



MICROFICHE N°

08526

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**

**NOTE SUR L'EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE
DES NAPPES DE LA DJEFFARA DE GABES
ET SES CONSEQUENCES SUR LA QUALITE DES EAUX**

1973-1993

FEVRIER 1994

M. BEN MARZOUK

1004-8856

**REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE**

**DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES EN EAU**

**NOTE SUR L'EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE
DES NAPPES DE LA DJEFFARA DE GABES
ET SES CONSEQUENCES SUR LA QUALITE DES EAUX**

1973-1993

FEVRIER 1994

M. BEN MARZOUK

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION

II- EVOLUTION PLUVIOMETRIQUE DANS LA DJEFFARA DE GABES

III- EVOLUTION DE L'EXPLOITATION

IV- EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE

- 1- Nappe profonde**
- 2- Nappes phréatiques**

V- EVOLUTION DE LA QUALITE CHIMIQUE DES EAUX

- 1- Nappe profonde**
- 2- Nappes phréatiques**

VI- CONCLUSION

I- INTRODUCTION

La surveillance des nappes dans la Djeffara de Gabès commencée depuis près de deux dernières décennies 1973-1993, s'effectue à l'échelle mensuelle sur 12 piézomètres et un forage. Elle est trimestrielle sur 6 piézomètres et 64 puits de surface et semestrielle (périodes hivernale et estivale) sur 7 piézomètres et tous les forages de la région.

Cette surveillance a permis sur la base des analyses chimiques des échantillons prélevés pendant cette surveillance, de suivre les fluctuations de la pression et du niveau piézométrique au cours du temps et de mettre en évidence les conséquences de ces fluctuations qui résultent de l'exploitation et de la pluviométrie sur l'évolution qualitative de ces nappes.

Le suivi en continu de l'exploitation, de la piézométrie et de la qualité chimique de l'eau est considéré comme le meilleur moyen pour assurer une bonne gestion de ces ressources.

II- EVOLUTION PLUVIOMETRIQUE DANS LA DJEFFARA DE GABES

L'évolution de la pluviométrie annuelle au cours de ces deux dernières décennies montre qu'elle n'a été excédentaire qu'au cours des années de 74 à 76, 79, 85 et 90.

Les périodes déficitaires qui s'y intercalent ont duré 2,5 et 4 années. Cette succession de périodes de sécheresse semble se repercuter au niveau de la piézométrie des nappes de la Djeffara par une baisse continue et accentuée des niveaux des nappes au cours de cette période (Fig n°1). Cette baisse est en fait le résultat conjugué de l'augmentation de l'exploitation et du déficit de l'alimentation.

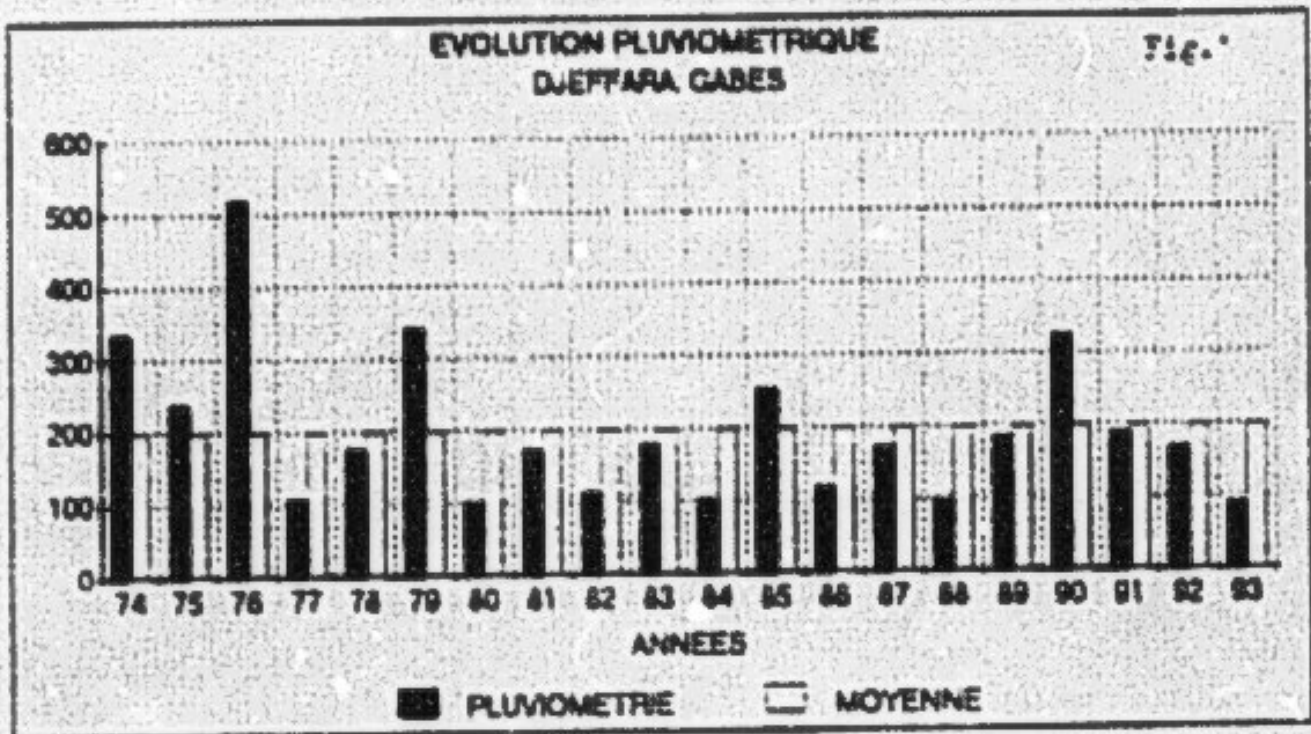
III- EVOLUTION DE L'EXPLOITATION

L'examen de l'exploitation des nappes de la Djeffara au cours de cette période (20 ans), montre que la variation globale est modérée pour la nappe de Gabès Nord (+150 l/s) sur 1400 l/s. Elle atteint 335 l/s sur 100 l/s à Gabès Sud, 190 l/s sur 450 l/s à El Hamma-Chenchou (Fig n° 2) et 350 l/s sur 450 l/s à Chott el Fedj.

En comparant l'exploitation actuelle de la nappe de la Djeffara dans chacune de ces zones à leurs ressources, on en déduit que seulement la nappe de Gabès Sud qui est au début de la surexploitation.

Nappes	Ressources Globales (l/s)	Exploitation actuelle (l/s)	Variation de l'exploitation (1973-93)	Ressources Disponibles (l/s)
Gabès Nord	1400	1340	+150	260
Gabès Sud	1150	1158	+335	-
El Hamma-Chenchou	900	507	+190	393
C.I	1078	553	+190	525

L'analyse de la situation de l'exploitation pour chaque nappe permet de constater ce qui suit :



