MICROFICHE N° 04484

République Tunisienne

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية

وزارة الفلاحة

المركز القومي

للتوثيق الفلاحي

تونس

F 1

DIRECTION

DES RESSOURCES EN EAU

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE PRELIMINAIRE DE LA PLAINE DU GRIB

AOUT 1986

M. YAHYAOUI

[illegible]

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION

DES RECHERCHES EN SOL

Représentation de Tananarive

ETUDE PEDOLOGIQUE PRELIMINAIRE DE LA PLAINE DE SAHA

AOUT 1965

H. VARGAS

SOMMAIRE

AVANT PROPOS

Il y a quelques années, les habitants de la plaine de Smar n'avaient comme activités que l'élevage et l'immigration. La céréalo-culture, pratiquée depuis longtemps sur des étendues très vastes et parfois en dérrière des Tables sous un climat aride et avec une pluviométrie irrégulière, n'assure que difficilement l'autosuffisance en céréales. Ceci implique que le domaine agricole ne fournissait que des revenues rédumentaires et irrégulières.

Dans ces conditions climatiques et socio-économiques, la destruction du mode de vie semi-sédentaire semi-nomade et la tendance vers la vie sédentarisée au sein des villages ont impliqué l'apparition de nouveaux villages tel que El Ghoryani et Smar (Chef lieu de la délégation) avec des habitants dissaimés et sédentarisés dans leur parcelles privée à travers la plaine.

Grâce à ce nouveau statut social et dans le cadre des encouragements fournis au domaine agricole, les habitants de Smar ont su attirer l'attention sur l'importance de la nappe phréatique de leur région.

Cette situation explique l'activité croissante de création et d'équipement des puits qui a été constatée surtout à partir du début des années 1980.

L'étude hydrogéologique de la plaine de Smar a pour but d'inventorier les points d'eau en délimitant la zone la plus favorable à l'exploitation surtout au point de vue salinité et d'évaluer les ressources de cette nappe.

Ceci permettrait de prévoir les conditions futures d'exploitation de la nappe et de mieux orienter les créations en matière de puits de surface.

Ce travail d'inventaire a bénéficié des efforts particuliers étant donné le mauvais état des pistes et l'inaccessibilité du terrain dans certaines zones. Ces efforts ont été fournis par l'équipe de la DRE à Tataouine et plus particulièrement L. KERKENI, observateur hydrogéologue et son collègue M. BEHAK. Le premier a eu comme tâche de faire l'inventaire ; le second s'est chargé de la réalisation des pompages d'essai. Nous sommes très reconnaissant à l'aide en moyens de locomotion qu'on a trouvés auprès de Monsieur le CRDA à Tataouine.

Cette étude hydrogéologique préliminaire est la première qui a été réalisée sur la nappe phréatique de la plaine de Smar. Elle présente l'inventaire complet des points d'eau, la carte piézométrique et la carte de salinité de cette nappe avec une estimation aussi précise que possible des réserves renouvelables.

I- CONSIDERATIONS GENERALES

I-1 Situation :

La plaine du Saar est limitée à l'Ouest et au Sud-Ouest par les contres du Trias dolomitique allant de Kirchaou à Sidi Toui et au Sud par la falaise suivie par oued Sebeg qui constitue la bordure du Sebkhat Kraz El Kaubsen. Les mêmes aspects géologiques et morphologiques de cette plaine se retrouvent dans la plaine d'El Hamma en allant vers Ben Gardane et vers le monticule d'El Mzar au Nord. On se limitera pour cette étude aux zones des Sebkhats et des puits dont l'eau est trop salée vers l'Est et oued Fessi au Nord.

I-2 Données climatiques :

La plaine du Saar se trouve exposée simultanément à deux influences climatiques opposées : on assiste à l'influence méditerranéenne du Golf de Gabès dont l'effet s'amortit graduellement dans la direction Nord-Est d'une part et à l'influence continentale saharienne qui est plus ou moins freinée par les contres de Medenine d'autre part.

D'une façon générale, le climat régnant sur la plaine du Saar se caractérise par un aspect plus proche du climat de la Djeffara côtière (type Medenine, Ben Gardane) que de celui de la Djeffara continentale (type El Ouara, Remada).

La carte des isohyètes montre que la pluviométrie moyenne varie de 110 à 150 mm/an. Le nouveau pluviomètre installé à Saar en 1983 a enregistré les valeurs suivantes :

PLUVIOMETRIE EN MILLIMETRES ET NOMBRE DES JOURS PLUVIEUX													
Mois / Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
83-84	0 (0)	0 (0)	0 (0)	12,5 (2)	14,3 (2)	0 (0)	7 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5,2 (1)	39,7 (7)
84-85	0 (0)	14,5 (5)	33 (5)	33 (3)	0 (0)	0 (0)	4 (1)	15 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,3 (1)	107,6 (23)
85-86	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3,2 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,3 (1)	3,5 (8)

Ainsi, la pluviométrie semble être très irrégulière d'une année à l'autre. La valeur moyenne pour ces trois années est de 157mm. Sur les trois années d'observations deux sont déficitaires (2) et une excédentaire (1).

/...

1-) Morphologie et écoulement de surface : (voir annexe 2. des ouvrages hydrauliques) :

La chaîne montagneuse de Rehach qui culmine à 235 m forme le ruissellement et entraîne la formation des nombreux oueds qui sont tous des affluents d'oued FESSI. Les plus importants de ces oueds sont :

1) Oued Sebaa : qui a un bassin versant de 248,4 km² et dont les eaux de crues lessivent la Sebkhat de Erg El Mekhzen (S.E El Makhzen) et la sebkhat le long de même oued.

2) O.Smar : avec un bassin versant de 232,8 km2 et qui passe par Sebkhat Chemila.

3) O. Gueblou : avec un bassin versant de 221,1 km².

Les caractéristiques des B.V. sont répertoriées sur le tableau suivant :

Tableau 1 : Caractéristiques hydrophysiques des B.V. de la plaine du Smar

Nom d'oued	S (km²)	P (km)	Kc	H.max (m)	H.min (m)	L (km)	l (km)	D (m)	Ig. (m/km)	Tc (mn)	Tr (mn)	Vr ($10^6 m^3$)
O. Fessi	2230	283	1,65	640	10	124,63	17,9	438	3,61	123	4,01	8,98
O. Sebaa	248,4	67,0	1,189	707	23	22,18	11,12	141	8,3	120	4,94	1,23
O. Smar	232,8	88,0	1,614	392	40	37,85	6,15	200	5,28	120	4,52	1,05
O. Gueblou	221,1	52,0	0,978	350	91	18,3	-	188	10,0	115	3,94	1,32
O. Chemila	32,5	36,0	1,768	210	40	15,96	2,04	125	7,83	115	3,71	0,18
O. Mesuna	20,1	19,0	1,186	190	90	6,37	1,18	58	9,17	120	3,94	0,13
O. Mesida	19,2	20,8	1,329	150	75	8,0	2,40	47	5,87	120	4,7	0,09
O. Tousma	16,3	21,5	1,482	100	70	8,4	1,63	47	5,38	125	4,7	0,08
O. Jeba	10,2	14,0	1,227	103	70	4,93	2,07	28	2,27	120	4,5	0,05

Ainsi, le volume des eaux de ruissellement moyen qui se déverse dans l'oued Fessi à partir de la plaine du Smar est de l'ordre 4,13.10⁶ m³ (131 l/s), sur cette plaine , les travaux d'aménagement hydraulique comme les "jessours" et les travaux de C.E.E. sont peu nombreux.

.../...

2- GEOLOGIE :

2-1 Généralités (voir carte géologique ci-jointe)

Les cuestas de Jebel Rehach, qui apparaissent au niveau d'Ain El Marbah, disparaissent complètement à 25 km plus au Nord-Ouest. Ces cuestas constituent la limite naturelle de la partie ouest de la plaine de Smar. Le flanc ouest de cette chaine correspond à un petit plateau protégé de l'érosion par la dalle carbonatée dure et résistante du Trias dolomitique. Ce plateau plonge rapidement sous les séries du Trias évaporitique. Vers le Sud, au niveau du Ksar Aoun et Béni-Mhira, ce même plateau constitue les bassins versants Nord de Sebkhat Om Khialet. Le rêvers Est de la chaine se présente sous forme d'une falaise ou cuesta entaillée par des nombreux oueds et surplombant la plaine du Smar qui est plus ou moins ondulée avec des dépressions dont les plus vastes sont : S.E. el Makhren et S. Chemila.

Plusieurs études géologiques ont essayé de démontrer que la chaine de Jebel Rehach constitue le dernier vestige de l'ancien dôme à cœur triassique formant le substratum de la Djeffara. Ce dôme très fortement démantellé par l'érosion tertiaire a sa partie orientale complètement effondrée sous le Mio-Plio-Quaternaire de la Djeffara qui débute au niveau de la plaine de Smar.

Cette plaine est encadrée par des failles d'effondrement. Le substratum de celle-ci est constitué par les formations de Trias gréseux (T.Inférieur) recouvertes par une couverture peu épaisse d'âge Mio-Pliocène et Quaternaire.

Cette couverture a été décrite par E. BERKALOFF et G. CAUBERT. De nombreux puits crées récemment ont permis de reconnaître d'avantage ces dépôts superficiels ainsi que la partie sommitale du Substratum Triassique. On exposera dans ce qui suit les coupes lithostratigraphiques de quelques puits , ainsi que des observations faites lors des tournées de réconnaissance effectuées dans le cadre de cette étude.

a) Zone d'oued Fessi :

a.1) Puits de Salem Lassoued : Placé entre Kirchaou et oued Fessi, ce puits a recoupé respectivement 7m de sable, de gypses et de galets et se poursuit dans des grès blancs fracturés jusqu'à 14m. Il s'agit du quaternaire moderne et du Miocène en discordance sur les grès du Trias inférieur.

a.2) Puits de Soltan Farrag : Ce puits est creusé entièrement dans le limon et le loess de la formation d'oued Fessi.

D'autres puits au Nord de Kirchaou et parallèlement à O. Fessi ont recoupé une épaisseur inférieure à10m de remplissage. Certains ont débuté directement dans la formation du Trias Inférieur.

Ainsi, il semble bien que la formation d'oued Fessi, constituée du limon, alluvions et d'argiles gypseuses et ayant une épaisseur supérieure à 50m, ne dépasse pas les abords immédiats de cet oued.

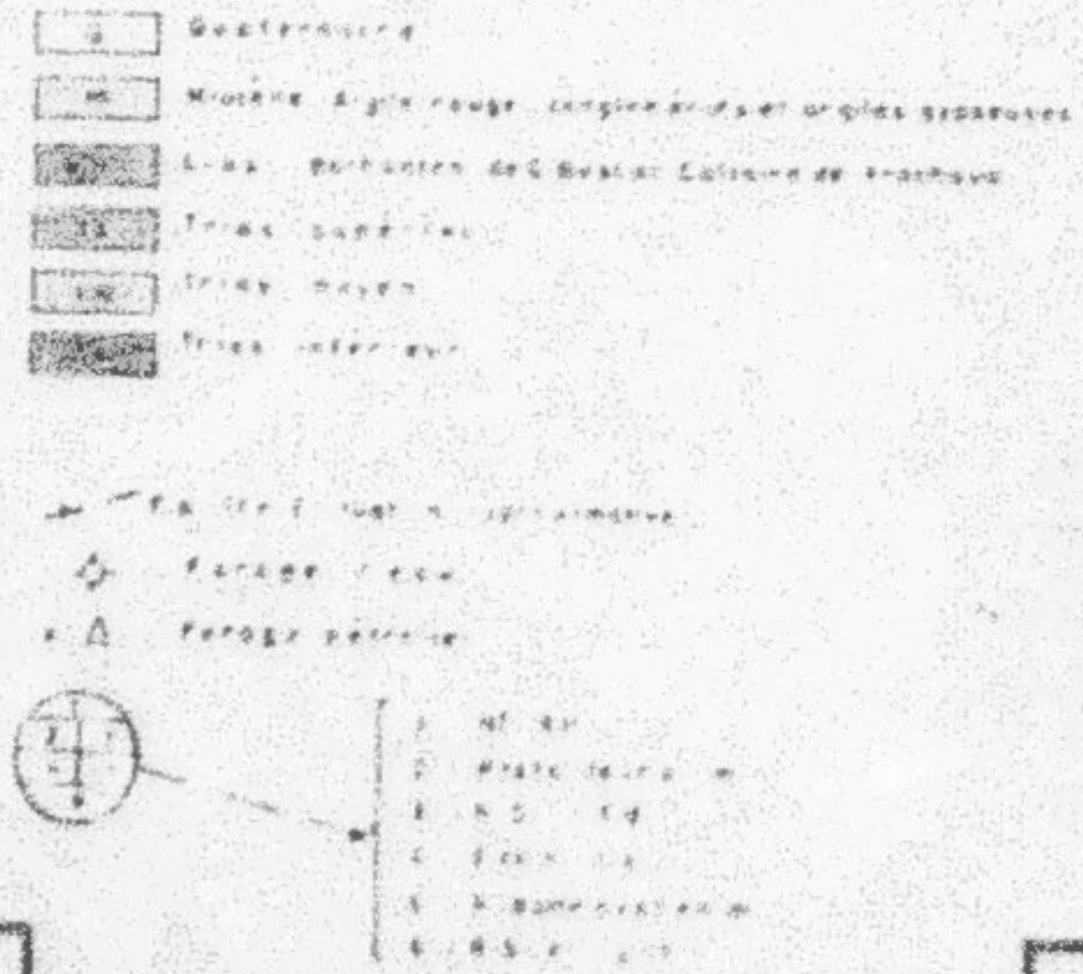
../...

