



MICROFICHE N°

06651

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

DIRECTION GENERALE DES RESSOURCES EN EAU

**HYDROGEOLOGIE DE LA NAPPE PROFONDE
DE SFAX**

- o -

Octobre 1989

par : H. Zebidi

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
Direction Générale
des Ressources en Eau

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAPPE PROFONDE
DE SFAX

-0-

Par : H. Sâbidi
Collaboration de : A. Ktata
et A. Ghraïb

Octobre 1989

Hydrogéologie de la nappe profonde de Sfax

SOMMAIRE

	Pages
Introduction.....	1
1 - Situation géographique	
Réseau hydrographique.....	1
2 - Géologie	
2.1 - Stratigraphie.....	3
2.2 - Paléogéographie de l'Oligocène et du Miocène..	9
2.3 - Tectonique.....	10
3 - Hydrogéologie	
3.1 - Géométrie du réservoir.....	15
3.2 - Les forages d'eau.....	16
3.3 - Etude de la piézométrie.....	17
3.4 - Salinité.....	21
3.5 - Caractéristiques hydrodynamiques.....	24
3.6 - Ressources et réserves de la nappe.....	25
3.7 - Exploitation.....	26
4 - Conclusion.....	27
- Bibliographie	

FIGURES

- Fig. 1 - Coupe type de la région de Sfax - Corrélation des terminologies géologiques.
- Fig. 2 - Diagrammes chimiques.

ANNEXES

- Annexe 1 - Etat des forages de la nappe profonde de Sfax
- Annexe 2 - Etat des forages de la nappe de Bled Regueb

PLANCHES

- Planche 1 : Situation géographique
- Planche 2 : Carte géologique
- Planches 3 : Coupes géologiques et 3bis
- Planche 4 : Carte des isobathes de la formation sableuse
- Planche 5 : Carte des isopaques de la formation sableuse
- Planche 6 : Carte piézométrique.
- Planche 7 : Carte des points d'eau

HYDROGEOLOGIE DE LA NAPPE PROFONDE DE SFAX

-:::-

INTRODUCTION

La nappe profonde de Sfax est connue depuis longtemps par les forages artésiens utilisés par les industries au Sud de la Ville de Sfax.

D'autres forages ont été créés par la suite, toujours dans la zone côtière au Nord ("azeg, Djebiniiana) et au Sud (Thina, Skhira) de Sfax ; ainsi qu'aux îles Kerkennah.

Intéressants sur le plan de l'exploitation du fait de l'artésianisme de la nappe, ces forages présentaient toutefois l'inconvénient d'une eau relativement salée (3 à 4 g/l) et des phénomènes de corrosion qui réduisaient sérieusement leur durée de vie.

Ceci pourrait expliquer le peu d'intérêt qui a été accordé jusqu'ici à la prospection et à l'étude de cette nappe importante de part son extension (8000 km²) ; en effet ce n'est qu'au cours de ces dernières années qu'ont été creusés les premiers forages de prospection à l'intérieur des terres, là où la nappe est encore peu connue.

Nous disposons heureusement, d'un nombre élevé de forages de pétrole, implantés sur la majeure partie du Sahel de Sfax, et dont le nombre s'est élevé avec les résultats favorables obtenus dans les régions de Sidi Litalien et de Gremia.

Ces informations vont nous permettre de définir l'aquifère de la nappe profonde de Sfax et de tenter une étude hydrogéologique aussi exhaustive que possible.

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE - RESEAU HYDROGRAPHIQUE (Pl.1)

Le Sahel de Sfax se développe depuis la côte, à l'Est, jusqu'à l'alignement de reliefs connus sous le nom "d'axe Nord-Sud" (P.F. Barollet, 1956) dans la partie occidentale.

L'axe Nord-Sud débute dans la région de Mersouna, puis se poursuit jusqu'à Tunis (C. Abbès, 1981) par une succession de reliefs de direction majeure N.S.

La partie méridionale qui nous intéresse ici comporte :

- Chaîne de Mersouna méridionale (SE-NW) (411 m)
- Dj. Zebbaou (451), Couleb (736) et Boudinar (716) (S.N)
- Dj. Goubar (622) et Kréchem el Arteouma (655) (SW-NE).

Une succession de nouveaux reliefs poursuivent l'alignement SW-NE jusqu'à la Sebkhet Moknine et la mer, constituant ainsi la limite Nord du Sahel de Sfax :

- Dj. Kordj

- Dj. Bou Thadi
- Dj. Chorbane (206 m)
- Dôme de Iérandine (176 m)

Le Sahel de Sfax, ainsi défini en se basant sur la géologie et la topographie, épouserait la forme d'une corne dont la pointe se situerait dans la région côtière de Mahdia, et l'ouverture au SW en bordure de l'axe Nord-Sud.

Cette vaste région faiblement vallonnée, est inclinée vers la mer ; elle comporte quelques bombements à l'Ouest de la ville de Sfax (Dj. Arf (172 m)), Dj. Iehbous (196), Dj. Bou Ladhia (141) et une succession de dépressions endoréiques en bordure des reliefs occidentaux (S. El Ghorra (+ 66) S. Mechiquig (+ 122)).

Elle couvre un certain nombre de régions naturelles souvent citées, à savoir :

- la zone côtière, s'étendant de Mahdia, au N. à la Skhira, au Sud.
- la zone continentale ou intérieure, jusqu'au pied des reliefs.
- le plateau d'El Jem, autour de cette agglomération.
- le Bled Regueb, à l'extrémité SW et dans la zone la plus large de la plaine.

Le réseau hydrographique y est peu développé. L'Oued le plus important, l'O. Derb, prend naissance dans le Bassin de Meknassy, avant de déverser ses eaux dans la partie méridionale du Sahel de Sfax sous le nom de O. Oudrane, ses apports s'infiltrant le plus souvent avant d'arriver à la mer.

Pour le reste, on ne trouve plus que quelques petites Oueds prenant naissance dans les bombements Mio-Pliocène à l'Ouest de Sfax et qui n'arrivent pas souvent à la mer : il s'agit du Nord au Sud des oueds suivants :

- O. Sidi Salah
- O. Agareb
- O. Chaffar
- O. Terfaoui

ainsi que de deux oueds prenant naissance au sud du dôme de Iérandine, dans la partie septentrionale du Sahel de Sfax :

- O. Glata
- O. Rhoraf se jetant dans la S. Moknine.

Ce réseau hydrographique médiocre s'explique par la pluviométrie modeste de la région (200 à 300 mm/an), par l'absence de reliefs importants (les bombements Mio-Pliocène ne dépassent pas 300 m alors que les reliefs de l'axe Nord-Sud, les plus élevés, n'atteignent pas 800 m), et l'ellure peu développée de ces reliefs. Ainsi les montagnes de la chaîne Nord-Sud se présentent sous des formes d'anticlinaux très étroites et allongées, de sorte que les quelques oueds qui s'y développent ne disposent que de B.V de faible superficie et vont s'infiltrer dans la zone de piémont du Bled Regueb.

Dans ces conditions, les Sebkhates intérieures ne reçoivent que de faibles écoulements, généralement diffus, même si certaines présentent des topographies assez accusées (S. El Ghorra : + 66 m).

2 - GEOLOGIE

La géologie du Sahel de Sfax est dominée par les affleurements du Mio-Pliocène que l'on trouve aussi bien au milieu de la plaine (Dj. Arf, Iebbou, Bou Ladhieb), que dans les reliefs qui bordent la plaine au Nord (Dj. Khordj, Bou Thadi, Chorbane) ; le Miocène ; quant à lui apparaît essentiellement au dôme de Iéradine Béni Haassen.

Un autre affleurement dominant est constitué par le quaternaire en partie sous forme de croûte calcaire, très développée, mais aussi en formations détritiques et même en formations marines le long de la côte.

Seuls, les reliefs de l'axe Nord-Sud présentent des séries plus anciennes allant jusqu'au Crétacé inférieur avec même des pointements triasiques.

Les nombreux forages pétroliers réalisés confirment le développement considérable des séries Néogène à travers toute la plaine ainsi qu'aux îles Kerkennah.

2.1 - Stratigraphie

2.1.1 - Le Néogène

2.1.1.1 - Définition du Néogène

Le Néogène montre une diversité considérable de sédimentation (P.F. Burollet, 1956). Dans la plus grande partie des cas, il peut se subdiviser en 3 parties de bas en haut :

- niveaux de transgression (Burdigalien) F/Ain Ghrab

Définie au Cap Bon, cette formation désigne un calcaire très fossilifère avec des conglomérats à la base.

- séquences marines (Vindobonien) F/Oum Douil
F/Beglia

Définie au Cap Bon, la formation Oum-Douil désigne une séquence très épaisse d'argiles avec de fréquentes intercalations gréseuses et de lignite.

En allant vers l'île de Kasserine, il y a évolution vers des faciès plus détritiques et moins épais ; la F/Oum Douil est alors remplacée souvent par une séquence d'argiles et de sables lagunaires appelée formation Beglia; certains niveaux peuvent être nettement continentaux.

- Mio-Pliocène Continental F/Segui

Il est constitué par les couches rouges du Villafranchien supérieur.

Remarque : Ce schéma peut être compliqué par des intercalations continentales supplémentaires ou par l'existence d'un Pliocène marin caractérisé en bordure des côtes.

2.1.1.2 - Description du Néogène

2.1.1.2.1 - En affleurement

a/ C'est au dôme de Iérandine que l'on trouve la série la plus complète de Néogène dans la région. P.F. Burillet (1956) y a décrit la coupe suivante de bas en haut :

- zone à lignite :

Argiles vertes, rares bancs de sable, nombreuses veines de lignite et un peu de gypse - épaisseur visible : 450 m.

- ensemble sableux :

Sables fins avec quelques passées grossières et quelques lits argileux - épaisseur : 375 m.

- zone néritique :

Argiles grises avec un peu de gypse, quelques lits sableux et nombreuses lamelles à huîtres - épaisseur : 275 m.

Les trois séries décrites ci-dessus représentent la formation Oum-Douil ; le Néogène se termine ensuite par 800 m de sables et d'argiles continentaux attribués à la formation Séqui.

b/ J. Khrech et Artsoune

G. Castany (1951) y distingue les séries suivantes sur le flanc Sud-Est :

- alternances de marnes à gypse et de bancs de grès (55 m).

- série de grès blancs cendres (250 m) surmontée par 36 m d'alternance de marnes et de grès.

- série à prédominance de marnes rouges à brunes (32 m).

Pour G. Castany (1951), l'âge de ces séries s'établit comme suit :

- à la base : Miocène moyen

- au sommet : Mio-Pliocène

c/ Pliocène marin (G. Castany 1951)

En bordure des côtes actuelles, la transgression marine Pliocène est venue interrompre la sédimentation continentale. C'est ainsi qu'à Iérandine, Kerkennah, elle ravine en discordance le complexe continental ; en certains points, l'érosion continentale l'a arasé complètement, de sorte que la série continentale est antérieure au Pliocène marin et intéresse le sommet du Vindobonien.

Remarque : Ce schéma peut être compliqué par des intercalations continentales supplémentaires ou par l'existence d'un Pliocène marin caractérisé en bordure des côtes.

2.1.1.2 - Description du Néogène

2.1.1.2.1 - En affleurement

a/ C'est au dôme de Iérandine que l'on trouve la série la plus complète de Néogène dans la région. P.F. Hurollet (1956) y a décrit la coupe suivante de bas en haut :

- zone à lignite :

Argiles vertes, rares bancs de sable, nombreuses veines de lignite et un peu de gypse - épaisseur visible : 450 m.

- ensemble sableux :

Sables fins avec quelques passées grossières et quelques lits argileux - épaisseur : 175 m.

- zone néritique :

Argiles grises avec un peu de gypse, quelques lits sableux et nombreuses lunachelles à huîtres - épaisseur : 275 m.

Les trois séries décrites ci-dessus représentent la formation Oue-Douil ; le Néogène se termine ensuite par 800 m de sables et d'argiles continentaux attribués à la formation Ségué.

b/ J. Khrechem el Artsoum

G. Castany (1951) y distingue les séries suivantes sur le flanc Sud-Est :

- alternances de marnes à gypse et de bancs de grès (55 m).

- série de grès blancs tendres (250 m) surmontée par 36 m d'alternance de marnes et de grès.

- série à prédominance de marnes rouges à brunes (52 m).

Pour G. Castany (1951), l'âge de ces séries s'établit comme suit :

- à la base : Miocène moyen

- au sommet : Mio-Pliocène.

c/ Pliocène marin (G. Castany 1951)

En bordure des côtes actuelles, la transgression marine Pliocène est venue interrompre la sédimentation continentale. C'est ainsi qu'à Iérandine, Kerkennah, elle ravine en discordance le complexe continental ; en certains points, l'érosion continentale l'a arasé complètement, de sorte que la série continentale est antérieure au Pliocène marin et intéresse le sommet du Vindobonien.

2.1.1.2.2 - Dans les forages

Plusieurs forages pétroliers ont été réalisés dans le Sahel de Sfax par différentes sociétés. La Société EGEP qui a travaillé notamment à l'Ouest de la ville de Sfax, a adopté les successions géologiques suivantes dans les formations rencontrées de haut en bas (forage type : SIT. E1) :

• *Pliocène marin*

Calcaires gréseux à coquilliers : 44 m à Kerkennah.

• *Formation Ségui*

Alternance d'argiles et de niveaux sableux (150 à 200 m).

• *Miocène moyen et supérieur (Oum-Douil)*

On y distingue deux niveaux de haut en bas caractérisés par leurs faciès respectifs :

- *Faciès à prédominance continentale* : (500 à 600 m).

Il est constitué par une prédominance de niveaux sableux (en particulier une séquence franche en début de série) fins, moyens à même grossiers (gravières) avec quelques passages d'argiles et de niveaux de lignite.

- *Faciès marin principal* (200 à 300 m)

Argiles prédominantes, avec faibles niveaux de sable, ou de grès, présence de calcaires coquilliers et de gypse.

• *Marnes supra-Burdigaliennes* (70 m)

Argiles prédominantes, présence de gypse et d'anhydrite.

• *Burdigalien* (100 à 150 m)

Il s'agit de calcaires gréseux prédominants présentant souvent à la base des alternances de niveaux argileux.

Evolution des séries lithologiques d'après les coupes des forages pétroliers :

La coupe type mentionnée ci-dessus intéresse la région située à l'Ouest de la ville de Sfax ; nous avons constaté une évolution des séries suivant que l'on se dirige vers la côte et les îles Kerkennah, ou vers l'intérieur du pays ; il en est de même au Nord et au Sud de la région de Sfax.

Nous allons étudier cette évolution au niveau des formations du Ségui et de la série sableuse de la formation Oum-Douil qui nous intéresse le plus ; celle-ci vient tantôt directement sous le Ségui, tantôt en est séparée par des alternances d'argiles et de sables.

• *Zone côtière et îles Kerkennah* (forages GRE, SKR1, VK1, TH1, SYD1)

- Le Ségui reste à peu près constant (130 à 200m d'épaisseur).

- La série sableuse de l'Ous-Douil s'approfondit nettement : on la trouve à 300 et même 500 m sous le T.M. alors qu'elle était à 120 m et à 250 m. Elle se trouve surmontée et séparée du séqui par une séquence d'alternances d'argiles et de sables.

• Zone intérieure (STI, STOI, AGOI, CNI, STI, 19.119/5, SMZ)

Si on exclut le STI situé sur un anticlinal, on remarque un épaissement considérable du séqui (plus de 400 m), et la série sableuse de l'Ous Douil est localisée de 450 à 660 m sous le T.M. C'est le cas du forage d'eau de Mansel Chaker (19.317/5 où la série sableuse a été captée entre 521 et 576 m.

Le séqui s'épaissit davantage dans le Sled Regueb : c'est ainsi qu'au forage d'eau de Bir Akeras (19.119/5), nous avons attribué, par analogie avec la coupe du forage pétrolier SM31 :

- la partie supérieure : 0 à 685 m en séqui
- la partie inférieure : 685 à 801 m à l'Ous Douil
- la série sableuse serait ainsi citée entre: 685 et 770m.

On remarque alors dans ce cas que le séqui renferme à son tour des épisodes sableux plus consistants (proximité des reliefs environnants bordant à l'Ouest cette région de Sled Regueb ?) et aquifères. Le forage 19.119/5 a en effet capté un horizon situé entre 364 et 430 m qui a donné :

- MS = - 64,8 m du T.M (1984)
- Qmax = 35 l/s, R = 29,4 m et R.E = 1,8 g/l

D'après le carottage électrique, la série sableuse de l'Ous Douil renfermerait dans ce cas une nappe relativement salée (résistivité 1 ohm.m²/m).

2.1.2 - L'Oligocène (grès de Fortuna)

Pour P.F. Burollet (1956) l'Oligocène est représenté dans la majeure partie de la Tunisie, par une épaisse formation gréseuse appelée grès de Fortuna ; cette formation comprend généralement :

- une partie inférieure : alternance argilo-gréseuses.
- une partie supérieure : massive nettement plus gréseuse.

La série se termine souvent par des couches rouges continentales attribuées à l'Aquitanien ; cet étage est cité avec l'Oligocène car il marque la fin du cycle sédimentaire.

Au Kechen El Artouma, l'Oligocène est représenté par des grès tendres alternant avec quelques argiles grises ; présence de grands foraminifères.

G. Castany (1951) distingue également dans l'Oligocène deux ensembles stratigraphiques :

- au sommet : série continentale de grès grossiers, marnes et gypses.

- La série sableuse de l'Oum-Douil s'approfondit nettement : on la trouve à 300 et même 300 m sous le T.N, alors qu'elle était à 120 m et à 250 m. Elle se trouve surmontée et séparée du Ségui par une séquence d'alternances d'argiles et de sables.

+ Zone intérieure (BT1, BTD1, AOD1, CH1, BT1, 19.119/5, EMS)

Si on exclut le BT1 situé sur un anticlinal, on remarque un épaississement considérable du Ségui (plus de 400 m), et la série sableuse de l'Oum Douil est localisée de 450 à 660 m sous le TN. C'est le cas du forage d'eau de Mansel Chaker (19.117/5 où la série sableuse a été captée entre 521 et 578 m.

La Ségui s'épaissit davantage dans le Bled Regueb : c'est ainsi qu'au forage d'eau de Bir Akerna (19.119/5), nous avons attribué, par analogie avec la coupe du forage pétrolier SME1 :

- la partie supérieure : 0 à 685 m au Ségui
- la partie inférieure : 685 à 801 m à l'Oum Douil
- la série sableuse serait ainsi située entre 685 et 770m.

On remarque alors dans ce cas que le Ségui renferme à son tour des épisodes sableux plus consistants (proximité des reliefs environnants bordant à l'Ouest cette région de Bled Regueb ?) et aquifères. Le forage 19.119/5 a en effet capté un horizon situé entre 364 et 430 m qui a donné :

- NS = - 64,8 m du T.N (1984)
- Qmax = 35 l/s, R = 29,4 m et R.S = 1,8 g/l

D'après le carottage électrique, la série sableuse de l'Oum Douil renfermerait dans ce cas une nappe relativement salée (résistivité 1 ohm.m²/m).