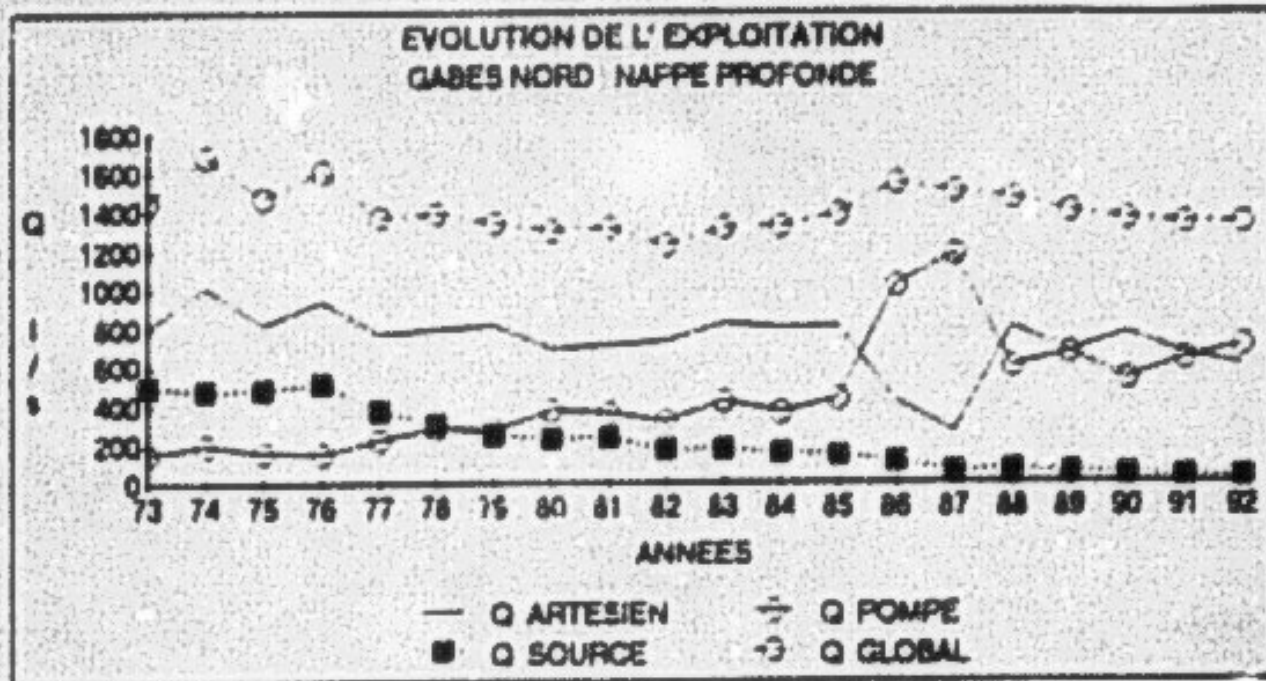


Fig. 2

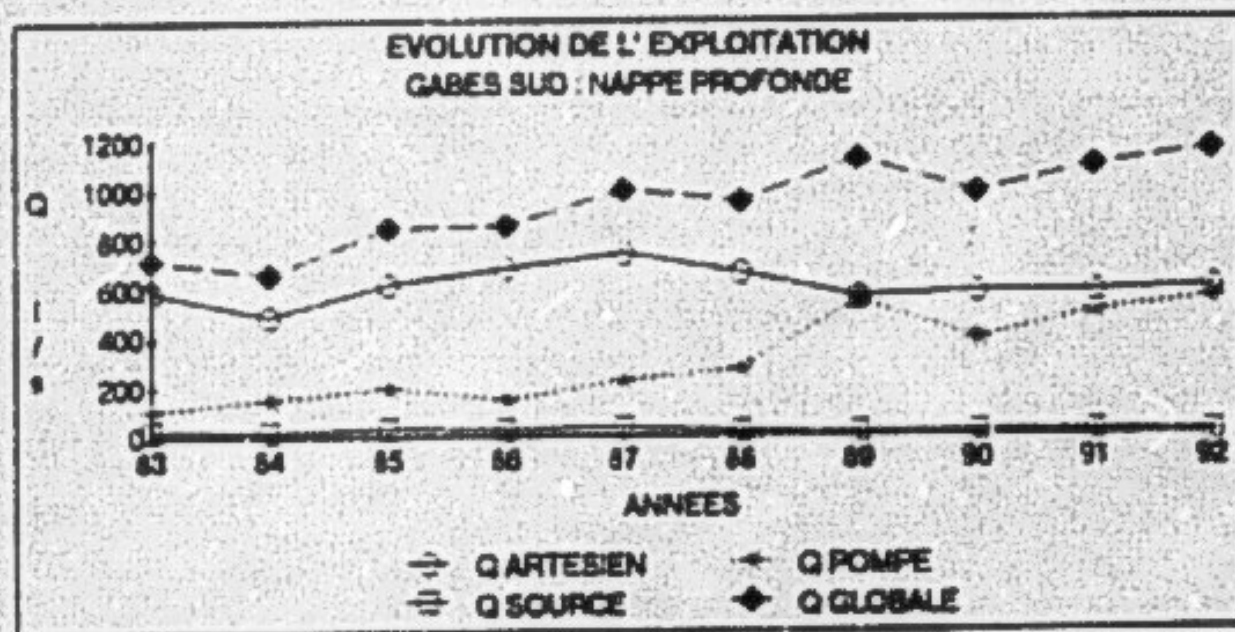
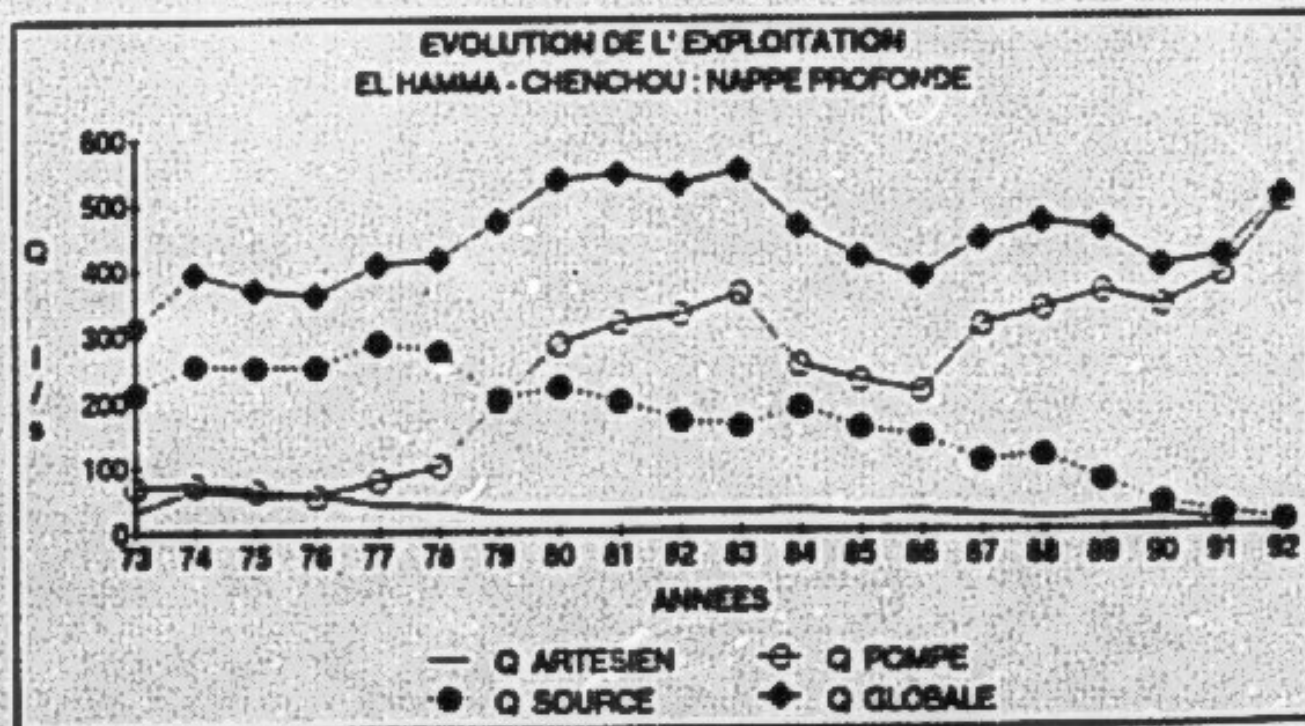


Fig. 2



- la nappe de Gabès Nord :

Depuis l'année 1977 le débit des sources commence à baisser et le débit de pompage à prendre de l'ampleur sur celui des forages pompes. La baisse de l'artésianisme est demeurée peu accentuée. A partir de l'année 1986, le débit des pompages augmente nettement pour atteindre près du double. Cette augmentation a été accompagnée d'une baisse de l'artésianisme. Ainsi, le débit d'exploitation globale est devenu pratiquement tributaire de l'évolution du pompage.

- la nappe de Gabès Sud

Au niveau de Gabès-Sud, le pompage a augmenté sensiblement d'une façon continue depuis le début des années 70. Il s'est multiplié par 4. Tandis que l'artésianisme n'a pas connu de variations importantes. C'est ainsi que l'exploitation globale est restée très influencée par les fluctuations du débit de l'artésianisme jusqu'à 1988. (Fig n°2) par la suite, l'évolution de l'exploitation a suivi celle du pompage.

- la nappe d'El Hamma-Chenchou

L'évolution de l'exploitation de la nappe de la Djeffara au niveau d'El Hamma-Chenchou montre que depuis l'année 1978, le débit des sources a été en baisse continue pour atteindre en 1992, la valeur de 11 l/s. Le débit des pompages a sensiblement augmenté à partir de 1976 tout en accusant une baisse entre 1983 et 1986.

Le débit des forages artésiens a été en baisse continue jusqu'à sa disparition complète en 1982. Ainsi, l'évolution globale de l'exploitation dans cette région depuis 1976, celle des pompages pour finir à l'égaliser en 1992.

- la nappe du Continental intercalaire de Chott Fedjej

Cette nappe exploitée presque exclusivement par artésianisme, a vu une augmentation importante de son exploitation à partir de 1976 suite à l'entrée en service des forages de la SONEDE. Depuis cette date, l'exploitation de cette nappe se maintient entre 550 et 590 l/s (Fig n° 3).

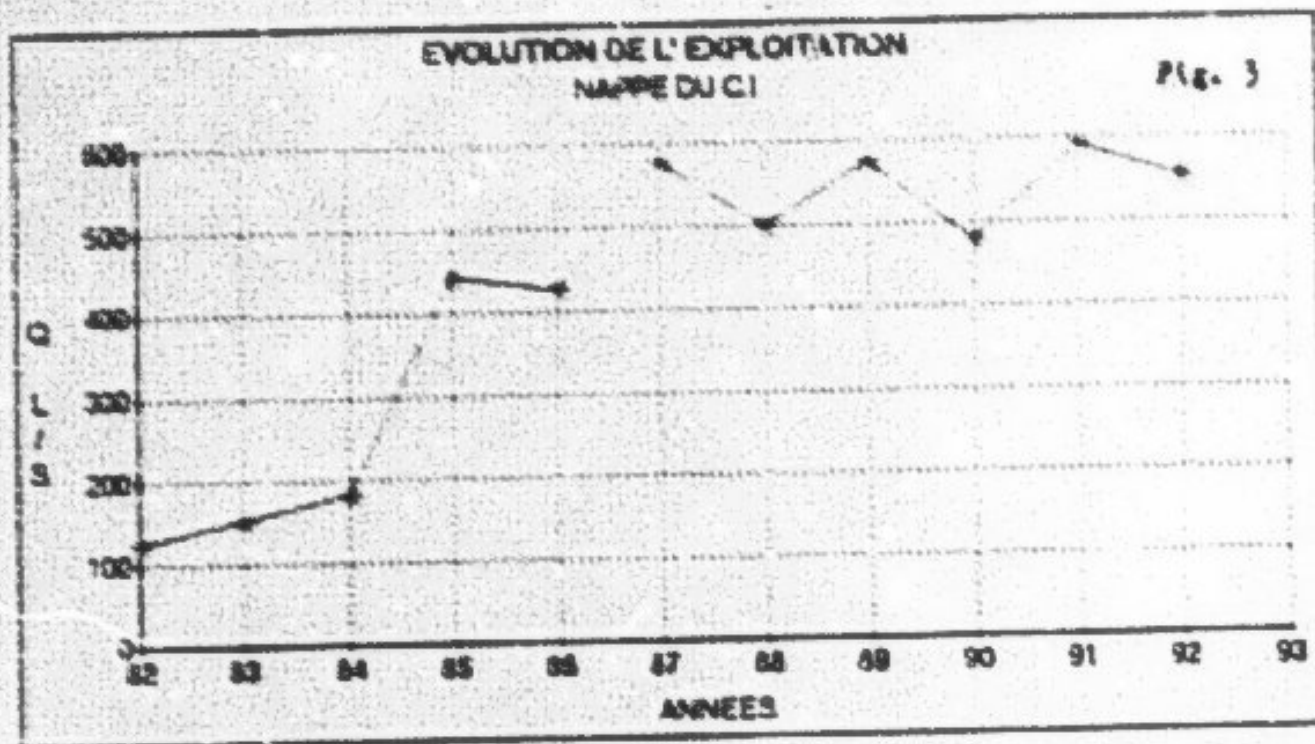
IV- EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE

1- Nappes profondes

Au cours de la période 1973-92, la piézométrie a enregistré une baisse généralisée dans toute la Djeffara de Gabès. Cependant, cette baisse reste conforme aux prévisions à l'exception de celle du C.I. de Chott Fedjej où elle est plus accentuée.

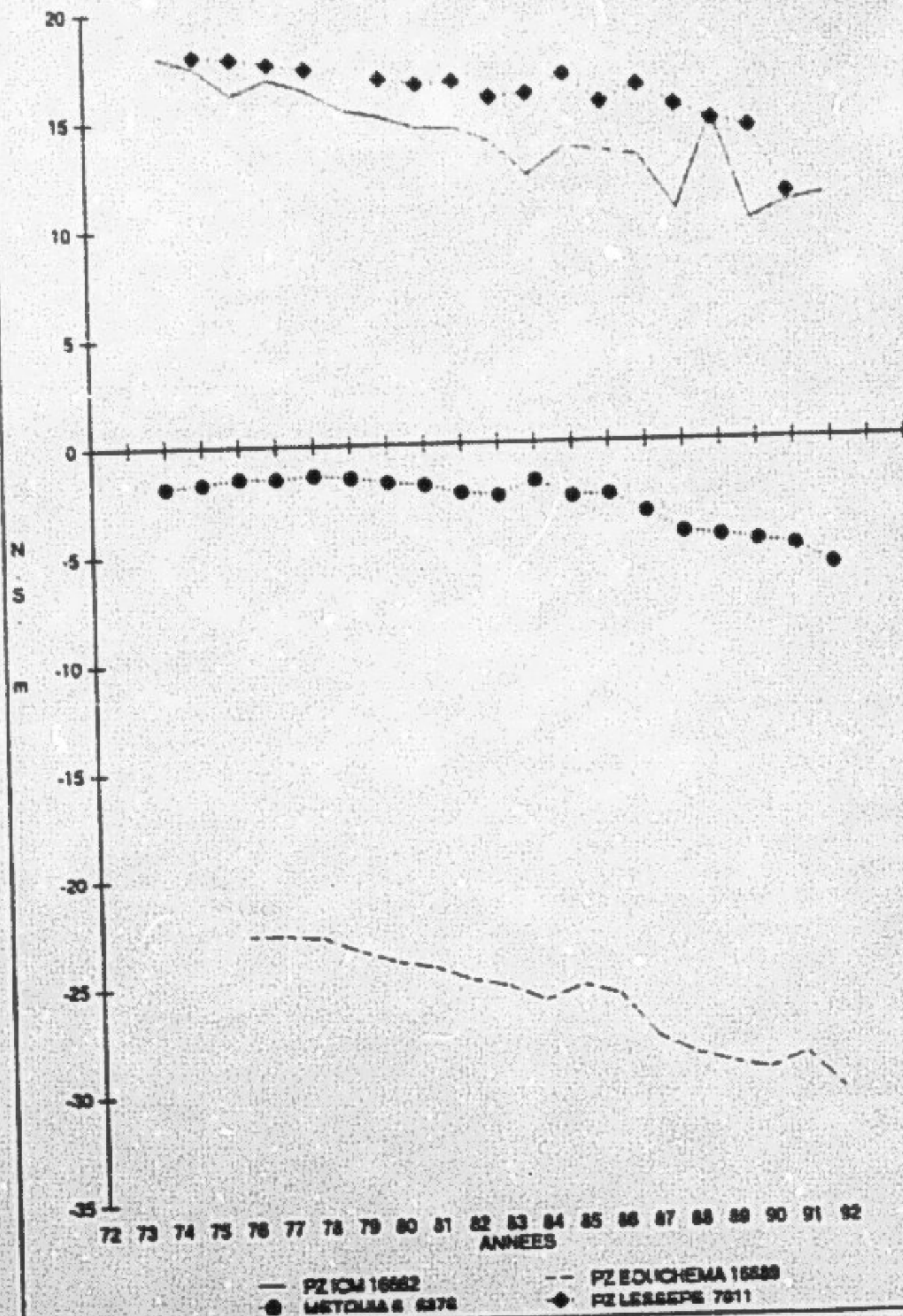
a) **La nappe de Gabès Nord :** Le réseau actuel de surveillance de la nappe de la Djeffara au niveau de Gabès-Nord, est constitué de 6 piézomètres et de 3 forages non exploités.