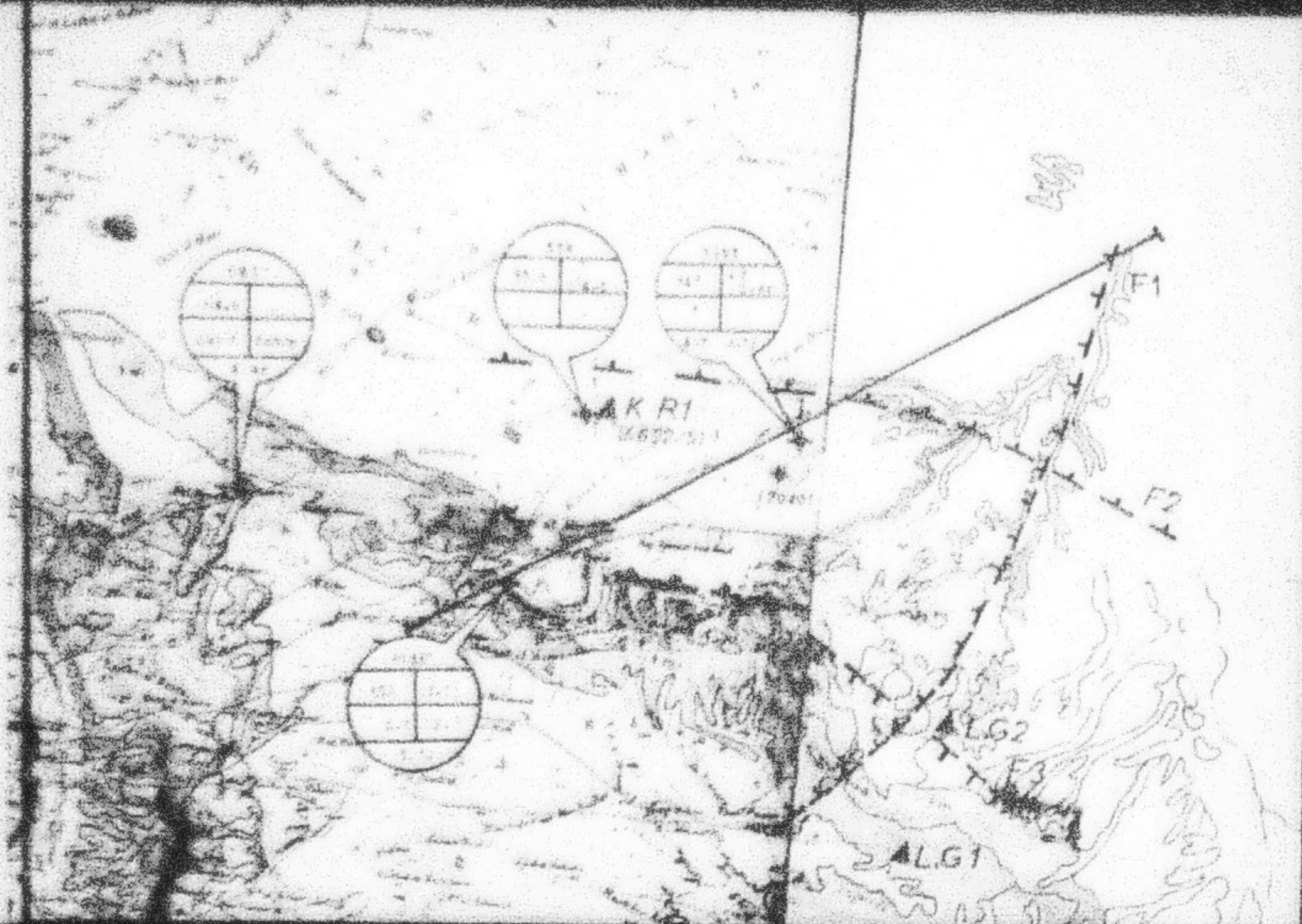
NAPPE PHREATIQUE DE SMAR

CARTE GEOLOGIQUE

Echelle 1/200000

L E G E N D E




AKR1
F1
F2
F3
ALG2
ALG1

b) Zone de Kirchaou :

b.1) Puits de Souiani B. Abdallah Ben Brak (N° d'inv.46)

Sous un sol limoneux du Quaternaire récent, ce puits a traversé 4m d'argile puis du conglomérat d'âge probablement miocène. Il se continue ensuite dans le Trias avec 13.5m de grès fin dur et 3m d'argile jaune, rouge et verte.

b.2) Puits de Jabar Ben Mabrouk Lahyadh (N° d'inv. 119) :

Après avoir recoupé 3m de limon gypseux, on a rencontré 2m de grès avec présence de calcite croyée et des stries de friction vraisemblablement horizontales avec 9m de grès fin du Trias.

Cette zone est le domaine d'une tectonique cassante violente. La puissance de remplissage est faible.

c) Zone d'oued Seer et de Chemlia :

c.1) Puits de Ahmed Ben Ali Morhag (N° d'inv. 93) :

Ce puits est creusé dans le lit d'oued Seer. Le N.S est toujours inférieur à 1m et le sol est constamment imbibé d'eau. Les grès du Trias affleurent dans le lit d'oued qui est recouvert sporadiquement par des dépôts de sable avec un sol sablo-limoneux. La berge droite de l'oued correspond à une zone couverte par une croûte de nature calcaire et gypseuse. Avant de passer au grès du Trias, on rencontre des argiles vertes puis du conglomérat.

c.2 Puits Ahmed El Kaadi (N° d'inv.591) :

C'est un puits creusé dans une dépression ensablée correspondant à Erg Chemlia. Ce puits a rencontré successivement des limons, des argiles et du conglomérat sur une dizaine de mètres. Bien que le taux d'infiltration des eaux des crues d'oued Seer est très important. L'eau des puits de cette zone est sur-salée.

c.3) Puits de Mamed B. Ali Lakhder (N° d'inv.99) :

Placé sur un affluent d'oued Seer, ce puits a rencontré 2m de gypse fissuré grumeux du quaternaire ancien et 2m de conglomérat miocène discordant sur des grès fins miocènes.

d) Zone d'Erg El Nakhsen et d'oued Sebka :

La dépression de E.E. El Nakhsen est recouverte par un sol de Sebkhat avec affleurements sporadiques des grès du Trias. A l'Est elle est réduite au lit d'oued Sebag jusqu'à la confluence de celui-ci avec oued Fessi.

d.1) Puits de Abou El Hadad (N° d'inv. 29) :

Il se trouve à proximité de la Sebkhat. Pour une profondeur de 12m, il a recoupé de haut en bas : 2m de limon et 10m d'argile rouge brique sableuse et très compacte qui constitue le toit d'une nappe en charge remontant à -4m par rapport au sol.

2-2 Puits de Abdallah Snoussi (N° d'ins. 28) :

Ce puits est creusé dans le compartiment soulevé au Sud de la faille passant par oued Sebeg. Il s'agit d'une plaine limoneuse où la majorité des formations quaternaires y sont représentées. Le puits n° 28 a rencontré respectivement le de limon, le de croûte calcaire rose et se termine jusqu'à 27m de profondeur dans les argiles vertes et rouges attribuées probablement au Miocène.

Ainsi, on constate que la zone encadrée par les failles correspond à une plaine ondulée avec des petits plateaux encroûtés et recouverts de limons et de sable dunaire. Les séries quaternaires sont érodées et partiellement mises à jour au niveau des zones entaillées par les oueds.

2-2 Stratigraphie :

2-2-1 Dépôts modernes :

Les alluvions s'accumulent le long des lits majeurs d'oueds. Ils vont jusqu'aux environs de Zaar et Kirchaou. ce sont des dépôts grossiers. Vers l'Est et sauf à O. Fezzi se sont des dépôts fins (gravier sable et limon). Ces dépôts sont peu épais, voir même absents au niveau de certains oueds. Les alluvions grossières sont parfois cimentées et forment ainsi une couche peu perméable appelée "conglomerat du fond d'oued".

Les dunes et les sols recouverts de sable se développent dans les vallées des oueds (O. Fezzi, O. Zaar, O. Sebeg...), dans la dépression de Sebkhat Chemila et sporadiquement sur certains plateaux quaternaires situés plus à l'Est. Ce sable constitue une formation favorable à l'infiltration des eaux des crues.

2-2-2 Quaternaire récent :

Les dépôts de cette époque sont assez variés. Ils sont constitués essentiellement de limons et des dépôts evaporés.

Les limons apparaissent dès qu'on franchit vers l'Est les crêtes de Jebel Rabech. Ils revêtent les flancs et comblent les vallées des oueds et surtout celles des affluents actuellement peu actifs. Ces limons s'étendent également, mais parfois sporadiquement, sur les petits plateaux de la plaine.

Ils peuvent intéressant en terrasses dans les lits des oueds principaux.

Les dépôts evaporés constituent les vestiges des étendues d'eau du quaternaire récent. On les rencontre à proximité des dépressions où les nappes sont actuellement sub-affleurantes et à niveau statique peu profond (moins de 5m à 7.M). C'est les cas par exemple des zones de Chemila (O. Zaar), une partie d'oued Fezzi, S.E El Mahrech, O. Sebeg...

2-2-3 Quaternaire ancien :

Le quaternaire ancien était l'époque de formation des croûtes calcaires qui formaient une couverture continue et résistante au niveau des zones relativement élevées dans les plus anciennes de la plaine du Smar. La croûte gypseuse, plus jeune et beaucoup moins répandue ne couvre que les flancs des collines riches en gypse. Les limons ennoient ces deux croûtes, qui, à leur tours reposent sur les argiles du Pliocène, le conglomérat du Miocène ou ravinent les grès Triasiques.

2-2-4 Mio-Pliocène :

L'affleurement du Miocène est fréquent sur le pourtour de S. Cheaila ; On voit un conglomérat à petits éléments discordant sur les grès du Trias et surmontés de grès à grains fins intercalés de bancs conglomératiques à gros éléments. Les mêmes dépôts ont été observés par A. Robaux et G. CHAUSSAT à différents points d'O. Fessi(*)

Au niveau d'oued Sebeg et sur le pourtour Est de S.E. El Mathien se dessine une cuvette remplie par un conglomérat miocène à très gros éléments d'origine fluvio-continental .

Plus au Sud, au niveau de la plaine d'El Méaine (coupe n° 28), le Miocène passe latéralement vers une formation d'argiles rouges et vertes puis des calcaires lacustres mal stratifiés.

Le Pliocène qui est représenté surtout par des argiles vertes souvent gypseuses repose d'une manière discontinue sur le conglomérat miocène.

2-2-5 Trias gréseux :

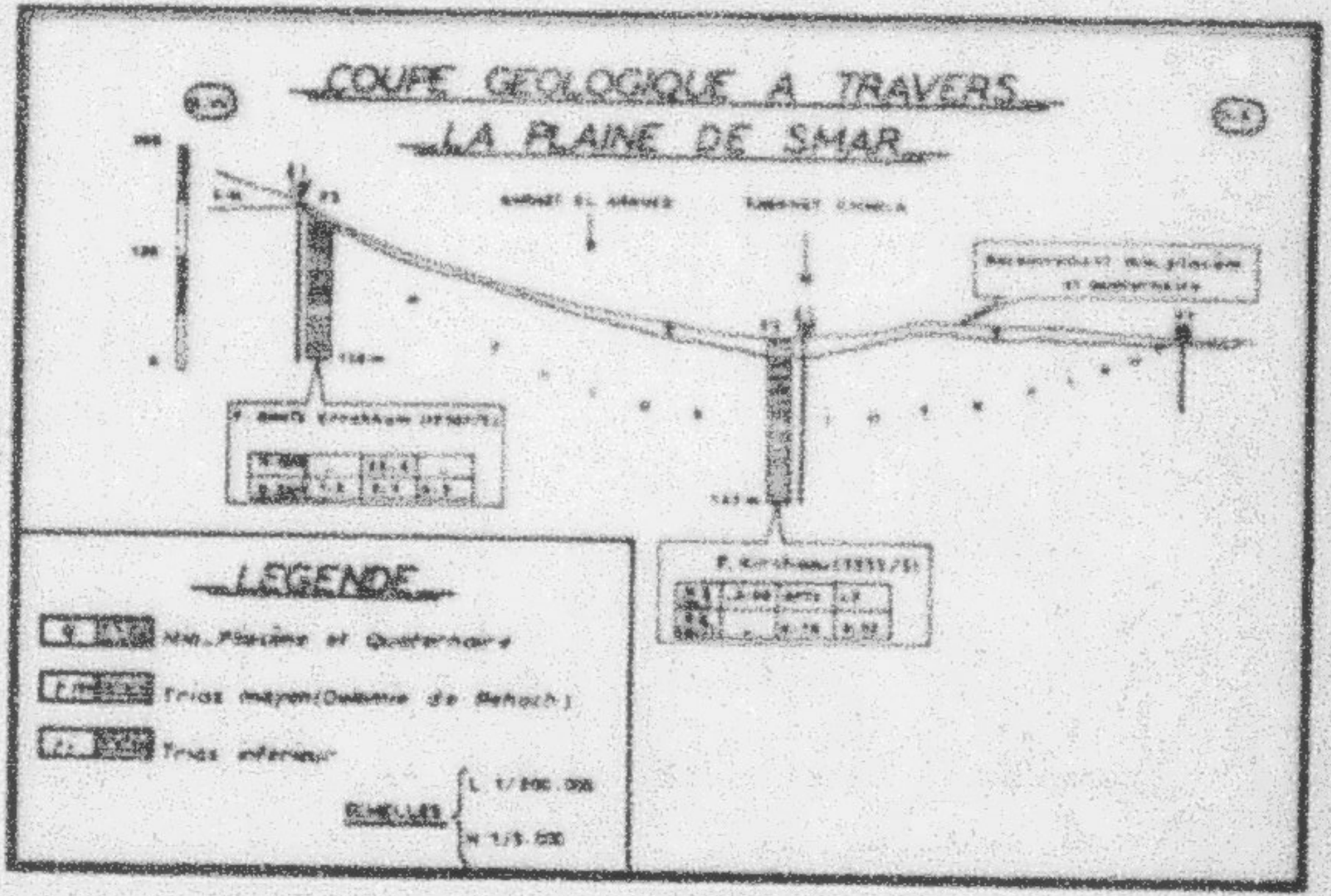
Le Trias gréseux affleure au piedmont de la falaise de Rehach le long de 25 km depuis la source de Aïn El Marbak au Sud. On observe en affleurement des grès à grains fins, parfois ferrugineux et micacés se caractérisant par l'abondance de la sédimentation oblique, avec Ripple-marks de bois fossiles,... Les passées d'argile rouge sont fréquentes.

