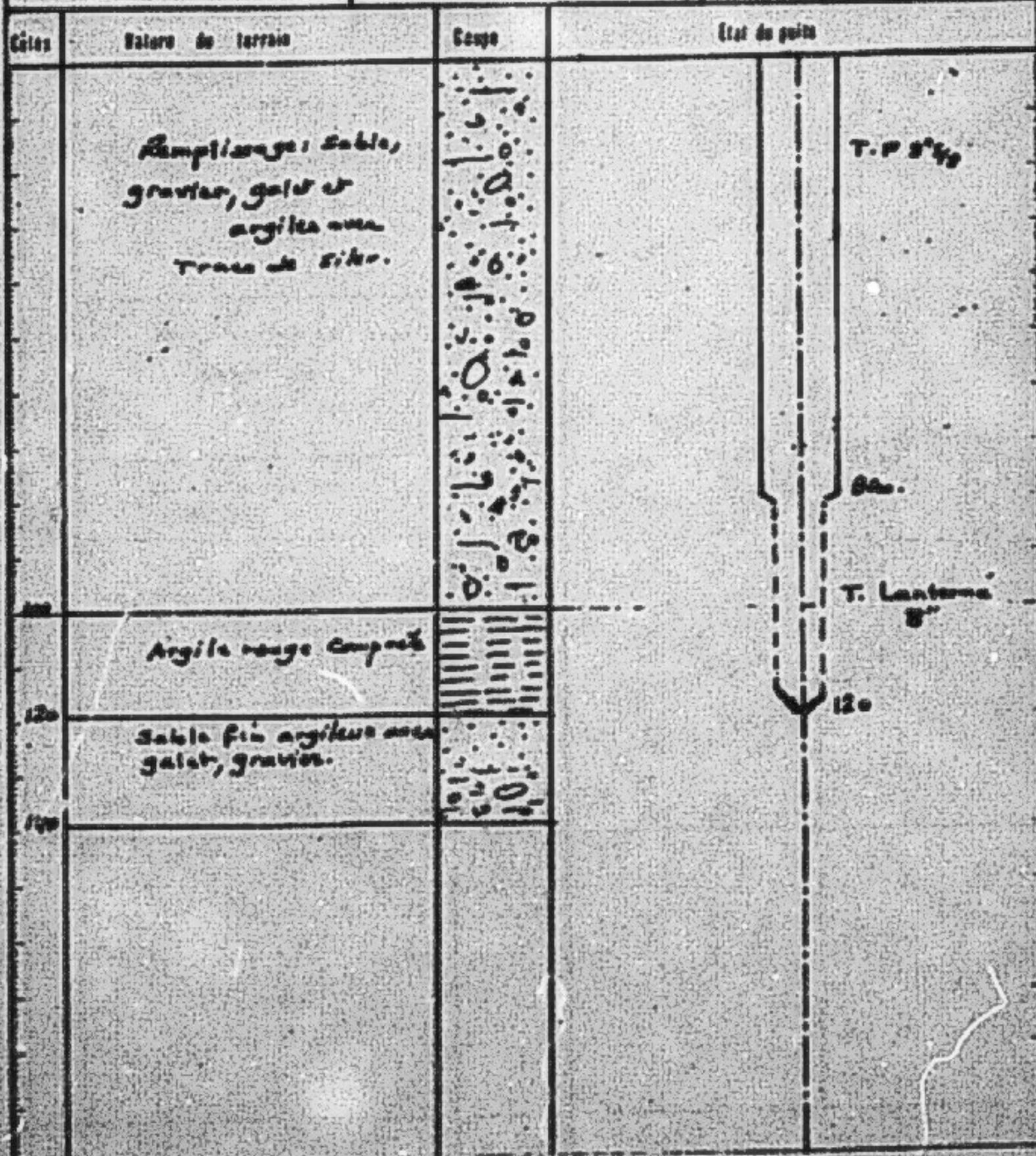
Cotes	Nature du terrain	Echelle	Etat de puits
	Remplissage: sable, gravier, galets et argile avec trace de silt.		T.P. 5' 40" 12 m 5" T. Lent. 8" 16 m 5"
120	Argile rouge compacte		
130	Sable fin argileux avec galets, graviers.		
140			

**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

FORAGE

EL-Ghédir
et LRM.

SITUATION		TRAVAIL		CARACTERISTIQUES		
Latitude: 39°	Longitude: 7°	Entreprise de forage: R.S.H.		N.S.M.: -35m N.S.G.: -		
Altitude:		Début des travaux:		Paliers	1	2
Carte n° 67 au 1/100.000		Fin des travaux:		Débit l/s:	-	-
				Rabotement (m)	-	-