L'évolution piézométrique au cours de cette période a accusé une baisse annuelle moyenne de 0,4 m. Cette baisse a été enregistrée au niveau des piézomètres (Fig n° 4).



EVOLUTION PIEZOMETRIQUE GABES NORD

Fig. 4



- PZ	Bouchemme	(N° IRH 16689/5)	5,0 m
- PZ	ICM	(N° IRH 16662/5)	3,7 m
- PZ	Methouia	(N° IRH 8761/5)	4,5 m
- PZ	Lesseps	(N° IRH 7911/5)	3,7 m

Cette baisse qui est restée relativement faible malgré la multiplication des puits illicites, est un signe d'une exploitation qui n'a pas dépassé les ressources exploitables.

b) La nappe de Gabès Sud : Le réseau de surveillance de la nappe de la Djeflara de Gabès-Sud comporte 8 piézomètres et 9 forages artésiens. Cette surveillance est mensuelle sur 11 points et semestrielle sur 6 points.

La baisse piézométrique enregistrée au niveau de cette zone durant la dernière décennie, varie de 3 à 8 m avec une moyenne annuelle de 0,6 m au niveau des oasis de Mareth et de Téboulbou (Fig n° 5) comme l'indiquent les variations piézométriques sur :

- Téboulbou Ibis	(N° IRH 19313/5)	5,9 m
- Oued Lahjel 2	(N° IRH 18624/5)	3,2 m
- Mareth 5ter	(N° IRH 18638/5)	7,7 m

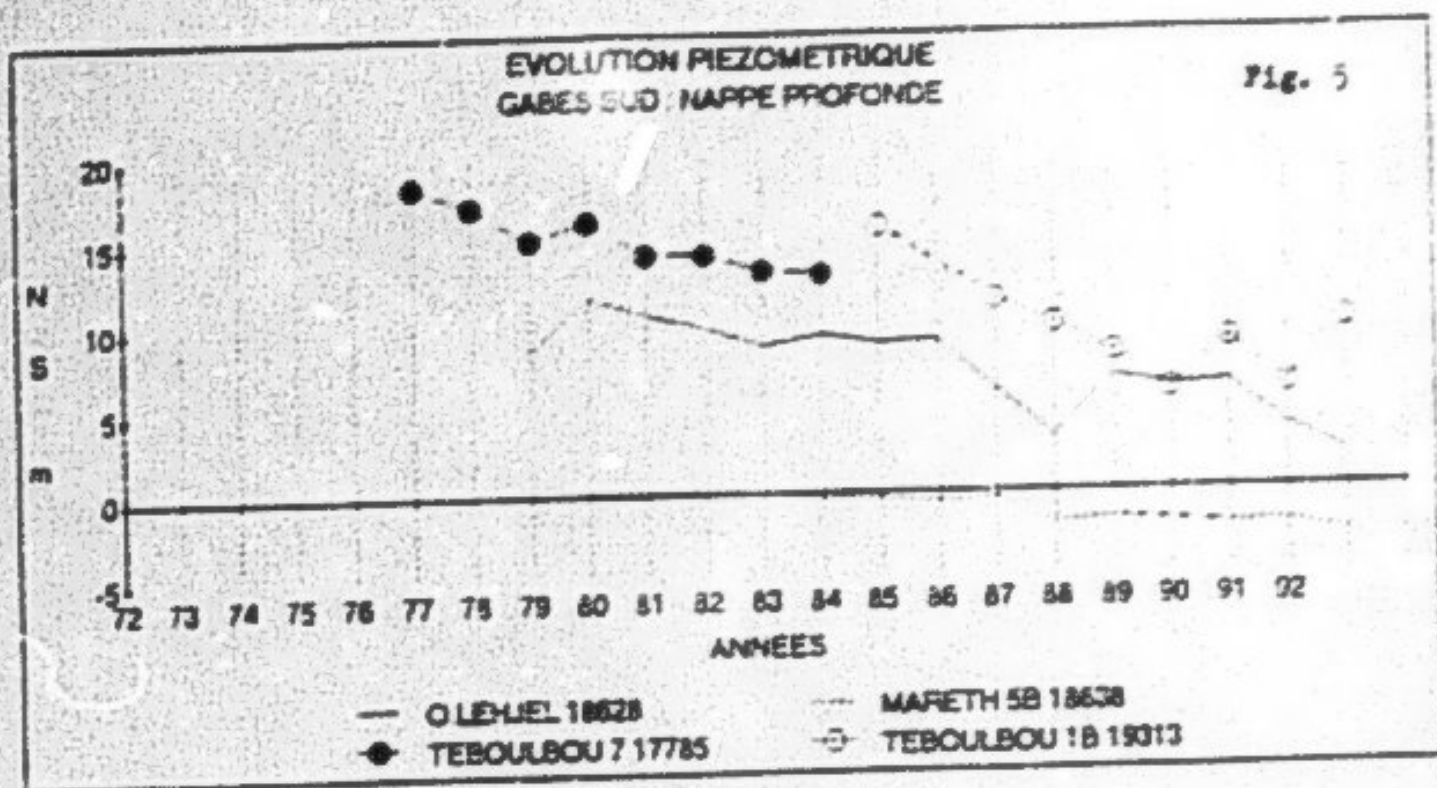
Dans la partie de Zeuss-Koutine, la baisse piézométrique annuelle a été 0,55 m malgré la forte exploitation de la nappe par les pompages de la SONEDE.

- Ain Mjirda	(N° IRH 7383/5)	6,2 m
- Zemla 1	(N° IRH 13982/5)	5,46 m
- Oued Zigzaou	(N° IRH 13983/5)	4,69 m

c) la nappe d'el Hamma-Chenchou : Le réseau de surveillance de la nappe de la Djeflara au niveau d'el Hamma-Chenchou n'est constitué que par un seul piézomètre qui est celui de Chenchou 11 (N° IRH 17623/5). Le suivi de la piézométrie sur ce piézomètre depuis 1978, a permis d'y évaluer la baisse annuelle de 0,37 m (Fig.n°6).

d) la nappe du C.I. à Chott Fedjej : La surveillance piézométrique de la nappe du C.I. à Chott Fedjej ne se fait pas à cadence annuelle comme c'est le cas de l'exploitation et de la chimie. C'est seulement à l'occasion de la création de nouveaux forages que des mesures piézométriques sont faites. Des mesures de pression de certains forages réalisés cette année montrent que cette nappe accuse une baisse allant de 2 à 2,3 m/an malgré une exploitation actuelle qui est de moitié des ressources exploitables (Fig.n° 6).

e) Conclusion : La baisse piézométrique de la nappe de la Djeflara semble résulter de l'effet conjugué de l'exploitation qui évolue par l'extension de pompage avec l'équipement des forages dont l'artésianisme a baissé, de la création de nouveaux forages et de la succession de plusieurs périodes pluviométriquement déficitaires qui n'ont été inter-coupées que de brèves périodes.



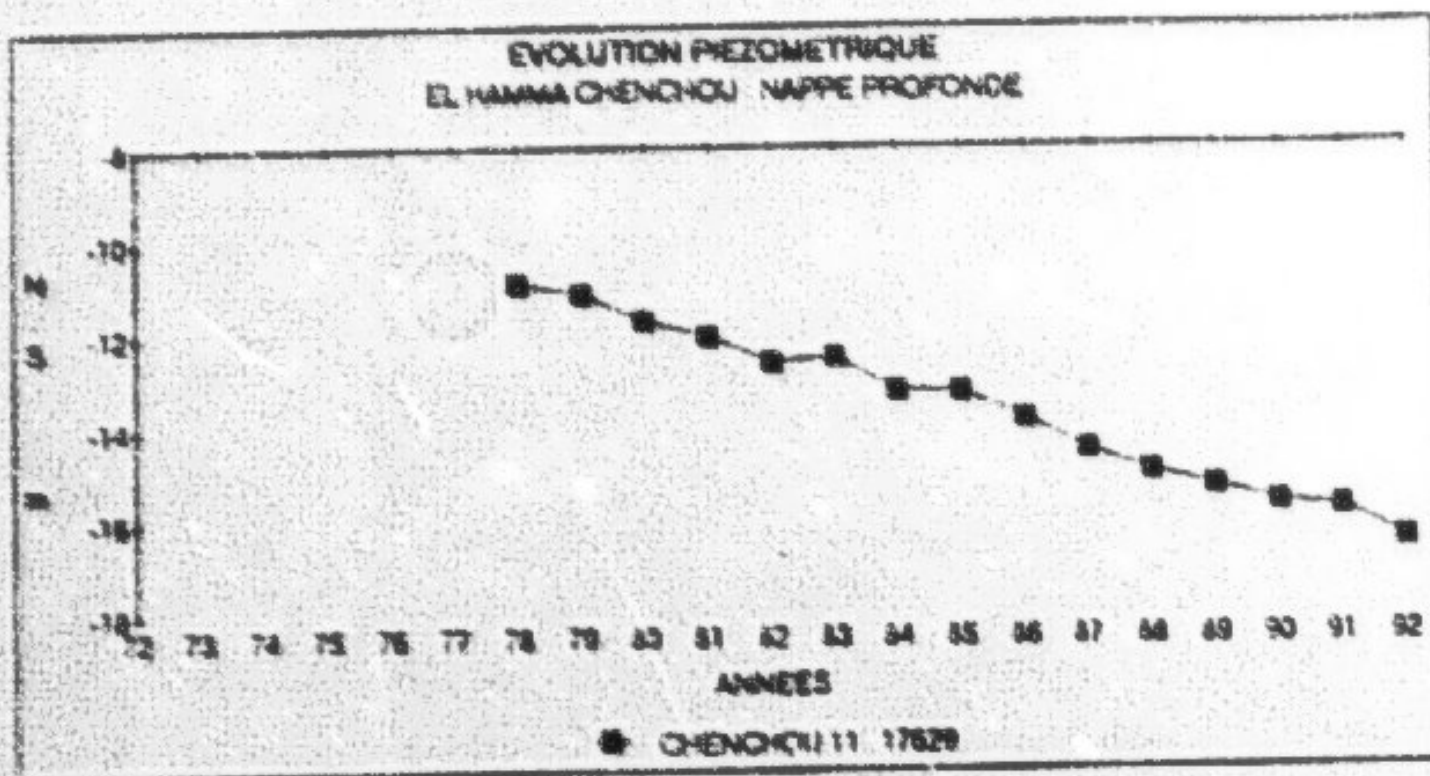
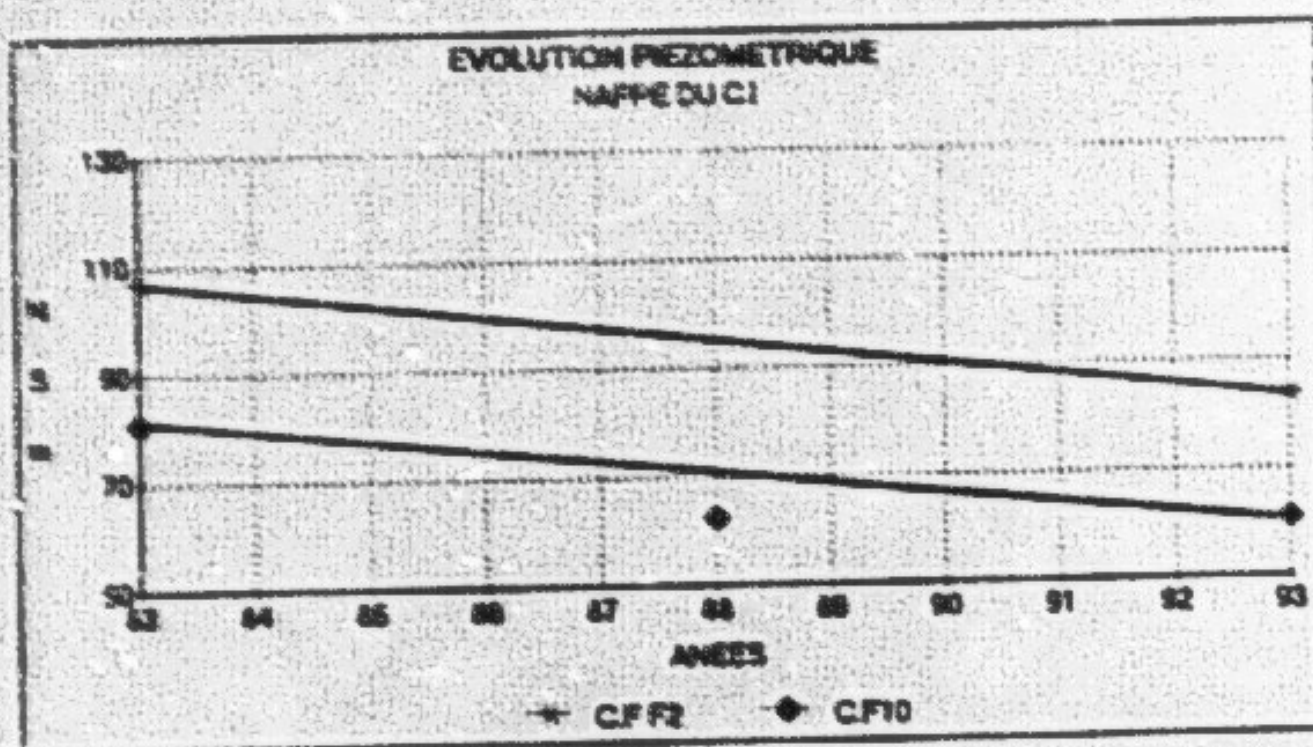