L'épaisseur de ces grès, partiellement traversés par des frages d'eau au Sud et à l'Ouest de Kirchaou, dépasse 120m. D'après le forage pétrolier L.G2 (N° I.R.H. 6891), l'épaisseur totale est de l'ordre de 620m dont 50m sont en affleurement.

2-2-6 Conclusion (voir coupe ci-jointe)

La plaine de Smar se caractérise, au point de vue lithostratigraphique, par une couverture miopliocène et quaternaire ayant une épaisseur de 5 à 15m en général et aux environs de 30m à oued Fessi. Les grès du Trias inférieur constituent le substratum de cette couverture à travers toute la plaine avec une épaisseur supérieure à 500m.

(*) Carte géologique et hydrogéologique provisoire au 1/200.000 N° 11 A. ROBAUX ; 1941. Imp.LAPAPIDE - TUNIS.


COUPE GEOLOGIQUE A TRAVERS
LA PLAINE DE SMAR
LEGENDE

2-) Tectonique :

Les couches géologiques du Trias pendant se 2 à 3° vers le Sud-Ouest. Par conséquent, la majeure partie de la plaine de Saar appartient au flanc ouest du dôme de la Djeffara.

La faille (F1) (annexe, fig.1) d'orientation Nord-Est, sud-ouest longeant Oued Seiss est responsable de l'existence de sources Ain El Barbar et Ain Chaarbara. Elle limite vers le Sud la plaine effondrée de Saar.

La faille (F2), située parallèlement au piémont de la chaîne de Rebach et repérée par les pétroliers, est responsable de l'effondrement des séries Triasiques avec un rejet de l'ordre de 2000. La plaine de Saar représente le compartiment effondré par ce mouvement tectonique. La faille (F3), étant parallèle à la précédente, devrait actuellement cet effondrement dans la direction Nord-Est.

La plaine de Saar est ainsi encadrée par trois failles dont l'effet est l'effondrement de la zone par rapport aux régions qui se situent au Nord, au Sud et à l'Ouest.

Ces failles constituent les premiers paliers vers l'Ouest de l'effondrement de la Djeffara côtière.

3- Hydrogéologie :

3-1 Aquifères profonds :

Les grès Triasiques intercalés d'argiles parfois salifères sont associés à une nappe multicouche dont l'eau est captée dans les fissures, les diaclases préférentielles et les joints de stratification. La perméabilité d'interstice est très faible.

Les forages d'eau réalisés dans la plaine du Saar ont rencontré des niveaux aquifères artésiens et à N.S peu profond avec des salinités spécifiques à chaque niveau aquifère au sein du même forage, ce qui indique que ces niveaux aquifères sont isolés les uns des autres et que des strates imperméables sont constituées de couches d'argiles d'extension latérale importante et non des lentilles.

La salinité de l'eau augmente avec la profondeur. Elle varie de 4.5 g/l pour les aquifères superficiels à Kirchaou à 8.32g/l pour l'aquifère le plus profond et le plus salé de la même région. Il paraît qu'il y a aussi une variation latérale de salinité. En effet, les deux niveaux rencontrés par le forage : Oueld Er Rahman (8 I.S.H : 1967), implanté au piémont de la chaîne de Rebach et situé à 3 ou 4 km à l'Ouest de Kirchaou, sont moins salés que ceux de même profondeur pour les forages de Kirchaou.

Le tableau suivant résume les principales données des forages réalisés dans la plaine du Saar.

Tableau 2 : Caractéristiques hydrogéologiques des forages de la la plaine du Smar

Nom du forage	N° I.R.H	Côte de l'aquifère T.N. (m)	Nature de l'aquifère	N.S. T.N. (m)	R.S. (g/l)	Observations
S.M.KIRCHAOU	338/5	. -13,5 . -19,6 . -31,4	. Remplissage . Mio-Plio-Quat . T. gréseux	. -1 . -5 . -4,5	-	-
D.E.Kirchaou	3553/5	. -5 . -16,5 . -43,7-147,3	. Mio-Plio-Quaternaire . T.gréseux	. -2,7 . .artésien . +2	. Inconnu . 4,36 . 8,32	. Q artés.: 1 l/s . Q artés. : 3 l/s
D.E.Kirchaou	7040/5	-	-	-	-	Prof : 87,7m Alter : argiles et grès sans eau
Oued Er Rakhes (SCHEZE)	1936/5	Imp.8 -26 . -32 à -57 . -66 à -130	. T. gréseux	. -23,7 . -22,6 . -23,4	. 1,80 . 3,80 . 4,25	Variation verticale de salinité

La nappe du Trias gréseux prôche des zones d'alimentation s'etend depuis S.E. El Makhzen au Sud jusqu'au Medenine au Nord et elle intéresse une frange importante de la Djeffara. Cette nappe est peu connue au niveau de la plaine du Smar et au Nord de l'oued Fessi.

On pense à priori que les forages ayant à capter cette nappe seront en mesure de donner des débits satisfaisants avec une eau de qualité au moins tolérable pour l'agriculture à la latitude du Smar et Kirchaou. C'est le cas par exemple du puits de la mosquée de Kirchaou, qui, après avoir dépassé la nappe phréatique, a rencontré un niveau gréseux aquifère à -42m et qui a fourni un débit de 25 l/s pour une salinité de 2,85 g/l.

A l'Ouest, où les grès sont mieux alimentés, la qualité de l'eau doit être meilleure.

L'importance de ces grès a été mise en évidence par G. BUSSON (*) qui a montré que la partie inférieure du Trias gréseux (série argilo-gréseuse inférieure) n'était pas rabotée par la transgression discordante allant du Trias Supérieur à l'Aptien. Cette série inférieure qui occupe la fosse subsidente de la Djeffara garde une épaisseur supérieure à 500m entre le Tabaga de Medenine et le Rehach. Le pourcentage des éléments détritiques (grès) varie entre 50 et 80 %.

(*) Le Mesozoïque saharien, 2ème partie, essai de synthèse des données des sondages algério-tunisien Tome I, Planche 10 et page 189. G. BUSSON.

Ainsi, les grès triasiques sont très épais mais pour rechercher l'eau douce, il ne faut pas aller au delà de 300m de profondeur puisque les aquifères profonds sont peu alimentés et souvent contaminés par les argiles salifères intercalées entre les couches gréseuses.

On propose d'établir un programme spécial de reconnaissance concernant la nappe du Trias Gréseux à partir de Kirchaou-El Mecheu au Sud et jusqu'au Bir Lemsar - Oued El Khil au Nord. Ce programme complétera la reconnaissance du Trias Inférieur entamé à Medenine au niveau de la plaine d'El Abekas (Marinob, Bir El Mgerien)

1-2 Nappe phréatique :

La nappe phréatique du Sud est logée dans le remplissage Mio-Plio-Quaternaire et les grès triasiques. Cette nappe est aussi étendue que ces formations aquifères.

Quel qu'en soient à une même nappe phréatique, on observe des variations notables du N.S. et de salinité. Ces variations dépendent essentiellement de la morphologie du terrain, de la nature lithologique des aquifères et de zone d'alimentation et d'écoulement souterrain.

1-2-1 Inventaire des points d'eau :

L'inventaire des points d'eau effectué par l'équipe de la S.M.S. de Tataouine a donné un effectif total de 236 puits et 8 sources conformément au tableau suivant :

Tableau 3 : Points d'eau de la plaine de Sud

Salinité (g/l)	Nombre des puits exploités		Nombre des puits en cours	Nombre des puits abandonnés	Nombre des puits publics
	C.M.P.	Dalou			
N.S.<5	49	39	37	5	32 (5 sq C.M.P)
N.S.>5	22	57	7	19	10

La plus part des puits sont groupés aux alentours des villages de Kirchaou et de Naar. Il y a actuellement une forte volonté de création et d'équipement des puits autour de ces villages bien que cette partie de la plaine commence à être surexploitée avec les puits.

Vers les régions de Douib Er Rabtan, Tamaïna et El Mecheu, les puits sont peu nombreux, la salinité est moins élevée (7 à 9 g/l) mais le N.S. est relativement assez profond (15 à 30m).

Le nombre total des puits exploités par C.M.P. s'élève à 66 puits dont 30 puisent une eau de salinité supérieure à 5 g/l. Or, étant donné que 142 seulement de ces puits se situent dans la zone susceptible d'être exploitée avec une salinité acceptable, le pourcentage des puits équipés (11 %) est assez important.

Dans cette même zone, le nombre des puits abandonnés est faible, alors que la création et l'équipement des nouveaux puits se poursuivent activement depuis le début des années 1980.

3-2-2 Essai Porchet (voir figures en annexe)

Les résultats des essais Porchet sont reportés sur le tableau suivant :

Tableau [illegible] : Résultats des essais Porchet

Nom du puits	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Ces essais montrent que le débit spécifique s'échelonne entre [illegible] et [illegible] l/s/m. Les débits de la nappe au niveau des puits testés sont importants avec une valeur moyenne de [illegible] l/s et un débit maximum de [illegible] [illegible].

La transmissivité moyenne est de l'ordre de [illegible] m^2/s. C'est une valeur approximative du fait que les puits testés sont imparfaits et à gros diamètre avec une hauteur de suintement d'ailleurs non négligeable.

Vers l'amont de la nappe, les paramètres hydrodynamiques sont plus faibles par rapport à la région de [illegible]. Le débit spécifique [illegible] jusqu'à [illegible] l/s/m et la transmissivité jusqu'à [illegible] m^2/s.

3-2-3 Piézométrie

La carte piézométrique (voir carte piézométrique en annexe) est établie en se basant sur le nivellement de plusieurs points d'eau qui sont répartis sur une vaste étendue de la plaine [illegible] et dont les niveaux sont relevés durant la période de basses eaux en [illegible].

Les isopièzes ainsi tracées montrent qu'on assiste à une nappe aquifère convergente avec un écoulement souterrain qui se dirige de l'Ouest vers l'Est. La zone de Sag Chamila, vers laquelle convergent les lignes de courant, constitue l'exutoire de cette nappe. Cette zone d'exutoire se caractérise par des sources qui débitent faiblement, des puits à N.S. peu profond et un sol constamment imbibé d'eau surtout à oued Sour et Sakhat Chamila.

Le gradient hydraulique moyen est de l'ordre de 6 ‰ pour la bande Nord-Sud passant par les villages de Sour et de Kirchaou. Les puits creusés dans cette bande et qui ont fait l'objet d'essai Porchet fournissent des débits simples (puits 211, q = 25 l/s, puits n°57, q = 4,1 l/s pour s = 0,73m). Cette bonne productivité s'explique par la nature de l'aquifère qui est constitué de conglomérat grossier et des grès peu profonds et fissurés. A l'Ouest de cette zone le gradient hydraulique est beaucoup plus faible, ce qui explique les faibles débits des puits testés (puits n° 149, q = 0,69 l/s, puits Mecaïda, q = 1,99 l/s). A ce niveau, il s'agit d'un aquifère artésien semi-captif relativement assez profond par rapport à la zone du Sour et Kirchaou donc moins fissurés et avec une plus faible transmissivité. Ces constatations ont été prouvées de même par les essais de débit.

1-2-4 Hydrochimie :

a- Salinité : la densité des points d'eau inventoriés dans le cadre de cette étude permet de tracer une carte salinité avec une précision satisfaisante (voir carte de salinité en annexe). Cependant, quelques puits abandonnés ayant une eau stagnante et très chargée en matières organiques soulèvent des doutes quant à la salinité de leur eau on a tenté de ne pas en tenir compte.

La carte ainsi tracée est très comparable à celle de la piézométrie. En partant de cette carte, on peut partager la nappe phréatique du Sour en plusieurs zones suivant la qualité sur de l'eau :

1- Zone d'eau douce : avec S.S < 3 g/l. Elle se situe en amont de la nappe et au piedmont de la petite chaîne montagneuse d'El Kathem et correspond aux régions de Sakib El Rakhem et d'El Maouna.

2- Zone d'eau de qualité moyenne : avec 3 < S.S. < 5g/l. Ce sont des eaux non potables mais qui peuvent toutefois servir à l'irrigation de quelques cultures maraîchères et arboricoles.

Cette zone intéresse les régions de Kirchaou et de Sour et s'étale à l'Est le long des oueds principaux.

3- Zone d'eau salée : avec S.S > 5 g/l. C'est la partie en aval de la nappe avec présence des sources et des Sebkhats.