**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

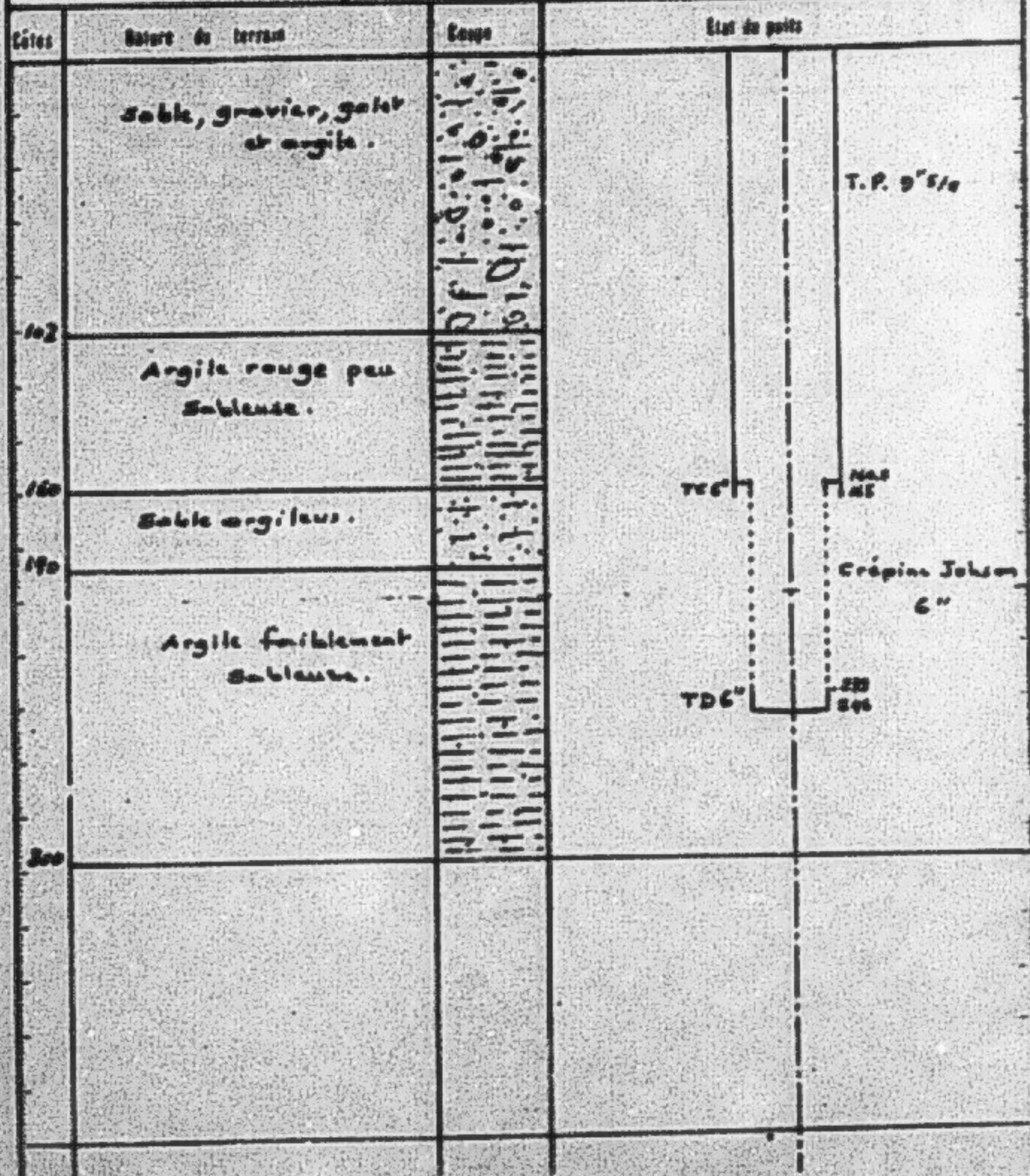
FORAGE JBILET. OUEST
n° L.R.M. 19208

ADRESSE
Latitude: 38° 22' 10"
Longitude: 7° 79' 50"
Altitude:
Carte n° 67 au 1/100,000

TRAVAIL
Entreprise de forage: R.S.H.
Début des travaux: A-4-84
Fin des travaux: 10-10-84

CARACTERISTIQUES
N.S.M. - 77,5 AS. q. 0, 84

Profondeurs	1	2	3
Donné 1/2	-	-	-
Rabotement (m)	-	-	-



SUITE EN

F





MICROFICHE N°

07826

République Tunisienne

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F



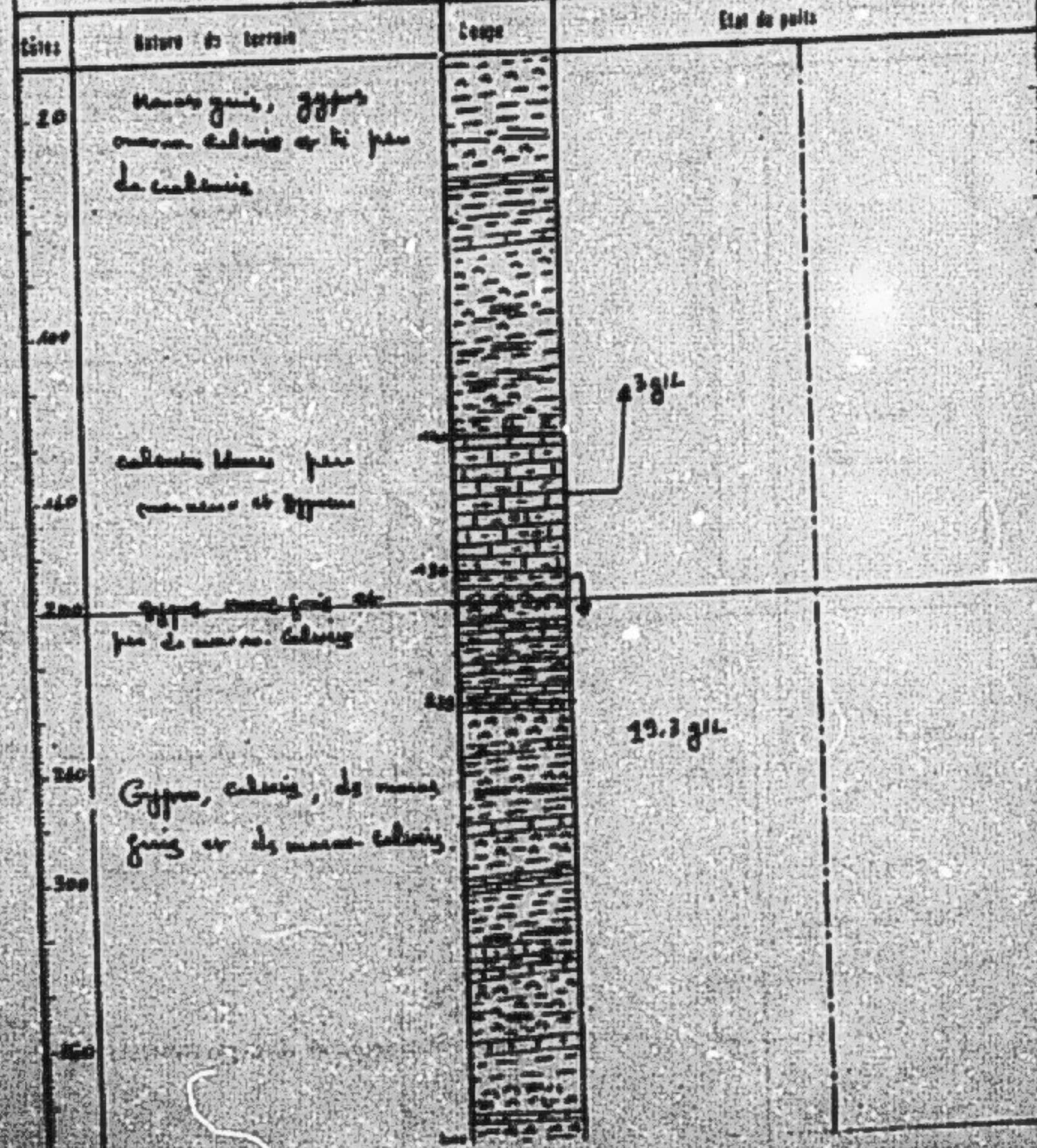
DIRECTION GENERALE DES RESSOURCES EN EAU **FORAGE Dj- CHEMSI**
 en LRM.

ITUATION
 Latitude: 38° 13' 20"
 Longitude:
 Altitude: 26° 55' 10"
 Carte n° 63 au 1/400.000

TRAVAI
 Entreprise de forage: C.P.G.
 Début des travaux:
 Fin des travaux: } -1965-1966-

CHARACTERISTIQUES 3 g/L @

NSM. - 20m ? NS. g/l:	42.3 g/L
Paliers	1 2 3
Débit l/s.	- - -
Rebattement (m)	- - -