Fig. 6



Toutefois, cette baisse reste dans les normes de prévision. En effet, la charge le long de la côte qui doit rester d'après les prévisions du modèle (PNUD, 1985) à pluviomètres excédentaires de 8 à 10 m au dessus du NGM afin d'éviter l'intrusion marine, est actuellement de +38,7 m à Mareth, +38,5 m à Teboulbou et +25,88 m à Ghannouch.

2- NAPPES PHREATIQUES

a) *Nappe phréatique de Gabès Nord* : Au cours de la dernière décennie, l'évolution des fluctuations piézométriques montre une tendance générale vers une légère remontée qui semble résulter de plusieurs facteurs dont principalement :

- la baisse de l'exploitation de cette nappe superficielle par la majorité des agriculteurs. En effet l'exploitation est passée de 3,3 Mm³/an en 1985 à 0,96 Mm³ en 1990. Les agriculteurs s'orientent vers la nappe profonde à cause de la salinité élevée de ses eaux
- l'alimentation par les eaux météoriques puits n° 87 (remontée de 2 m suite aux pluies de 1984 et de 1990.
- l'infiltration des eaux de drainage.
- la drainance verticale de la nappe profonde à travers les puits forés par les sondages illicites. Ce qui est illustré par la remontée importante de 3,6 m enregistrée sur le puits n°454 transformé en forage illicite.

La baisse de la piézométrie enregistrée sur les forages captant la nappe du Continental intercalaire du chott Fedje, est par contre relativement sensible (2 à 2,5 m/an) et elle est appelée à avoir des répercussions sur la baisse de l'alimentation de la nappe de la Djeffara à travers le seuil d'el Hamma.

b) *La nappe phréatique de Gabès Sud* : L'évolution piézométrique de la nappe phréatique dans les régions de Mareth, Fattouch et oued el Ghirane montre au cours de la dernière décennie une tendance générale vers la baisse qui est en moyenne de 0,37 m/an.

Dans cette région, la comparaison des fluctuations piézométriques à la pluviométrie, permet de constater une remontée apparente à Fattouch après les fortes pluies de 1984-85 et 1989-90 et également une légère remontée à Mareth.

Ainsi donc cette tendance générale vers la baisse du niveau piézométrique de cette nappe est la conséquence d'une surexploitation localisée.

Dans la zone de Kettana-Teboulbou, les fluctuations piézométriques montrent une tendance générale vers la stabilisation avec une légère remontée en 1984-85 et 1989-90 sous l'effet de la pluviométrie excédentaire.

La baisse piézométrique du puits Bouajaja (n° 117) semble résulter d'une chute piézométrique de la nappe profonde matérialisée par le tarissement de la source Bouajaja qui est très proche. Ceci est une preuve comme quoi cette nappe phréatique est soutenue à ce niveau par la nappe profonde.

c) *La nappe phréatique d'el Hamma-Chenchou* : La surveillance piézométrique de la nappe phréatique d'el Hamma-Chenchou au cours de cette dernière décennie, révèle une baisse généralisée du niveau du plan d'eau qui est de l'ordre de 3,5 m. donnant ainsi une baisse moyenne annuelle de 0,35 m.

La pluviométrie des années excédentaires 1984-85 et 1989-90 contrairement aux autres zones, ne semble avoir aucun effet dans cette région.

Cette baisse semble résulter de la surexploitation de la nappe. En effet, l'exploitation actuelle y est de $5,4 \text{ Mm}^3/\text{an}$ pour des ressources ne dépassant pas $4,38 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

d) *La nappe phréatique Zeuss et zones du piedmont du Dahar* : Les fluctuations piézométriques de ces nappes présentent un régime très lié à la pluviométrie et aux crues des oueds. En effet, dans la plupart des puits, on a enregistré une remontée des niveaux de 1 à 2 m après les pluies 1984-85 et 1989-90.

V- EVOLUTION DE LA QUALITE CHIMIQUE DES EAUX :

La variation dans le temps de la minéralisation totale, au cours de ces deux décennies d'exploitation permet d'illustrer l'ampleur du phénomène et la vulnérabilité des nappes concernées aux effets négatifs de l'exploitation qui est en augmentation continue.

1- Nappe profonde :

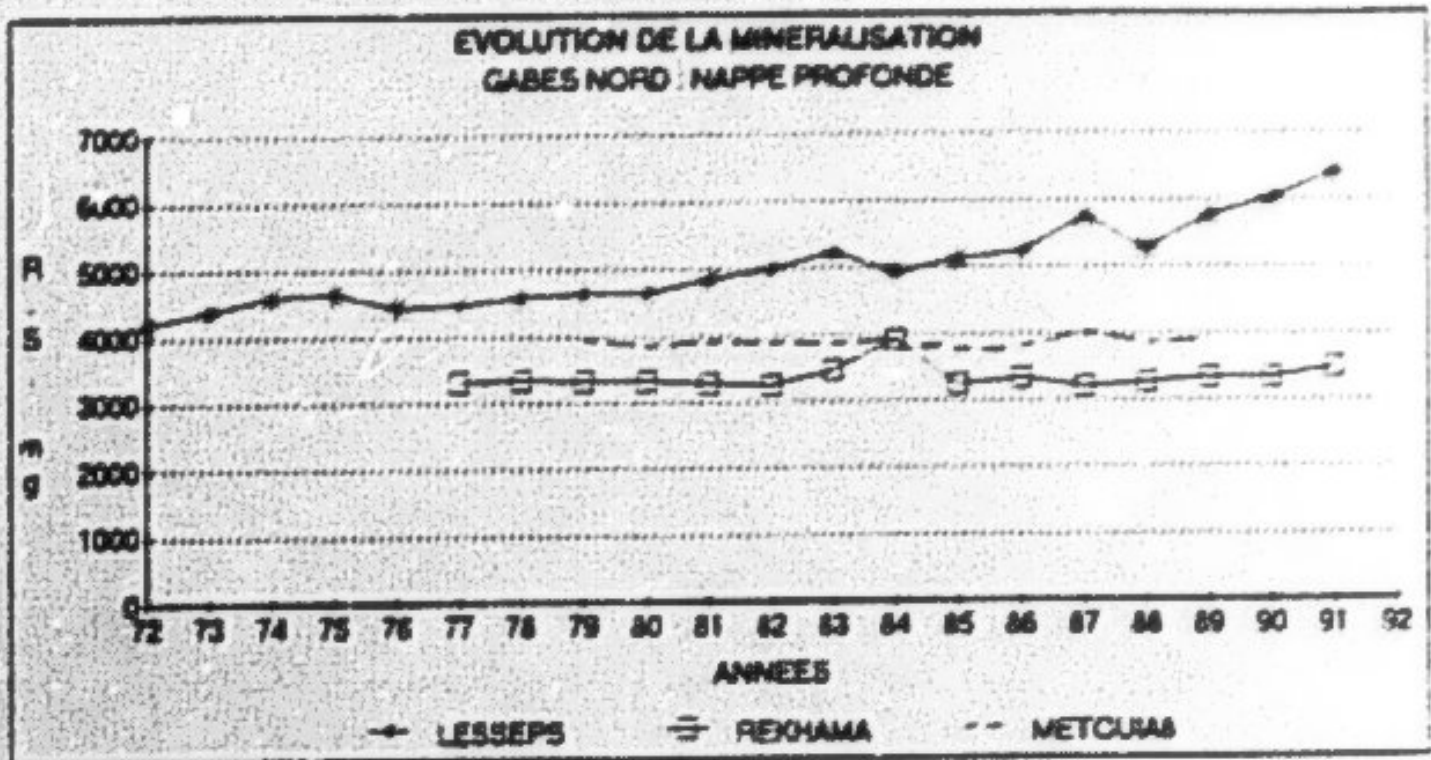
1-1 Nappe de la Djefara :

* *La minéralisation de la nappe de la Djefara à Gabès Nord* : Les valeurs de la minéralisation totale de la nappe de la Djefara varient dans la région de Gabès Nord entre 2800 (Sud) et 5500 mg/l (Nord). Le suivi de la minéralisation totale de l'eau dans le temps au cours de cette période, montre que sa variation est peu perceptible et que la qualité chimique est stationnaire dans la plupart des forages, ceci est illustré par l'allure de l'évolution de la minéralisation totale du PZ Rekhama, de Méthouia 8, de Rass el Aïoun et d'el Boniane 2. Cette variation ne dépasse pas les 160 mg/l durant toute cette période ; elle peut être attribuée aux erreurs d'analyses. (Fig. n° 7)