L'oued Fessi, qui enregistre des crues presque chaque année, contribue à l'alimentation et l'adoucissement de la nappe du Sahel, en effet, l'isocène 4 g/L enveloppe l'oued tout en dépassant vers l'Est les zones salées du Sahel et de Kirchaou.

Le même impact s'observe à oued Lakhoal et oued Sahel, or, l'affleurement de la nappe dans la region de Chenilla empêche l'extension d'eau relativement douce vers l'Est.

La portion de la nappe à S.S. exceptionnellement inférieur à 5 g/l à l'altitude de Chenilla résulte de l'infiltration des eaux des crues par l'intermédiaire du sable dunaire.

Il s'avère important de noter que l'oued Chenilla et oued Sahel se situent à moins de 1km de l'axe de l'oasis et que l'espace séparant les deux cours d'eau n'est occupé que par des dunes et un sol sablo-limoneux peu élevé. Il paraît que oued Sahel a changé de lit en se dirigeant vers la dépression de Sebkhat Chenilla. Dans son état actuel, l'oued Sahel dont les apports annuels moyens sont évalués à $1,05.10^6$ m^3, lessive avec chaque crue les sels de Sebkhat accumulés par évaporation et alimente la nappe du Sahel en eau salée. En plus, en cas de débordement de cette dépression, les eaux salées font passer une bonne partie des sols cultivables en sols salés stériles. Une simple digue en terre de 500m de long à peu près est en mesure de dévier l'oued Sahel et de le faire passer vers oued Chenilla sans passer par la Sebkhat. Cette opération permet au point de vue hydro-géologique d'alimenter la nappe en eau douce au lieu de l'alimenter en eau salée et d'élargir par conséquence la nappe d'eau douce aux alentours du puits Hassi Abdel Oaziz n° 44. Cette proposition a été avancée au CRDA par plusieurs services notamment l'I.N.A.

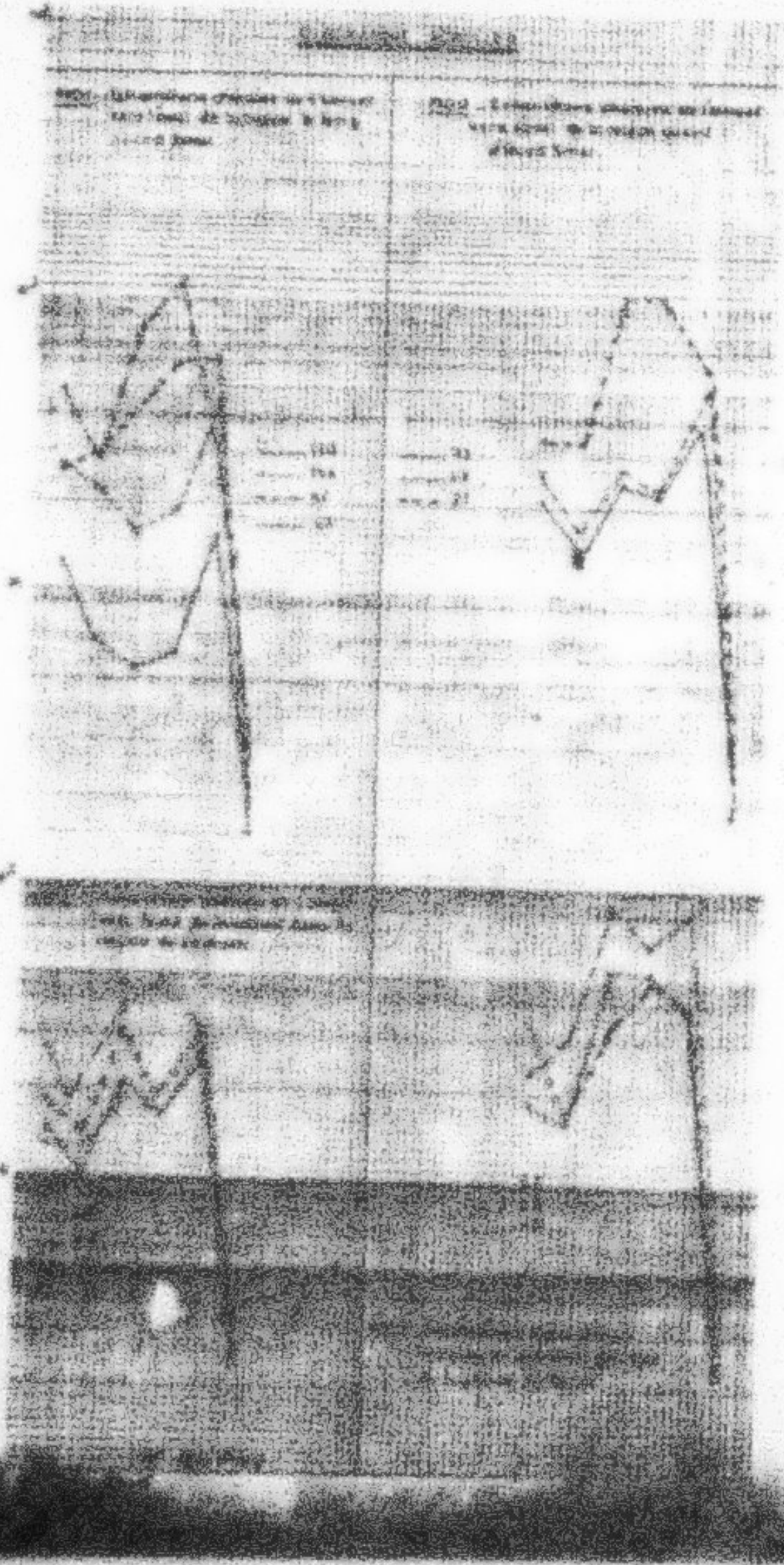
b- Composition chimique (voir diagramme schoeller ci-joint)

Les eaux de la nappe phréatique du Sahel appartiennent en majorité à la famille : sulfatée sodique,chlorurée magnésienne. Ce sont des eaux classiques des aquifères sédimentaires en climat aride. Vers l'aval et à proximité des Sebkhats, la part des eaux qui ont été soumises à l'évaporation dans la nappe favorise la prédominance des carbonates et notamment le calcium avec des eaux appartenant à la famille hydrocarbonatée sodique et chlorurée calcique.

Dans la direction normale au sens de l'écoulement souterrain et parallèlement à la chaîne de Rebaya, on note une parente chimique nette des eaux des différentes régions depuis oued Fessi et jusqu'à Sebkhat Ezg El Makhzen au Sud sauf au niveau d'oued Sahel où l'eau montre une déficite en éléments Na et Cl. Ce déficit s'explique par la fixation des ions par les argiles intercalées dans les grès triasiques sus/et par l'action de lessivage des eaux des crues.

Dans le sens de l'écoulement souterrain, l'eau se charge en sels et plus rapidement en ions Cl^-. Les inégalités caractéristiques ne sont pas encore établies étant donné le court trajet parcouru. En effet, l'enrichissement en sels par dissolution sélective et la dilution par infiltration des eaux des crues s'apparentent sur le diagramme Schoeller avec des figures irrégulières et des droites plus ou moins penchées les unes par rapport aux autres.

.../...



Les échanges de base toujours en amont entraînent la fixation des alcalino-terreux de l'eau avec des indices i-e+b variant entre 0,67 et 0,1. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées vers l'aval. Dans la partie intermédiaire, c'est l'inverse qui se produit avec libération des alcalino-terreux de l'eau. Dans la partie aval, il s'établit un équilibre ionique sans échange de base.

L'évolution normale de la chimie des eaux de cette nappe est perturbée à mi-chemin par l'effet des eaux soumises à l'évaporation dans les Sebkhats et les zones où la nappe est sub-affleurante.

Il s'avère nécessaire de noter les particularités importantes du niveau aquifère capté par le nouveau puits de Foujed Kirchaou (N° inv. 211, fig.31. Ce puits a rencontré un faible suintement correspondant à la nappe phréatique salée (R.S. de 5 à 5 g/l) et a capté vers -42m un niveau aquifère gréseux en charge dont l'eau se caractérise par un R.S. de 2,66 g/l et une parenté chimique avec les eaux se situant à quelques km en amont. Ceci signifie à notre avis que la nappe phréatique en charge en voie par évaporation, vue le R.S peu profond de la nappe dans la région de Kirchaou. Alors que le niveau aquifère en charge capté par ce puits est isolé de la nappe phréatique salée et présente de ce fait un état d'évolution normale des eaux souterraines dans le sens de l'écoulement de la nappe.

Les sources artésiennes comme celle de Aïn El Kidoua (fig.5, N° inv.5)) et celle de Aïn El Kartah ont des caractéristiques piézométriques et géochimiques particulières puisqu'elles proviennent du complexe Permo-Trias par l'intermédiaire des failles.

Les sources de trop plein sourdent de la partie aval de la nappe phréatique et présentent par conséquent le même stade d'évolution géochimique que cette partie de la nappe du Sahel.

I-4-5 Estimation du bilan de la nappe :

a- Détude de Cherif :

Soit Q = T.i.L.

La transmissivité T correspond à la moyenne des transmissivités obtenues sur les graphiques de la remontée , c = f (log t/t') relatifs aux essais Porchet effectués sur quelques puits de la plaine du Sahel (voir annexe). Ce sont des valeurs approximatives puisqu'on assiste à des essais de courte durée des puits imparfaits et de gros diamètre.

Le gradient hydraulique i est calculé à maintes reprises sur des puits situés se situant dans la même ligne de courant. La précision est satisfaisante.

Le front de nappe L, pour le flux entrant et le flux sortant est divisé en deux ou plusieurs parties.

../..

1- Débit naturel (inscrites + 100m X N.G.T.)

a- Zone de Kinshasa : T1 = 410^{-3} m^2/s, IA = 10,38 et L1 = [illegible] d'où Q1 = 191,3 l/s.

b- Zone de Boma : T2 = 210^{-3} m^2/s, I2 = 2 % et L2=[illegible], donc Q2 = 27,6 l/s

Le débit naturel Qn = 218,9 l/s

2- Débit naturel (inscrites + 100m X N.G.T.)

a- Zone Nord du Pool : T'1 = 10^{-3} m^2/s, I'1 = 6,35 et L'1 = [illegible] ce qui donne Q'1 = 8,5 l/s

b- Zone Est de Kinshasa : T'2 = 410^{-3} m^2/s, I'2 = 12,85 et L'2 = [illegible] d'où Q'2 = 115,2 l/s.

c- Zone de Bas Congo : T'3 = 210^{-3} m^2/s, I'3 = 3 % et L'3 = [illegible], on est amené que Q'3 = 21 l/s

Le débit naturel Qn = 145,1 l/s

Le bilan de masse calculé par la méthode de Turc est Qr = Qn - Qe = 73,8 l/s 53 l/s

b- Bilans d'infiltration :

L'évaluation des ressources renouvelables par la méthode d'infiltration se base sur la formule générique Q = Qi + Qd ou Qi et Qd sont respectivement les ressources renouvelables, l'infiltration d'eau de ruissellement.

Qi = Qr x K_{ip} = 0,05 le coefficient d'infiltration.

Qd = S_d . I_d . K_{id} avec S_d : la surface du B.V, I_d : la lame ruisselée et K_{id} : le coefficient d'infiltration de cette eau ruisselée.

Les résultats sont exposés sur le tableau suivant :

Tableau 5 : Débit d'alimentation de la nappe déterminé par les taux de pluie

Nom d'essai	S_d (10^3 m^2)	S_d (10^3 m^2)	I (mm/an)	K_{id} (%)	Id (mm/an)	Q_d supplémentaire (10^3 m^3/an) (l/s)
1. Inga	[illegible]	0,[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (1[illegible],[illegible])
2. Lukunga	[illegible]	0,[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (1[illegible],[illegible])
3. Tshuma	[illegible]	0,1[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (1[illegible],[illegible])
4. Mbuela	[illegible]	0,1[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (1[illegible],[illegible])
5. Ki Ouanga	[illegible]	0,[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (2[illegible],[illegible])
6. Tshuma	[illegible]	0,1[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (1[illegible],[illegible])
7. Lemba	[illegible]	0,[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,[illegible] (1[illegible],[illegible])
8. Tshuen	[illegible]	1,[illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,[illegible] (1[illegible],[illegible])

ce qui donne au total des ressources renouvelables de QI=77,61/s (2,45 10^6 m^3/an) sont 69 % provenant d'oued Fessi.

Il ne faut pas perdre de vue qu'il ne s'agit pas de nappes d'underflow mais d'une nappe phréatique logée dans les grès du Tyan inférieur et le remplissage mio-plio-quaternaire.

L'alimentation se fait essentiellement par les eaux des crues et l'infiltration directe d'eau de pluie le long des lits d'oueds. En outre, l'alimentation par l'eau de pluie devrait être négligeable vue les conditions climatiques et topographiques de la partie Ouest de la plaine du Saïs.

Pour les deux méthodes d'estimation des réserves exploitables, on n'a pas intégré dans le calcul les eaux salées de la partie aval de la nappe. Ainsi, concernant la méthode de Darcy, on s'est référé à l'ouvrage «Bm 1 R.G.T. qui suit à peu près l'isohaline 5 g/l au lieu de se référer à l'ouvrage « 7Bm 1 R.G.T. situé dans la vraie partie avale de la nappe ; quant à la méthode d'infiltration, on n'a pas pris en considération ni l'alimentation provenant d'oued Sebou, ni celle provenant de la tranche de crues d'oued qui passe par la partie salée de la nappe.