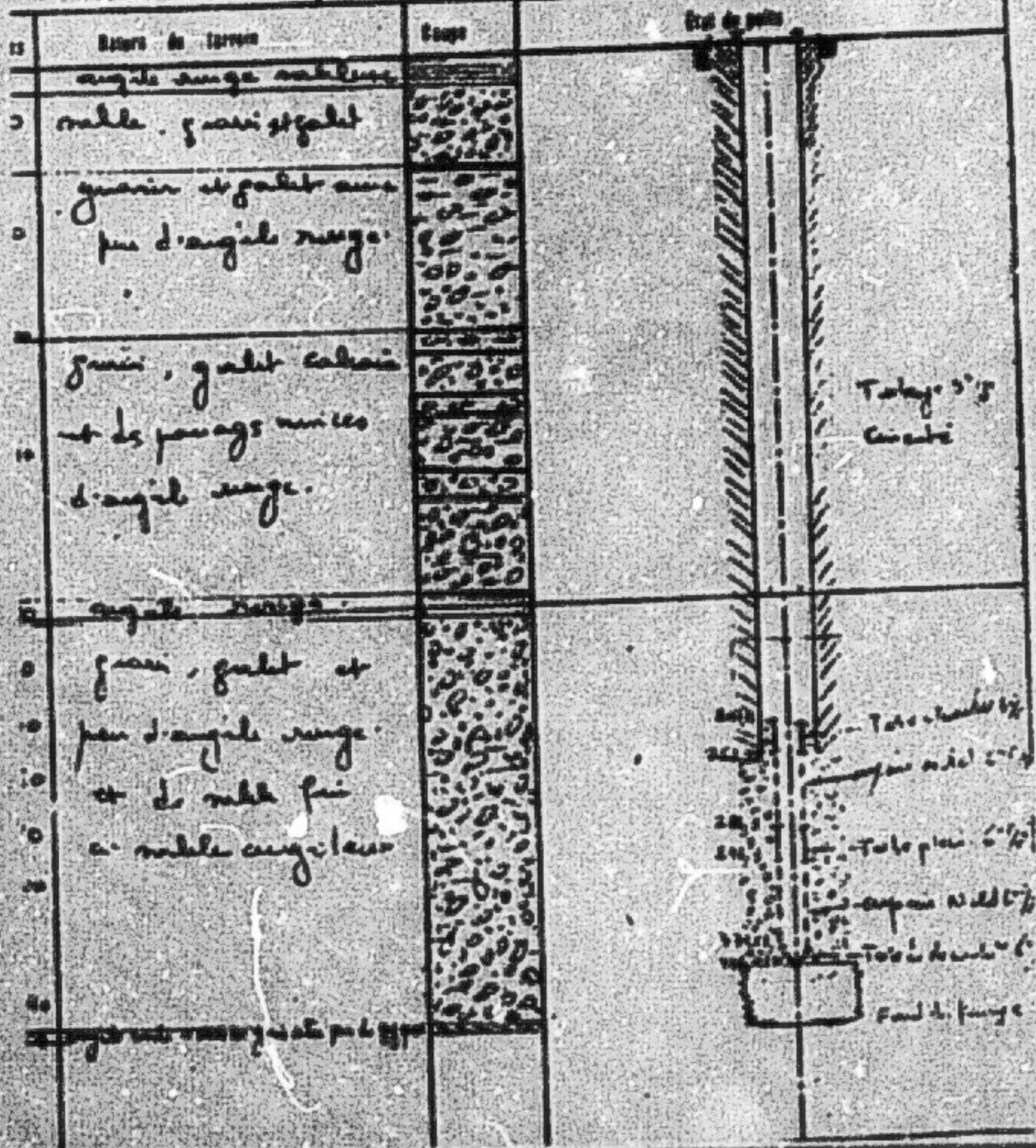


**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

FORAGE HAMMADI

AN. L.R.H. 1965/5

SITUATION		TRAVAIL		CARACTERISTIQUES		
altitude: 39° 18' 50" longitude: 7° 6' 50" étude: 110 n° Argile au 1/10.000		Entreprise de forage: R.S. 11 Début des travaux: 48/6/58 Fin des travaux: 12/10/58		P.S.M. - 65 m/100 m. p. 6. 30% -		
				Paliers	1	2
				Débit l/s	-	-
				Rabotement (m)	-	-



ANNEXE - 2 -

INVENTAIRE DES PUIXS DE SURFACE

(1 2 3)

P UITS DE SURFACE (BOU OUFANE - BOU SAAD)

Annexe 2-2

N°	DESIGNATIONS	N° DE PUIS	SECTEUR	CARACTERISTIQUES				EQUIPEMENT					
				M.S	P	T.R	β	R.S	Mat	B	A.M		
21	Bir el Kasser	69	Med	14,0	14,2	0,2	1,5	-	-	-	-	-	-
22	Balgassan b Hileud s'etre	75	Dakhla	47,2	52,5	5,3	3,0	-	-	-	-	-	-
23	Med b Kassam b Kabay	76	"	-	4,3	-	3,0	-	-	-	-	-	-
24	Med b Mabrouk Karkoubi	69	Ouarzaz	-	44,3	-	3,0	-	-	-	-	-	-
25	Said b Ali Mabrouk	78	"	-	52,0	-	3,0	-	-	-	-	-	-
26	All b Med b Said	82	"	-	7,4	-	3,0	-	-	-	-	-	-
27	Salah b Yousof L Saad	85	"	-	16,0	-	3,0	-	-	-	-	-	-
28	Bir Ficht Lortene(Pub)	24	"	12,2	14,50	2,3	1,5	5,50	-	-	-	-	-
29	Med b Balgassan Bajourri	4	"	-	10,0	-	3,0	-	-	-	-	-	-
30	Ramouda b Jilani Ramouk	90	B. Med	31,9	32,3	0,4	3,0	2,50	-	-	-	-	-
31	Fethi b Med Ramouk	91	"	42,0	44,0	2,0	3,5	3,66	-	-	-	-	-
32	Med Ali Boussoudi	92	Hamadi	51,95	55,6	3,65	3,5	1,46	-	-	-	-	-
33	Salah b Yabia b Ahmed	94	Med	-	43,0	-	3,5	-	-	-	-	-	-
34	Bir Youssif (Public)	8	"	4,0	4,8	0,8	2,0	1,14	-	-	-	-	-
35	Bir Jedid (Public)N°3	5	B. Ouarzaz	61,6	12,5	-	1,5	3,0	-	-	-	-	-
36	" " " N°1	1	"	17,5	19,15	1,65	1,5	2,90	-	-	-	-	-
37	" " " N°2	2	"	6,70	18,70	12,0	1,0	Don de trop plein	-	-	-	-	-
38	Bir Es Zaouan	80	"	10,4	11,10	0,7	1,5	2,94	-	-	-	-	-
39	Amara b Ghoulia	7	Med	7,9	10,9	3,0	3,0	3,12	-	-	-	-	-
40	Bir el Jedid (Public)	10	"	14,0	18,3	4,3	1,50	-	-	-	-	-	-
41	Bir Amur (Public)	9	Med	11,0	19,4	7,40	2,0	2,58	-	-	-	-	-

Puits en surface (non creusé - non blind)

Annexe 2-3

N°	DESIGNATIONS	N° DE PUIS	SECTION	CARACTERISTIQUES						EQUIPEMENT		
				M.S	P	T.K	β	R.S	Not	B	A.M	
42	Salah Matrouk Abdallah	81	B. Ouzoum	12,5	13,0	0,5	2,5	6,26	-	-	-	
43	Med b Zouhroucha	79	"	-	31,0	-	3,0	-	-	-	-	
44	Salah b Matrouk Abdallah	93	"	4,60	5,50	0,9	2,0	5,94	-	-	-	