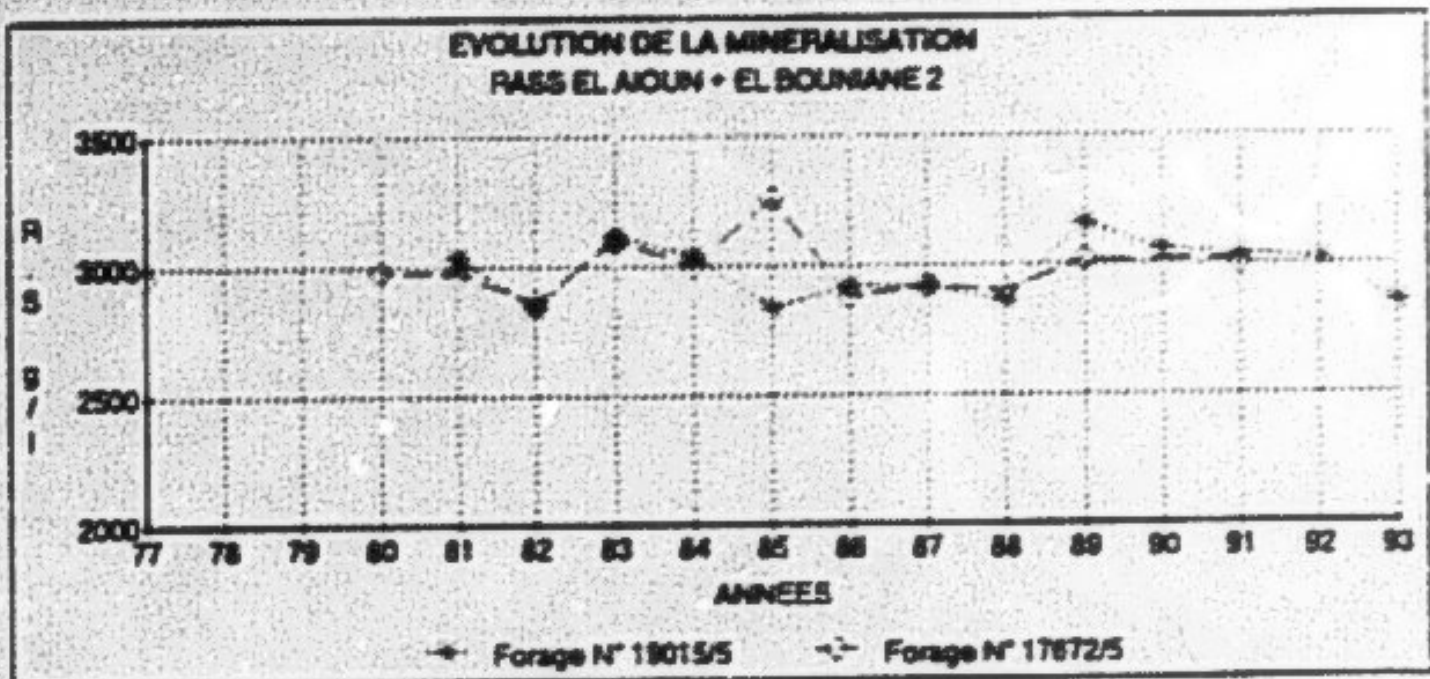
Cependant, dans le forage d'el Aouinet Ter (N° 7811/5), la minéralisation totale montre une croissance au cours du temps avec une variation qui atteint 1600 mg/l au cours des 20 dernières années. Cette augmentation semble résulter de l'effet d'infiltration des eaux saumâtres provenant des sebkhas de la région à travers un toit sablo-argileux peu épais ou par drainance verticale à partir d'eaux très chargées existant en profondeur (Fig. n° 8).

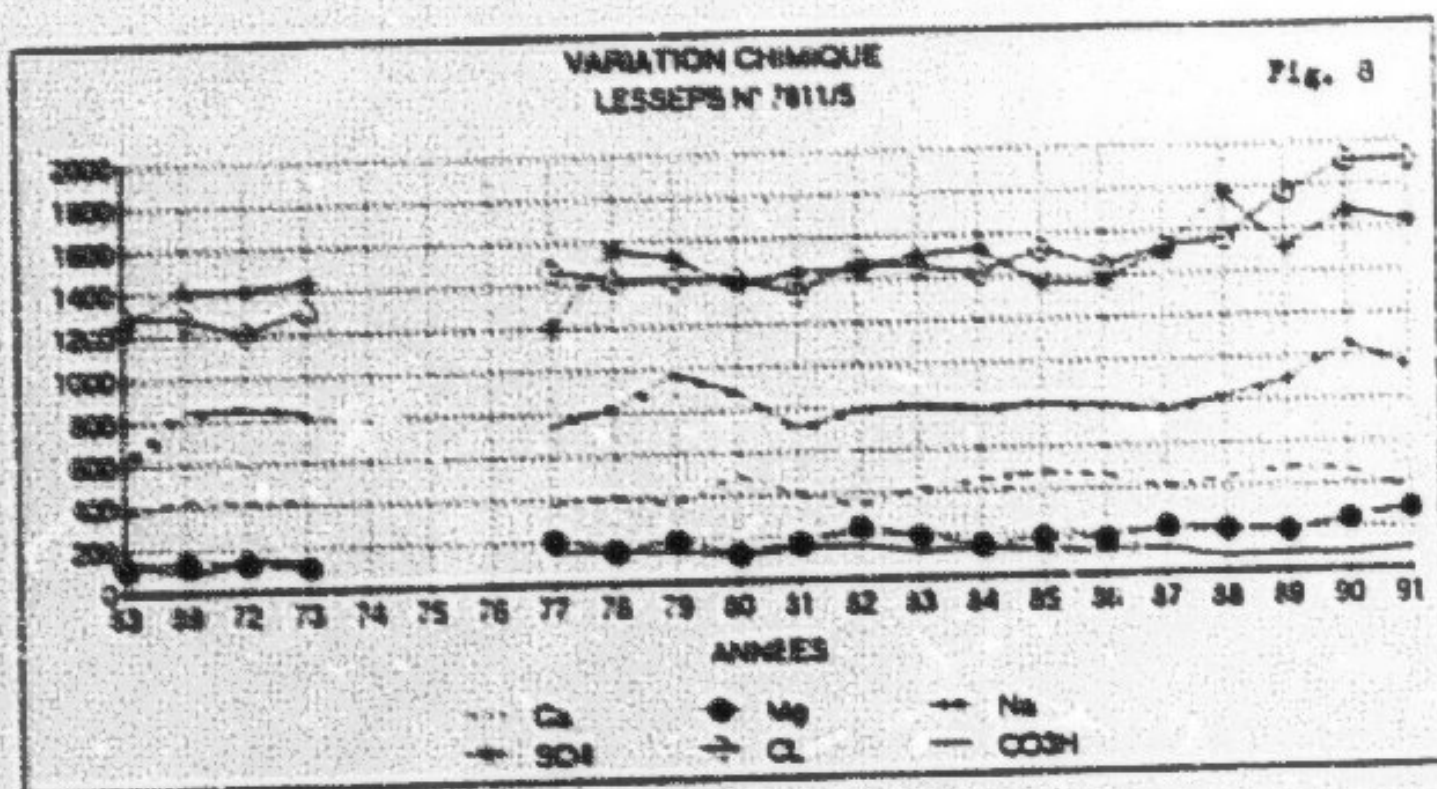
Cet accroissement dans la minéralisation intéresse surtout les éléments Na^+ et Cl^- . Ce qui plaide en faveur d'une origine superficielle.

* *La minéralisation de la nappe de la Djefara à Gabès-Sud* : les valeurs de la minéralisation totale des eaux de Gabès Sud sont relativement basses avec une moyenne située entre 2600 et 2800 mg/l.



Plg- 7





Le suivi de l'évolution chimique de cette nappe n'a pas montré de variation significative dans le temps. Les valeurs restent toujours dans le même ordre de grandeur de 2600 à 2800 mg/l comme l'illustre les forages de Mareth 2, Zerkine 2, Arram 1 et Kettana 3 (Fig. n° 9).

Ceci résulte du fait que la nappe de Gabès Sud profite d'une alimentation récente à partir de l'eau de pluie (calcaire dans la zone du piedmont oriental du Dahar). Ainsi, l'apport des oueds contribue en périodes de crues, à l'alimentation de la nappe et baisse la salinité tout en conservant les faciès chimique.

Ce cas est illustré par la variation de la minéralisation totale du forage Oued Oum Hajel 2 (N° IRH 18628/5), dont l'eau a accusé une baisse de la salinité suite aux fortes pluies de 1976, 1984 et 1990. La variation de la concentration des ions montre au niveau de ce forage que la baisse de concentration intéresse plus particulièrement les ions SO_4^{--} , Cl^- , Na^+ et Ca^{++} dans le même ordre de grandeur (Fig n° 10).

* La minéralisation de la nappe de la Djeffara à Hamma-Chenchou :

Au début de ces deux décennies, la nappe Hamma Chenchou présentait une salinité moyenne de l'ordre de 3200 mg/l tandis qu'à la fin de cette période, cette salinité moyenne est passée à des valeurs de l'ordre de 3600 mg/l.

La minéralisation totale des eaux de cette nappe accuse une augmentation au cours du temps comme c'est illustré au niveau des forages Chenchou et el Hamma-Mairia.

Cette augmentation semble résulter de l'effet de l'augmentation et de la généralisation du pompage (Fig n°11).

1-2 Nappe du C.I. du Chott Fedjej :

Les valeurs de la minéralisation de la nappe du Continental intercalaire de Chott Fedjej varient dans l'espace entre 2700 (CF et F2) et 4000 mg/l (CF 9).

La variation de cette minéralisation dans le temps au niveau de cette nappe n'est pas aussi large. En effet, les forages CF2, CFF2 et CF9 montrent des variations annuelles tellement faibles qu'elles peuvent être expliquées comme étant des erreurs d'analyses (Fig. n°12).

2- Nappes phréatiques :

* Nappe de Gabès Nord : La surveillance de la qualité chimique des eaux de cette nappe montre au cours de ces deux décennies des augmentations et des baisses de salinité qui résultent des effets conjugués de l'alimentation et de l'exploitation.

Au niveau de Gabès et de Ghammouch où la minéralisation totale était au début de cette période entre 3,5 et 4 g/l, la qualité de l'eau s'est dégradée pour atteindre 5 à 6 g/l. Cette dégradation est en liaison avec le déficit pluviométrique que déjà enregistré d'une part et de l'effet de l'exploitation sans cesse croissante d'autre part (puits Gabès et Ghammouch).