2.1.2 - L'Oligocène (grès de Fortuna)

Pour P.F. Burollet (1956) l'Oligocène est représenté dans la majeure partie de la Tunisie, par une épaisse formation gréseuse appelée grès de Fortuna ; cette formation comprend généralement :

- une partie inférieure : alternance argilo-gréseuses.
- une partie supérieure : massive nettement plus gréseuse.

La série se termine souvent par des couches rouges continentales attribuées à l'Aquitainien ; cet étage est cité avec l'Oligocène car il marque la fin du cycle sédimentaire.

Au Krachem El Artsouma, l'Oligocène est représenté par des grès tendres alternant avec quelques argiles grises ; présence de grande foraminifères.

G. Castany (1951) distingue également dans l'Oligocène deux ensembles stratigraphiques :

- au sommet : série continentale de grès grossiers, marnes et gypses.

- À la base : série marine de marnes avec bancs de grès.

La série marine s'individualise par son faciès (alternances de marnes brunes avec des bancs de grès durs formant des "Sicofs") qui est qualifié de "faciès de chérichira" avec une faune abondante et variée (Nummulitinae, Pectene).

La série continentale, comprise entre la série marine et le Burdigalien est constituée par des séries plus ou moins puissantes de sables et grès grossiers à dragées avec bois fossile.

L'Oligocène est très peu représenté en affleurement dans les reliefs de bordure du Sahel de Sfax ; il est par contre recoupé par tous les forages pétroliers - Nous reprendrons, pour le décrire, la coupe type établie d'après les logs des forages de la Société SNEP ; soit de haut en bas :

- Aquitanien supérieur (100 à 160 m)
Calcaire gréseux à coquillier surmontant des grès.
- Aquitanien inférieur (100 à 200 m)
Argiles prédominantes avec alternances de niveaux gréseux (30 à 50 m) dans la partie médiane.
- Oligocène supérieur (50 m)
Grès fins à moyens.
- Oligocène inférieur (150 à 200 m)
Succession d'argiles puis de calcaires gréseux et enfin d'alternances d'argiles et de grès.

Remarque : si on se réfère aux descriptions P.F. Burollet et G. Castany, on retrouve sous le Sahel de Sfax la même succession au niveau de l'Oligocène ; il y a toutefois ici un développement considérable de l'Aquitainien.

2.1.3 - Lutétien supérieur et Priabonnien

Au dessus des calcaires de l'Eocène inférieur (Londinien - Lutétien inférieur) vient une séquence principalement argileuse correspondant au Lutétien supérieur et au Priabonnien, décrite par P.F. Burollet (1956) formation Souar.

Dans sa localité type (NW de Nadhour) elle est décrite comme une épaisse séquence argileuse ou marneuse avec des intercalations de calcaires coquilliers et de lamelles plus ou moins nodulaires.

P. F. Burollet y distingue deux faciès :

- un faciès à lamelles :
au Sud de la coupe type de Nadhour Souar.
- un faciès lagunaire (formation Djeba) :
au Sud de la bordure du Sahel où l'ensemble de la formation Souar est remplacée par du gypse massif d'où la

- à la base : série marine de marnes avec bancs de grés.

La série marine s'individualise par son faciès (alternances de marnes brunes avec des bancs de grés dur formant des "sifoufs") qui est qualifié de "faciès de chérichira" avec une faune abondante et variée (Nummulithes, Pectens).

La série continentale, comprise entre la série marine et le Burdigalien est constituée par des séries plus ou moins puissantes de sables et grés grossiers à dragées avec bois fossile.

L'Oligocène est très peu représenté en affleurement dans les reliefs de bordure du Sahel de Sfax ; il est par contre recoupé par tous les forages pétroliers - Nous reprendrons, pour le décrire, la coupe type établie d'après les logs des forages de la Société ZGEP; soit de haut en bas :

- + Aquitanien supérieur (100 à 160 m)
Calcaire gréseux à coquillier surmontant des grés.
- + Aquitanien inférieur (100 à 200 m)
Argiles prédominantes avec alternances de niveaux gréseux (30 à 50 m) dans la partie médiane.
- + Oligocène supérieur (50 m)
Grés fins à moyens.
- + Oligocène inférieur (150 à 200 m)
Succession d'argiles puis de calcaires gréseux et enfin d'alternances d'argiles et de grés.

Remarque : si on se réfère aux descriptions P.F. Burollet et G. Castany, on retrouve sous le Sahel de Sfax la même succession au niveau de l'Oligocène ; il y a toutefois ici un développement considérable de l'Aquitainien.

2.1.3 - Lutétien supérieur et Priabonnien

Au dessus des calcaires de l'Eocène inférieur (Londinien - Lutétien inférieur) vient une séquence principalement argileuse correspondant au Lutétien supérieur et au Priabonnien, dénommée par P.F. Burollet (1956) formation Souar.

Dans sa localité type (NW de Madhour) elle est décrite comme une épaisse séquence argileuse ou marneuse avec des intercalations de calcaires coquilliers et de lamelles plus ou moins nombreuses.

P. F. Burollet y distingue deux faciès :

- un faciès à lamelles :
au Sud de la coupe type de Henchir Souar.
- un faciès lagunaire (formation Djebel) :
au Sud de la bordure du Sahel où l'ensemble de la formation Souar est remplacée par du gypse massif d'où la

nouvelle appellation de formation Djebel (du nom de Dj. Djebel). Ce faciès est particulièrement développé au synclinal de Aghalagh.

Le Dj. Djebel appartient justement à la bordure NW du Sahel de Sfax qu'il sépare de la plaine de Mahmassay ; la formation y est constituée essentiellement par du gypse assés avec quelques intercalations d'argiles vertes et rouges (860 m) (P.F. Burollet, 1936).

Toutefois, dans la majeure partie des sondages pétroliers, l'Éocène supérieur a été recoupé sous forme d'argiles souvent silteuses, de 50 à 100 m d'épaisseur.

Nous présentons ci-après une coupe type des formations géologiques recoupées par les différents forages pétroliers dans la région de Sfax, et intéressant la nappe profonde du Sahel de Sfax.

2.1.4 - Quaternaire

P.F. Burollet (1936) auquel nous empruntons une bonne partie de nos descriptions bibliographiques, regroupe les terrains quaternaires de la Tunisie Centrale en trois ensembles principaux à partir de leur relation avec la tectonique :

- à la base : Couches Villafranchiennes, plissées
- au milieu : Quaternaire moyen jusqu'au Thyrrhénien compris rarement plissés mais a subi des déformations.
- au sommet : Quaternaire récent : n'a subi aucune influence tectonique.

Le Quaternaire est largement représenté en affleurement au Sahel de Sfax où P.F. Burollet (1936) a décrit les formations suivantes de bas en haut :

- Segui : (Mid-Pliocène continental).

Il comporte à sa partie supérieure du Villafranchien inférieur.

- Villafranchien supérieur

Couches rouges formées d'argiles sableuses.
Couches) la partie supérieure, elles s'enrichissent en
Villafran-) calcaire blanchâtre concrétionné sous
chiennes) forme disséminée ou en petites coupées indurées.

- Carapace à hélicidés

Concrétisation des concrétions calcaires en une carapace épaisse (parties calcaire gréseux rosé à blanc).

Remarque : Le Villafranchien et la carapace à hélicidés (couches Villafranchiennes) sont affectés par une phase de plissement importante ayant donné des pendages assez accentués.

CORRELATIONS ENTRE LES TERMINOLOGIES UTILISEES
PAR LES SOCIETES DE PETROLE

100m

		Géom. Stratigraphie	Epaiss. m	Log	Litho - stratigraphie	
					E. O. E. P. (W de Sfax)	KUPPEC (N.W et S.W Sfax)
		Mar - Pliocene Continental	150		Sagui	Sagui
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000	Mar.	Tortonien	200	Tortonien	Facies à dominance continentale	SAOUAF BEGLIA
	Mar.	Sarmatien Saguien	200		Facies marin	Hornoud
		Marnes Supra Boudig.	50	Marnes Supra Boudig.		
	Mar.	Boudigalien	100	Boudigalien	Ain Chreb	Ain Chreb
		Apulien sup.	100		Fertima	Messouite Solemba Korbous
		Apulien inf.	100			
		Oligocene sup.	50			
	Oligocene	Oligocene inf.	100	Fertima		
		Quaternaire	Quaternaire Supérieur			50

COUPE TYPE 18 LA REGION DE SFAK

INSERTEE DU FORME S I F - E 1

Épaisseurs indiquées : valeurs maximales des coupes des forages situés
à l'Ouest de Sfax

Quaternaire moyen

- (+ Glacis d'érosion et alluvions anciennes
- (Provenant de la reprise de l'érosion après le
-) plissement post-Villafranchien.

(+ Première transgression marine (niveau de 15 m)

Se manifeste contemporanément dans la zone côtière par des couches sableuses coquillières (faune Tyrrhénienne) : couches à Strombes. Ce niveau est souvent enroûté au toit et surmonté de faciès dunairo.

Remarque : Une nouvelle phase tectonique, amorcée celle-ci, a affecté le Sahel après le dépôt des couches à Strombes : ceci a été à l'origine d'un faible soulèvement des anticlinaux et d'une subsidence nette au niveau des synclinaux. Mais la conséquence la plus marquée a été une reprise de l'érosion qui va donner le relief tel qu'il se présente actuellement dans la région, en particulier la formation de quelques dépressions fermées.

+ Deuxième transgression marine (niveau de 8 à 12 m)

Marquée par quelques plateformes d'abrasion dans la zone côtière mais sans trace de déformation.

+ Quaternaire récent

Dérèpage par l'érosion des collines d'alluvions anciennes et des terrains Néogènes et établissement d'un réseau hydrographique ramifié ; les niveaux de croûtes post-Villafranchiennes forment des cuestas autour des anticlinaux. La sédimentation actuelle est surtout active dans les dépressions fermées, beaucoup moins en bordure des côtes. En période sèche, le vent transporte les particules les plus fines des dépôts récents, donnant lieu à des dunes vivantes comme dans les régions Agareb, Machichina, Sidi Khedhab. Enfin de minces croûtes gypseuses peuvent se former actuellement ; il en existe dans le Sahel de Sfax.

2.2 - Paléogéographie de l'Oligocène et du Miocène

Nous empruntons à P. Halier (1983) la description paléogéographique suivante des principales formations constituant le sous-sol du Sahel de Sfax.

Selon l'analyse séquentielle de J.P. Cassan (1971) et J.P. Vernet (1981) l'Oligocène de Tunisie est caractérisé par une sédimentation argilo-gréseuse fine à très fine. Ce n'est qu'à partir de l'Aquitainien et jusqu'au Burdigalien moyen qu'il y aurait une sédimentation détritique grossière à bois fossiles et dragées de quartz, avec des intercalations d'argiles rouges continentales (formation Neelouta).

Au cours du Miocène inférieur, des déformations tectoniques importantes marquées localement par des discordances au sein de la formation Fortuna, vont modifier la répartition des sédiments.

A partir du Burdigalien supérieur, nous assistons au retour de la mer par le N.E qui envahit de façon uniforme l'ensemble du Sahel au Miocène moyen. Il s'agit de dépôts maritimes représentés par les

calcaires conglomératiques et gréseux, très fossilifères, de la formation Ain Ghreb, initialement attribués par P.F. Barollet au Burdigalien. Des travaux plus récents (Hooyberghs, 1971 et 1973, et Wiman, 1976) ont permis d'attribuer cette formation au Langhien dans le Nord de la Tunisie.

Après cet épisode carbonaté et conglomératique, la sédimentation détritique reprend et se poursuit durant le Miocène supérieur (argiles et grès du groupe Gam-Douil) et le Miopliocène continental (formation Ségui). Les informations fournies par les forages du Sahel donnent une valeur moyenne de 1000m d'épaisseur pour cette sédimentation, avec un maximum de 1820 m dans le forage de Chorbane (CM2).

2.3 - Tectonique

D'après le même auteur (P. Haller, 1983), les déformations de ces différentes séries géologiques s'établissent comme suit :

Au cours de l'Oligocène, nous assistons au développement de bassins localisés et contrôlés par la tectonique distensive. Ces zones effondrées sont comblées par la sédimentation détritique de la formation Fortuna (Oligocène-Miocène inférieur).

A partir du Miocène inférieur, l'ensemble de la Tunisie est soumis à un régime compressif intense (déformation alpine s.s.) dont les manifestations dans le Sahel correspondent à des structures plissées orientées N45 souvent accompagnées de failles inversées (exemple du Dj. Khordj). Cette déformation est beaucoup plus intense dans l'axe Nord-Sud que dans le Sahel au Miocène inférieur.

Au Plio-Quaternaire, se manifeste un épisode compressif admettant un axe de raccourcissement moyen N130 identique aux épisodes compressifs de l'Eocène et du Miocène. Le paysage structural actuel du Sahel résulte en grande partie de cette déformation qui est représentée par une succession d'anticlinaux dissymétriques dont le flanc NW est beaucoup plus redressé que le flanc SE situé dans le prolongement du Dj. Artsouma et orientés N45 (Khordj, Bou Thadi, Chobane, Zérandine, Djemmal). Les structures plio-quaternaires ont une dissymétrie inverse des structures compressives Eocène et Miocène.

C'est ainsi que le Dj. Khechen el Artsouma, qui prolonge vers le NE l'axe du Goubrar dont il marque l'ennoyage périclinal, est un pli faillé à flanc SE faillé et effondré.

calcaires conglomératiques et gréseux, très fossilifères, de la formation Aïn Ghrab, initialement attribués par P.F. Burolet au Burdigalien. Des travaux plus récents (Hooyberghs, 1971 et 1973, et Wiman, 1976) ont permis d'attribuer cette formation au Langhien dans le Nord de la Tunisie.

Après cet épisode carbonaté et conglomératique, la sédimentation détritique reprend et se poursuit durant le Miocène supérieur (argiles et grès du groupe Cus-Douil) et le Miopliocène continental (formation Ségui). Les informations fournies par les forages du Sahel donnent une valeur moyenne de 1000m d'épaisseur pour cette sédimentation, avec un maximum de 1620 m dans le forage de Chorbane (CN2).

2.3 - Tectonique

D'après le même auteur (P. Kaller, 1983), les déformations de ces différentes séries géologiques s'établissent comme suit :

Au cours de l'Oligocène, nous assistons au développement de bassins localisés et contrôlés par la tectonique distensive. Ces zones effondrées sont comblées par la sédimentation détritique de la formation Fortuna (Oligocène-Miocène inférieur).

A partir du Miocène inférieur, l'ensemble de la Tunisie est soumis à un régime compressif intense (déformation alpien s.s.) dont les manifestations dans le Sahel correspondent à des structures plissées orientées N45 souvent accompagnées de failles inversées (exemple du Dj. Khordj). Cette déformation est beaucoup plus intense dans l'axe Nord-Sud que dans le Sahel au Miocène inférieur.

Au Plio-Quaternaire, se manifeste un épisode compressif admettant un axe de raccourcissement moyen N130 identique aux épisodes compressifs de l'Eocène et du Miocène. Le paysage structural actuel du Sahel résulte en grande partie de cette déformation qui est représentée par une succession d'anticlinaux dissymétriques dont le flanc NW est beaucoup plus redressé que le flanc SE situés dans le prolongement du Dj. Artsouma et orientés N45 (Khordj, Bou Thadi, Chobane, Zérandine, Djemmal). Les structures plio-quaternaires ont une dissymétrie inverse des structures compressives Eocène et Miocène.

C'est ainsi que le Dj. Khechem el Artsouma, qui prolonge vers le NE l'axe du Goubrair dont il marque l'ennoyage périclinal, est un pli faillé à flanc SE faillé et effondré.

Corrélation entre forages

3 coupes ont été effectuées à travers le Sahel de Sfax, 1 dans le sens NW-SE, en travers de la plaine, 2 dans le sens longitudinal (NE-SW).

Les trois coupes transversales s'appuient sur les reliefs de bordure au NW et se terminent en mer au SE ou arrivent aux îles Kerkennah.

Le tracé de ces coupes jalonne les différents forages pétroliers existants ainsi que les forages d'eau les plus profonds.

Nous avons pris en considération deux repères pour montrer l'allure des différentes couches géologiques :

- La formation Ain Ghreb (Burdigalien)

Excellent repère stratigraphique et sismique, existant dans la plupart des forages.

- L'Eocène supérieur, qui forme le mur des séries Oligocènes pouvant être aquifères.

Coupe n° 1 (Chorbane aux îles Kerkennah)

L'allure générale est celle d'un bassin sédimentaire régulier, dont le plus grand développement se situe dans la zone continentale, au pied du dôme de Chorbane et sous la Sat. El Chorra. Les séries vont en se réduisant progressivement vers le SE, le minimum d'épaisseur étant atteint aux îles Kerkennah.

Cette réduction de séries affecte aussi bien l'Oligocène que le Miocène ; toutefois dans ce dernier cas ce sont les séries marines à prédominance argileuses qui diminuent d'épaisseur, alors que la partie à prédominance continentale en particulier la série sableuse conserve une assez bonne homogénéité.

Le dôme du Chorbane est affecté par un accident décrochant (P. Haller, 1983) : il en résulte une réduction considérable des séries, et un flanc sud très développé se raccordant en pente douce avec le Sahel de Sfax.

Cet accident semble constituer un hyatus séparant la nappe du Miocène de Sfax de celle des Souassie.

Un repli d'allure anticlinale affecte les séries du Miocène au niveau des forages SJ2 et ST El c'est à dire à hauteur et dans la prolongation NE des affleurements du Séqui Dj. Arf ; cette ondulation est beaucoup moins marquée au niveau du Burdigalien.

Corrélation entre forages

5 coupes ont été effectuées à travers le Sahel du Sfax, 3 dans le sens NW-SE, en travers de la plaine, 2 dans le sens longitudinal (NE-SW).

Les trois coupes transversales s'appuient sur les reliefs de bordure au NW et se terminent en mer au SE ou arrivent aux îles Kerkennah.

Le tracé de ces coupes jalonne les différents forages pétroliers existants ainsi que les forages d'eau les plus profonds.

Nous avons pris en considération deux repères pour montrer l'allure des différentes couches géologiques :

- *La formation Ain Ghreb (Burdigalien)*

Excellent repère stratigraphique et sismique, existant dans la plupart des forages.

- *L'Eocène supérieur, qui forme le mur des séries Oligocènes pouvant être aquifères.*

Coupe n° 1 (Chorbane aux îles Kerkennah)

L'allure générale est celle d'un bassin sédimentaire régulier, dont le plus grand développement se situe dans la zone continentale, au pied du dôme de Chorbane et sous la Sat. El Chorra. Les séries vont en se réduisant progressivement vers le SE, le minimum d'épaisseur étant atteint aux îles Kerkennah.

Cette réduction de séries affecte aussi bien l'Oligocène que le Miocène ; toutefois dans ce dernier cas ce sont les séries marines à prédominance argileuses qui diminuent d'épaisseur, alors que la partie à prédominance continentale en particulier la série sableuse conserve une assez bonne homogénéité.