Enfin, les deux méthodes d'évaluation des ressources ont donné des débits assez voisins. On considère comme débit exploitable de la nappe du Saïs la moyenne arithmétique.

$$Q = \frac{60 + 81}{2} + \frac{63 + 78}{2} = 70,5 \approx 70 \ l/s$$

Le débit total d'exploitation qui résulte d'une enquête directe tout en tenant compte du débit d'exploitation de chaque puits est évalué à 60 l/s ce qui permet de mobiliser dans l'avenir un débit de 50 l/s.

3-2-4 Propositions :

En se basant sur les données hydrogéologiques susmentionnées concernant la partie de la nappe phréatique du Saïs où la salinité est inférieure à 5 g/l, on recommande que la exploitation et l'équipement se passent conformément aux propositions suivantes :

- Equipement de 40 puits dont cinq appartiennent au domaine public et se situant le long d'oued Fessi.

- Création de 50 nouveaux puits dans la zone à salinité favorable.

On rappelle que les ressources des villages de Kitchaou et du Saïs sont le résultat d'une forte densité de puits. De fait, les propositions précédentes ne doivent pas concerner les régions sud-ouest de Oued Kreykra, El Hamma, Moulay et oued Fessi.

V- CONCLUSION

Cette étude préliminaire de la plaine du Saïs a permis de mettre en relief les aspects hydrogéologiques les plus importants de cette partie de la Meseta.

.../...

Il s'agit d'une zone effondrée, pénéplainée et tapissée par une mince couverture de remplissage mio-pliocène et quaternaire entaillée par des nombreux oueds. Sous cette couverture, le Trias Inférieur constitué des grès intercalés de couches argileuses se prolonge en profondeur jusqu'à plusieurs centaines de mètres.

Sur le plan hydrogéologique, les caractéristiques de la nappe profonde récelée dans les grès triasiques sont très peu connues. C'est une nappe multicouche salée et faiblement artésienne dans la zone située à l'Est de Kirchaou et en allant vers Ben Guerdane. Sa salinité devient tolérable en allant vers l'Ouest.

Logée dans le remplissage et les grès triasiques, la nappe phréatique du Smar intéresse toute la plaine avec des variations d'une région à l'autre des paramètres hydrodynamiques et hydrochimiques.

La carte piézométrique et la carte de salinité, établies pour la première fois dans le cadre de ce travail, montrent que la nappe phréatique du Smar s'écoule d'Ouest vers l'Est et s'alimente essentiellement par les eaux de crues le long des oueds principaux et surtout le long d'oued Fessi. Ces cartes permettent, également, de subdiviser cette nappe en deux parties distinctes :

- <u>Une partie amont peu exploitée</u> où l'eau est douce et le N.S. est relativement assez profond (15 à 30m).

- <u>Une partie sur-salée</u> située en aval et qui constitue l'exutoire de la nappe avec la présence des Sebkhats, des sources. Le N.S. y est sub-affleurant. Des nombreux puits y sont creusés vainement dont certains sont équipés par O.M.P. La salinité élevée les rend inaptes à l'utilisation.

L'exploitation actuelle dans la partie amont n'exploite pas les 42 % des ressources renouvelables. Pour mobiliser les ressources restantes, on propose la création de 50 nouveaux puits et l'équipement de 40 autres puits existants.

Les travaux de C.E.S. déjà programmés dans le cadre du projet oued Fessi dans la partie ouest de la plaine du Smar et la déviation de l'écoulement de O. Smar sont en mesure d'apporter des améliorations non négligeables en ce qui concerne la quantité et la qualité des ressources d'eau souterraine de cette nappe.

M. YAHYAOUI

BIBLIOGRAPHIE

Ch. [illegible] 1971 : Essai sur l'hydrogéologie des environs de Bidi Tous.

A. [illegible] et G. [illegible] : Carte géologique et hydrogéologique quadrangle de Bidi Tous - Fonds Tabandia, Tendrara et Zarzia.

G. [illegible] : Le Paléozoïque Saharien. Deux parties, essai de synthèse des données des sondages Algérie-Tunisie, Tome I.

[illegible] 1959 : Prospection hydrogéologique préliminaire de la région de Kimbara.

A. [illegible] AVRIL 1983 : Conditions hydrogéologiques pour l'alimentation en eau potable de la localité de [illegible] (Gouvernorat de Tataouine).

A N N E X E S

TABLEAUX :

- Inventaire des points d'eau de la plaine du Gmar (8p)
- Niveaux des points d'eau nivelés dans la région du Gmar (1p)
- Analyses chimiques de quelques points d'eau dans la plaine du Gmar (1p)

FIGURES

- Carte géologique
- Coupe géologique à travers la plaine du Gmar
- Composition ionique (Diagrammes Schoeller)

} Intercalés dans le texte

- Résistivité des sondages Porchets (8 figures)

CARTES

- Carte des points d'eau et de la salinité
- Carte piézométrique
- Carte des réseaux hydrographiques

[illegible]

N°	Nom du propriétaire	Région	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Equipement		Observations
									[illegible]	[illegible]	
1	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Puits public
2	[illegible]										[illegible]
3	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
4	[illegible]		[illegible]			[illegible]					[illegible]
5	[illegible]					[illegible]		[illegible]			[illegible]
6	[illegible]		[illegible]			[illegible]					[illegible]
7	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
8	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Etat moyen
9	[illegible]		[illegible]			[illegible]	[illegible]				[illegible]
10	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	Bon état
11	[illegible]		[illegible]			[illegible]					[illegible]
12	[illegible]		[illegible]			[illegible]					[illegible]
13	[illegible]										[illegible]
14	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
15	[illegible]		[illegible]			[illegible]					Bon état
16	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
17	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]
18	[illegible]	[illegible]			[illegible]			[illegible]			[illegible]
19	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
20	[illegible]	[illegible]			[illegible]			[illegible]			[illegible]
21	[illegible]	[illegible]						[illegible]			[illegible]
22	[illegible]	[illegible]						[illegible]			[illegible]
23	[illegible]	[illegible]						[illegible]			[illegible]
24	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
25	[illegible]	[illegible]	[illegible]								[illegible]
26	[illegible]	[illegible]									[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]				[illegible]	[illegible]		[illegible]
27	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]			[illegible]
28	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]	Etat moyen
29	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
30	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Etat moyen
31	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
32	[illegible]		[illegible]			[illegible]					[illegible]
33	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
34	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]
35	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Etat moyen
36	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		Etat moyen
37	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]		Etat moyen
38	[illegible]							[illegible]			[illegible]
39	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]			Etat moyen
40	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
41	[illegible]							[illegible]			Source
42	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	
43	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]				[illegible]	Etat moyen
44	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]
45	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Bon état
46	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
47	[illegible]		[illegible]			[illegible]	[illegible]			[illegible]	[illegible]
48	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
49	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Bon état
50	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
51	[illegible]										[illegible]
52	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]
53	[illegible]	[illegible]						[illegible]			[illegible]
54	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
55	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
56	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	Bon état
57	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]	Bon état
58	[illegible]		[illegible]			[illegible]					
59	[illegible]		[illegible]	[illegible]							[illegible]
60	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	
61	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Bon état
62	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]			[illegible]
63	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]			
64	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]		
65	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Bon état
66	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Etat moyen
67	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Bon état

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]								[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]								[illegible]
[illegible]	[illegible]										[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]									[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]

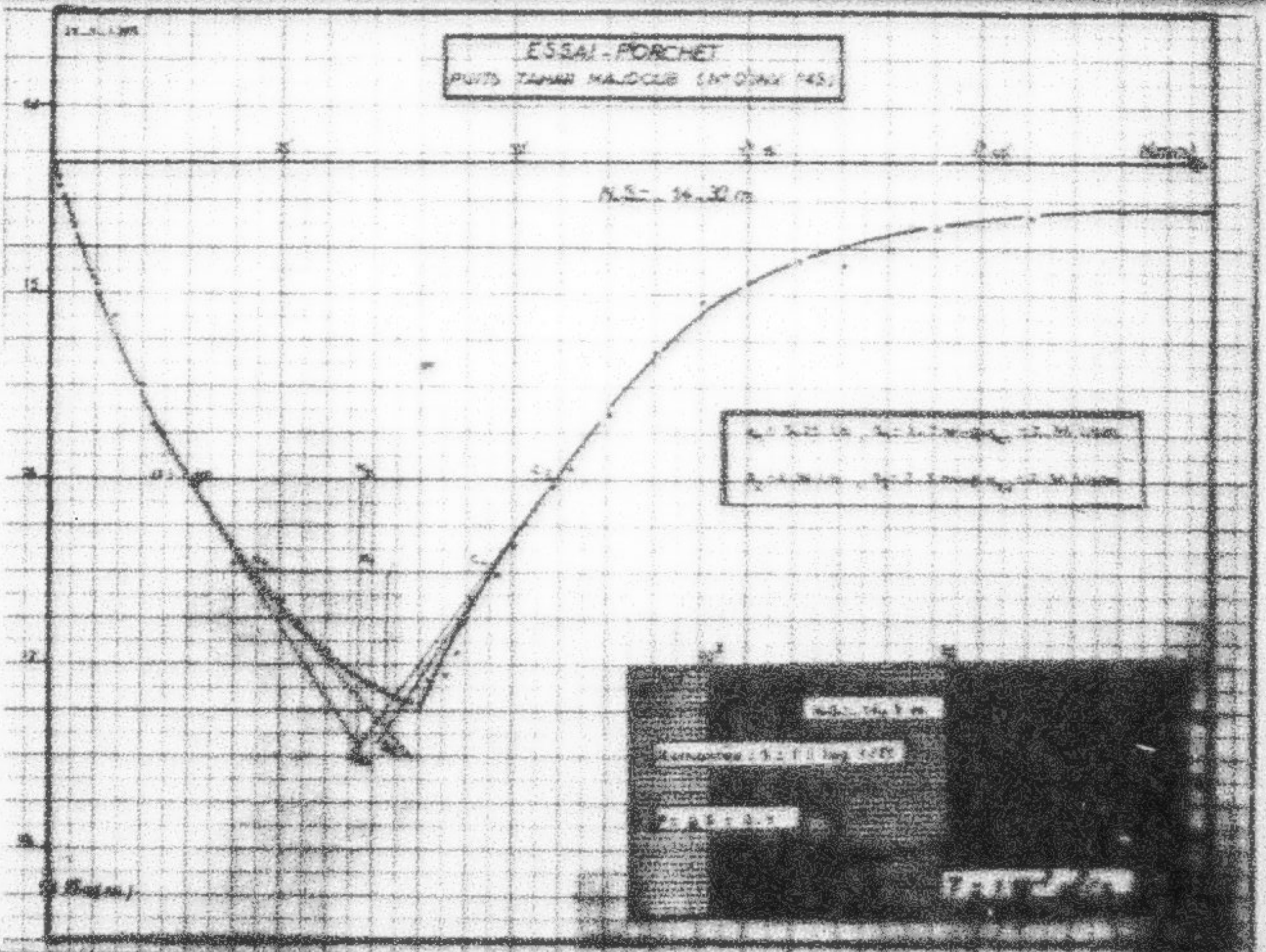
[illegible]

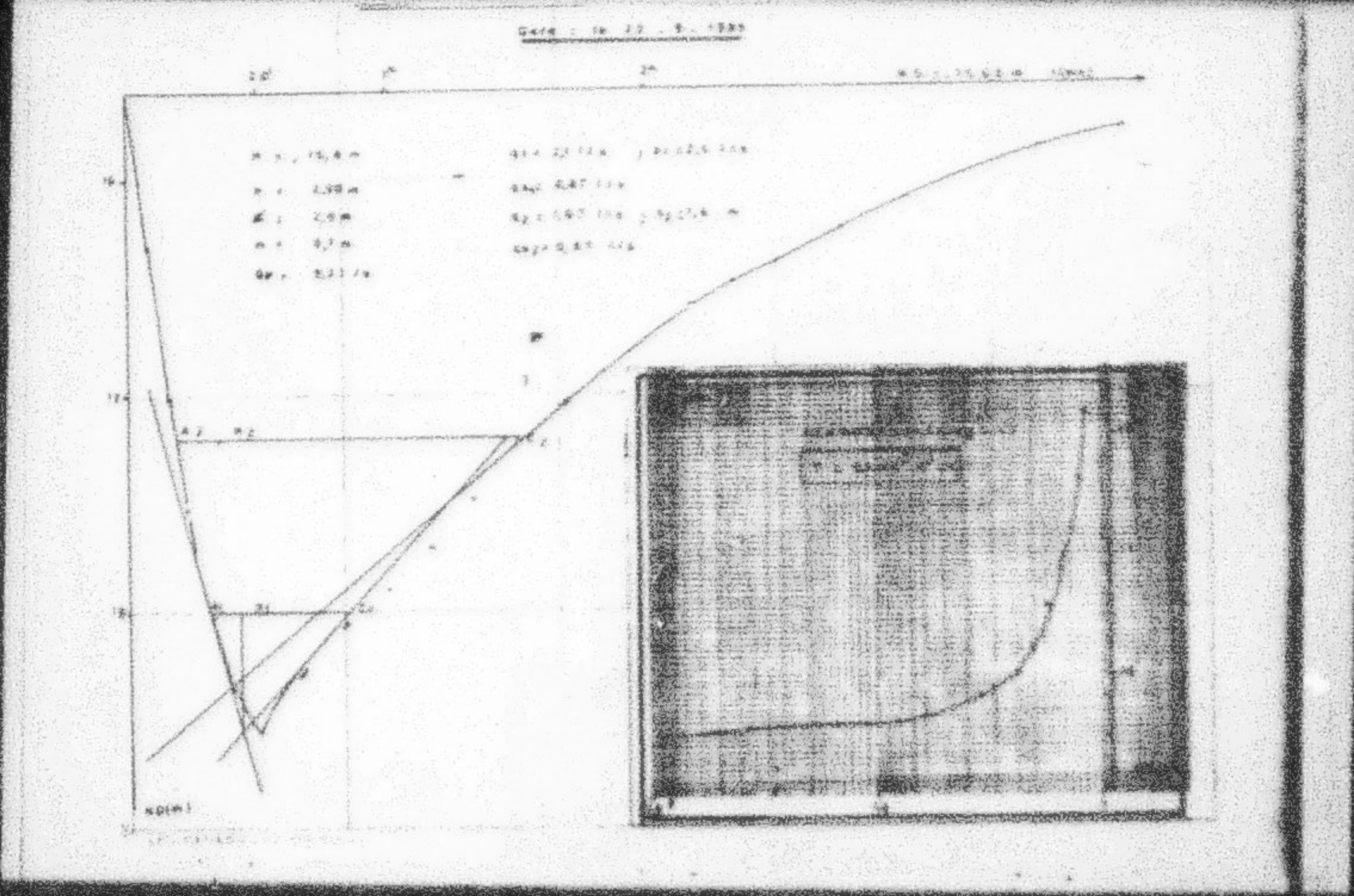
[illegible]