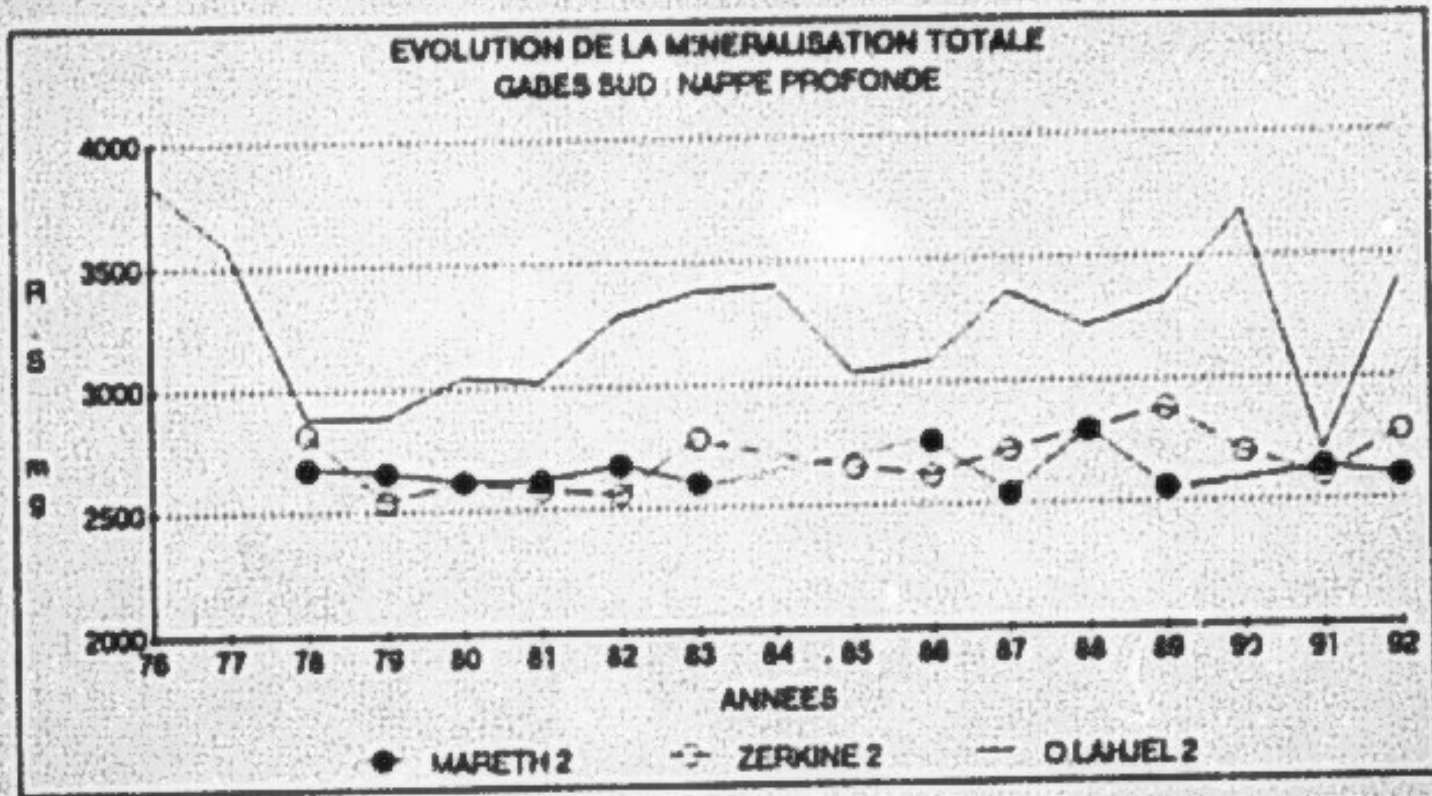
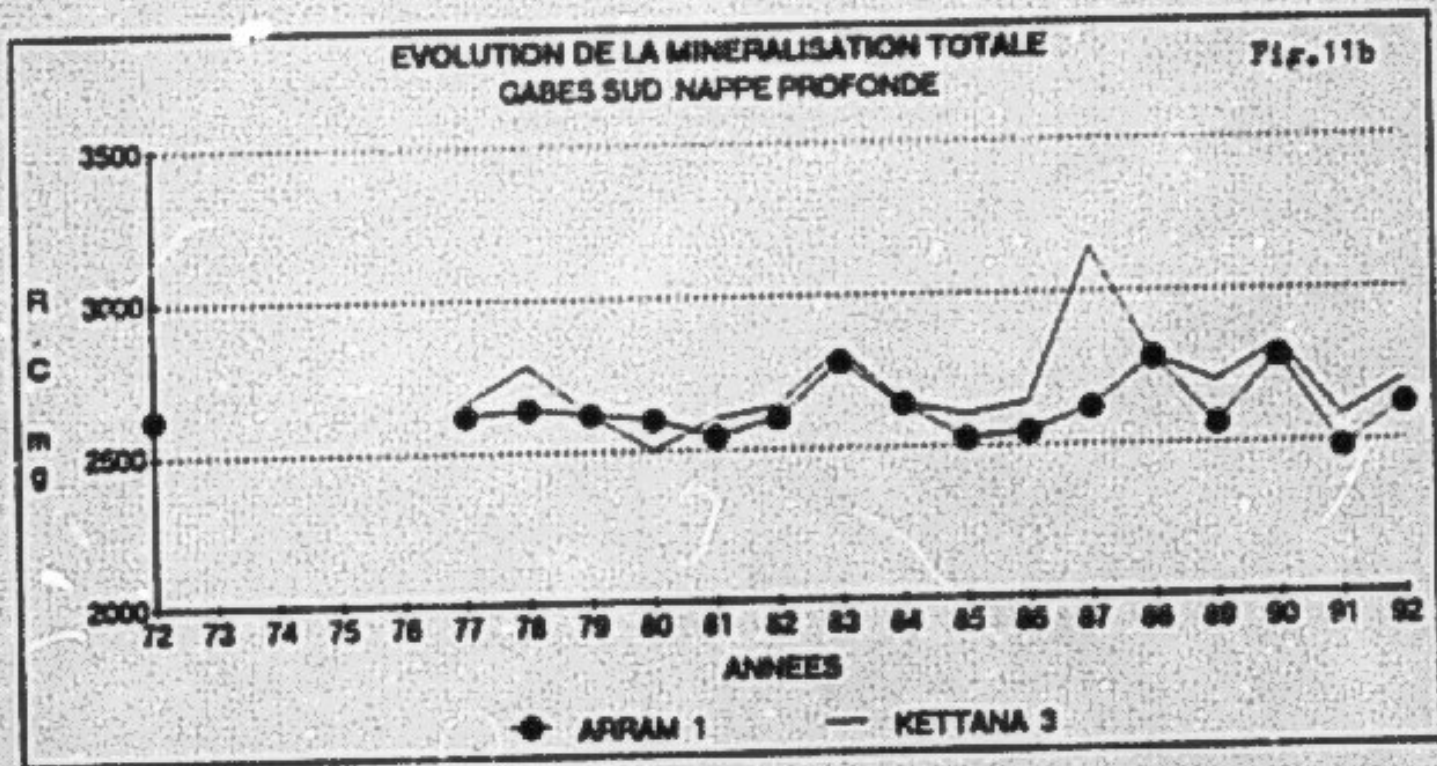
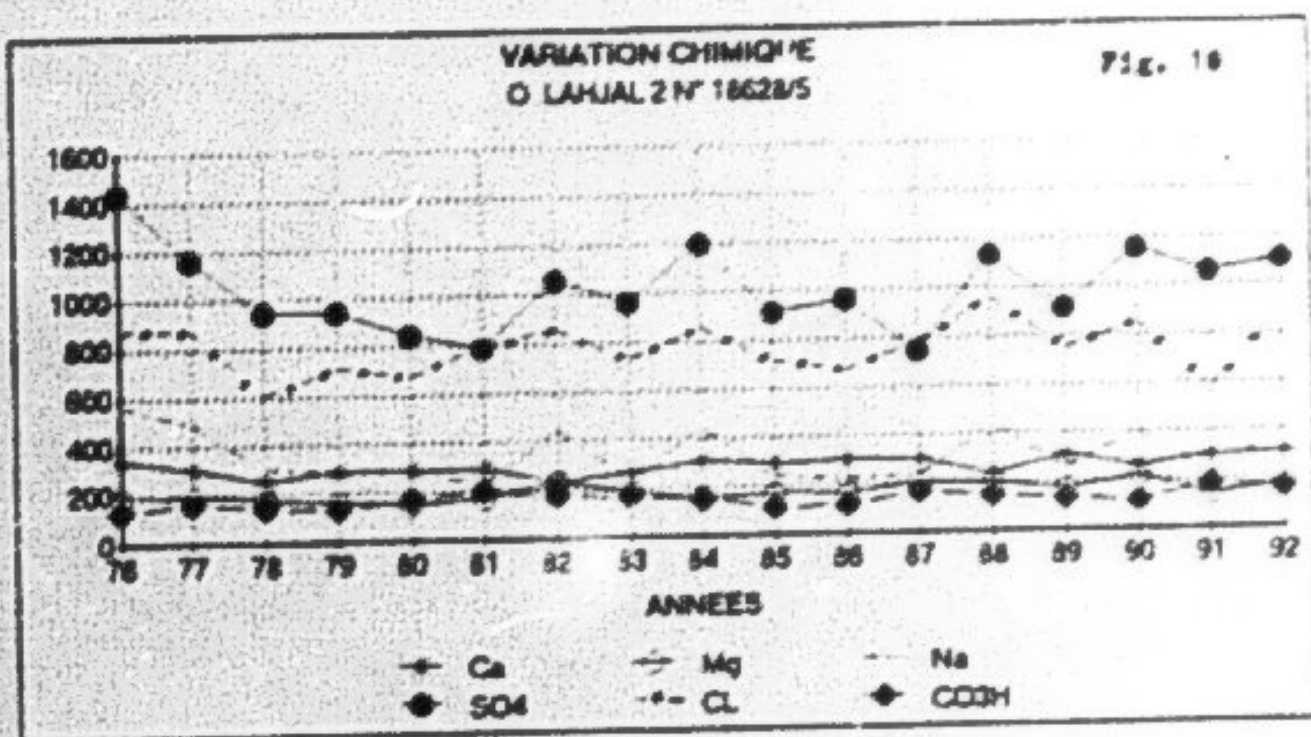
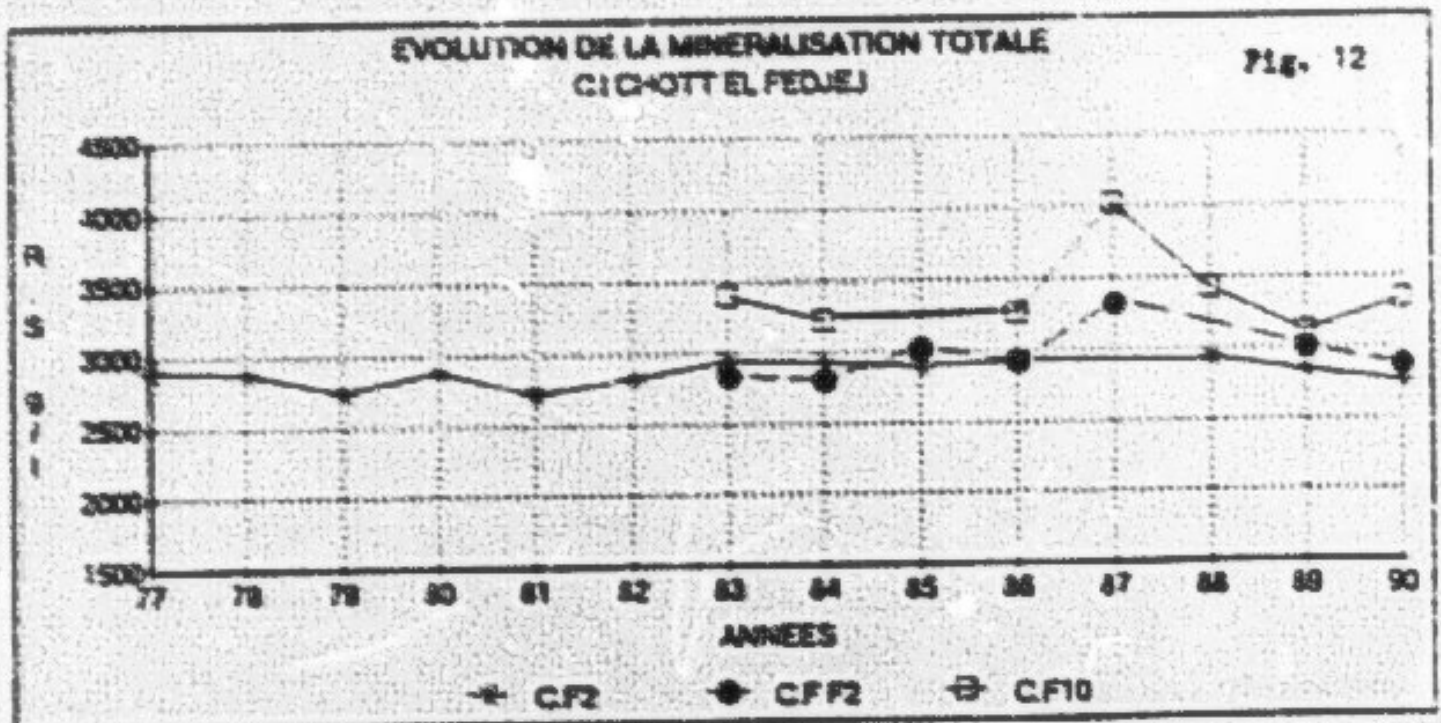
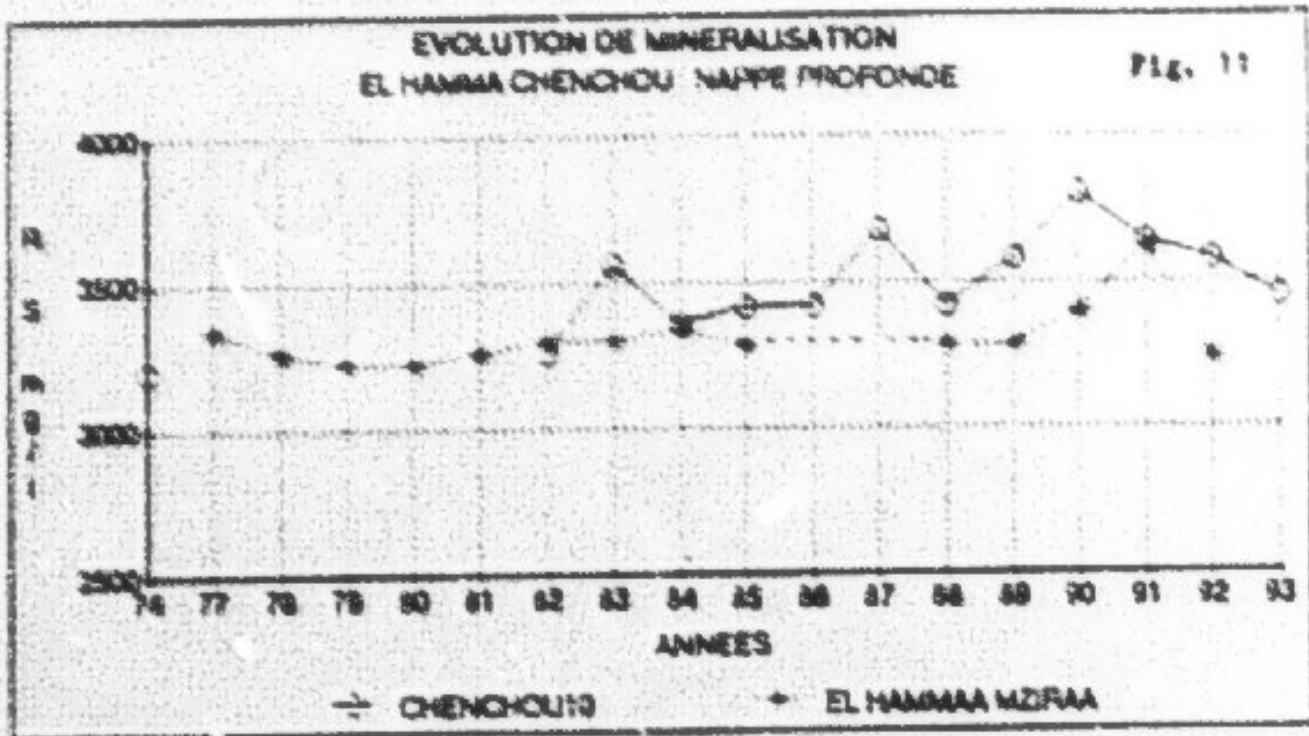