Le dôme du Chorbane est affecté par un accident décrochant (P. Haller, 1983) ; il en résulte une réduction considérable des séries, et un flanc sud très développé se raccordant en pente douce avec le Sahel de Sfax.

Cet accident semble constituer un hyatus séparant la nappe du Miocène de Sfax de celle des Souassis.

Un repli d'allure anticlinale affecte les séries du Miocène au niveau des forages SJ2 et SJ7 El c'est à dire à hauteur et dans la prolongation NE des affleurements du Séqui Dj. Arf ; cette ondulation est beaucoup moins marquée au niveau du Burdigalien.

Coupe n° 2 (Bou Thadi - Iles Kerkennah)

On retrouve ici aussi l'allure de bassin sédimentaire développant son maximum de puissance au milieu du Sahel de Sfax (SSE1, SAG1, AG21) puis se réduisant sensiblement vers le SE en direction des Iles Kerkennah ; cette réduction se manifeste essentiellement au niveau du Vindobonien à prédominance marine, à l'Aquitaniens ainsi qu'à l'Oligocène ; de même le Vindobonien à prédominance continentale se réduit beaucoup en bordure de mer puis au Iles Kerkennah, sauf la série sableuse qui conserve une remarquable homogénéité.

Du côté Nord occidental, les choses se compliquent davantage par un jeu de failles qui rehaussent le substratum du Néogène sous forme d'un horst (CH1) avant d'arriver à la structure anticlinale dissymétrique de Bou Thadi dont le flanc NW présente des pendages plus forts que le flanc SE (P. Zaller, 1983). En fait la coupe n° 2 passe entre les Djebels Bou Thadi et Khordj, au niveau de la retombée périclinale SW du Bou Thadi ; ceci explique la perte de l'allure anticlinale ; on remarque toutefois une réduction considérable du Vindobonien qui est principalement réduit à sa série sableuse qui repose directement sur le Burdigalien ; par contre l'Oligocène est bien développé.

P. Zaller (1983) donne une description de l'évolution tectonique de l'anticlinal de Bou Thadi où il estime que la structure a subi un premier effondrement au Paléocène se traduisant par l'effondrement du flanc SE, et un second effondrement affectant le flanc NW à l'Oligocène. On trouve ainsi (forage BTA, BT1 et BT2) une série Oligocène très développée sur le flanc NW (BT1A), et pratiquement inexistante sur le flanc SE (BT1 et BT2) où la formation Ain Chrab repose directement sur l'Eocène supérieur et moyen. L'histoire mouvementée de la structure de Bou Thadi cesse à partir du Burdigalien qui va se déposer régulièrement, ainsi que le Miocène, le Séqui et le Quaternaire, au dessus des deux flancs de l'anticlinal.

Par analogie avec cette description, le BTO1 se trouve sur le flanc NW de la structure de Bou Thadi.

La série sableuse conserve, comme nous l'avons dit, une remarquable homogénéité de puissance et de lithologie tout au long de la coupe ; elle semble échapper aux perturbations stratigraphiques et tectoniques qui affectent les séries inférieures. On retrouve au niveau du Dj. Arf (SAG1, SSE1) l'allure anticlinale signalée sur la coupe n° 1 qui se manifeste ici par une ondulation au niveau des séries inférieures jusqu'à l'Eocène supérieur. On ne trouve pas de hiatus susceptible d'isoler la nappe de Sfax de celle des Scazzis, la série sableuse semble suivre ici en parfaite continuité.

Coupe n° 3 (Dj. Khechem - mer méditerranée)

Contrairement aux deux coupes précédentes, la coupe n° 3 montre l'allure d'un vaste bassin allant en s'approfondissant vers la mer. On démarre au NW sur le flanc SE déversé du Dj. Khechem El Artsouma, qui montre alternances de grès et de marnes puis une série gréseuse attribuée au Miocène (G. Castany, 1951), surmontée par le Mio-pliocène (marnes sableuses). Les séries d'abord très redressées s'atténuent considérablement et adoptent l'allure régulière d'un bassin sédimentaire se développant vers la mer. Le Burdigalien qui a pu être suivi entre les 3 forages (JMS1, KES1 et KAC1) confirme cette allure synclinale qui s'accompagne d'un épaississement de la série Oligocène vers le SE ainsi que celle du Miocène à prédominance marine.

La série sableuse du Miocène conserve par contre une assez bonne homogénéité alors que la séqui a tendance à s'épaissir en bordure du relief de Dj. Khechem El Artsouma.

On perd ici l'allure anticlinale manifestée par les séries du Miocène dans les deux coupes précédentes.

Coupe n° 3 (Chebba à Skhira)

Cette coupe traverse le Sahel de Sfax dans le sens longitudinal depuis la mer (KSF1) au large de Chebba au NE, jusqu'à la Skhira au SW.

L'allure des séries montre un bassin sédimentaire assez régulier avec épaississement des séries dans la partie centrale et amincissement de ces mêmes séries vers les bordures.

Le Burdigalien aussi bien que l'Eocène suivent remarquablement cette allure générale ; le Burdigalien, l'Aquitainien et l'Oligocène s'épaissent même dans la partie centrale du bassin (forages AQ21 et SITE1).

Il en est de même pour les séries de l'Oum-Douil inférieur (à prédominance marine) et supérieur à prédominance continentale. Par contre la série sableuse subit des fluctuations d'épaisseurs notables, gardant toutefois une certaine constance vers le SW se réduisant plus nettement vers le NE où on perd sa trace sous la mer au forage K371.

La remontée du substratum du bassin néogène est très marquée vers le NE et s'accompagne d'une réduction considérable des séries de l'Eocène au Burdigalien ; elle est moins sensible au Miocène.

Du côté SW, l'allure des séries de l'Oligocène et du Burdigalien indiquent également une remontée du substratum du Néogène qui ne peut être illustrée davantage faute de forages pétroliers dans la région.

Coupe n° 4 (Ksour Essaf - Mezouna)

Sensiblement parallèle à la coupe n° 3, cette coupe admet un diverticule à partir du forage HT1 en direction de Sidi Regueb.

Bien que le développement de la coupe manque de forages repérés dans la partie NE où elle n'est plus étayée que par des forages d'eau, on y retrouve l'allure générale d'un bassin sédimentaire prenant son développement majeur dans la partie centrale, au niveau du forage AOD1, puis se réduisant vers les extrémités.

Cette allure est bien marquée par les séries du Burdigalien et de l'Oligocène ; mais, alors que ce dernier conserve la même épaisseur, le Burdigalien suit le mouvement en s'épaississant au centre du bassin. L'allure du bassin est surtout marquée par le développement du Miocène marin et du Séqui (proximité de S. El Ghorra), alors que la partie continentale du Miocène et en particulier la série sableuse présente une épaisseur relativement constante.

Au SW, la réduction de l'épaisseur du bassin sédimentaire est marquée par la tectonique qui fait remonter sous forme de horsts les séries de l'Aptien et du Turonien en provoquant d'abord la disparition de toute la série géologique en dessous du Miocène, puis la disparition du Miocène et de sa série sableuse (ME11).

Vers le NE nous n'avons plus de forages pétroliers pour illustrer l'allure des séries géologiques en présence ; toutefois les forages d'eau, bien que peu profonds ont traversé la série sableuse dont le raccordement avec les autres forages montre une remontée des séries et l'indication de la bordure du bassin sédimentaire.

Le diverticule SW de cette coupe ne présente pas la même allure que la partie correspondante de la coupe, en effet, la remontée de la série sableuse, amorcée au forage HT1, culmine au forage CH1 (probablement avec la complicité d'un horst Eocène moyen) puis elle va en s'approfondissant vers le SW par développement du Séqui et du Quaternaire, très détritiques et comportant eux mêmes des aquifères captés par plusieurs forages.

CONCLUSION

Le bassin Néogène du Sahel de Sfax, caractérisé par l'allure de son substratum Burdigalien, s'étend à travers toute cette région depuis les reliefs de bordure à l'Ouest jusqu'à la mer à l'Est.

Il présente son développement maximum dans la partie centrale puis se réduit considérablement vers la mer à l'Est et au NE depuis les îles Kerkennah jusqu'au large de Keour Essaf par remontée du substratum et réduction de la puissance des séries notamment antérieures au Miocène continental et à la série sableuse. Toutefois, entre Maharès et Sekhira au SE, cette allure semble s'inverser car l'épaisseur du bassin va en augmentant vers la mer, mais la situation se rétablit dans la région de Sekhira avec à nouveau une réduction des séries.

Le long de la chaîne bordière occidentale, le comportement du bassin est variable : il continue d'abord, de se développer au pied de l'anticlinal de Chorbane, caractérisé par le déversement de son flanc NW, puis affecte une réduction liée d'abord aux mouvements tectoniques ayant provoqué la surrection de horsts de l'Eocène, puis à un raccordement normal avec le flanc SE déversé du Dj. Khechem El Artsouma. Plus au SW, dans le Bled Regueb tout en se raccordant apparemment avec la bordure du Dj. Gouleb, le bassin montre un développement important du Quaternaire et du Ségui.

Quant à sa bordure sud, en particulier le long du chaînon de Messouna, elle est affectée par une tectonique de horsts soulevant les séries sous-jacentes de l'Aptien puis du Turonien et provoquant la disparition quasi totale du Miocène.

L'allure générale est celle d'un synclinal de direction SW-NE bien illustré par les coupes longitudinales. On remarque toutefois, au niveau du Miocène (marin et continental) des ondulations anticlinales bien marquées dans les coupes transversales ; les ondulations auront pour conséquences de rapprocher de la surface la série sableuse du Miocène, en particulier à l'Ouest de Sfax.

Cette série sableuse, présente dans toutes les coupes des forages, sous le continent et dans les îles Kerkennah, semble échapper à toutes les perturbations tectoniques qui ont affecté le substratum du Néogène ; elle s'étend ainsi à travers tout le Sahel de Sfax, sans jamais affleurer toutefois, à l'exception de surfaces réduites en bordure du flanc SE de Dj. Khechem El Artsouma et bien entendu du dôme de Sraédine ; toutefois nous considérons que ce dôme constitue un aquifère séparé délimité et encadré par des failles.

3 - HYDROGEOLOGIE

3.1 - Géométrie du réservoir

Les corrélations entre les forages pétroliers et les forages d'eau montre que c'est cette série sableuse qui renferme la nappe du Miocène de Sfax plus connue sous la dénomination de nappe profonde de Sfax.

Isobathes du toit de la formation sableuse (fig. 1)

A partir des forages pétroliers et des forages d'eau, nous avons essayé de tracer la carte des isobathes du toit de la formation sableuse, en prenant comme référence le niveau du sol.

Un premier élément se dégage de la carte : le Bled Regueb semble constituer une entité à part ; les formations captées appartiennent à un horizon superficiel, probablement quaternaire comme nous l'avons annoncé plus haut, qui se distingue de la série sableuse du Miocène.

Dans le reste de la plaine on trouve un agencement assez cohérent du toit de la formation sableuse suivant un axe SW-NE : celle-ci est très près du sol dans la zone centrale (- 111 m au forage SAG1) puis s'approfondit vers la périphérie. Vers la côte, la série s'enfonce rapidement : - 500 le long de la côte, mais remonte vers les îles Ferkennah ; entre Ahseg et Chebba cet approfondissement est toutefois nettement ralenti. Vers le NW on trouve un comportement analogue : la formation plonge en direction des reliefs à bordure avec mention particulière de la zone de S^{st} . El Gharra qui accuse la forme d'un bassin subsident.

Dans la région de Sakhira, à l'extrémité SW de l'axe continental, on observe une remontée nette du toit de la formation sableuse qui ne semble pas avoir de correspondant au NE entre Mahdia et Ksour Essaf.

Isopaques de la série sableuse (fig. ...)

A partir des informations des seuls forages pétroliers, nous avons tenté de tracer la carte des isopaques de la série sableuse.

Disons tout de suite que le nombre de forages n'est pas suffisant pour une représentation appropriée.

Néanmoins, on peut dire que l'épaisseur moyenne de cette série sableuse est de l'ordre de 200 m. Quant aux courbes isopaques elles montrent une zone centrale dans l'axe se rapproche de la côte où la série sableuse s'épaissit pour atteindre 300 m. Puis elle commence à se réduire vers le SE et les îles Kerkennah pour revenir à 200m, alors que vers le Nord, et notamment en bordure de l'axe Dj. Khorj, Bou Thadi, Chorban, il semble y avoir un nouvel épaissement de la série.

Ceci illustre bien le caractère détritique et la prédominance continentale de cette série.

3.2 - Les forages d'eau

Nous avons utilisé les données de 80 forages d'eau se répartissant comme suit : (détail en annexe 1).

- 62 captant la nappe profonde de Sfax (200 à 500 m).
- 5 intéressant des niveaux de faible profondeur (Ségué).
- 13 concernant la nappe de Elad Megueb (40 à 120 m).

Les forages captant la nappe profonde de Sfax sont concentrés essentiellement le long de la côte et sont exploités pour la plupart par l'industrie qui a commencé à les utiliser dès 1949.

On peut dénombrer 9 groupes de forages du Nord au Sud:

- Iieba
- Melloulech
- PK 11 (SONEDE)
- M P X
- S.I.A.P.E
- Makta
- Kerkennah
- Skira 1
- Skhira 2

La répartition en groupes de ces forages est due souvent à leur durée de vie (une dizaine d'années) qui nécessite leur renouvellement ; ceci s'explique par le caractère particulièrement érosif des eaux.

3.3 - Etude de la Piézométrie

- Fluctuation de la piézométrie

Il a été bien difficile d'ouvrir les vieux forages pour en mesurer le M.P., les têtes se détériorant assez rapidement par la rouille, et il devient impossible de les fermer ; dans d'autres cas, les forages sont comblés, voir enterrés sous les sables.

De ce fait 10 forages seulement nous ont permis d'évaluer la fluctuation de la piézométrie :

+ 2 au Nord : (Melloulech, El Amra)

L'artésianisme a baissé de 2 m environ en 20 années.

+ 2 à l'Ouest de Sfax : (Grenda, PK 4,5b)

L'artésianisme a baissé de 8,30 m en 41 années, alors que pour Grenda la valeur nous semble influencée encore par le pompage.

+ 2 au Sud (Sékhira, El Hicha)

L'artésianisme a baissé de 3 à 4 m en 11 années.

Il est possible que ces valeurs soient plus ou moins influencées par le nombre de forages et l'intensité de l'exploitation ; c'est ainsi qu'au Nord de Sfax, les forages sont peu nombreux et assez disséminés, alors qu'à l'Ouest et dans le Sud en bordure de la côte, il y a une forte concentration des forages. On pourrait ainsi en déduire une valeur minimale de l'abaissement de 0,1 m/an et une valeur de 0,3 m/an dans les zones plus exploitées. La valeur trouvée ainsi pour PK 4,5b sur une longue période (41 années) est de 0,2 m/an s'intègre bien dans cette fourchette et pourrait être représentative de la nappe.

VARIATION DE LA PIEZOMETRIE

Forage	N° JRM	Formation	Piezométrie captée	Piezométrie exécution	Piezométrie 1988	Variation
Meiloulach 3	6102ter	340 à 480	+ 23,20 (1968)	+ 21,04	+ 2,16	
El Amra	11804	431 à 485	+ 16,30 (1969)	+ 13,45	+ 2,85	
Essaloma	19327	518 à 578	+ 114 (1983)	+ 114	0	
Grenda (SONEDE)	19059/5	393 à 471	+ 20,3 (1981)	+ 28,64	+ 8,34	
PK 11bis (SONEDE)	1885/5		+ 21,12	+ 21,88	+ 0,76	
PK 4,5b (SONEDE)	6663/5	500 à 522	+ 15,70 (1967)	+ 7,40	+ 8,30	
RPE 4	19672/5	514 à 586	+ 27,38 (1986)	+ 27,38	0	
Bordj Lahmar (Chaa)	13485/5		+ 175	+ 178	+ 3	
Skhira 3	18925	188 à 225	+ 3,26 (1979)	+ 1,3	+ 4,76	
El Nicha 3	18787	100 à 165	+ 5,45 (1977)	+ 2,40	+ 3,05	

- Carte piézométrique

La détermination des côtes piézométriques absolues des différents forages a été réalisée par le concours de plusieurs méthodes.

1 - Nivellement effectif de 37 forages et mesure du NP de 15 forages en Décembre 1988.

2 - Pour les forages détériorés ou ensablés ; mais dont la côte du TN a été déterminée ; nous avons déduit le NP actuel en utilisant le rabattement annuel de 0,2 m/an en moyenne mis en évidence précédemment.

3 - Pour quelques forages de la partie Sud du Sahel de Sfax, nous avons déduit la côte du TN à partir des côtes absolues indiquées sur la carte hydrographique du Sud Tunisien (J. M. Daniel - 1964) et soustraction des NP de la même période.

Il convient de remarquer ici que seuls les forages captant effectivement la nappe du Miocène ont été pris en considération ; il n'a pas été tenu compte en particulier des forages de Bied Regeeb qui intéressent un aquifère supérieur et dont les côtes absolues sont d'ailleurs très élevées par rapport à la nappe de Sfax, ni des forages des régions de Sidi Mohamed Nouigues et de Bir Ali Ben Khalifa pour les mêmes raisons.

D'une façon générale, la plupart des forages sont situés dans la zone côtière, en particulier autour de Sfax et de la Sékhira ; très peu de forages sont situés à l'intérieur du pays, ce qui a rendu le tracé des courbes isopiézométriques assez difficile. Signalons toutefois que le groupe de forages de Zelba nous a été d'un grand concours pour déterminer l'extension des courbes isopiézométriques dans la partie Nord.