ANNEXE 3

**RÉSULTATS DES ESSAIS DE DREIT RÉALISÉS
SUR CERTAINS PUIS**

(125)

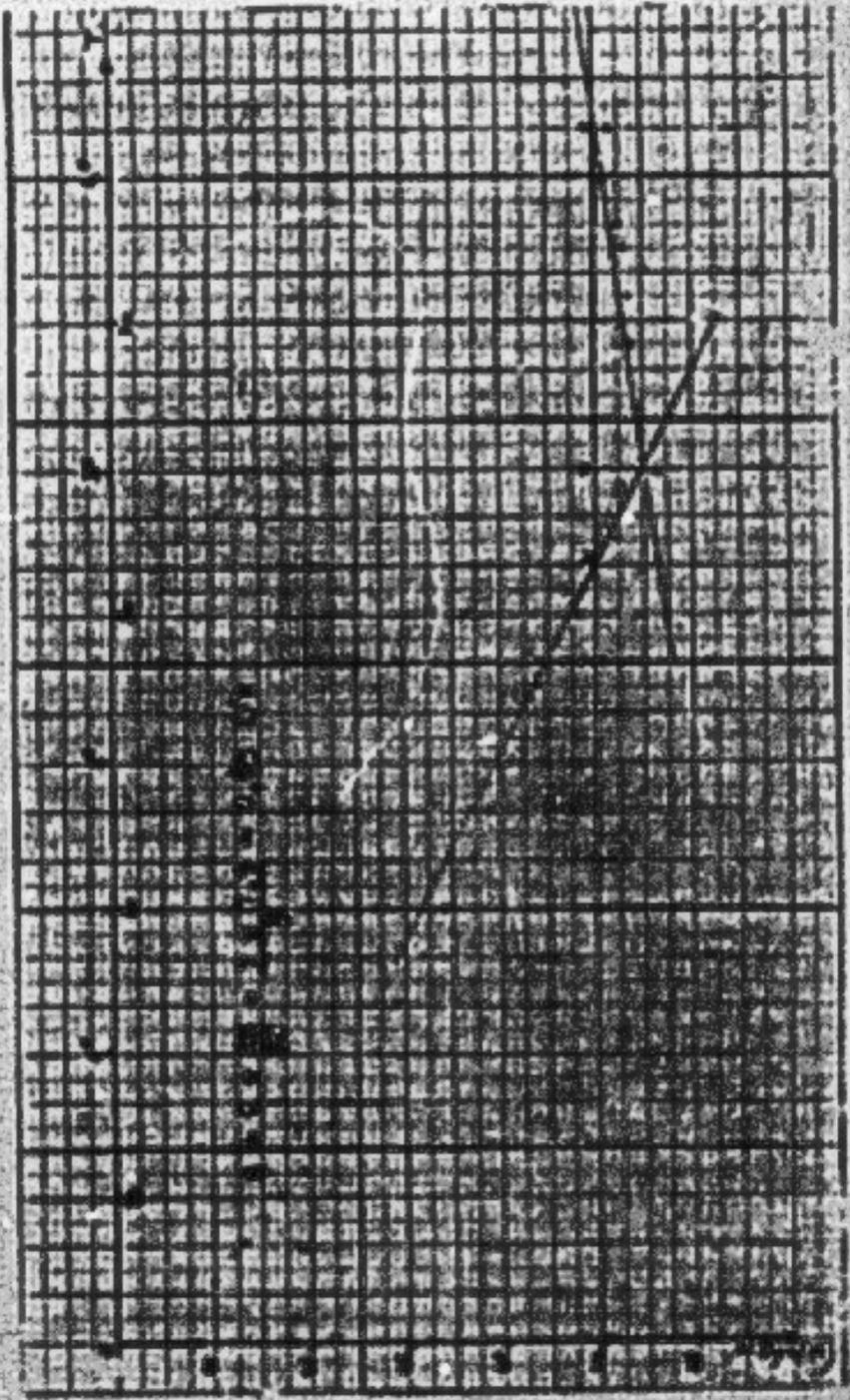
PROJET N° 66

ANNÉE 57

PROFONDEUR : BÉLAGEM D'ARMI D'ACIER

H.S = - 39,76 m
 Prof = 45,20 m
 β = 2,2 m
 α = 0,6 m

DATE	CALCULS			RELEVÉS		
	TEMPS (min)	HAUT (m)	HAUTEUR (D/A)	TEMPS (min)	HAUT (m)	HAUTEUR (D/A)
01.05.54	0	0,00		0	0,00	0,00
	2	0,06		120	0,12	0,06
	4	0,10	2,3	240	0,20	0,10
	6	0,14		360	0,28	0,14
	8	0,18		480	0,36	0,18
	10	0,22		600	0,44	0,22
	12	0,26	2,3	720	0,52	0,26
	14	0,30		840	0,60	0,30
	16	0,34		960	0,68	0,34
	18	0,38	2,3	1080	0,76	0,38
	20	0,42		1200	0,84	0,42
	22	0,46		1320	0,92	0,46
	24	0,50	2,3	1440	1,00	0,50
	26	0,54		1560	1,08	0,54
	28	0,58		1680	1,16	0,58
	30	0,62	2,3	1800	1,24	0,62
	32	0,66		1920	1,32	0,66
	34	0,70		2040	1,40	0,70
	36	0,74	2,3	2160	1,48	0,74
	38	0,78		2280	1,56	0,78
	40	0,82		2400	1,64	0,82
	42	0,86	2,3	2520	1,72	0,86
	44	0,90		2640	1,80	0,90
	46	0,94		2760	1,88	0,94
	48	0,98	2,3	2880	1,96	0,98
	50	1,02		3000	2,04	1,02
	52	1,06		3120	2,12	1,06
	54	1,10	2,3	3240	2,20	1,10
	56	1,14		3360	2,28	1,14
	58	1,18		3480	2,36	1,18
	60	1,22	2,3	3600	2,44	1,22
	62	1,26		3720	2,52	1,26
	64	1,30		3840	2,60	1,30
	66	1,34	2,3	3960	2,68	1,34
	68	1,38		4080	2,76	1,38
	70	1,42		4200	2,84	1,42
	72	1,46	2,3	4320	2,92	1,46
	74	1,50		4440	3,00	1,50
	76	1,54		4560	3,08	1,54
	78	1,58	2,3	4680	3,16	1,58
	80	1,62		4800	3,24	1,62
	82	1,66		4920	3,32	1,66
	84	1,70	2,3	5040	3,40	1,70
	86	1,74		5160	3,48	1,74
	88	1,78		5280	3,56	1,78
	90	1,82	2,3	5400	3,64	1,82
	92	1,86		5520	3,72	1,86
	94	1,90		5640	3,80	1,90
	96	1,94	2,3	5760	3,88	1,94
	98	1,98		5880	3,96	1,98
	100	2,02		6000	4,04	2,02