Fig. 9







Les puits dont la salinité de l'eau a été au départ assez importante (5-6 g/l) ont gardé pendant cette période, presque la même minéralisation (puits Oudref). Cependant d'autres puits formés par des sondages illicites captant la nappe profonde présentent une nette amélioration de la qualité chimique de leurs eaux.

Ce type de captage est à l'origine du mélange des eaux des deux nappes et c'est ainsi que la minéralisation chute de 4500 à 3200 mg/l aux puits el Akari et de plus de 6500 à 3400 mg/l aux puits Bouchemma P3 (Fig n° 13).

* *Nappe de Gabès Sud* : La surveillance de la qualité chimique de l'eau de la nappe phréatique de Gabès Sud montre dans les régions de Mareth el Kettana, que les puits dont les eaux étaient au départ, très chargées (puits n° 342) gardent presque la même minéralisation au cours de cette période. Les autres puits dont la minéralisation était de l'ordre de 4000 mg/l ne présentent qu'une légère dégradation entre 1986 et 1990, mais à partir de cette date la dégradation de la qualité chimique s'accroît dans la région de Mareth et la salinité atteint 6 et 7 g/l.

Dans la région Zerkine et de Teboulbou la nappe semble garder la même minéralisation sans variation notable de sa composition chimique.

Cette dégradation de la minéralisation totale de l'eau de cette nappe semble résulter de l'effet de l'intensification dans la région de Mareth-Kettana (Fig n° 14).

L'augmentation de la concentration en Na^+ et Cl^- est probablement le signe d'une intrusion marine ou d'une contamination à partir de l'horizon aquifère superficiel nettement plus chargé comme l'atteste le puits Mareth n° 361 dont la qualité chimique de son eau a rapidement augmenté suite à son approfondissement. (Fig n° 15).

* *La nappe d'El Hamma-Chenchou* : l'évolution de la minéralisation totale de cette nappe ne montre au cours de ces deux décennies qu'une légère augmentation de la qualité (200 mg) malgré une surexploitation notable de cette nappe.

Ceci semble résulter du fait que cette nappe est bien alimentée d'une part par la pluie et d'autre part par drainance de la nappe profonde par l'intermédiaire des failles très répandues dans la région. Ceci est nettement illustré par la température élevée de certains puits et d'autre part par l'amélioration de la qualité chimique comme c'est le cas du puits n° 612 où la salinité diminue au cours du temps et passe de 5 à 4 g/l (Fig n° 16).

VI- CONCLUSION :

Au cours des deux dernières décennies, les nappes phréatiques du gouvernorat de Gabès présentent dans leur ensemble, une baisse dans leur niveau de 2 à 4 m à Mareth et 3 à 5 m à el Hamma-Chenchou et de 3 à 7 m sur le piedmont oriental du Dahar.

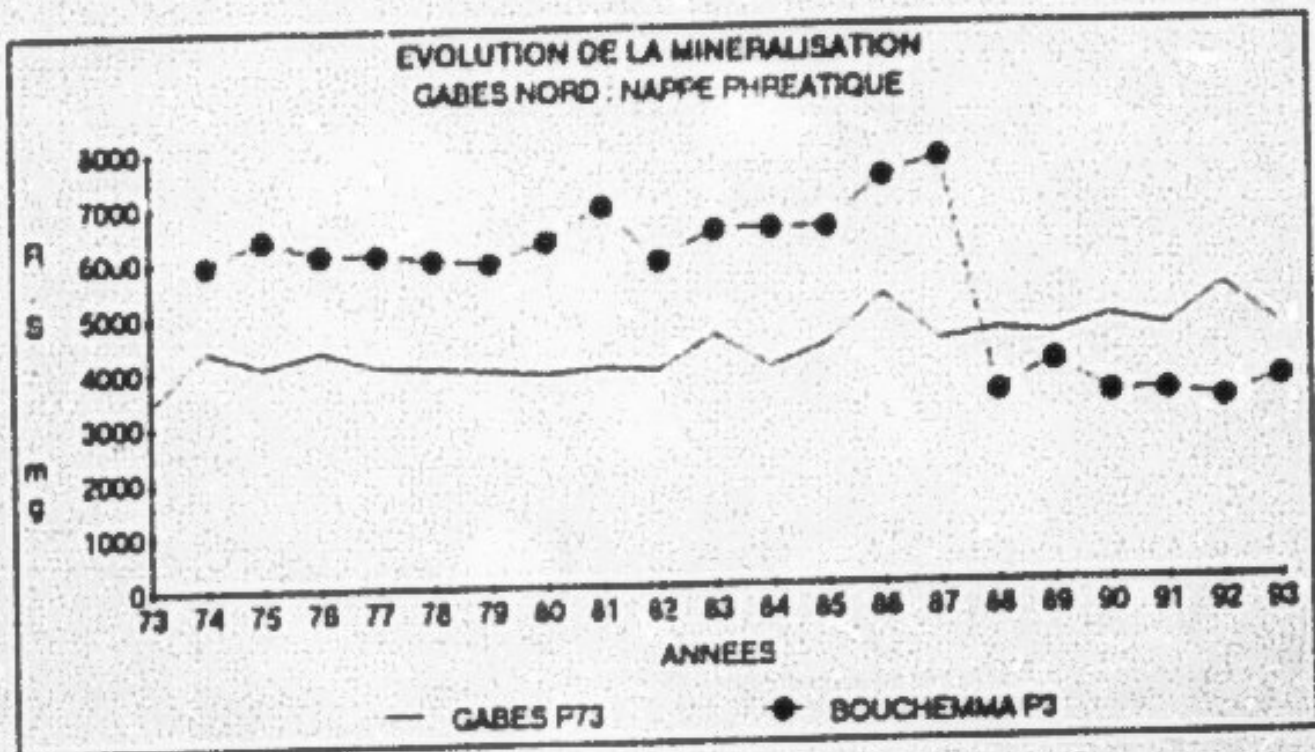
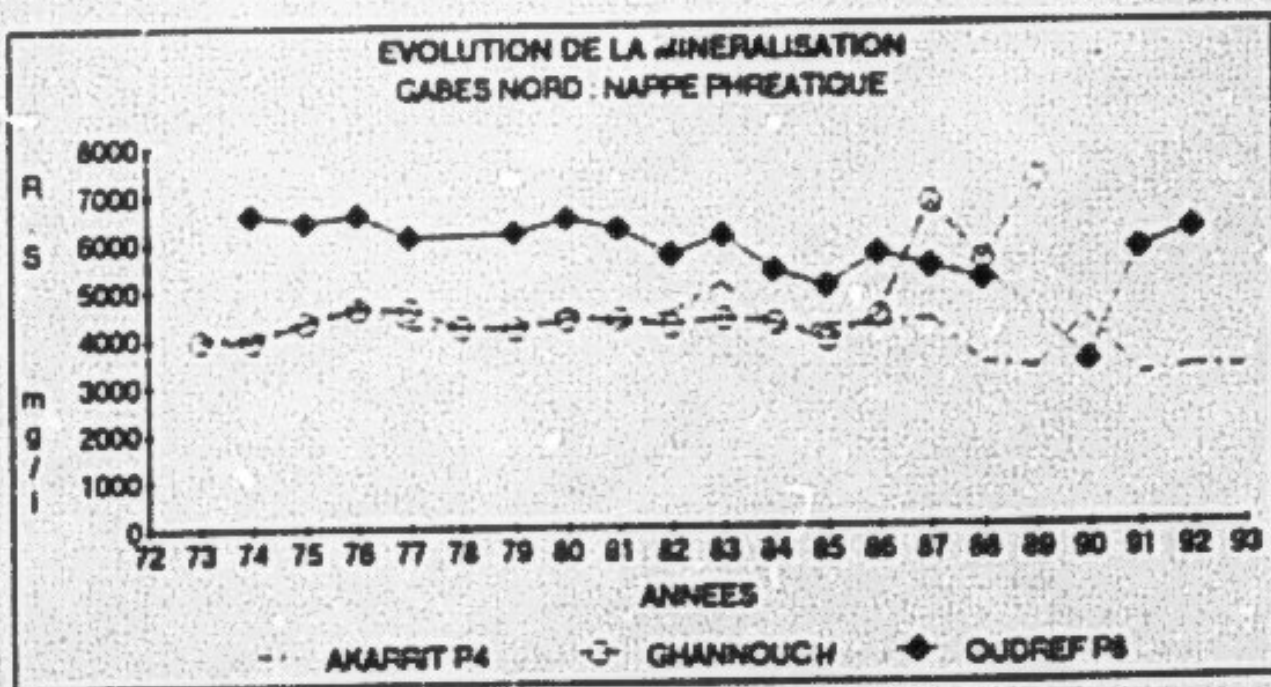