FORAGES UTILISES POUR LA CARTE PIEZOMETRIQUE

Forage	N°	Côte	Date	Formation	N.P.	N.P.	
	I.R.N.	Tm	création	captée	création	1962 (Déc)	Remarque
Bordj Lehman (Chaâli)	13485	203		365 à 480	- 175	- 176,6	
Chamar	13705	54,6171	1987	326	- 21,75		
Dazinville	6703	13,3511	1957	409 à 680	- 20,00	- 14°	
D. Arjoun	18045	88,9431	1986	281 à 305	- 55,36		
Zelba Est	17796	55,6631	1983	343 à 392	- 22,30		
Zelba II	18302	41,0031	1987	338 à 418	- 8,32	- 8,32	côte Tm= 41,003
Zelba III	18303	40,0661	1989	318 à 371	- 7,3		
Raizet El Ayeb	16309	13,4401	1988	228 à 257	- 16,95	- 16,95	
Melloulech 3	6102ter	11,2281	1968	360 à 480	- 23,20	- 21,04	
Nazeg N° 2	70026/51	-	1959	1433,74483,71	- 23,70		
El Anco	11804	38,7851	1960	431 à 485	- 23,1	- 13,42	
Sidi Litayen 2	19658	-	1988	275 à 317	- 120,0		
Sainte Juliette	5948	149,8451	1952	214 à 297	- 40,20		
SIAPÉ 2	5323bis1	1,7°	1940	554 à 604	- 31,0	- 23°	
SIAPÉ 4	6551/51	6,4°	1955	540,366021	- 28,5	- 22°	
Essalena	19327	152,43	1985	518 à 578	- 114,0	- 114,0	
Chaâli	6140	50,6081	1953	378 à 520	- 24	- 31°	
Grande SNEDE	19059	52,54	1981	393 à 471	- 26,35	- 28,94	
PE 11 bis	15805	52,8761	1979	640 à 513	- 21,12	- 21,88	
PE N° 2	6663	22,1	1967	500a522,8	- 16,50	- 7,40	
Kerkennah 1	5611/51	4,65	1951	290 à 361	- 30,60	- 23°	
NPE 4	19472	2,0591	1986	514 à 586	- 27,38	- 27,38	
Kerkennah 2	16693/51	4,96	1979	290 à 350	- 24,11	- 22°	
Oued El Raou	10651	19,5701	1969	374 à 575	- 12,44	- 9°	
PE 4	5563	22,2101	1950	410 à 540	- 16,54	- 9°	
SIAPÉ 10b	18924	-	1980	470 à 559	- 20,30		
SEKIRA 5	18925	21,33	1979	188 à 225	- 3,26	- 1,26°	
SIAPÉ 12	19041	6,8	1981	470 à 559	- 21,06	- 19°	
NAËTA 4	19004	11,9931	1980	520 à 574	- 17,47		
EL NICHIA 1	6044	11,9841	1953	110a172,8	- 6,45	0°	
SIAPÉ 11 N° 1	10272	20,20	1984	220 à 254	- 4,77		
SEKIRA 5	18925	21,33	1979	188 à 225	- 3,26	- 1,5	
SEKIRA 3	18767	9,7691	1977	100 à 165	- 5,45	- 2,40	

Les courbes isopiézométriques

Nous avons commencé par tracer des isopièzes dans les zones à présence significative de forages : ces courbes ont ensuite servi de courbes maîtresses pour dessiner les courbes intermédiaires de façon à disposer d'isopièzes tous les mètres.

Globalement l'écoulement de la nappe affecte une direction majeure NW - SE c'est à dire depuis les reliefs de la limite NW du Sahel de Sfax, vers la mer.

On peut distinguer deux grandes parties à partir d'un axe d'alimentation particulier passant dans la région de Djebiniana.

Dans la partie Sud occidentale, l'allure des courbes isopièzes ne se raccordant pas avec les isopièzes tracées pour la nappe au Séqui de Sled Regueb, de même d'ailleurs que la valeur de ces courbes.

En effet, l'aquifère de Sled Regueb, comme nous l'avons dit plus haut, est constitué par les niveaux détritiques supérieurs du Séqui ; de fait les isopièzes de la nappe qui y est renfermée affectent une direction Ouest-Est, la nappe semble avoir comme exutoire la S. Mechiquique au Nord, et une succession de points bas constituant des Oglets au Sud : Oglet Zembour, Oglet Methène, Oglet Goudja (A. Cassaro, 1965).

Ainsi il n'y a pas concordance entre l'allure générale des isopièzes de Sled Regueb avec celles de la nappe du Miocène de Sfax ; de plus les forages les plus proches du Sled Regueb et captant le Miocène, indiquent des valeurs piézométriques très différentes.

De ce fait, nous admettons en première analyse que la nappe de Sfax ne reçoit pas d'alimentation en provenance de Sled Regueb.

Dans la partie Nord, l'écoulement manifeste une divergence à hauteur de Djebiniana donnant lieu à une piézométrie particulière pour la région de Elba qui met en évidence une zone de drainage le long de la côte entre Melloulèche et Chabba, avec un gradient plus accentué dans la partie Nord ($0,17 \text{ ‰}$) que dans la partie Sud ($0,08 \text{ ‰}$).

Enfin, dans la partie amont de la nappe, il n'a pas été possible de tracer des courbes isopiézométriques du fait que nous ne disposons que du seul forage Basalama (19.327/5) dont l'altitude piézométrique confirme toutefois que l'alimentation de la nappe vient des reliefs de bordure NW (gradient de $0,33 \text{ ‰}$).

Ceci dit, l'écoulement peut être divisé en deux parties à hauteur de Djebiniana :

- une partie septentrionale assez réduite, correspondant au bassin de Selba, avec un écoulement plus prononcé vers la zone côtière, partiellement N.E.

- une partie méridionale, plus importante, à écoulement plus régulier vers le S.W et qui englobe notamment les îles Kerkennah. Dans la région de Sékhira les lignes de courant prennent une direction nettement Nord-Sud, avec accentuation des gradients.

L'équidistance des courbes isopaques est variable. Nous avons d'abord un assez fort gradient (0,3 à 0,5 ‰) en bordure des reliefs de bordure NW, traduisant probablement une alimentation à travers le Mio-Pliocène. Il y a ensuite un net relâchement du gradient entre les courbes 33 et 32 m (0,07 ‰) : cette zone correspond, d'après la carte des isobathes, à une région où l'aquifère est le plus près de la surface du sol (moins de 250 m et une centaine de mètres par endroit) et où affleure à nouveau le Mio-Pliocène avec développement d'un réseau hydrométrique limité mais assez significatif. Les couches isopièzes reprennent ensuite une allure régulière (0,1 ‰) jusqu'en bordure de la mer. Ceci n'est perturbé qu'à l'amont de Sékhira où il y a une augmentation nette du gradient (0,3 ‰) peut être en relation avec les prélèvements importants résultant de la multiplication des forages dans cette région, et la présence d'une zone d'exécutoire privilégiée.

3.4 - Salinités

Nous disposons d'analyses chimiques complètes pour la plupart des forages d'eau.

Nous avons essayé de mettre en évidence, au niveau des groupes de forages captant le même horizon, (numérotés forage 1, forage 2 et forage 3 par ordre chronologique) une éventuelle augmentation de la salinité avec le temps, en considérant les anciens et les nouveaux forages.

EVOLUTION DE LA SALINITE DES FORAGES

LIEU	FORAGE 1		FORAGE 2		FORAGE 3	
	Captage	Salinité	Captage	Salinité	Captage	Salinité
Melloulach	Melloulach 1	(5102/5)	Melloulach 3	(61021er/5)		
	360 à 430 m	14,460 g/l (1953)	360 à 480 m	13,840 g/l (1962)		
SOMEDK	17621/5		10805/5			
CPC II)	472 à 532 m	13,300 g/l (1978)	445 à	13,380 g/l		
	NPK 2	(81502/5)	NPK 4	(19672/5)		
NPK	489 à 577 m	13,430 g/l (1965)	534 à 586 m	13,180 g/l (1986)		
SIAPÉ	SIAPÉ 2	(53252/5)	SIAPÉ 7	(1961/5)	SIAPÉ 8	(1344/5)
	554 à 604 m	13,510 g/l (1969)	542 à 607 m	13,940 g/l (1965)	545 à 595 m	13,395 g/l (1960)
NAKTA	NAKTA 2	(10330/5)	NAKTA 3	(18714/5)	NAKTA 4	(19004/5)
	525 à	13,500 g/l (1968)	520 à 595 m	13,680 g/l (1977)	520 à 574 m	13,800 g/l (1980)
KERKENYAN	KK 1	(5611/5)	KK 2	(16693/5)		
	280 à 361 m	13,530 g/l (1951)	290 à 350 m	13,920 g/l (1979)		

Les variations ainsi observées ne semblent pas obéir à une loi bien claire et n'évoluent pas dans le même sens.

Groupe de forages	Variation de salinité g/l		Observations
	Augmentation	Réduction	
Melloulach		0,620 en 9 ans	
NPK		0,330 en 21 ans	
SIAPÉ	0,430 en 16 ans	0,555 en 3 ans	Augmentation puis réduct.
NAKTA	0,120 en 3 ans		
KERKENYAN	0,390 en 28 ans		
SEKHIRA I	0,418 en 19 ans	1,280 en 9 ans	Augmentation puis réduct.
SEKHIRA II	1,122 en 19 ans		

Sauf pour la région de Sekhira, nous estimons que ces variations pourraient être dues simplement soit aux erreurs d'analyse, soit à l'hétérogénéité de la lithologie des formations captées, plus ou moins propres, et très rarement identiques d'un forage à un autre, même s'il s'agit de forages placés à proximité l'un de l'autre.

Nous en concluons qu'à 0,2 à 0,3 g/l près les analyses chimiques des différents forages peuvent être comparées entre-elles, quelle que soit l'âge du forage.

Répartition de la salinité

Dans ces conditions, l'examen des salinités des forages montre qu'en écartant Elad Requeb (nappe séparée) on peut distinguer 3 groupes de salinité dans la nappe de Sfax :

- Groupe de Selba : 3,8 à 4,3 g/l
S'y rattachent les régions de Meliculéch, Djebiniiana El Amra.
- Groupe de Sfax : 3,1 à 3,4 g/l.
- Groupe de Sekhira : 2,3 à 2,5 g/l.

L'allure des courbes isopiézométriques ainsi que la configuration géographique de la côte montrant que la zone de Sekhira reçoit les eaux souterraines qui ont circulé le plus longtemps dans la nappe, ceci pourrait être à l'origine d'un gradient de salinité, amorcé au niveau du forage de Chaïl (6140/5) avec 3,9 g/l et qui se précipite brusquement, aidé en cela, très probablement par une lithologie moins propre de la formation aquifère.

Quant aux deux autres régions, placées dans la même position par rapport à l'écoulement général de la nappe, leur différence de salinité pourrait s'expliquer par la nature lithologique différente de l'aquifère.

Familles chimiques (fig. 2)

Le faciès chimique des eaux souterraines au niveau des différents groupes de forages est toujours nettement chloruré-sodique. Toutefois les valeurs de sulfates sont faibles chimiques (fig. 2)

Le faciès chimique des eaux souterraines au niveau des différents groupes de forages est toujours nettement chloruré-sodique. Toutefois les valeurs de sulfates sont également partout élevées alors que celles du calcium ne prennent de l'importance qu'au niveau des groupes de Sekhira. Ceci serait-il dû à un mélange avec des eaux d'une autre origine ou à une alimentation locale dans cette région où l'aquifère est à faible profondeur?

3.5 - Calcul des caractéristiques hydro-dynamiques de l'aquifère

La plupart des caractéristiques hydrodynamiques ont été calculées à partir des essais de réception des différents forages, par application de la formule de Theis compte-tenu de la durée de la réception (24h) ; dans quelques cas on a confirmé les résultats par utilisation d'une interprétation sur micro-ordinateur (logiciel). Enfin compte-tenu de l'absence quasi-totale de piézomètres, seules quelques valeurs ont pu être obtenues à partir de certains forages non utilisés.

CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DES FORAGES

Forage	N° 12N	Transmissivité		Coefficient d'emmagasinement	Remarque	Formation caprés	
		$T \cdot 10^{-2}$					
		Calcul	Logiciel				$C \cdot 10^{-4}$
		manuel					
PC 4	5543/5	1,4	1,8	-		410 à 540 m	
Kerkennah	5611/5	0,8	0,4	-		280 à 561	
Mellouléch	61621/5	0,6	-	256,7		560 à 480	
Chadi	61421/5	1,7	-	-		378 à 528	
PC 2	6663/5	1,4	0,8	-		520 à 522	
Darimille	6703/5	1,7	-	-		426 à 468	
SIAPÉ 5	6842/5	0,2	-	-		520 à 505	
O. El Maar	10451/5	3,2	-	-		374 à 575	
El Am'a	11804/5	0,7	-	-	Longue durée	431 à 485	
Blizet Ayeo	16309/5	7,5	-	-		228 à 257 ; 262 à 309	
Zeiba Est	17796/5	2,2	-	-		343 à 392	
O. Arjoun	18045/5	1,6	-	-	Longue durée	281 à 305 ; 317 à 547	
Zeiba II	18387/5	2,4	-	-		358 à 418	
Zeiba III	18713/5	2,3	-	-		358 à 418	
Chamer	18703/5	7,2	-	-		240 à 326	
Pa 11 bis	18805/5	2,6	-	1,5		440 à 513	
SK 5	18925/5	8,16	2,8	-	Longue durée	188 à 225	
Makto 4	19004/5	1,8	0,2	1,0		520 à 574	
SIAPÉ 12	19061/5	2,2	-	-		476 à 550	
Nekken	19054/5	7,6	-	-		393 à 471	
SIAPÉ 11	19222/5	1,2	-	-		222 à 258	
Sekhira	19300/5	8,8	0,8	0,8		236 à 268	
SK 6	19303/5	8,9	-	-		213 à 253	
Essalame	19327/5	6,1	-	1,1		518 à 578	
SPC 4	19472/5	1,7	-	-		514 à 584	

On remarque une assez bonne homogénéité de valeurs obtenues :

- Transmissivité T: Varie de 1 à $1 \cdot 10^{-2}$ m/sec avec comme valeur la plus fréquente $2 \cdot 10^{-2}$. Les valeurs les plus élevées sont situées dans la région de Zelba ($7 \cdot 10^{-2}$) les plus basses sont dans la région côtière Nord (Mellouléch, El Ara : $0,6$ à $0,8 \cdot 10^{-2}$) et la zone côtière Sud (Sakhira: $0,8$ à $0,9$).

- Coefficient d'emmagasinement

Nous disposons de 4 valeurs seulement dont 2 intéressant la zone côtière (Makta et Sakhira) et une zone continentale (Kasalama) 3 valeurs sont très proches les unes des autres: $0,8$, $1,0$ et $1,1 \cdot 10^{-4}$, la quatrième (PK II bis/18805/5) est un peu plus élevée: $1,5 \cdot 10^{-4}$.

3.6 - Ressources et réserves de la nappe

Une approche des ressources renouvelables de la nappe peut être tentée à partir de la Loi de Darcy ($Q = TIL$) appliquée le long d'une isopièze représentative. Nous avons choisi l'isopièze de 30 m, la plus en aval des courbes se développant entièrement sur le continent (sauf une petite section au Nord de Sfax).

Cette isopièze peut être découpée en 3 parties en partant de la route d'El Aradh que nous considérerons provisoirement comme limite occidentale de la nappe :

Partie	Longueur 10^3 m	Gradient 10^{-4}	Transmissivité 10^{-2}	Débit
1 (jusqu'au 18924/5)	42,5	2	2 (forage 19041/5)	$170 \cdot 10^{-3}$ m ³ /sec = 170 l/s
2 (du forage 18924/5 à la mer)	35	2	2 (forage 19041/5, 10451/5 et 4443/5)	$140 \cdot 10^{-3}$ m ³ /sec = 140 l/s
3 (de Louza à Roo Kaboud'e)	30	3	4 (10309/5 et 6102ter/5)	$360 \cdot 10^{-3}$ m ³ /sec = 360 l/s
Isopièze 30 m	107,5			670 l/s

La résolution de la loi de Darcy au niveau de chacun des éléments de la courbe isopièze de 30 m ainsi définie, permet de calculer le débit qui transite à partir de chacune des 3 sections (tableau ci-dessus) ; ou en début un débit d'écoulement de la nappe de l'ordre de 700 l/s en fictif continu.

Le tableau ci-dessus met en évidence l'importance de l'écoulement dans la partie septentrionale de la nappe où la région de Zelba est caractérisée par des Transmissivités élevées et un gradient plus accentué que celui de la partie méridionale.

Réerves de la nappe

Nous avons basé notre calcul sur les données suivantes:

- Superficie de l'aquifère..... : 8012 km²
- Superficie région de Regueb..... : 987 km²
- Superficie off-shore..... : 3380 km²
- Epaisseur..... : 200 m
- Coefficient d'emmagasinement..... : 1.10^{-4}

Nous en déduisons les résultats suivants :

- Réerves de la nappe..... : 180.10^6 m³
- Réerves sans Bled Regueb..... : 140.10^6 m³
- Réerves totales y compris off-shore : 228.10^6 m³

Les trois valeurs des réserves géologiques ci-dessus indiquées résultent du fait que la nappe profonde du Sahel de Sfax se poursuit en fait sous la mer jusqu'aux îles Kerkennah à l'Est ; cette extension "off-shore" se limiterait au Nord à la région de Ksour Essaf, où la série sableuse disparaît, et au Sud probablement au large de Skhira, sans que nous puissions l'affirmer faute de forages.

Par ailleurs, nous considérons que la partie de la nappe située sous Bled Regueb est salée, et ne serait donc pas intéressante à exploiter.

Signalons enfin que les chiffres ci-dessus ont été donnés à titre indicatif compte tenu du peu de précision sur le coefficient d'emmagasinement ; ceux-ci pourraient être meilleurs là où la nappe est libre et où le réservoir aquifère est situé à faible profondeur (couverture du Ségui minimum).

3.7 - Exploitation actuelle

L'annuaire d'exploitation des nappes profondes de 1988 fait ressortir pour la nappe profonde de Sfax une exploitation se montant à :

- 17 km³/an ou 550 l/s
- à partir de 27 forages

Cette exploitation se fait essentiellement par artésianisme, le long de la côte; alors que la plupart des forages de l'elba sont faiblement pompiés.

Les forages de la région de l'elba sont attribués à l'agriculture, tout le reste est utilisé par l'industrie, mis à part quelques forages exploités par la S.O.N.E.D.E (mélange ou adoucissement dans le cas des îles Kerkennah).

On remarque une nette progression des prélèvements par rapport à 1987 (423 l/s) résultant de la mise en production des nouveaux forages de S.I.A.F.E dans la région de Sghira.

L'entrée en vitesse de croisière du groupe de forages de Helba permettra d'absorber les ressources en eau disponibles pour cette nappe.

Nous donnons à titre d'information, les prélèvements sur la nappe de Bled Regeb, (0,4 Mm³/an ou 14 l/s) qui comme nous l'avons précisé plus haut, constitue un aquifère séparé de la nappe profonde de Sfax ; cette exploitation demeure très faible par rapport aux ressources calculées qui s'établissent à 9,5 Mm³/an ou 300 l/s.

4- CONCLUSION

La nappe profonde de Sfax est ainsi renfermée dans la "série sableuse" du Miocène, dont l'extension couvre tout le Sahel de Sfax et se retrouve aux Iles Kerkennah.

En effet, les documents géologiques consultés ainsi qu'un nombre important de forages pétroliers ont permis de délimiter le réservoir aquifère et de suivre son développement à travers les coupes réalisées.

Par contre la localisation des forages d'eau essentiellement dans la zone côtière, nous a empêché de développer avec autant de précision les caractéristiques hydrogéologiques de cette nappe.

C'est pourquoi il faudrait considérer les analyses que nous avons établies au niveau de la piézométrie, de la salinité ainsi que l'évaluation des ressources et des réserves de la nappe comme une première ébauche qui gagnerait à être précisée.

Il faudrait pour cela entreprendre un programme de géophysique et de forages de reconnaissance suivi de pompages d'essai notamment dans la partie continentale du Sahel de Sfax afin de mieux déterminer les caractéristiques de la nappe et permettre une évaluation plus exhaustive de ses ressources et la planification de son exploitation optimale.