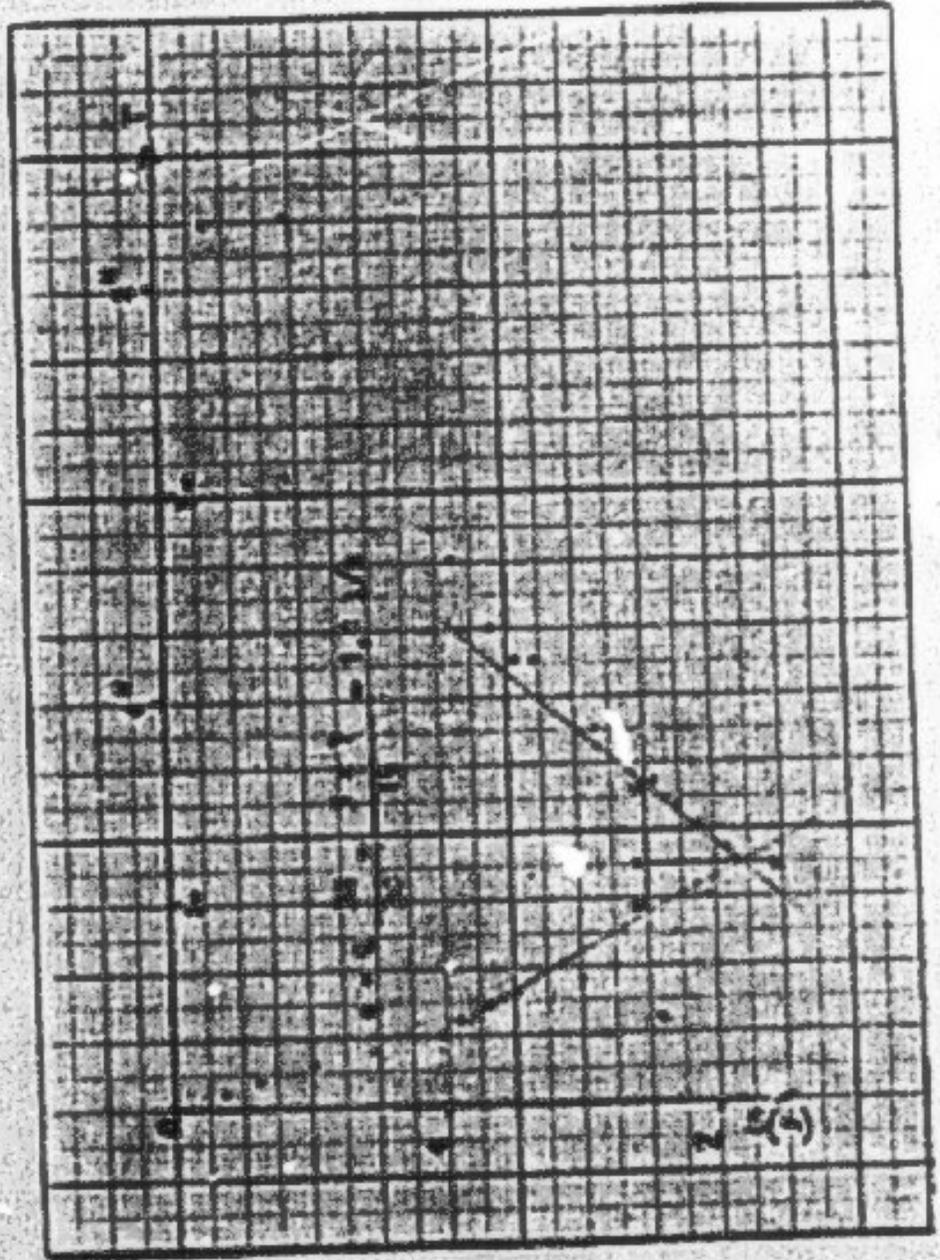


PILES W. 68

EXAMINATION 1 AFTER B. PERMANENT SOIL

Amount 12

$H.S = 12,80 m$
 $Y_{ref} = 15,0 m$
 $\beta = 2,5 m$
 $\alpha = 0,2 m$



DEPTH (m)

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 35

WATER

HEAD (m)

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 35

WATER

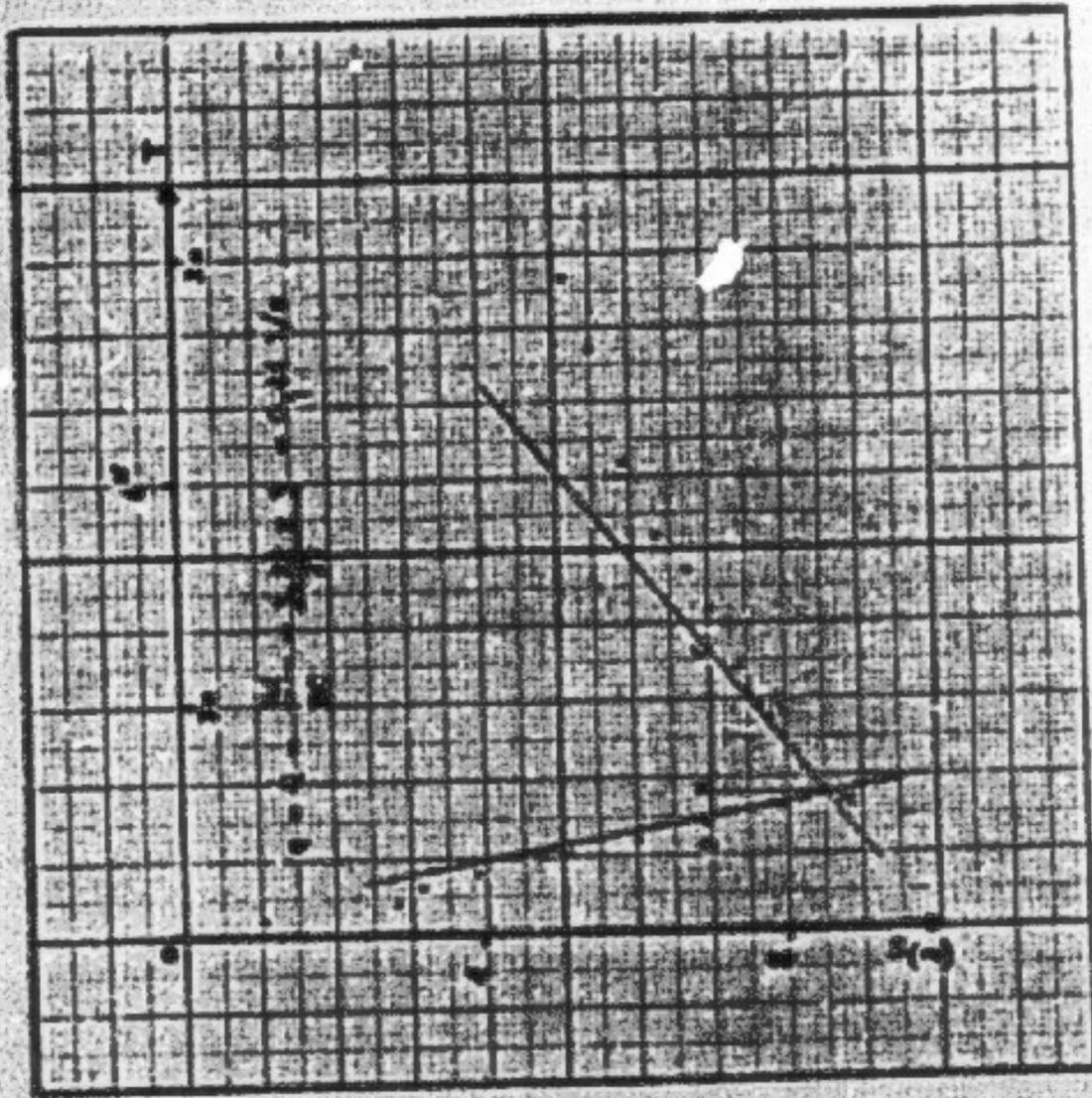
TEMPERATURE (°C)