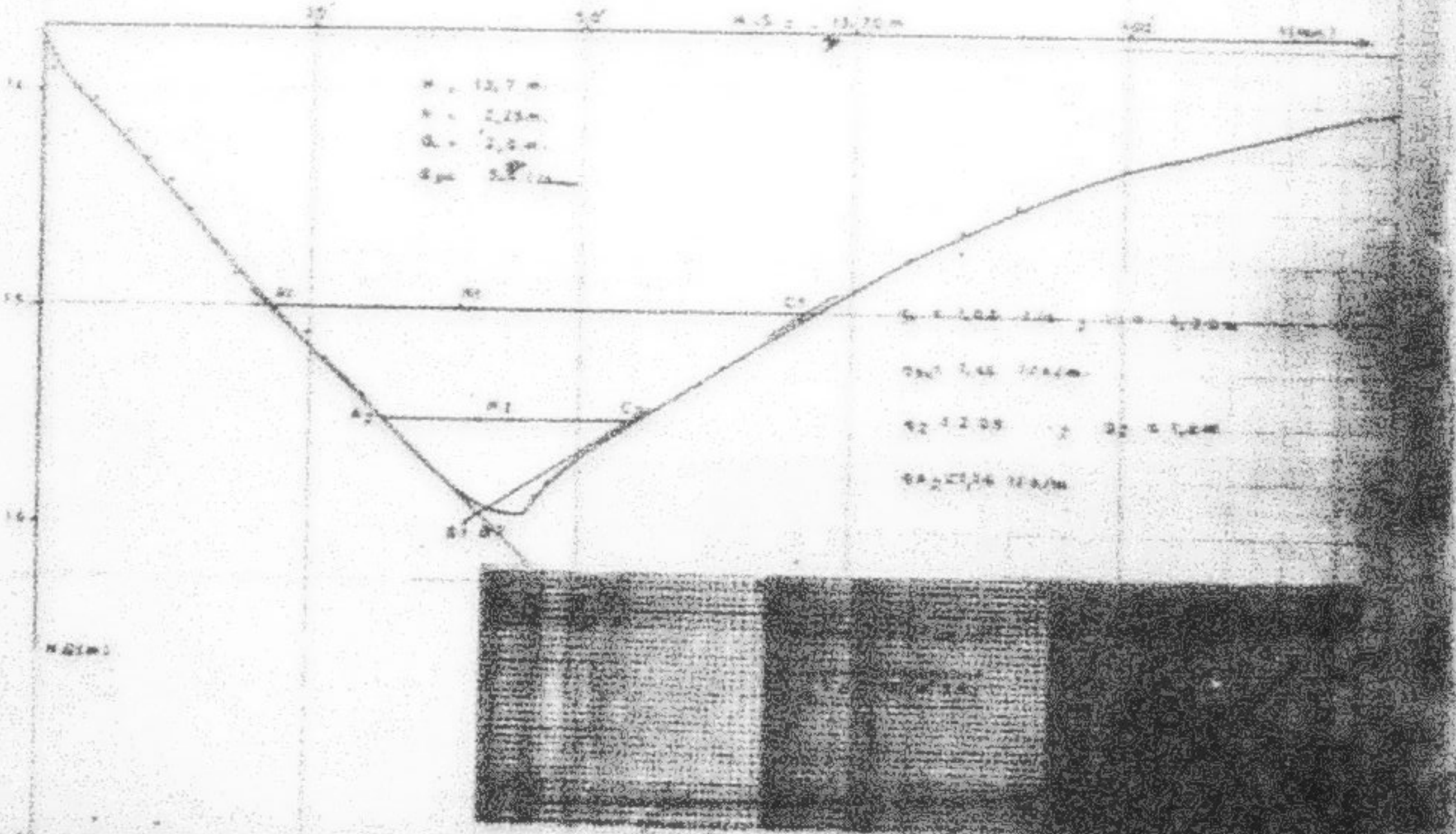
[illegible]

N° d'ordre	Nom de zone de surface	Altitude		Coordonnées		Observations
		N	N.G.	φ	φ	
8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
17	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
18	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
19	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
21	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
24	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
39	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
42	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
44	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
46	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
50	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
51	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
52	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
53	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
54	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
55	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
56	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
57	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
58	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
59	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
61	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
100	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
101	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
102	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
108	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
109	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
110	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]


ESSAI - FORCHET





Essai pompage puits: AMOR KARROUZ (M'Saïnvest, 97)