H. ZEBIDI

BIBLIOGRAPHIE

-0-

- P.F. Buxollet, 1956 - Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie Centrale.
DRE/TG - 155
- G. Castany, 1981 - Etude géologique de l'Atlas Tunisien Oriental
DRE/TG - 101
- A. Gassara, 1986 - Etude hydrogéologique du bassin de Bled Regueb.
DRE/1-055-035
- P. Haller, 1983 - Structure profonde du Sahel Tunisien - Interprétation géodynamique
DRE/
- H. Zébidj, - Note sur l'exploitation de la nappe de Sfax.
DRE/5-107-031

ANNEXE I

NAPPE PROFONDE DE SFAX

NOM DU FORAGE	N° IM	DATE D'EXEC.	COTE DU TN (m)	PROF. TOTALE (m)	CHARGE	Q PUMP 1/s	Q. REU 1/s	N.P	R.S. m/s	UTILI	OBSERVATION
SIAGE 1	5323/5	-	-	495,00	555	-	-	-	-	-	-
SIAGE 2	5323b/5	+ 12,49	1,7	790,00	554,0 + 604,0	-	112,2	-	3460	-	Détérioré
BOU THADI N° 2	5518/5	1949	-	760,00	700,0 + 716,0	0,10	112,2	+31,00	3510	-	"
PK 4	5563/5	1950	22,210	922,00	410,0 + 540,6	-	-	-63,20	3120	-	Abandonné
KERNENNAH N° 1	5611/5	21.02.51	4,650	702,00	280,0 + 361,0	-	109,6	+16,54	3320	-	Détérioré
SAINT JEANETTE	5948/5	23.03.52	149,845	468,50	214,0 + 237,0	-	60,0	+30,60	3530	SONEDE	-
EL HICHA N° 3	6044/5	1953	-	901,00	110,0 + 172,0	-	-	-40,20	3360	-	Fermé
MELLOULECHE N° 1	6102/5	1953	11,348	603,00	360,0 + 450,0	-	70,8	+ 6,00	5594	-	Ensaillé
MELLOULECHE N° 2	6102b/5	-	11,232	460,00	350,0 + 450,0	-	124,0	+25,51	4460	-	D.ne coule plus
MELLOULECHE N° 3	6102c/5	1968	11,228	-	360,0 + 480,0	-	57,0	+19,99	4000	-	D. coule 0,5 l/s
CHRAL	6140/5	1953	59,608	560,00	378,4 + 520,0	-	28,0	+23,20	3840	-	Fermé
OGLET EL BOUNI	6300/5	1953	-	366,20	341,0 + 370,0	-	-	-24,00	3900	-	Forage cessé
SIAGE N° 2	6551/5	15.03.55	6,4	605,30	540,3 + 602,0	-	-	-27,40	5400	-	Non capté
SIDI MAMMED NOUICHES	6633/5	26.01.77	-	730,00	60,0 + 101,0	-	89,0	+26,50	3580	-	Détérioré
HAZEGUE N° 1	6662/5	1956	10,963	511,00	430,7 + 482,4	-	41,8	+ 1,40	5520	-	Aband. négatif
PK N° 2	6663/5	1947	22,100	600,00	500,0 + 522,8	-	80,7	+25,50	3720	-	Détérioré
NAKIA 1	6673/5	1957	-	840,00	512,0 + 583,0	-	97,3	+16,50	3420	SONEDE	Non exploité
DAZINVILLE	6703/5	1957	13,351	646,00	407,8 + 465,73	-	143,0	+23,90	3400	-	Ensaillé
SIAGE N° 5	6842/5	1959	-	610,30	539,5 + 605,2	-	-	+20,00	3500	-	Détérioré
SKHIA N° 1	6980/5	1959	-	926,50	-	-	95,5	+28,35	3280	-	Détérioré
EL HICHA N° 2	6996/5	1959	-	173,00	107,0 + 167,0	-	-	+ 0,30	-	-	-
HAZEGUE N° 2	7002/5	1959	-	490,00	433,75 + 483,75	-	51,0	+ 5,70	5600	-	Irrigation
SKHIA N° 2	7033/5	1960	24,22	260,00	198,0 + 211,0	-	64,3	+23,70	3820	-	Détérioré
SKHIA N° 3	7074/5	1960	19,48	238,50	195,0 + 226,8	-	15,7	+ 8,00	3458	-	-
OUED BAI KHIL	7175/5	1961	62,00	192,00	88,0 + 123,0	-	16,9	+ 3,13	3162	-	-
ROUBAT SARA	7206b/5	1961	-	808,00	242,0 + 262,0	-	-	-27,00	5800	-	Abandonné
SIAGE N° 6	7268/5	22.07.61	-	605,50	-	-	-	-62,00	4500	-	Abandonné
BIA ALI B. KHALIFA 940	7757/5	1962	-	114,00	60,0 + 116,6	-	82,7	+24,14	3400	-	Détérioré
BIA ALI B. KHALIFA 396	7758/5	1963	152,890	223,00	204,3 + 221,0	-	-	-54,20	5540	-	Crépiné et fermé
SIAGE N° 7	7941/5	1965	-	607,00	542,3 + 607,6	-	-	-118,0	7080	-	Crépiné et fermé
NAK 1	8156/5	14.09.63	-	616,00	452,2 + 509,3	-	74,6	+23,00	3940	-	Détérioré
NAK 2	8156b/5	01.04.65	-	586,00	488,7 + 577,8	-	27,5	+30,00	3580	-	Ensaillé
NAKIA 2	10390/5	1968	-	502,00	325,0 + 572,0	-	47,40	+33,11	3420	-	Usine NAK
OUED EL HADJ	10451/5	07.06.63	19,570	606,00	374,0 + 575,0	-	107,00	+22,40	3690	-	Ensaillé
EL HADJ	11804/5	1969	18,785	570,00	431,0 + 485,35	-	46,00	+12,44	3103	-	Irrigation
BOU LAMHA	14485/5	1972	203,000	528,00	365,0 + 480,0	-	25,00	+24,10	3380	-	Détérioré
SIAGE N° 8	13444/5	1968	-	605,00	545,0 + 595,0	-	-	-175,0	3500	-	Abandonné
NAK N° 3	13528/5	1976	-	600,00	500,0 + 509,5	-	82,30	+21,40	3395	-	Détérioré
LES SALINES	14396/5	1976	-	535,00	510,0 + 530,0	-	83,00	+28,00	3220	-	Usine NAK
SIAGE N° 9	14597/5	06.02.71	-	607,00	540,0 + 600,0	-	-	-	3360	-	Salines de Sfax
AKIPEI EL AYED	16203/5	1988	13,440	468,00	228,0 + 257,5	-	70,50	+21,15	-	-	-
KERNENNAH N° 2	16633/5	27.07.73	4,960	355,00	262,4 + 309,5	-	54,00	+16,35	4200	-	-
SONEDE PK 11	17521/5	1978	-	532,00	290,0 + 350,0	-	70,00	+24,11	3920	SONEDE	-
SELBA EST	17796/5	09.02.83	55,883	589,00	472,0 + 532,0	12,00	-	-22,00	3306	M. Capt.	Abandonné
OUED EL ALBAH	18045/5	1986	88,946	559,00	343,0 + 392,0	25,20	37,00	-22,50	4302	-	-
SELBA II	18307/5	1987	41,003	600,00	281,0 + 305,0	37,20	-	-55,56	3620	-	-
SELBA III	18308/5	1987	40,068	600,00	319,66 + 371,8	100,00	-	- 8,32	5300	-	-
CHATTUA	18705/5	1987	54,617	604,00	249,0 + 326,0	95,43	-	- 7,30	4900	-	-
NAKIA N° 3	18714/5	1977	-	599,00	520,0 + 595,0	48,00	-	-21,79	3900	-	-
SKHIA N° 3	18767/5	1977	-	200,00	100,0 + 165,0	-	45,00	+28,00	3600	-	Irrigation
PK 11 BIS	18805/5	1978	3,769	570,00	440,0 + 519,0	102,00	41,00	+ 5,45	5820	-	Irrigation
SKHIA N° 4	18830/5	1979	52,876	232,00	196,0 + 228,0	100,00	-	-21,12	3026	-	-
SIAGE N° 11	18891/5	05.02.80	-	610,00	465,0 + 526,0	-	5,00	+ 2,60	3580	-	-
SIAGE N° 10 BIS	18924/5	10.01.80	-	600,00	470,0 + 559,0	-	55,00	+19,50	3400	SIAGE	-
SKHIA N° 5	19925/5	1979	21,530	280,00	188,0 + 225,0	-	65,00	+20,00	3400	-	-
NAKIA N° 4	19004/5	1980	11,999	600,00	520,0 + 574,0	58,00	11,00	+ 3,26	3560	-	-
SIAGE N° 12	19041/5	1981	6,800	565,00	470,0 + 559,0	-	50,70	+17,47	3860	-	-
GADHIA SONEDE	19053/5	1981	52,540	497,00	393,0 + 471,0	-	59,50	+21,06	3500	-	Irrigation
SIAGE II N° 1	19222/5	1984	29,200	274,00	222,0 + 298,0	12,5	92,50	-20,35	3100	-	-
SIAGE II N° 2	19274/5	1985	-	281,00	213,0 + 231,0	-	-	4,77	3400	-	-
SIAGE II N° 3	19300/5	23.04.86	18,850	274,00	226,0 + 268,0	53,5	-	0,49	3300	-	-
SIAGE II N° 4	19301/5	1986	31,900	246,00	216,0 + 240,0	56,5	-	4,70	3600	-	-
SIAGE II N° 5	19301/5	1981	34,000	270,00	213,0 + 255,0	79,0	-	16,00	3300	-	-
ES-SALHIA	19327/5	1985	152,430	704,00	516,0 + 570,0	12,5	-	+147	8600	-	-
NAK 4	19472/5	1986	2,059	592,00	514,0 + 586,0	47,5	-	+27,08	3100	-	-
SIDI LILAYON 2	19658/5	1988	-	332,00	275,0 + 317,0	-	-	-120	4250	-	Non réceptionné
SIAGE 13 BIS	19694/5	1989	-	573,00	475,0 + 547,0	-	64,0	+20,74	3470	-	-
NAKIA 5	19670/5	1988-89	-	603,00	510,0 + 582,0	-	44,0	+17,64	3600	HP	-

ANNEXE 2

NAPPE DE BLED AGUEB

ETAT DES FORAGES

NOM DU FORAGE	N° FORAGE	DATE EXECUT.	COTE DU TN	PROFONDEUR TOTALE	CAPITALE	DEBIT A LA CREATION l/s	N.P.	N.S.	OBSERVATIONS
FORAGE EL. 1944	4591			410	90 - 100	20,0	52	1200	ENCORRAGE
FORAGE EL. 1945	4592			307	90 - 110	2,0	33,0	1020	ENCORRAGE
FORAGE EL. 1946	4593			297	101 - 102	0,7	99,0	1020	ABANDONNE
FORAGE EL. 1947	4594			404	81 - 95	71,0	28,0	1100	ENCORRAGE
FORAGE EL. 1948	4595			181	103 - 115	5,0	49,0	2000	ENCORRAGE
FORAGE EL. 1949	4596			154	83 - 104	2,3	80,0	1000	ABANDONNE
FORAGE EL. 1950	4597			110	94 - 115	2,0	92,0	-	ABANDONNE
FORAGE EL. 1951	4598			331	80 - 120,5	6,2	49,5	2000	FOR EL. 1950
FORAGE EL. 1952	4599			177	81 - 170	20,0	41,0	1000	SOMME
FORAGE EL. 1953	4600			250	102 - 102,5	2,1	70,0	1200	FOR EL. 1950
FORAGE EL. 1954	4601			301	100 - 110,5	72,0	40,0	1000	FOR EL. 1950
FORAGE EL. 1955	4602			170	81 - 100	20,0	93,7	1250	FOR EL. 1950
FORAGE EL. 1956	4603			114	82 - 100	42,0	37,0	1200	ENCORRAGE