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 35

AV-3 N° 10

RESPIRATION : AIR ET MEL. EAU

H.S - - 10,97 m
 Prof - 33,46 m
 f - 2,5 m
 m - 0,4 m



Annexe 3-3

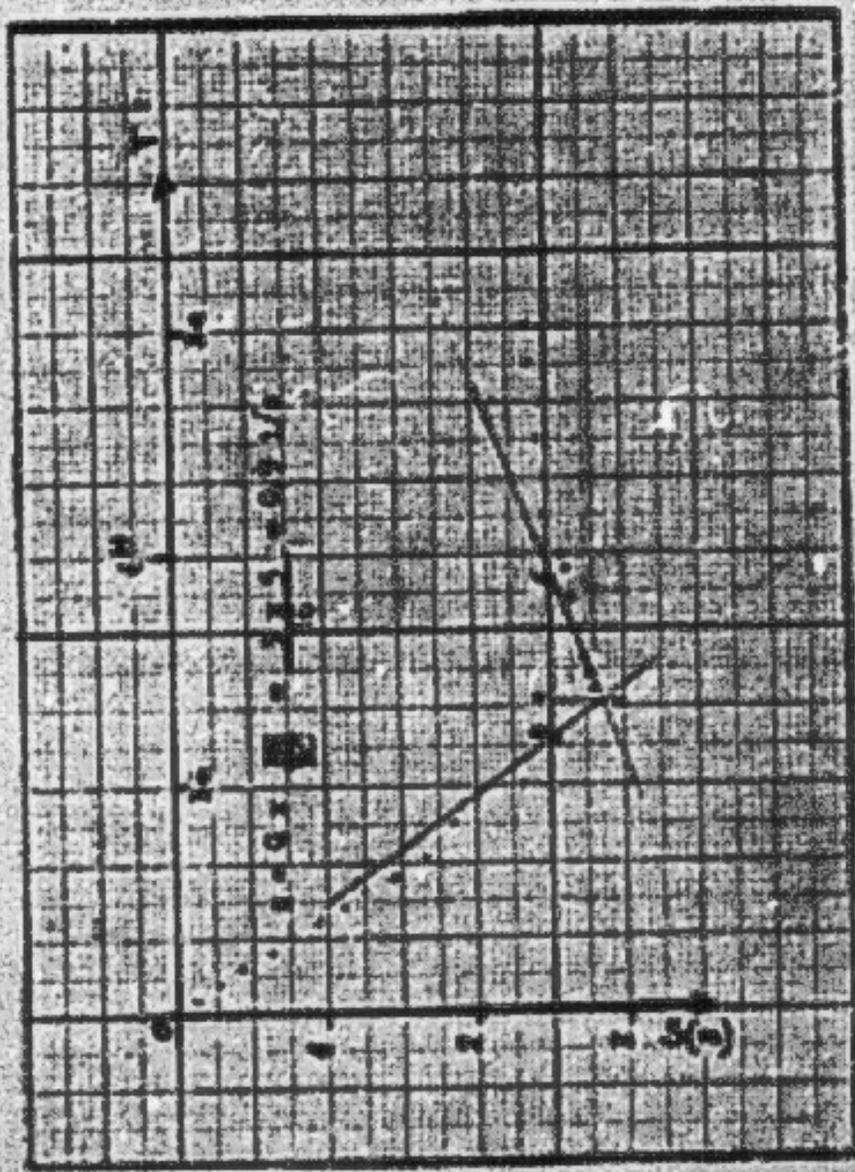
Date	MÉTAMÈTRE				RESPIROMÈTRE			
	Temps (min)	O ₂ (ml)	Temp (°C)	Volume (ml)	Temps (min)	O ₂ (ml)	Temp (°C)	Volume (ml)
1951	0	0,00	20,0	0,00	0	0,00	20,0	0,00
	10	0,00	20,0	0,00	10	0,00	20,0	0,00
	20	0,00	20,0	0,00	20	0,00	20,0	0,00
	30	0,00	20,0	0,00	30	0,00	20,0	0,00
	40	0,00	20,0	0,00	40	0,00	20,0	0,00
	50	0,00	20,0	0,00	50	0,00	20,0	0,00
	60	0,00	20,0	0,00	60	0,00	20,0	0,00
	70	0,00	20,0	0,00	70	0,00	20,0	0,00
	80	0,00	20,0	0,00	80	0,00	20,0	0,00
	90	0,00	20,0	0,00	90	0,00	20,0	0,00
	100	0,00	20,0	0,00	100	0,00	20,0	0,00
	110	0,00	20,0	0,00	110	0,00	20,0	0,00
	120	0,00	20,0	0,00	120	0,00	20,0	0,00
	130	0,00	20,0	0,00	130	0,00	20,0	0,00
	140	0,00	20,0	0,00	140	0,00	20,0	0,00
	150	0,00	20,0	0,00	150	0,00	20,0	0,00
	160	0,00	20,0	0,00	160	0,00	20,0	0,00
	170	0,00	20,0	0,00	170	0,00	20,0	0,00
	180	0,00	20,0	0,00	180	0,00	20,0	0,00
	190	0,00	20,0	0,00	190	0,00	20,0	0,00
	200	0,00	20,0	0,00	200	0,00	20,0	0,00