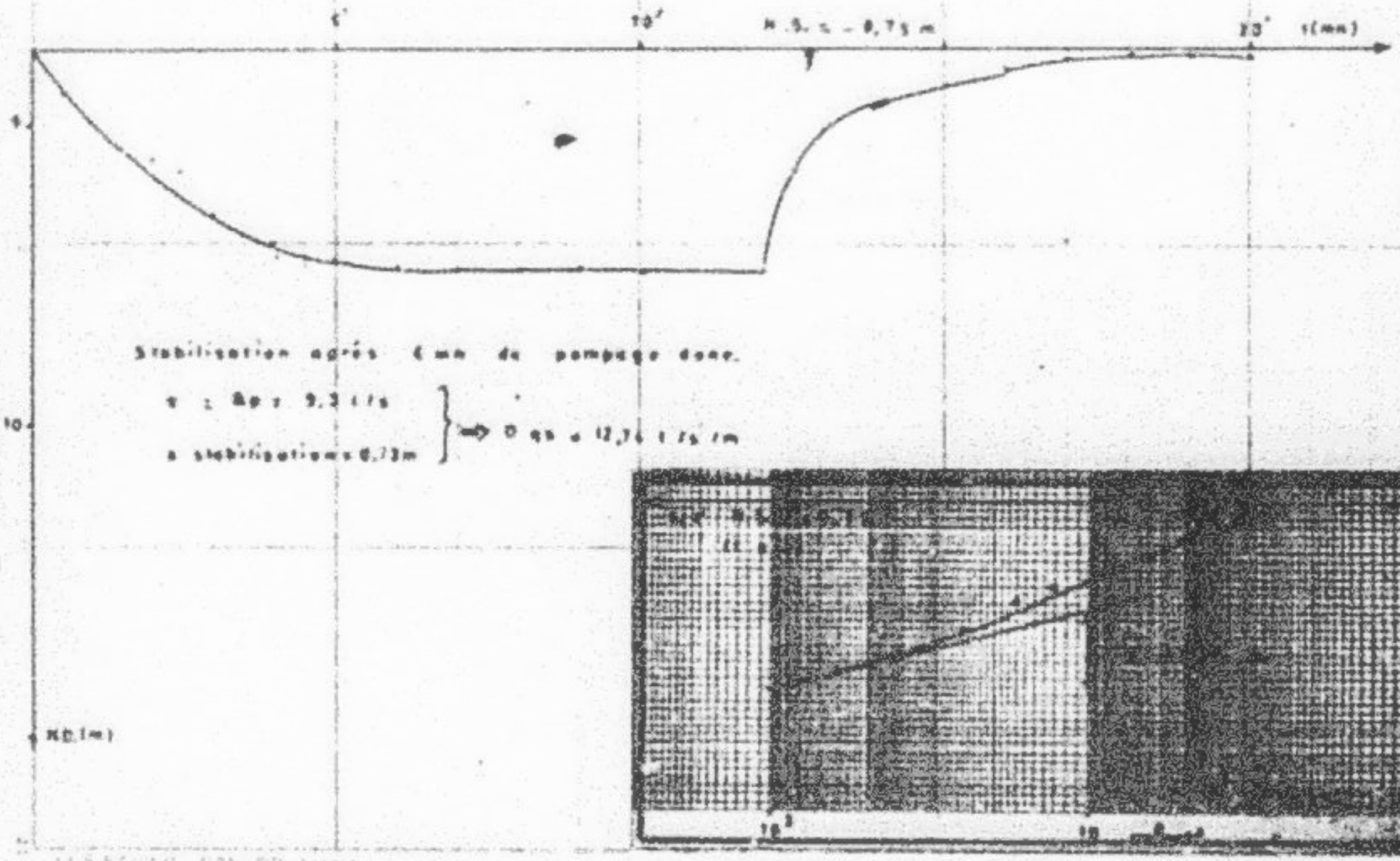
Date : le 24 . 9 . 1985

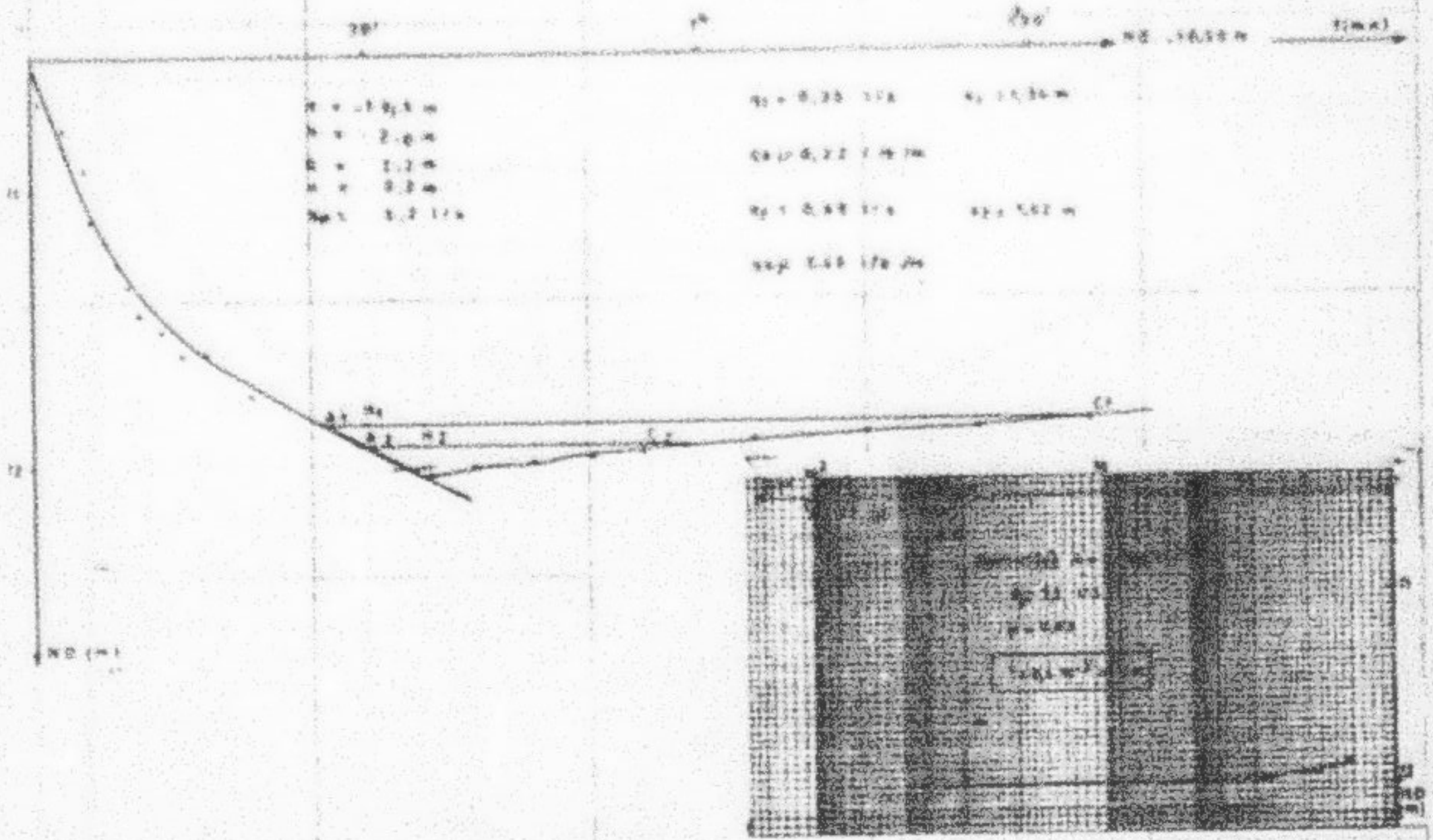
H = 9,75 m

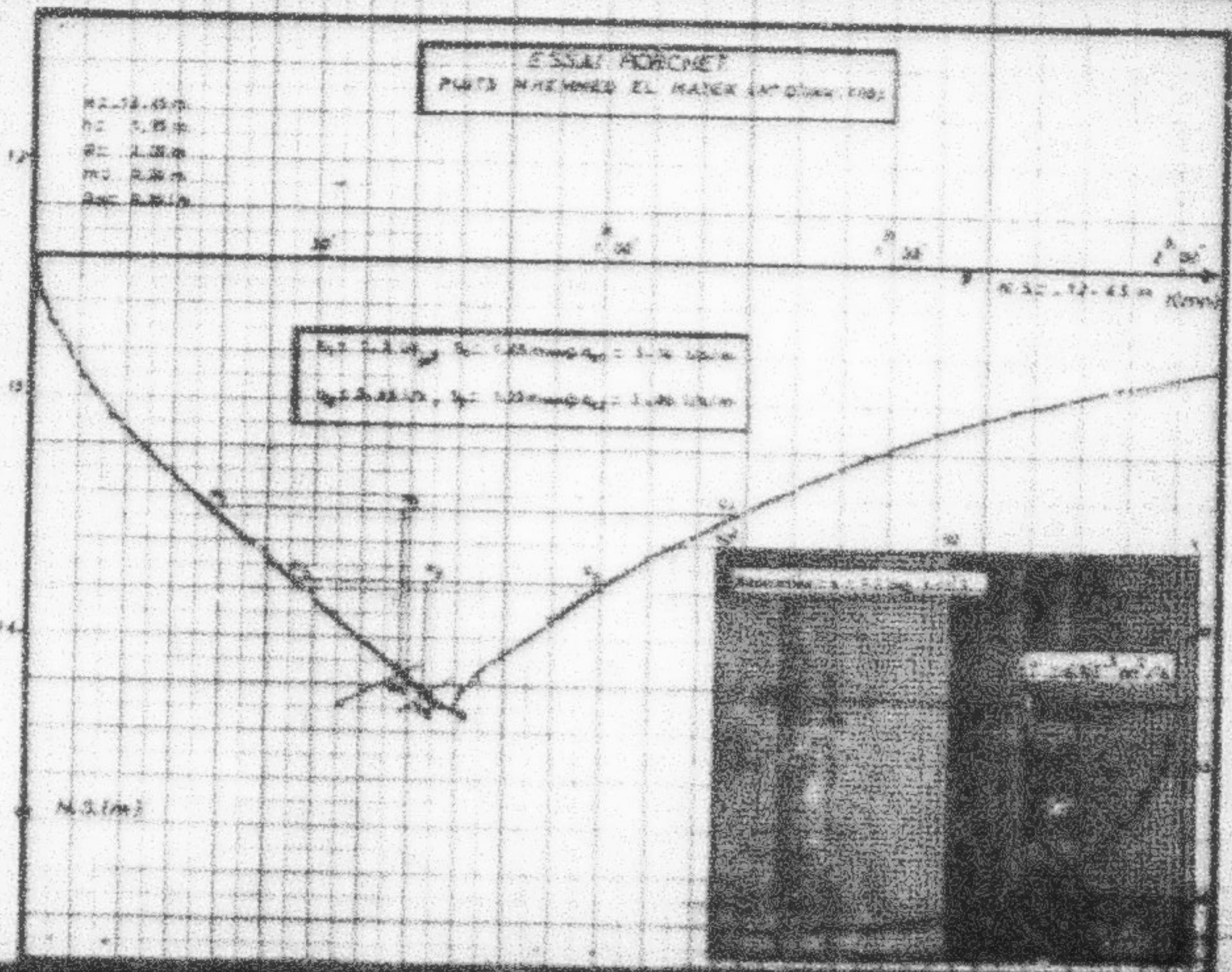
h = 0,95 m

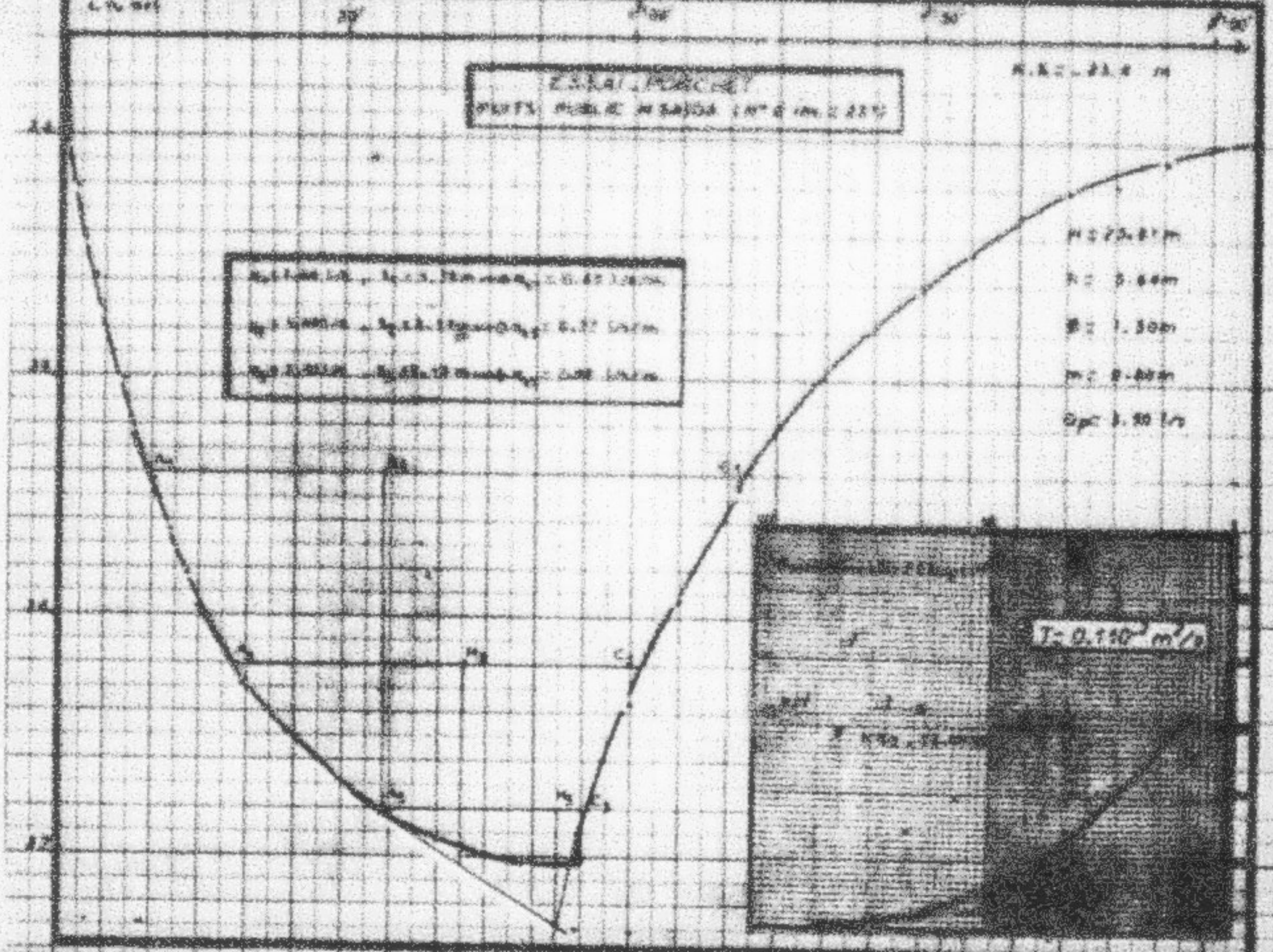
Q = 1 l/s

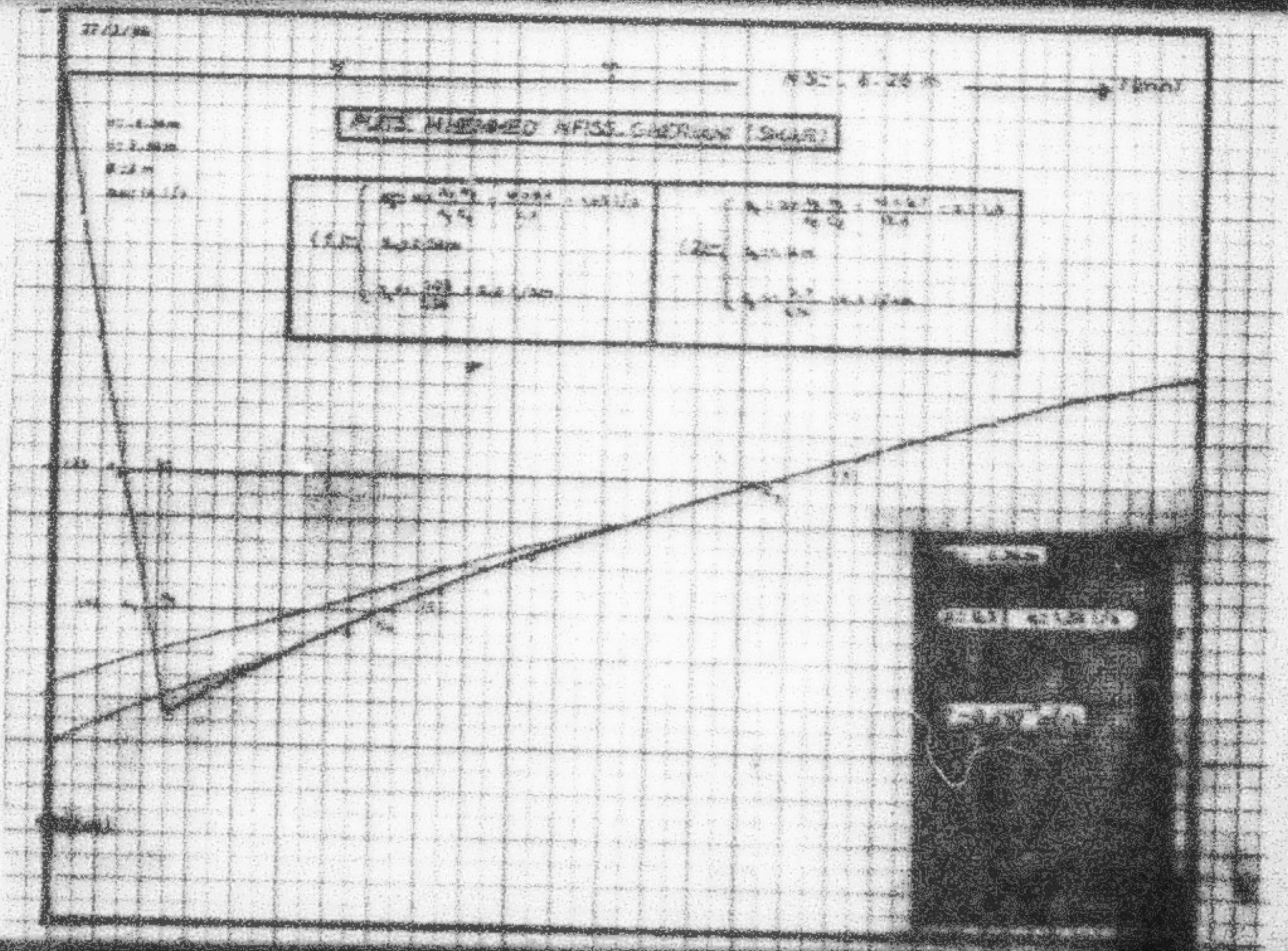
m = 0,75 m

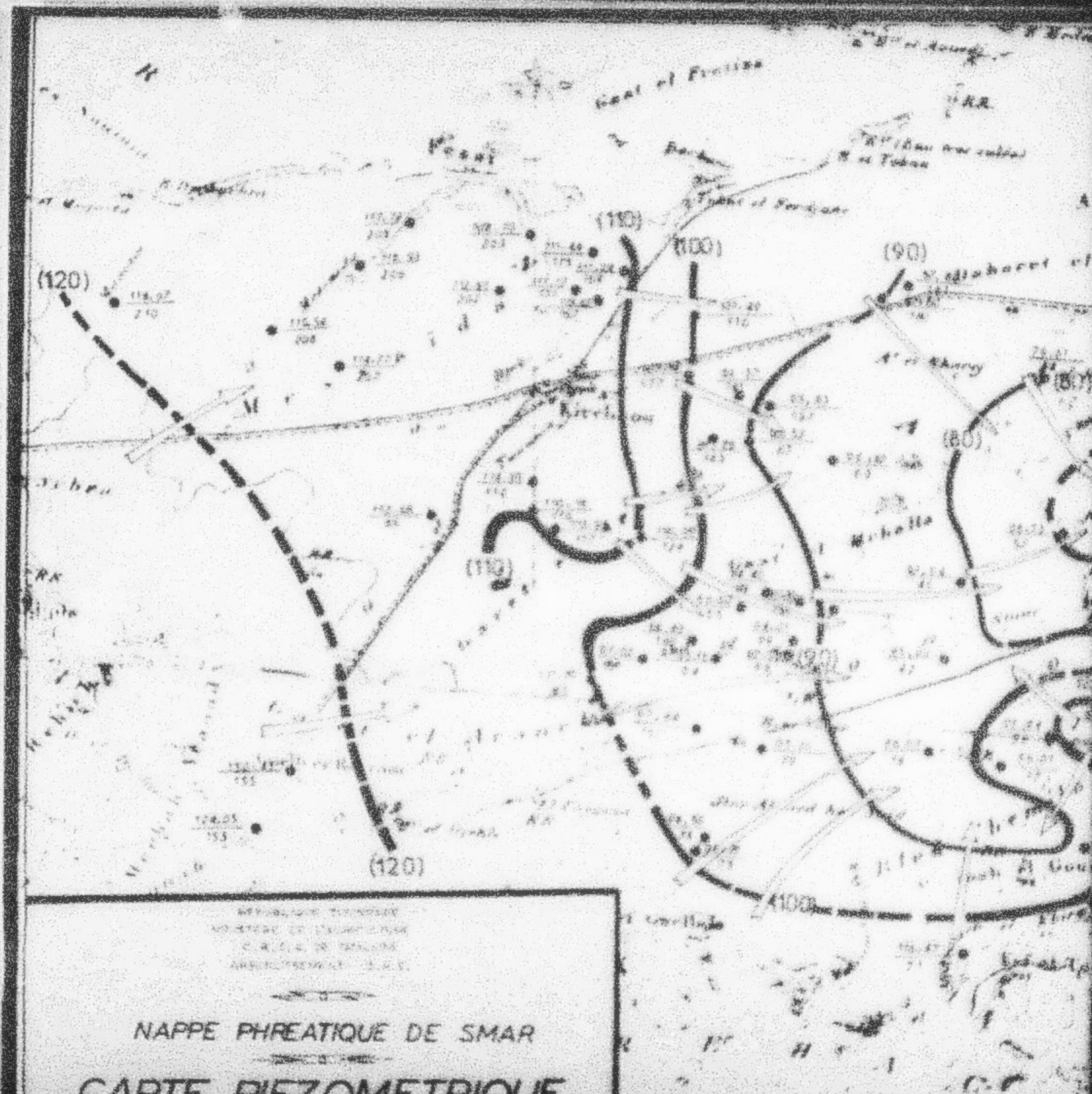






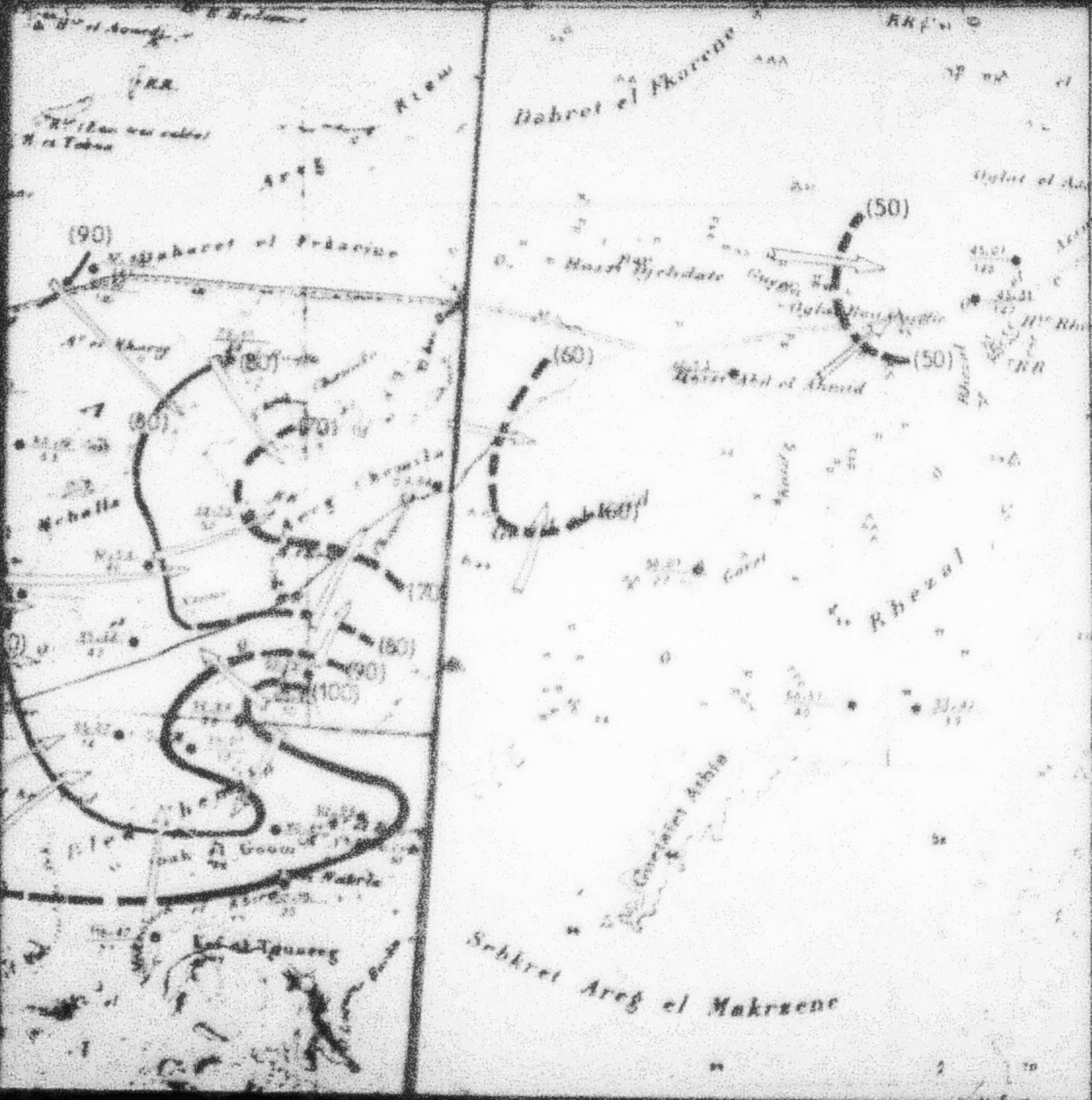

T= 0.110 m²/s