HYDROGEOLOGIE DE LA MAPPE PROFONDE DE SFAX

PL 23 bis

Coupes SW-NE

Coupe N°4

SW

NE

MEZ 1
+150.5

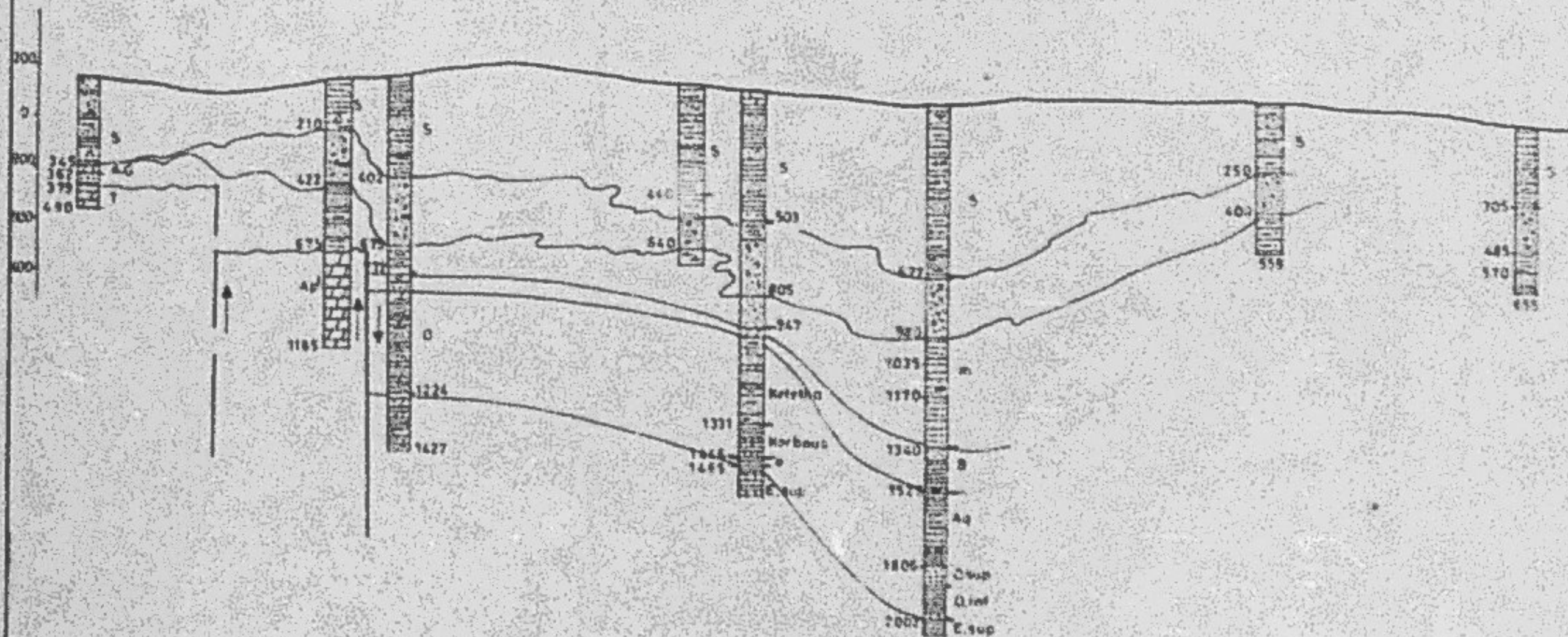
ABK1
+157
HKS1
+175

19227 HT1
+150 +175

AOD1
+76

15045
+87

9068
+11



Coupe N°5

19300/5
+130.0

6140 HAC1
+80 +110

AG21
+81

19805
+74

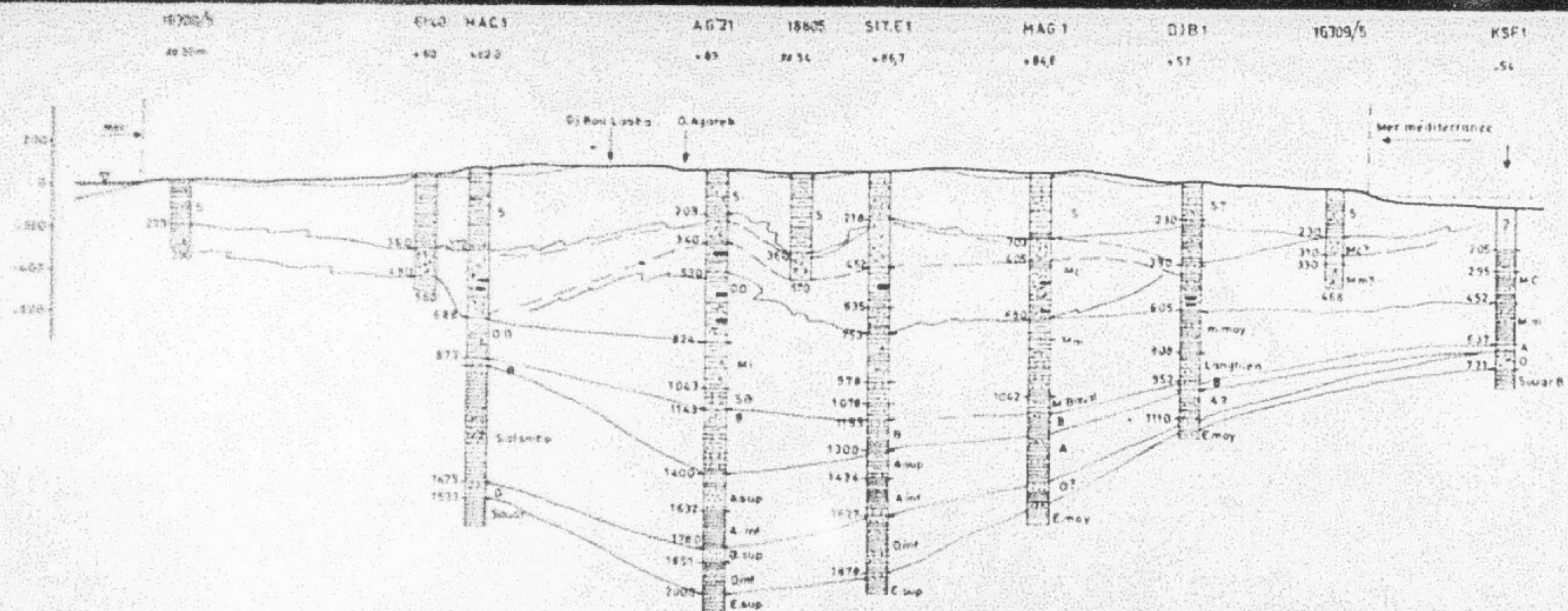
SIT.E1
+85.7

MAG 1
+84.5

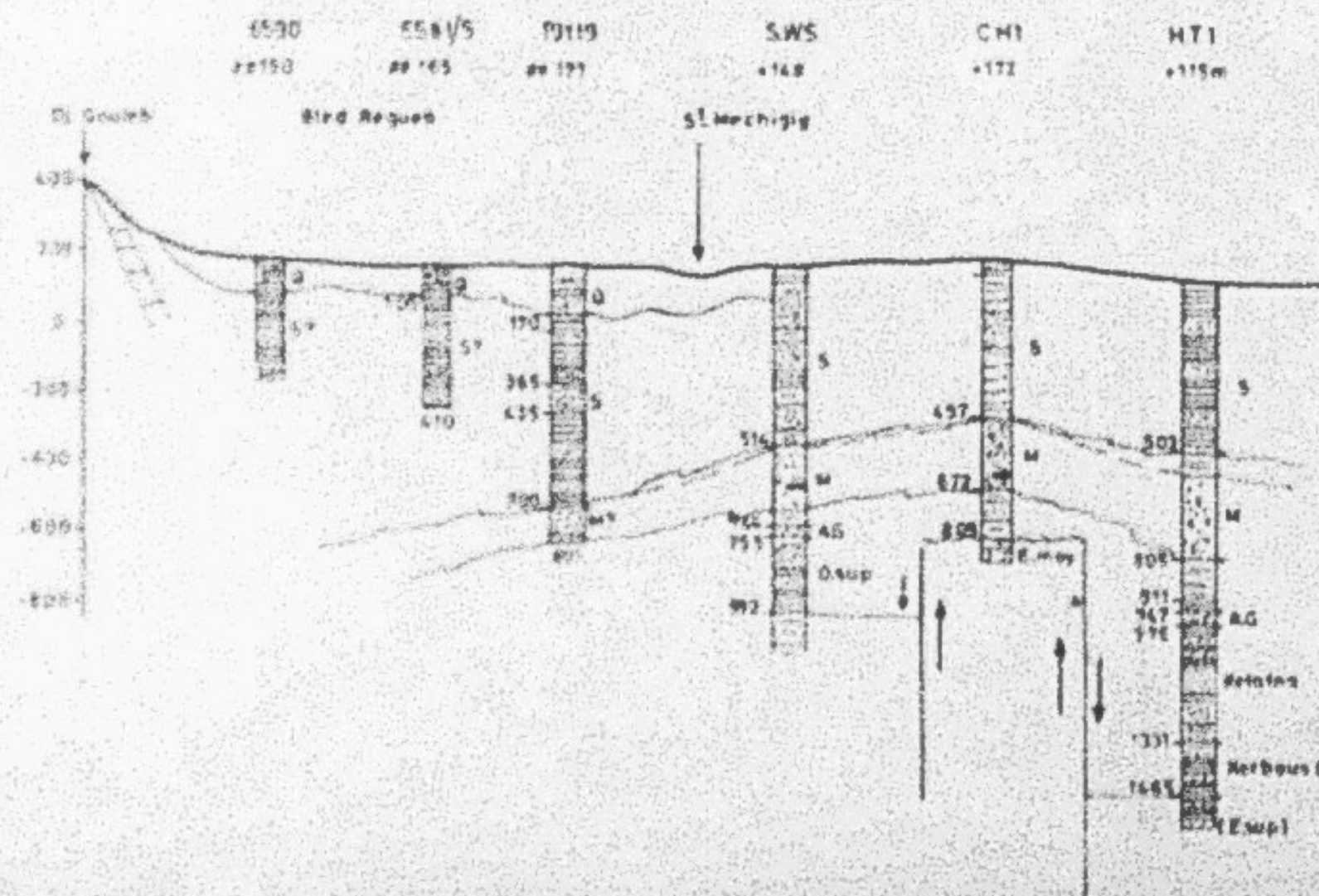
DJB1
+37

16300/5
+34

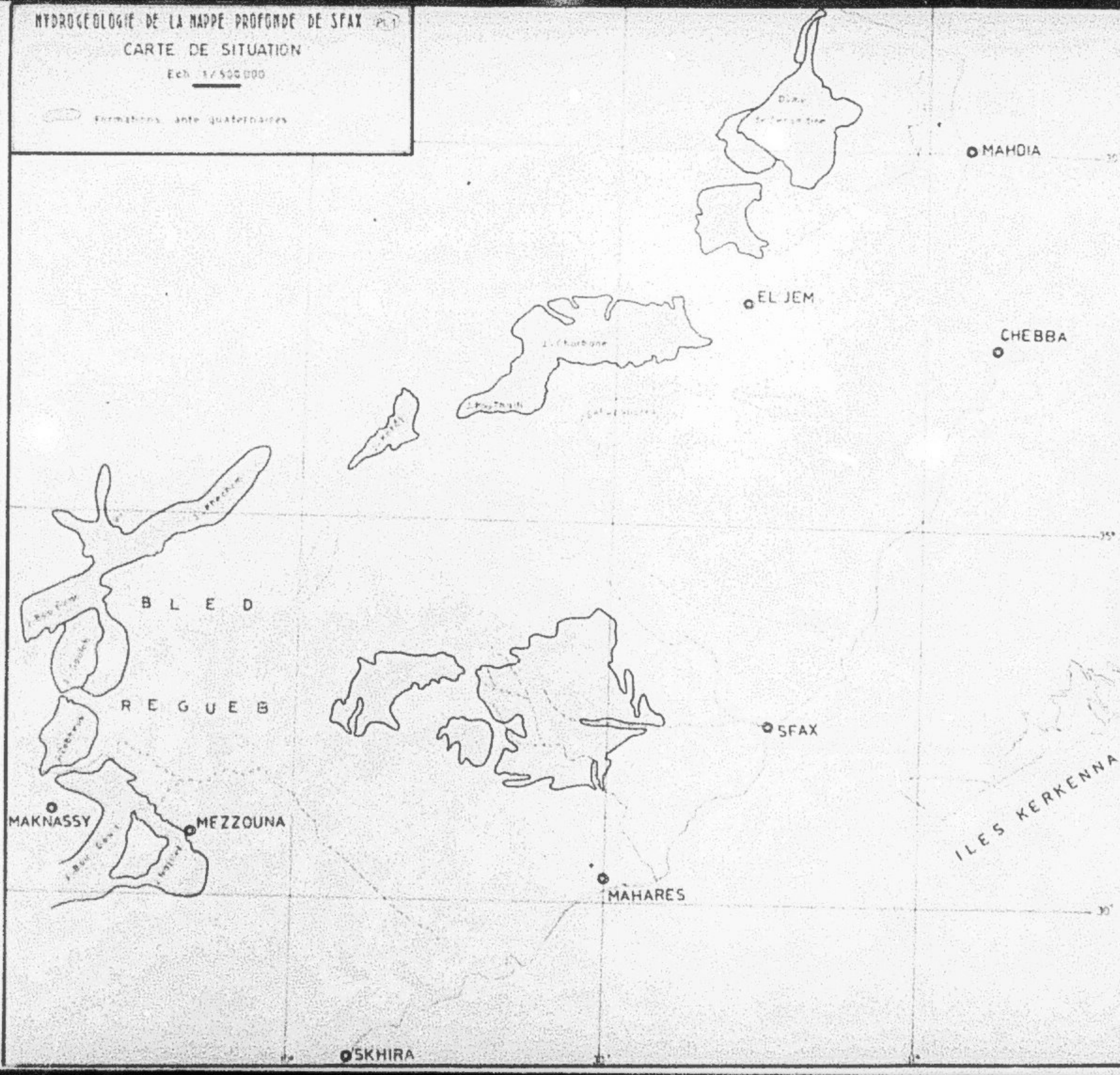
KSF1
+34