P SITE N° 72

D EXPANSION : SAAD E MOU JABALLAH

ANNEXE 3-4

H.S - - 44,80 m
 Prof - 46,30 m
 β - 3,0 m
 α - 0,30



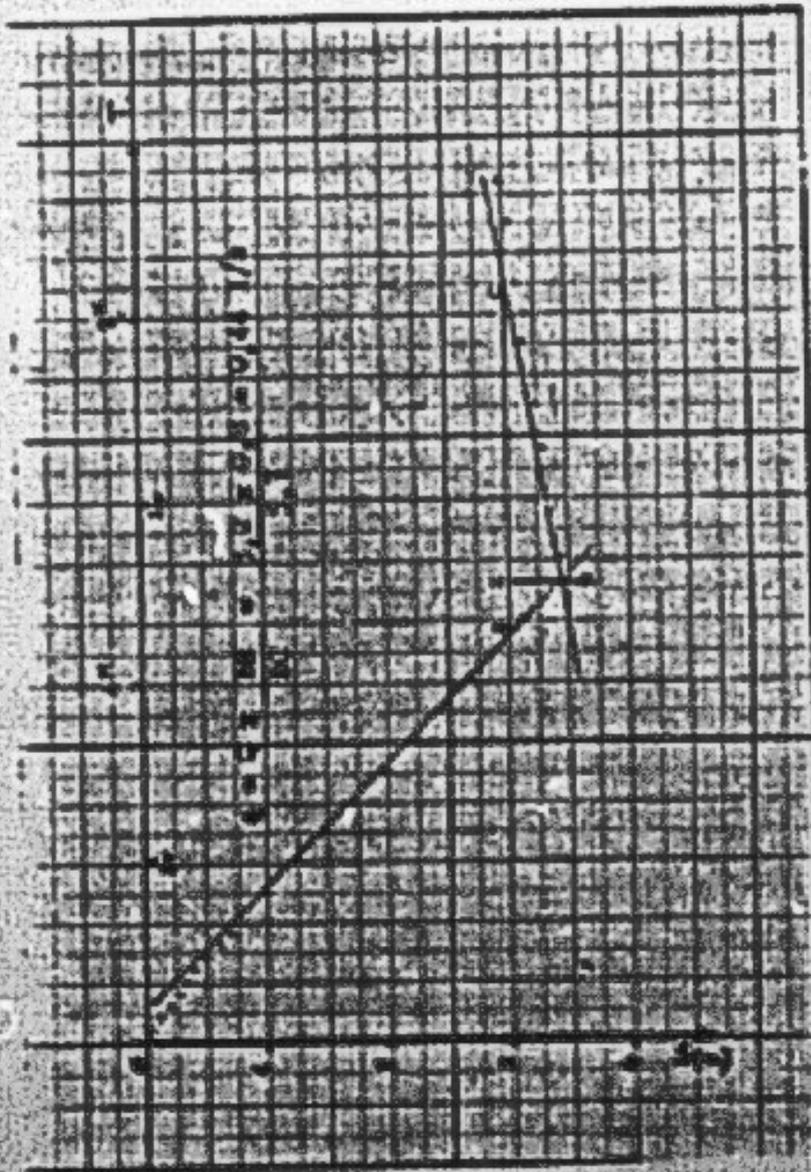
DATE	ABAISSEMENT				ELEVATION			
	TEMP (mm)	HAUT (m)	PROF (L/O)	TEMP (mm)	TEMP (mm)	PROF (L/O)	TEMP (mm)	$\frac{L}{O}$
	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	31
	0,2	0,12	4	0,02	0,02		0,02	44,5
	4	0,28		0,05	0,05		0,05	34,3
	6	0,42		0,07	0,07		0,07	32,8
	8	0,54	3,37	0,09	0,09		0,09	30,2
	10	0,70		0,11	0,11		0,11	28,2
	12	0,84		0,13	0,13		0,13	26,5
	14	1,10	3,13	0,15	0,15		0,15	24,2
	16	1,26		0,16	0,16		0,16	22,8
	18	1,46		0,21	0,21		0,21	20,7
	20	1,66		0,26	0,26		0,26	18,5
	22	1,87		0,3	0,3		0,3	16,5
	24	2,24		0,34	0,34		0,34	14,2
	26	2,55		0,38	0,38		0,38	12,5
	28	2,8		0,4	0,4		0,4	10,8
	30	3,05		0,44	0,44		0,44	9,2
	32							7,8
	34							6,6
	36							5,6
	38							4,8
	40							4,1
	42							3,5
	44							3,0
	46							2,5
	48							2,0
	50							1,5
	52							1,0
	54							0,5
	56							0,0
	58							0,0
	60							0,0
	62							0,0
	64							0,0
	66							0,0
	68							0,0
	70							0,0
	72							0,0
	74							0,0
	76							0,0
	78							0,0
	80							0,0
	82							0,0
	84							0,0
	86							0,0
	88							0,0
	90							0,0
	92							0,0
	94							0,0
	96							0,0
	98							0,0
	100							0,0

FORM NO. 92

EXPLANATION: MEASURED & ALL FOR SILENT

ANNEXURE 3 - 5

- W.B. = - 31.72 m
- Prof. = 37.0 m
- φ = 3.5 m
- = 0.9 m



Date	Observations				Calculations			
	Time (min)	Height (m)	Angle (°/m)	Time (min)	Time (min)	Angle (°/m)	Time (min)	Time (min)
7/10/71	0	0.00		0	0		0	0
	1	0.25		1	1		0.25	0.25
	2	0.50		2	2		0.50	0.50
	3	0.75		3	3		0.75	0.75
	4	1.00		4	4		1.00	1.00
	5	1.25		5	5		1.25	1.25
	6	1.50		6	6		1.50	1.50
	7	1.75		7	7		1.75	1.75
	8	2.00		8	8		2.00	2.00
	9	2.25		9	9		2.25	2.25
	10	2.50		10	10		2.50	2.50
	11	2.75		11	11		2.75	2.75
	12	3.00		12	12		3.00	3.00
	13	3.25		13	13		3.25	3.25
	14	3.50		14	14		3.50	3.50
	15	3.75		15	15		3.75	3.75
	16	4.00		16	16		4.00	4.00
	17	4.25		17	17		4.25	4.25
	18	4.50		18	18		4.50	4.50
	19	4.75		19	19		4.75	4.75
	20	5.00		20	20		5.00	5.00
	21	5.25		21	21		5.25	5.25
	22	5.50		22	22		5.50	5.50
	23	5.75		23	23		5.75	5.75
	24	6.00		24	24		6.00	6.00
	25	6.25		25	25		6.25	6.25
	26	6.50		26	26		6.50	6.50
	27	6.75		27	27		6.75	6.75
	28	7.00		28	28		7.00	7.00
	29	7.25		29	29		7.25	7.25
	30	7.50		30	30		7.50	7.50
	31	7.75		31	31		7.75	7.75
	32	8.00		32	32		8.00	8.00
	33	8.25		33	33		8.25	8.25
	34	8.50		34	34		8.50	8.50
	35	8.75		35	35		8.75	8.75
	36	9.00		36	36		9.00	9.00
	37	9.25		37	37		9.25	9.25
	38	9.50		38	38		9.50	9.50
	39	9.75		39	39		9.75	9.75
	40	10.00		40	40		10.00	10.00
	41	10.25		41	41		10.25	10.25
	42	10.50		42	42		10.50	10.50
	43	10.75		43	43		10.75	10.75
	44	11.00		44	44		11.00	11.00
	45	11.25		45	45		11.25	11.25
	46	11.50		46	46		11.50	11.50
	47	11.75		47	47		11.75	11.75
	48	12.00		48	48		12.00	12.00
	49	12.25		49	49		12.25	12.25
	50	12.50		50	50		12.50	12.50

ANNEXE - 4 -

**CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE
LA REGION DE**

BOU OVRANE

BOU SAAD

(1)