Fig. 13



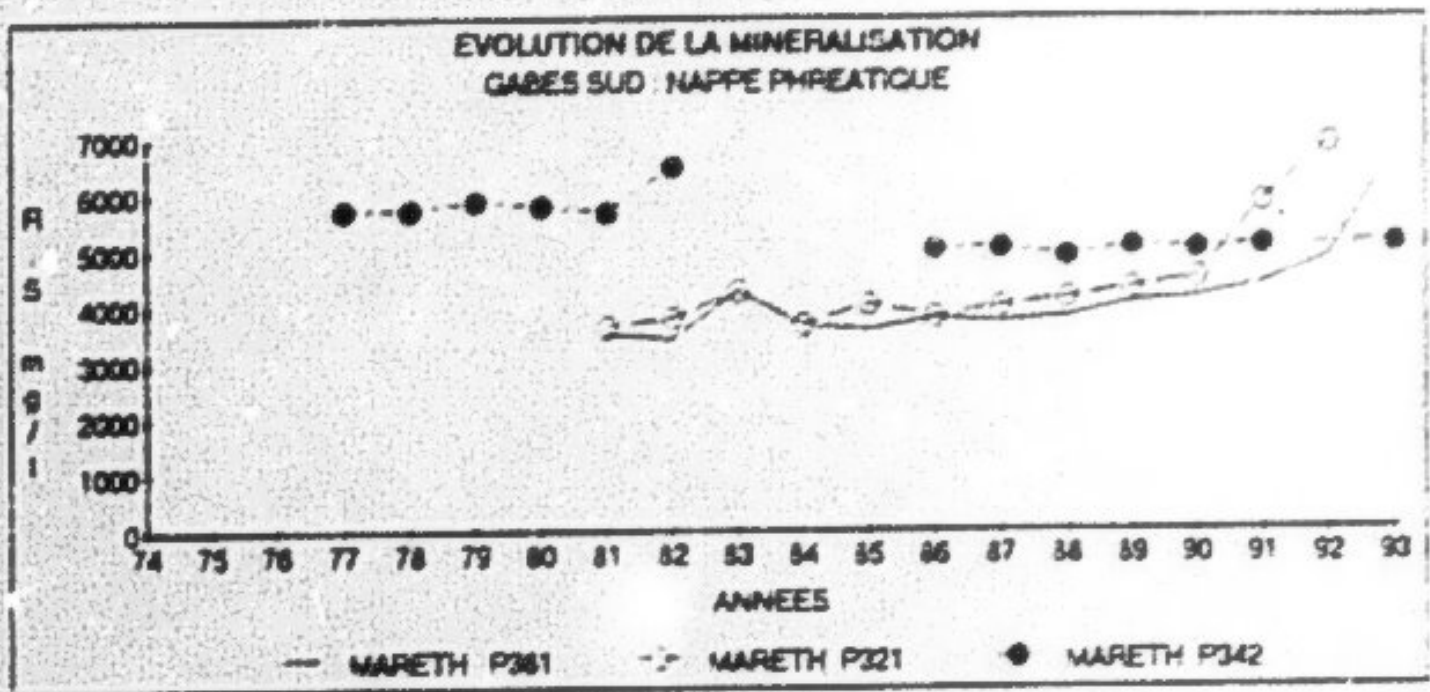
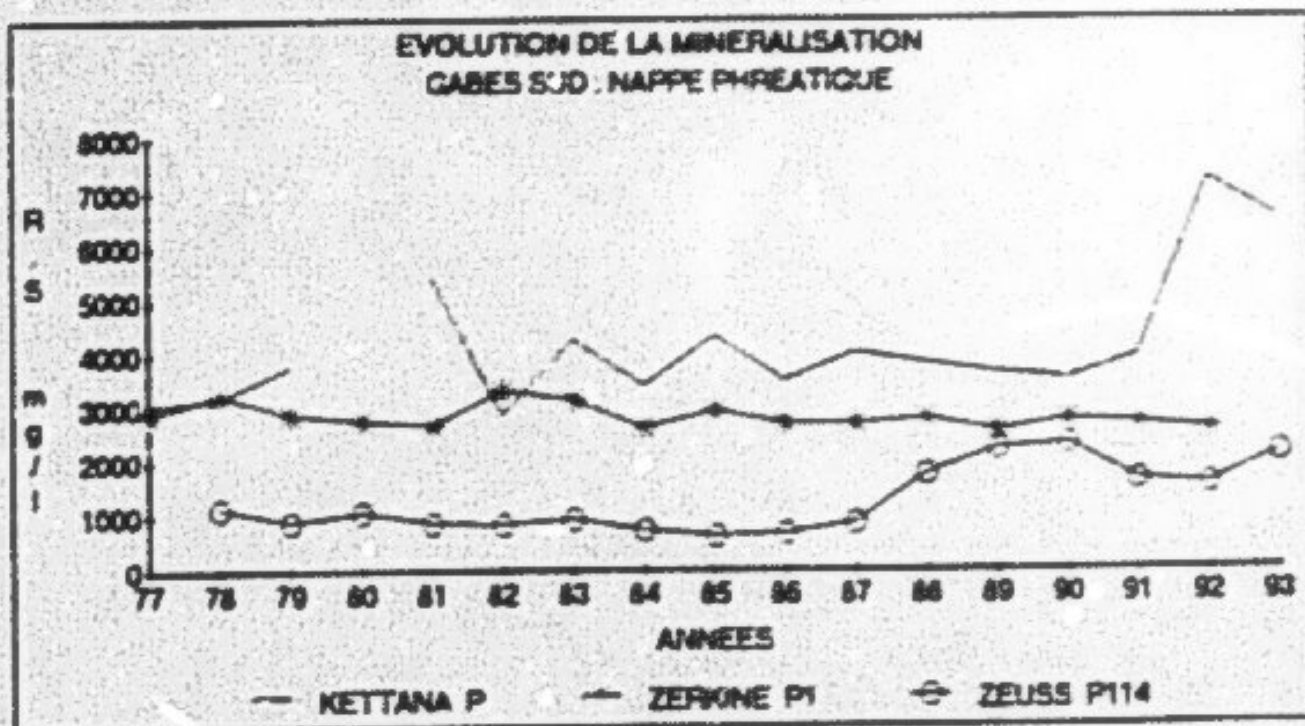
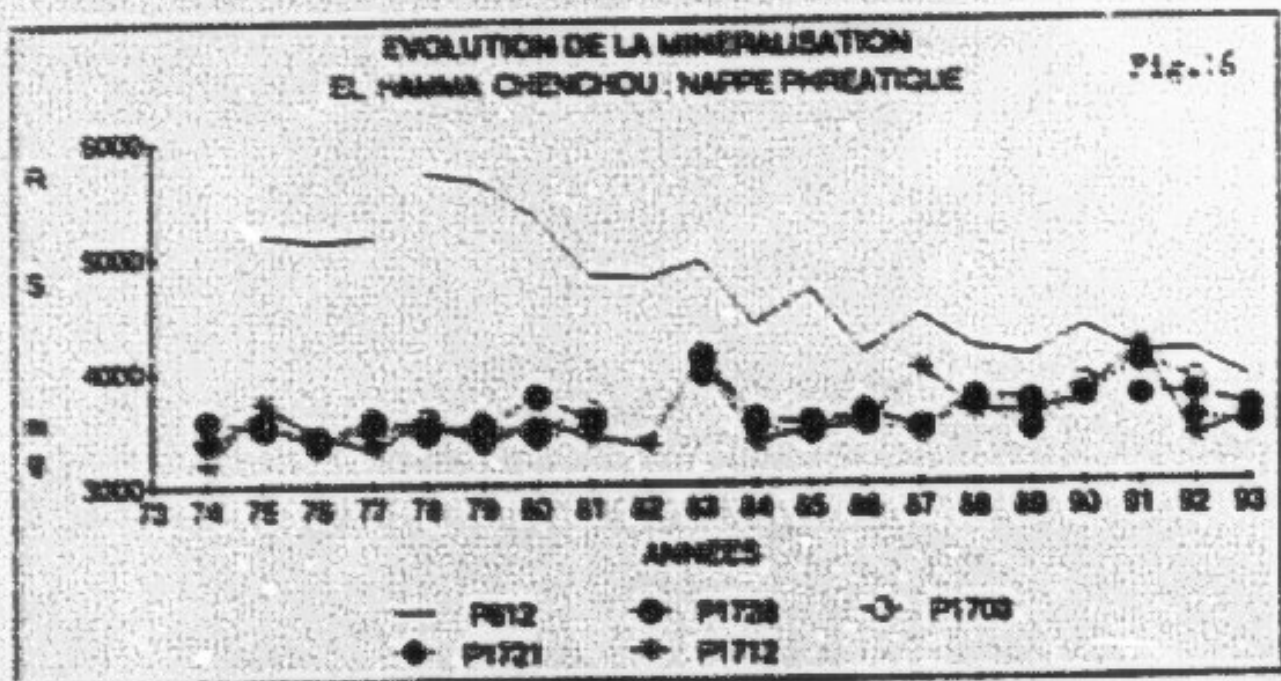
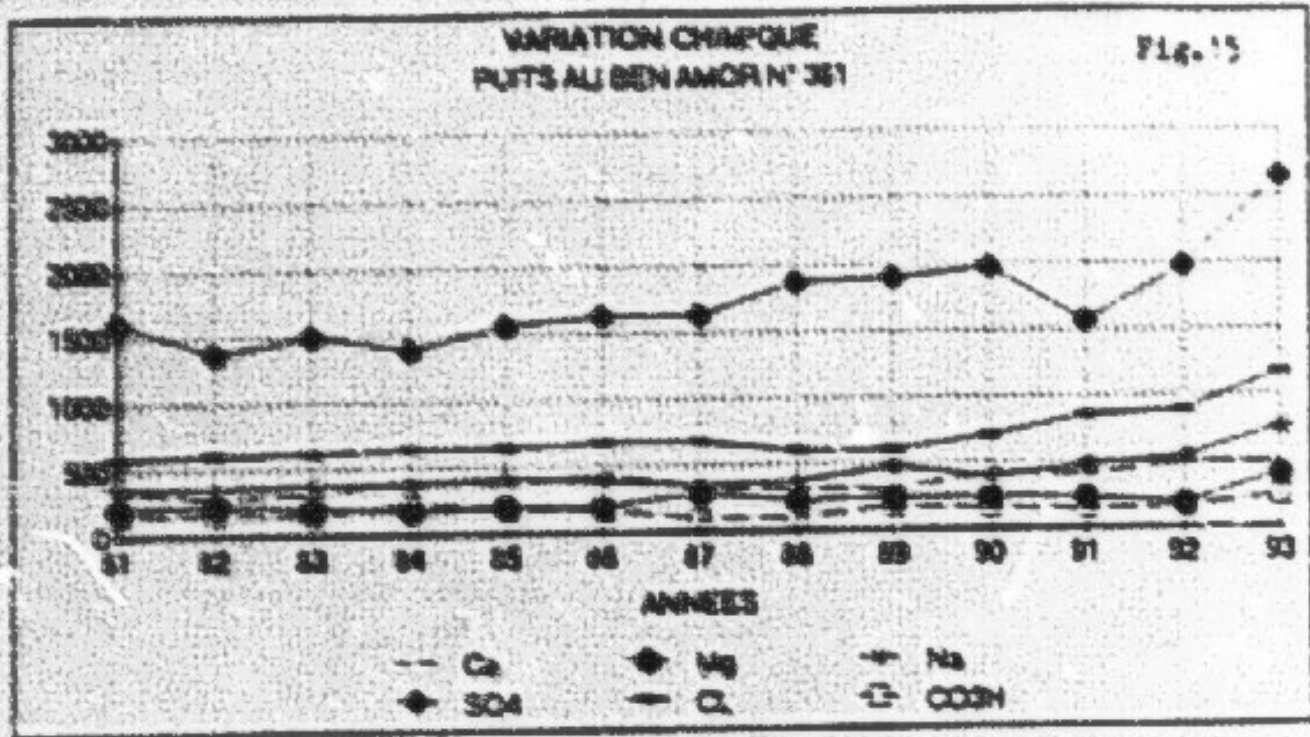


Fig. 14





Cette baisse s'est accompagnée d'une légère augmentation de la salinité de l'eau à el Hamma Chenchou et d'une dégradation accentuée dans la zone de Mareth qui devient une zone très vulnérable à l'intrusion marine et par conséquent elle peut être considérée comme zone déconseillée pour la proposition de nouvelles créations.

Présentation et mise en page
par Y. TILANIRI

Gabès, Février 1994

M. BEN MARZOUK

BIBLIOGRAPHIE

A. MAMOU & B. BEN BACCAR : Situation de l'exploitation des nappes phréatiques du gouvernorat de Gabès, Novembre 1987.

B. BEN BACCAR : Evolution de l'exploitation et de la piézométrie des nappes de la Djeffara de Gabès 1973-1986. Juillet 1987.

B. BEN BACCAR : Evolution de la piézométrie des nappes souterraines du Gouvernorat de Gabès 1987-1988.

M. AYADI : Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de Mziràs Oued Aïd

M. BAHALI : Evolution de la piézométrie de la nappe de la Djeffara à la lumière de la pluviométrie et de l'exploitation 1993.

FIN

26

VUES