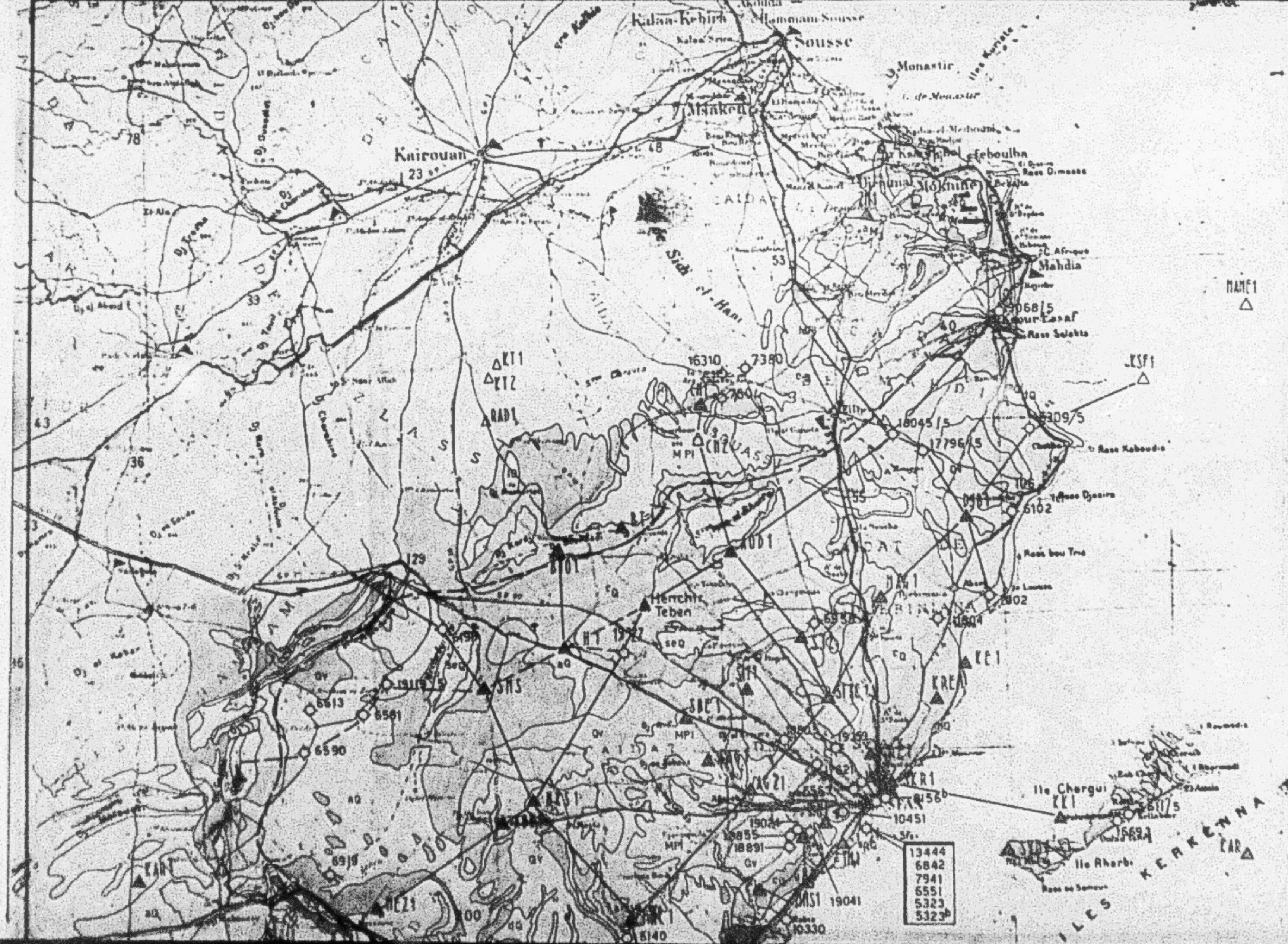


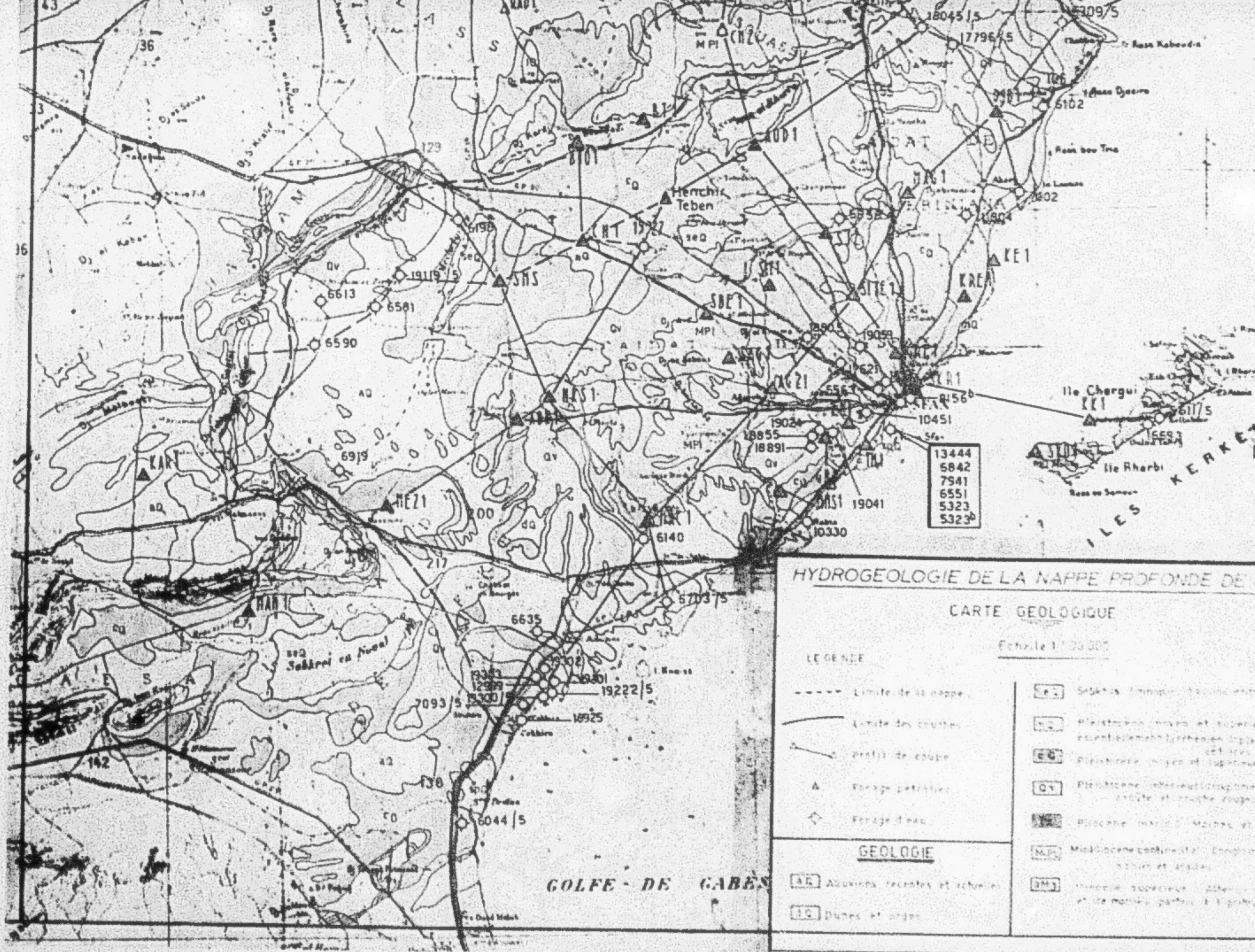
Coupe N96



Formations anté-quadricaires





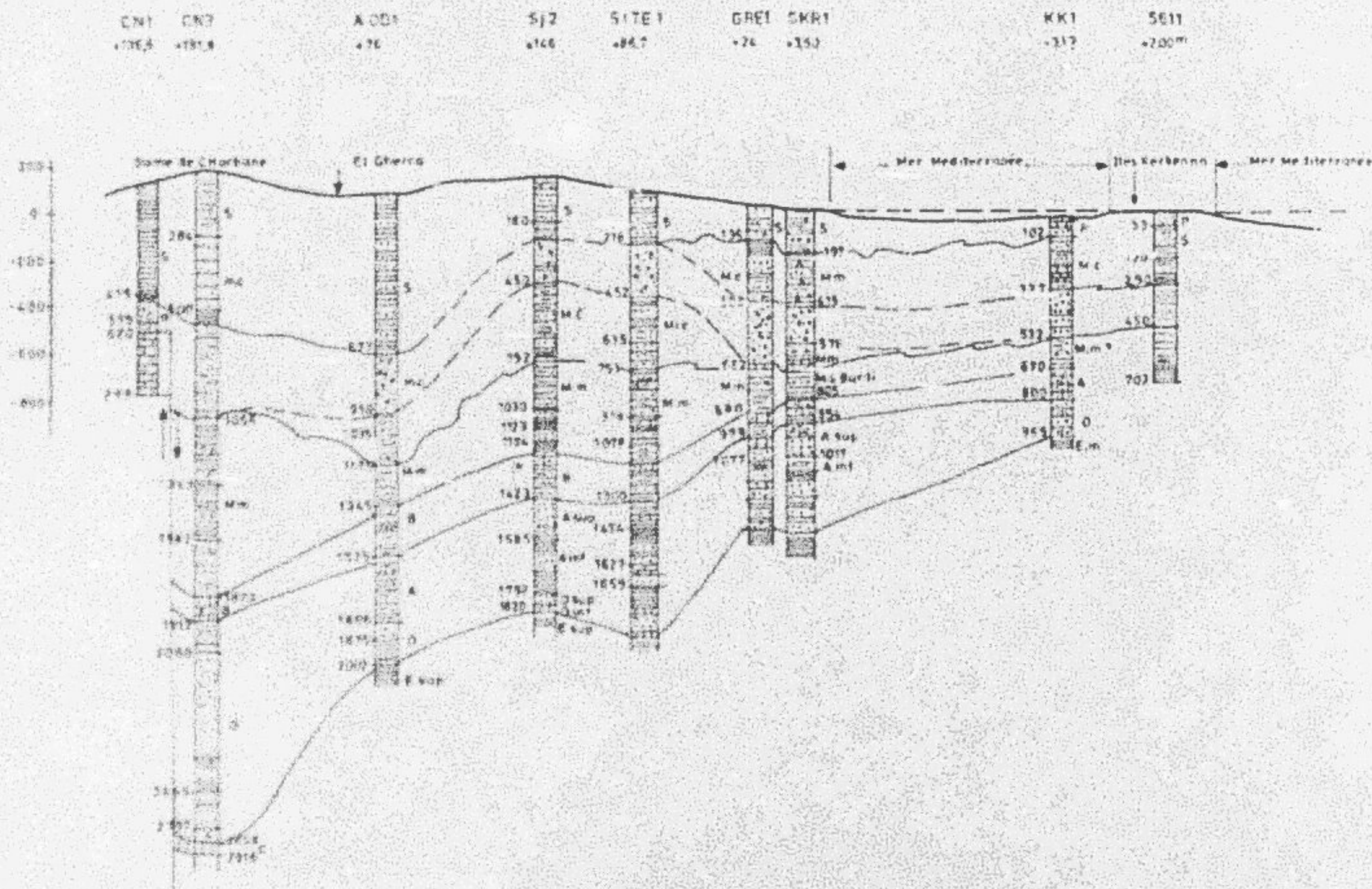


Coupes NW-SE

Coupe N°1

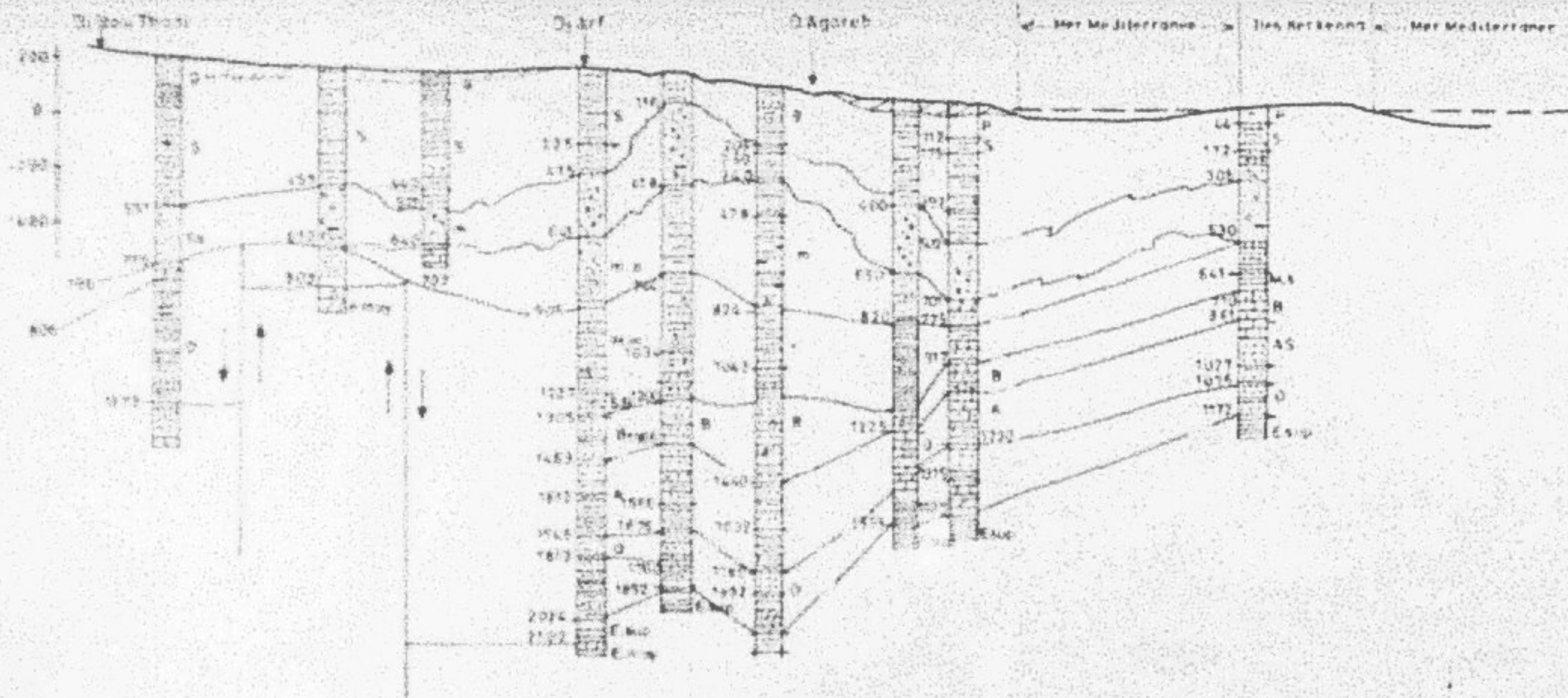
(11)

(SE)

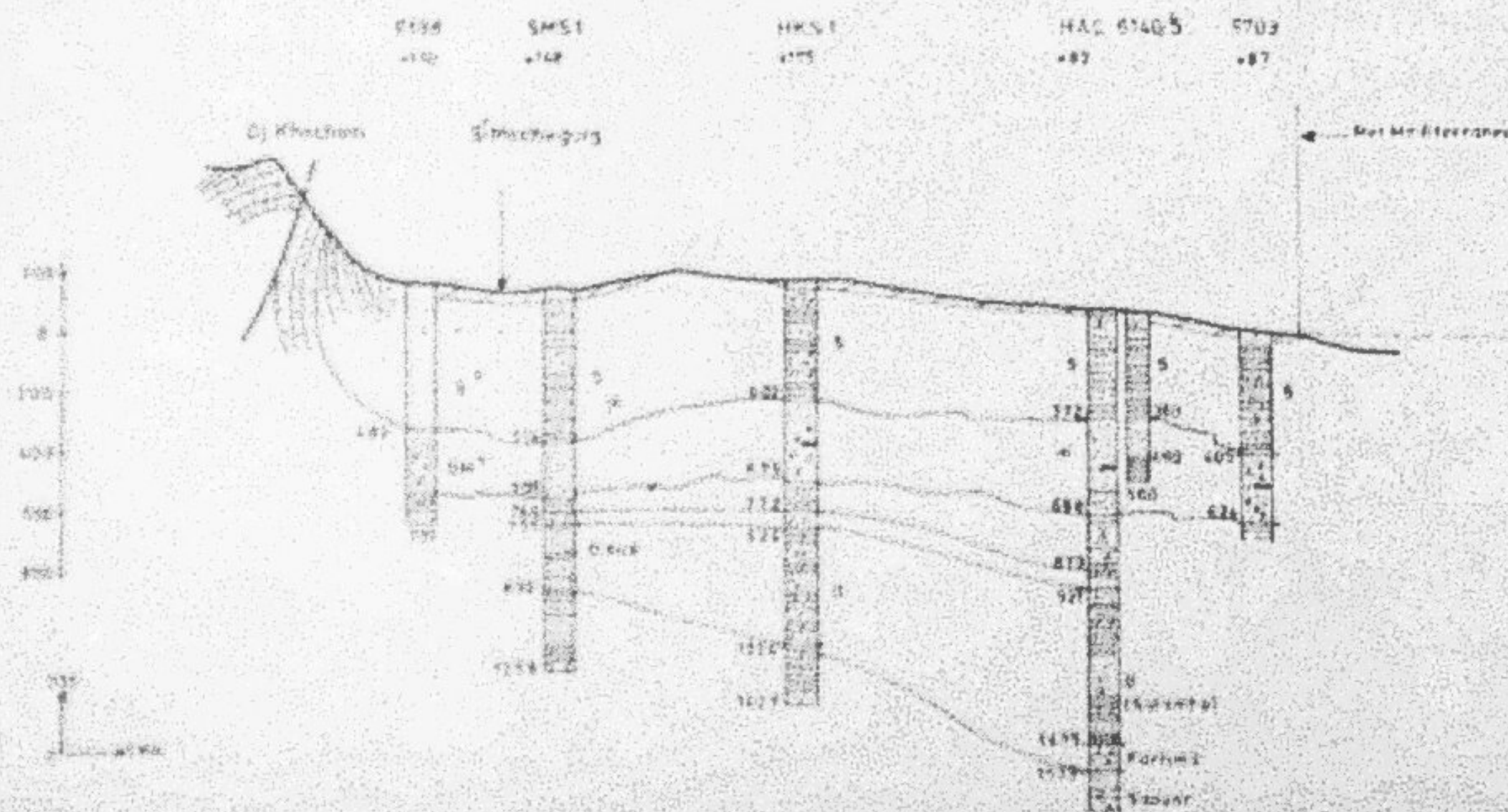


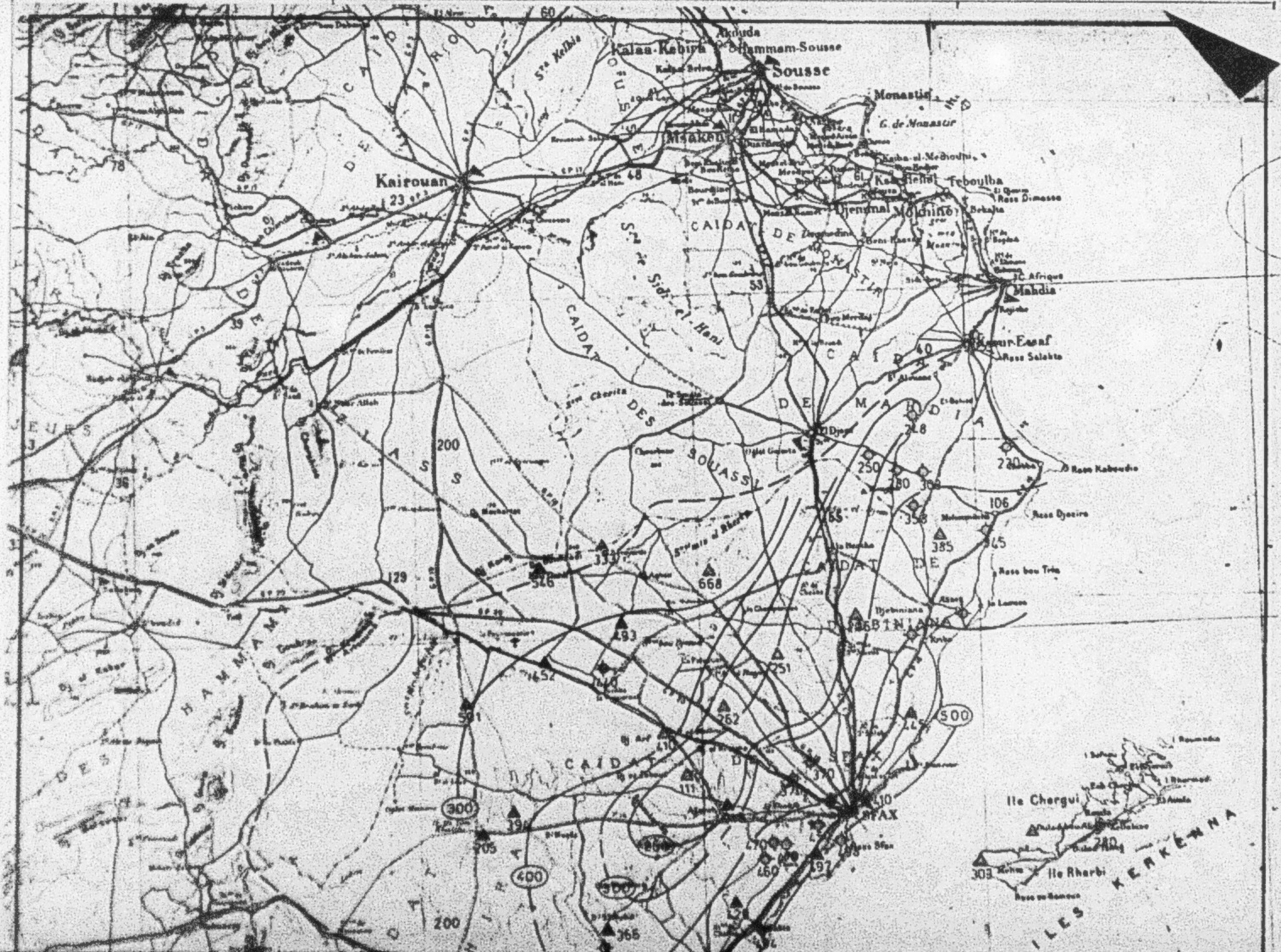
Coupe N°2

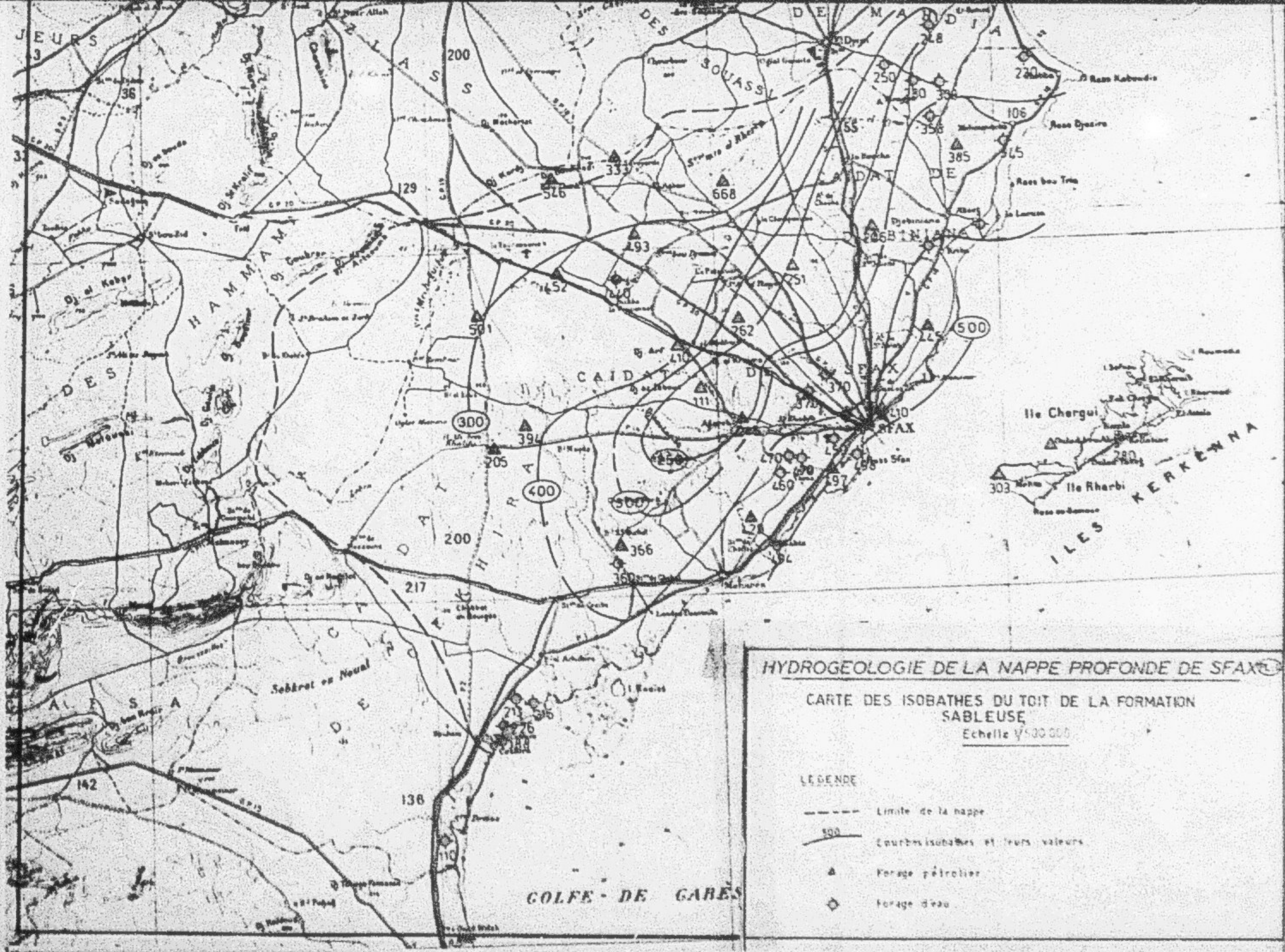
BT01	CNT	99271	SSE1	SAG1	AD21	EM4	TH1	ST01
+186.5	+175	+150	+154	+154	+150	+165	+115	+200