CARACTERISTIQUES DES FONDATIONS

BOU CRANE - BOU SAAD

N° I.P.S.	INDICATION	COTE TOTO	Prof (m)	FORMATION CAPTIVE	CAPTIVE	N.S. (m)	N.S. G/1	DATE d'EXECUTION	CRASSE
7954	Bir Saad	275	735,15	Calcaire : Roches	57 - 120 (E)	- 15	2,0	1963	Ab
19169	O.B. Saad		140	Rempissage: Sable argileux	32 - 65 (Lent 9 = 5/8)			1964	Ab
19819	El Ghadir		140	" "	80 - 120 (Lent 9 ^m 5/8)	- 35	3,0	1965	Ab
19631	Ramsahi		354	Quaternaire ALLUVIONS	247 - 351 (Océp 6 ^m 5/8)	- 65	4,4	1966	Ab
19808	Fallat el Oust		300	Flio-quaternaire Argile-sable et galet	159 - 165 (Océp 6 ^m 5/8)	- 77,5	0,8	1964	Ab
85	Chenal		82 400	Calcaire marneux	140 - 190	- 30	3,0	1965	Ab

ANNEXE - 5 -

**RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DES
POITS DE SURFACE**

(1)

A MALIENS CHIROQUES

IN THE PRESENCE OF THE CHAIRMAN - BOU SAÏD

N°	DESCRIPTION	N°	DATE DE	Ca	Pe	Ma	E	BO	Cl	CO	Zh	E.S
Ordre		Partie	Prélev.									
1	Bir Jédia N° 1 (Publie)	1	5/09	416	110	330	-	1545	177	213	7,75	2900
2	Bir Jédia N° 2 (Publie)	2	"	480	134	115	-	1800	106	238	7,60	3000
3	Bir Sa Saama	30	"	376	173	201	-	1574	213	165	8,3	2510
4	Amara b Ouloula	7	"	496	130	157	-	1848	142	162	8,5	3120
5	Bir Toussaint (Publie)	8	"	104	53	151	-	517	248	149	7,8	1140
6	Bir el Jouda (Publie)	10	"	240	91	330	-	173	639	942	7,4	2580
7	Salon b Arbi	12	"	168	115	201	-	1018	177	79	8,25	1920
8	Bir Soud (Publie)	13	"	236	120	144	-	1133	106	122	8,10	2120
9	Bir Bourdj Soud	11	"	280	134	172	-	1210	177	196	7,85	3340
10	Bir el Kouba	23	"	144	82	93	-	480	213	32	7,6	1900
11	Bir Fichtel Lortene	24	"	304	136	391	-	2688	908	265	7,6	5300
12	Med b Al-mar Akrouf	5	"	216	101	129	-	998	106	143	7,75	1820
13	Salah b Mahmoud Abdallah	81	6/09	468	203	631	16	2332	781	131	7,89	6260
14	Fouki b Med b Kamef	91	4/09	200	288	448	7	1776	426	128	7,64	3860
15	Med Ali Ben Soudi	92	4/09	136	43	179	25	720	106	36	11,04	1480
16	Mamoufa b Jilani	90	"	200	237	151	9	1392	166	125	7,76	2500
17	Bir Bouhle (Publie)	6	5/09	194	142	108	5	1027	187	142	7,9	1435

252

ANNEXE 6

DOMAINE PLUVIOMETRIQUE A :

- BOU OUBAÏE (N° 81376) entre 1974 - 75 et 1990 - 1991
- EL GUNTAR (N° 82927) entre 1968 - 69 et 1990 - 1991
- O. BOU SAÏD (N° 84820) entre 1979 - 80 et 1990 - 1991

(3)

ORDENES PLUVIOMETRICOS

BO POSTE DE : EL GUETAR COTE : 82907

PLUVIOMETRIZADO

MESES MEMBRAS

ANOS	Sept	Oct	Nov	Dic	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Jun	Juliet	Agost	PLUVIOMETRIZADO
90 - 91	31,5	0	58,5	45,5	11,5	19	88	5,5	2,5	0,5	0,5	0	263
89 - 90	3	0	14,2	10,5	251	1	35	10	7	7	0	37	577,7
88 - 89	4,5	2,5	5,3	66,5	2,7	10	4	1,5	0,5	1,5	0	22,5	121,5
87 - 88	9	26	3	3,7	4,5	3,5	0	0	0	11,5	0	4	61,5
86 - 87	9,5	21	24,5	14	10	11,5	6,5	19	0	1,5	0	0	117,5
85 - 86	13	6,5	0	0,5	0	0	24,3	20	13,5	0	20	0,5	96,3
84 - 85	33,5	43	9	26,5	28	5	33,5	4	7,5	0	0	0	190
83 - 84	0	29	0	23,2	3	13	29	15	2,5	0	0	0	114,7
82 - 83	29,5	8,5	27	12	28	-	-	-	16	32,5	-	2	-
81 - 82	-	-	-	9,5	4	4	-	31	35	-	-	-	-
80 - 81	15	16	12	54	0,5	6	9	0	-	-	0	-	-
79 - 80	8	10,5	0	0	15	20	27,5	19,7	8,5	0	0	0	109,2
78 - 79	-	-	-	-	6,9	76,5	9,5	3,5	4,5	-	0	43,5	-
77 - 78	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76 - 77	4,5	7	22,5	4,7	10,5	11	0	10	0	0	0	0	70,2
75 - 76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74 - 75	-	-	-	-	3	11,5	21,5	-	-	0	-	-	-
73 - 74	-	0	2,8	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
72 - 73	24	-	-	-	-	-	72	0	0	0	0	13,9	-
71 - 72	7	5,5	24	0	10	5	18	151	11	0	7	8	146,5
70 - 71	0	6	0	31,8	13,4	3,5	6,2	0	17,5	0	2,5	0	77,4
69 - 70	167,5	113,5	7	9,3	0	0	4,7	0	2	7,7	10	0	311,7
68 - 69	28	0	8,8	11,7	19,4	0	12,1	0	25	0	10	0	105

DOMINA LEVIOR-SEIÇONS

DU POSTE DE : O. JOU SAAD CODE : 04020

ANNEE	MELLES PERIODES												FLUVIOMETR ARRIVÉE
	Sept	Oct	Nov	Dec	Janvier	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	JULIET	Août	
0 - 91	26	0	49	42	21	25,9	72	0	0	0	0	0	235,5
9 - 90	4	6	5	6,5	445,5	0	61,5	17,1	12	29	0	52	630,6
8 - 89	3,6	0	25,2	07,1	6,5	4,5	0	2,5	0	0,5	0	35,5	167,4
7 - 88	10,5	29,7	0	35	7,5	0	0	0	10,6	11,1	0	0	112,4
6 - 87	0	1,4	35,8	0,8	0	0	19,8	17,1	6,7	0	0	0	70,8
5 - 86	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - 85	-	-	4	17	16	11	14	-	0	0	0	0	-
3 - 84	-	-	-	-	-	20	26	35	-	-	-	-	-
2 - 83	12	15	-	0	29	0	-	-	-	-	-	-	-
1 - 82	0	0	0	0	2	0	-	10	3,5	-	0	4	115
0 - 81	11	16	10	42	0	19	17	0	0	0	0	0	-
9 - 80	-	-	-	-	-	70,5	4	-	0	0	0	0	-

FIN

78

VUES