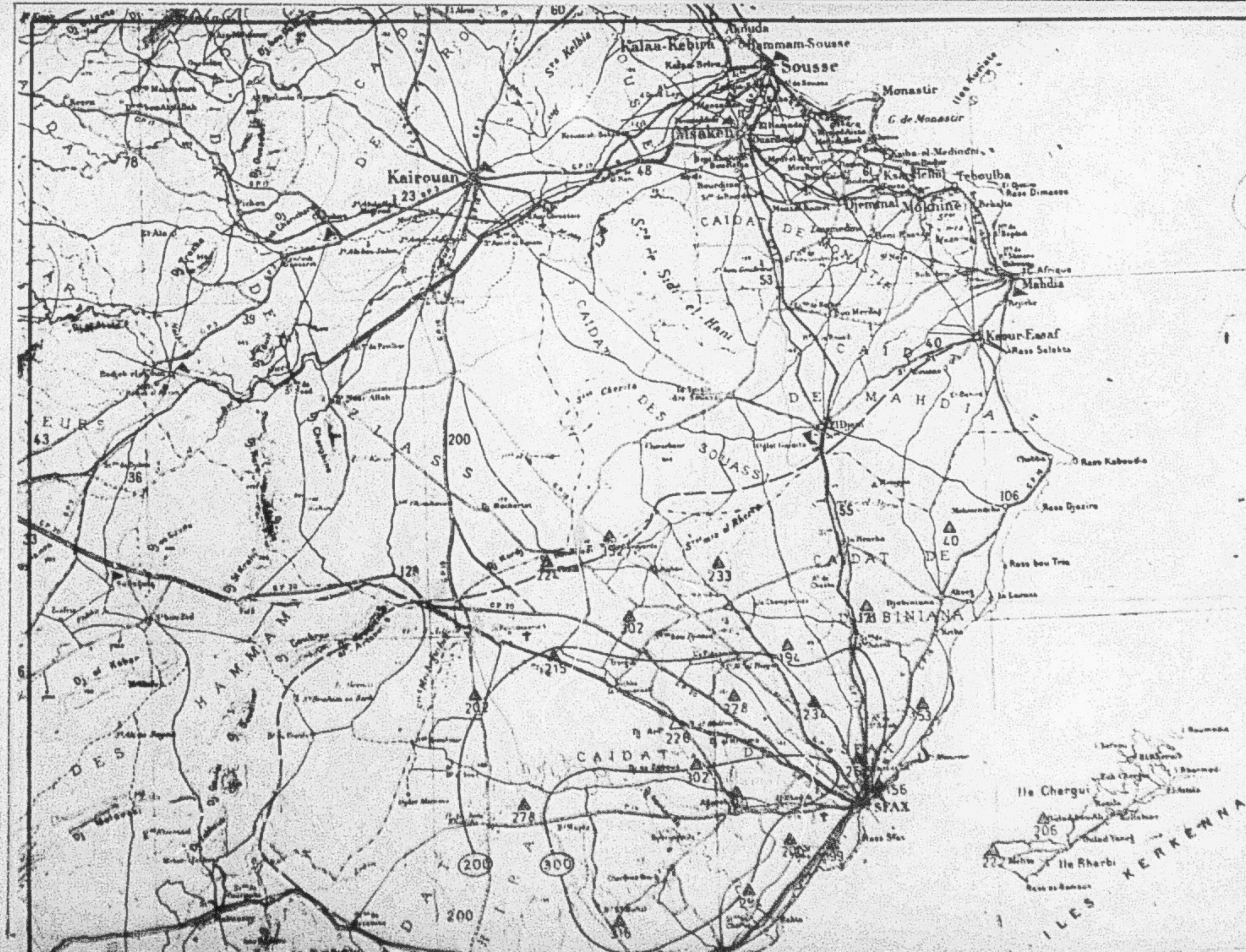


Coupe N°3









SUITE EN

F 2



MICROFICHE N°

06651

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

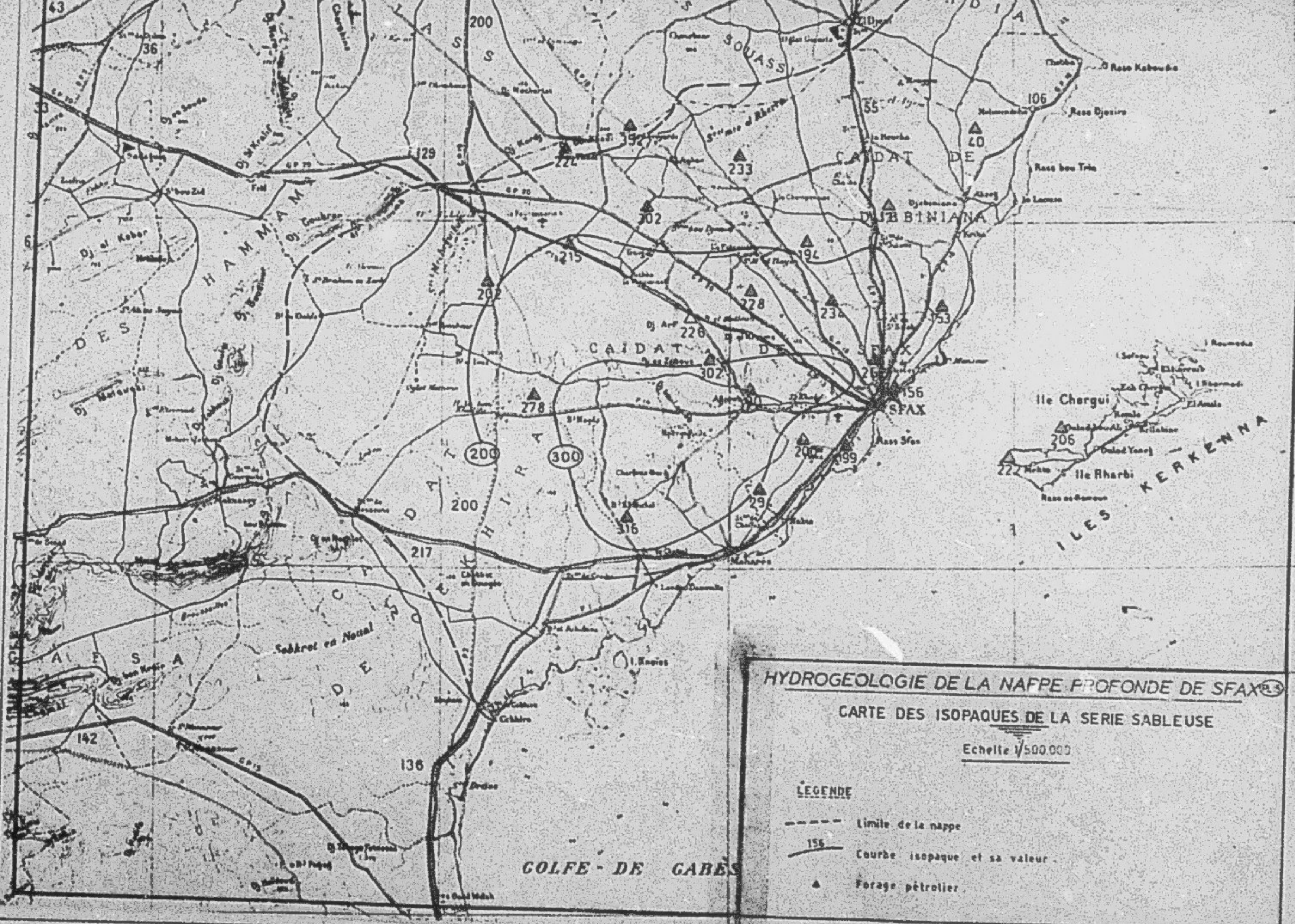
DOCUMENTATION AGRICOLE

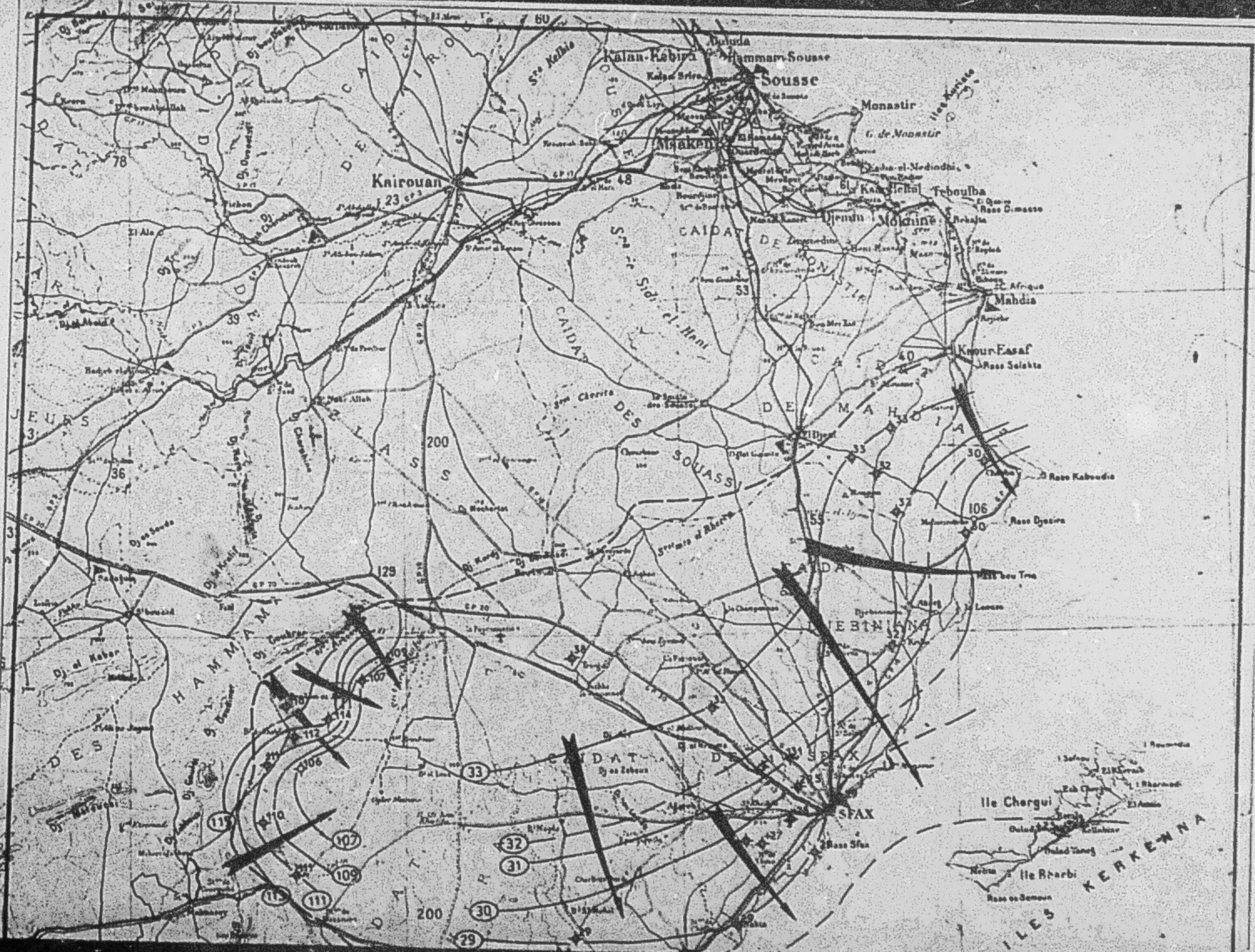
TUNIS

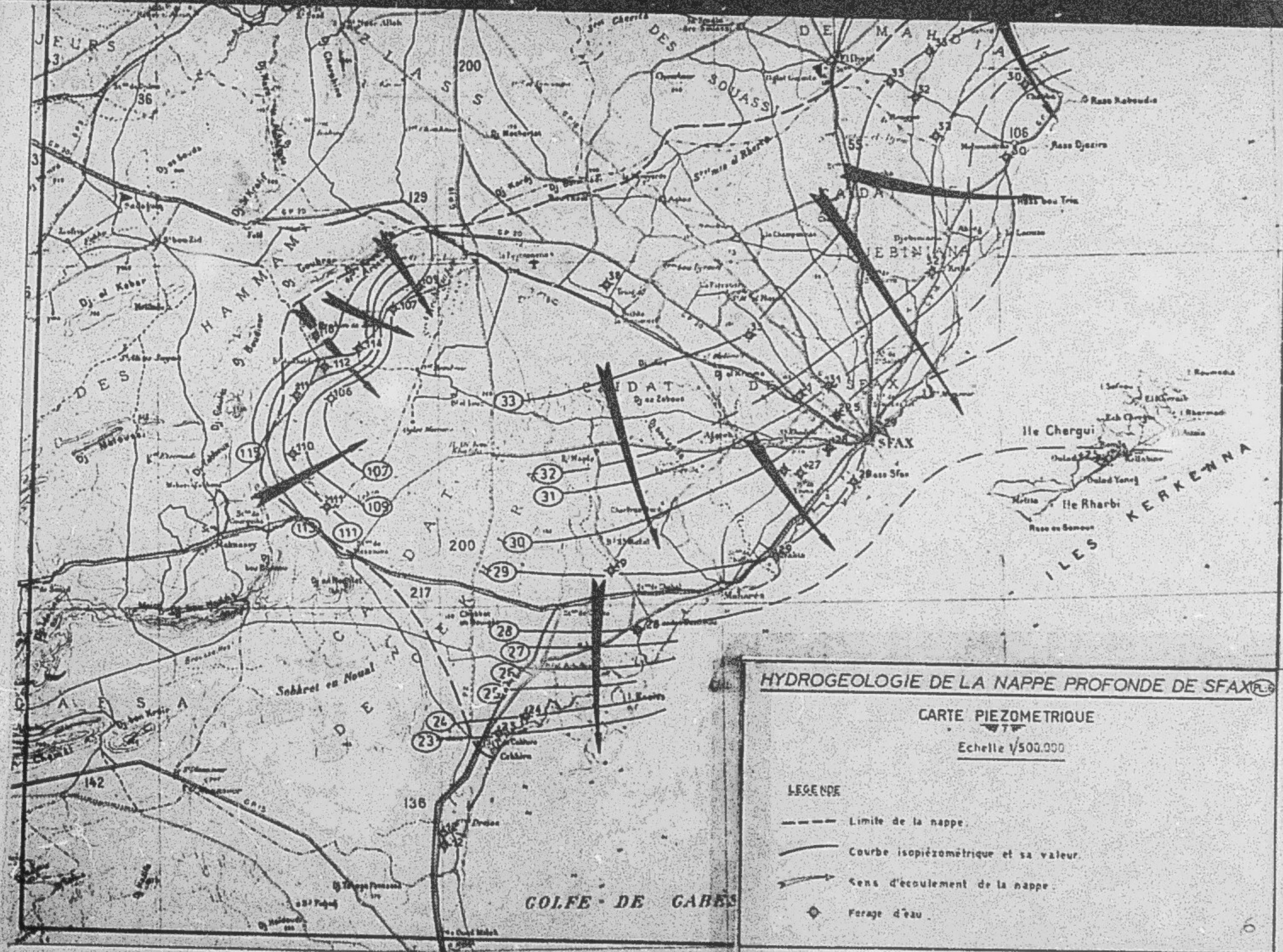
الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

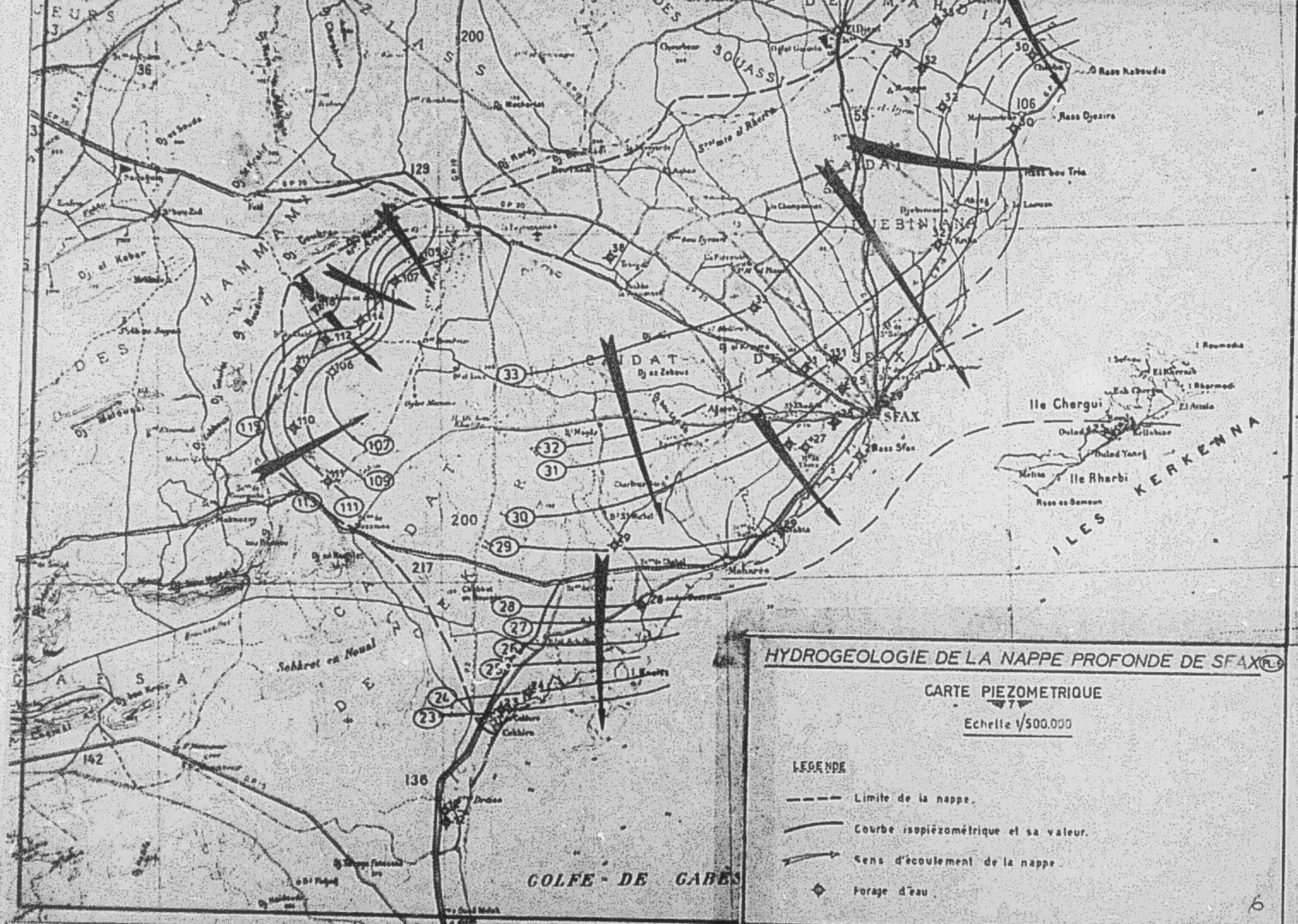
المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

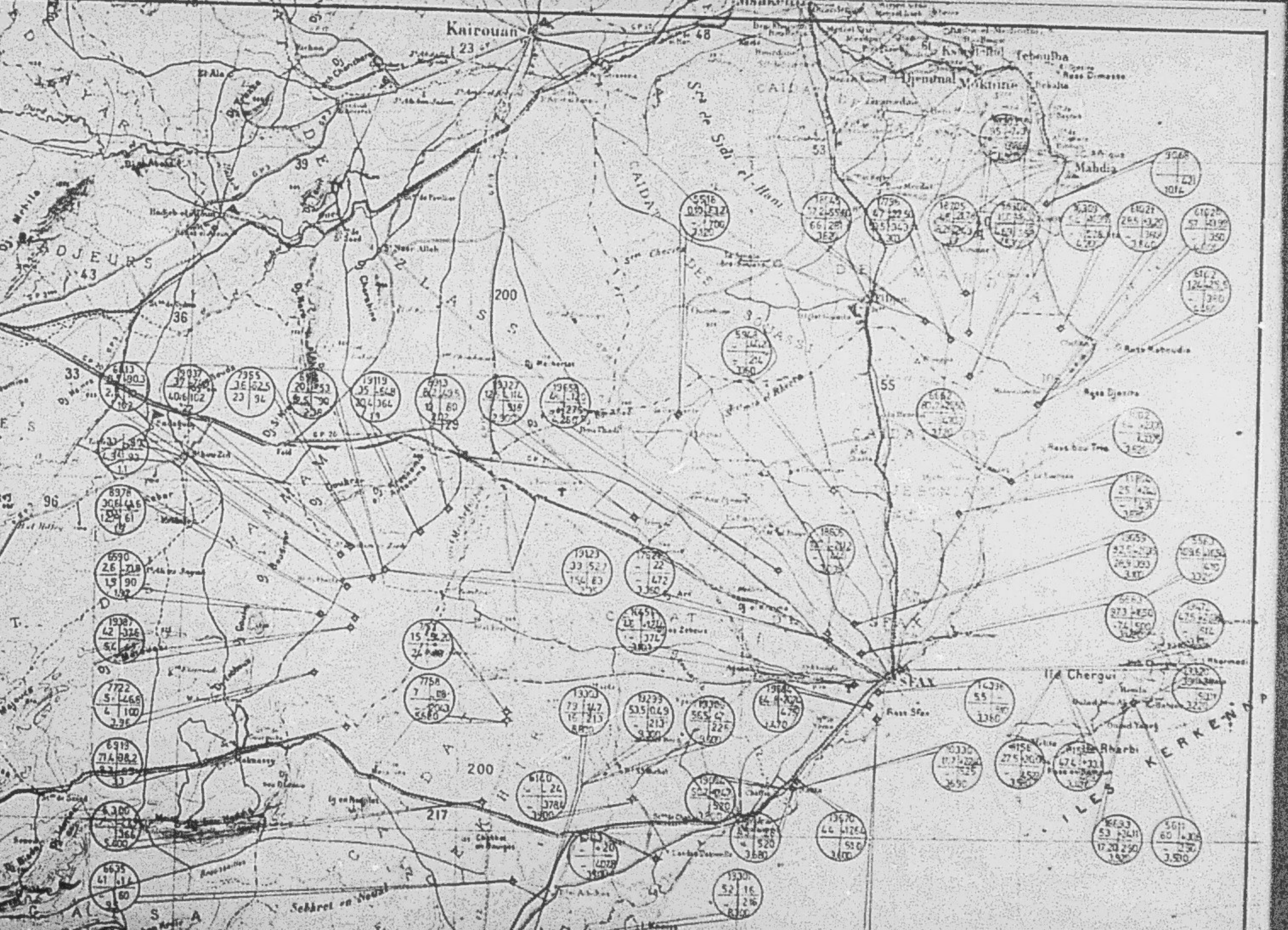
F 2













HYDROGÉOLOGIE DE LA NAPPE PROFONDE DE SFAX

CARTE DES POINTS D'EAU

Ech. 1/500.000

- 1. POINT D'EAU
- 2. NIVEAU PÉDIMÉTRIQUE
- 3. PROFONDEUR DU CAPAGE EN MÈTRES
- 4. RESERVE EN GRAMMES PAR MÈTRE
- 5. RABATTEMENT EN MÈTRES
- 6. COTE D'EAU EN MÈTRES

FIN

50

VUES