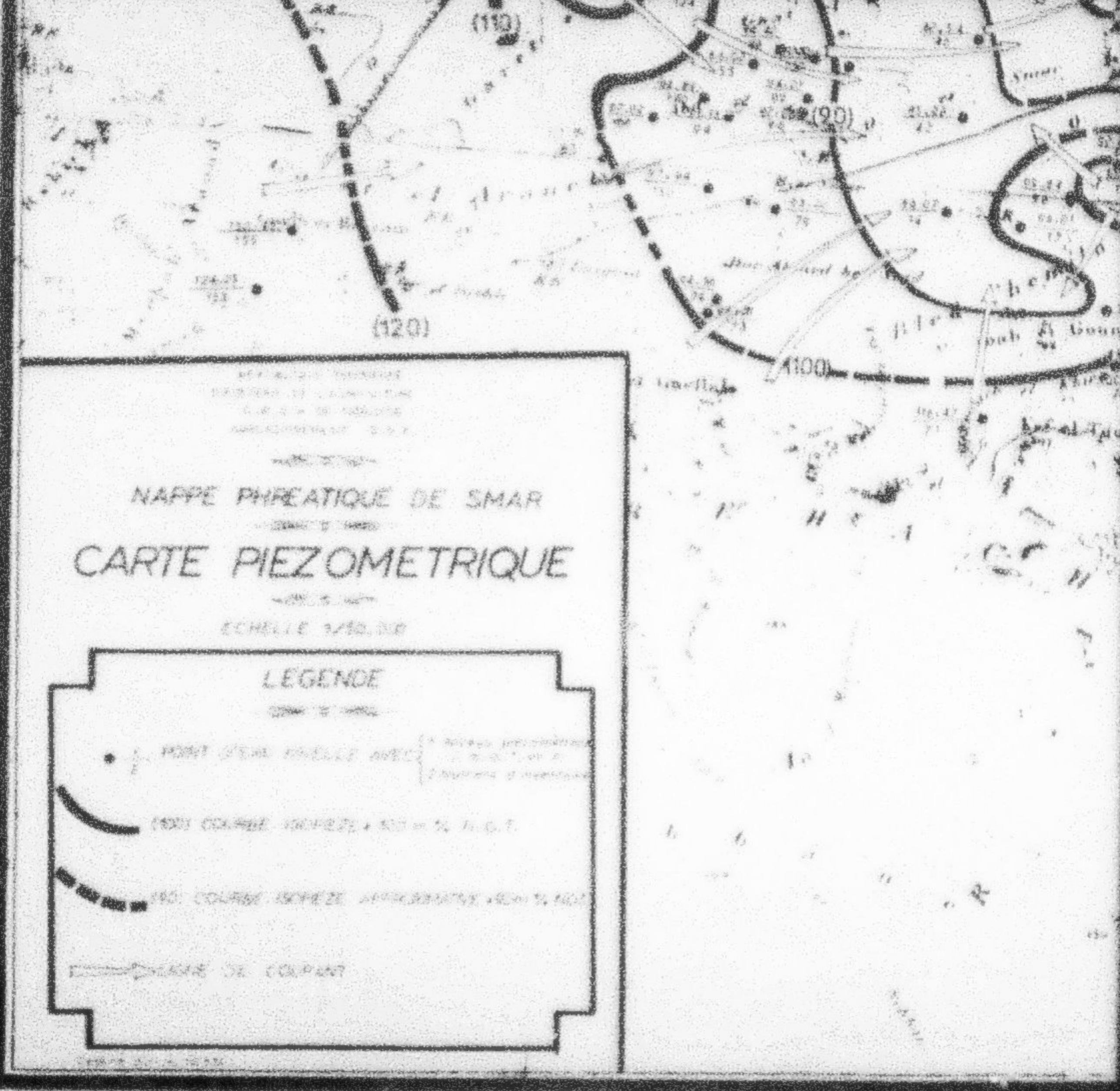




NAPPE PHREATIQUE DE SMAR

CARTE PIEZOMETRIQUE

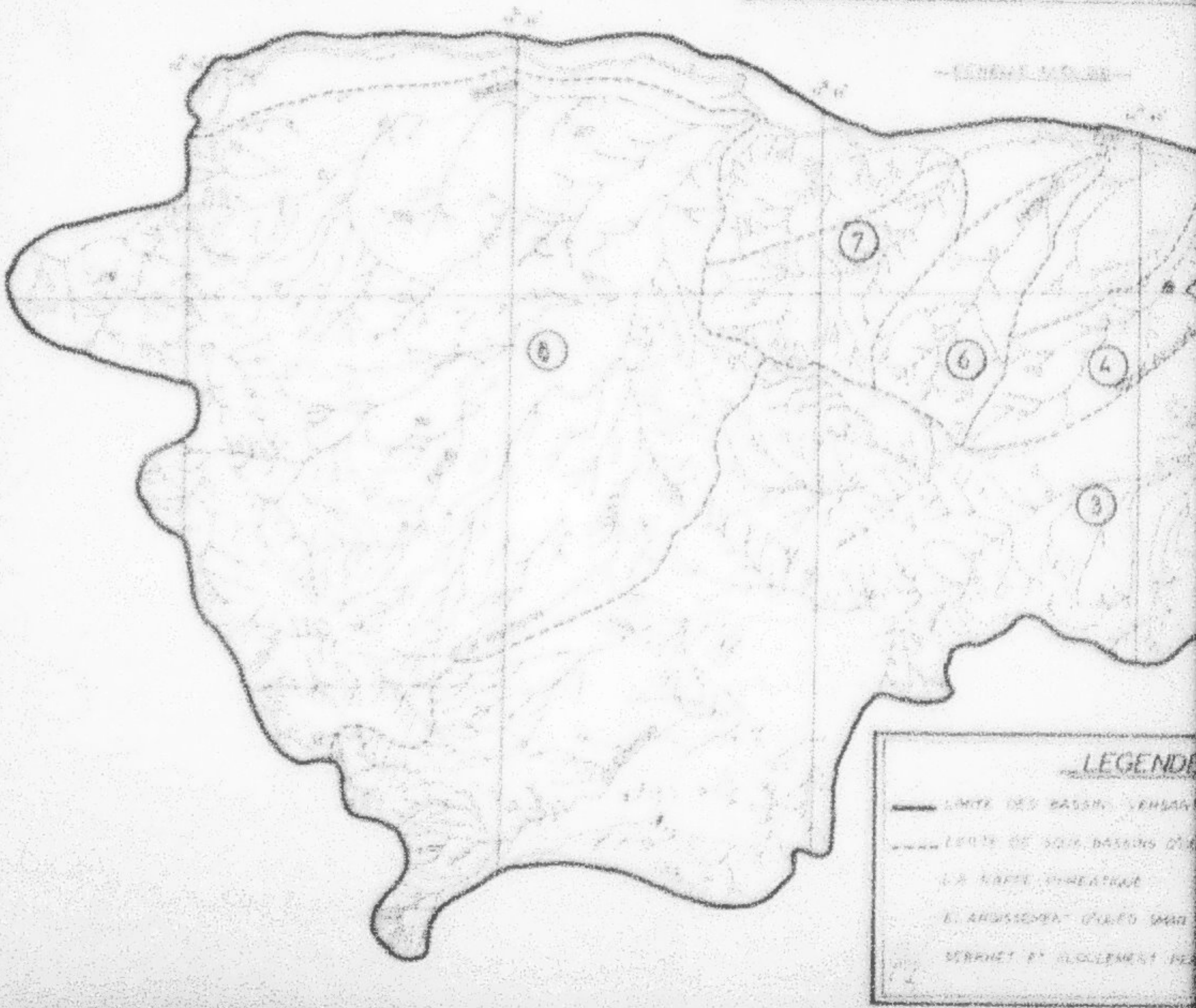

Dahret el Kharrube
(90)
(80)
(70)
(60)
(50)
(50)
(60)
(90)
(100)
Sebkret Arrg el Makrzene


(110)
(90)
(120)
(100)
NAPPE PHREATIQUE DE SMAR
CARTE PIEZOMETRIQUE
LEGENDE


Rhezal
Sebkret Areg el Mahreene
Mahrera

CARTE DES RESEAUX HYDR

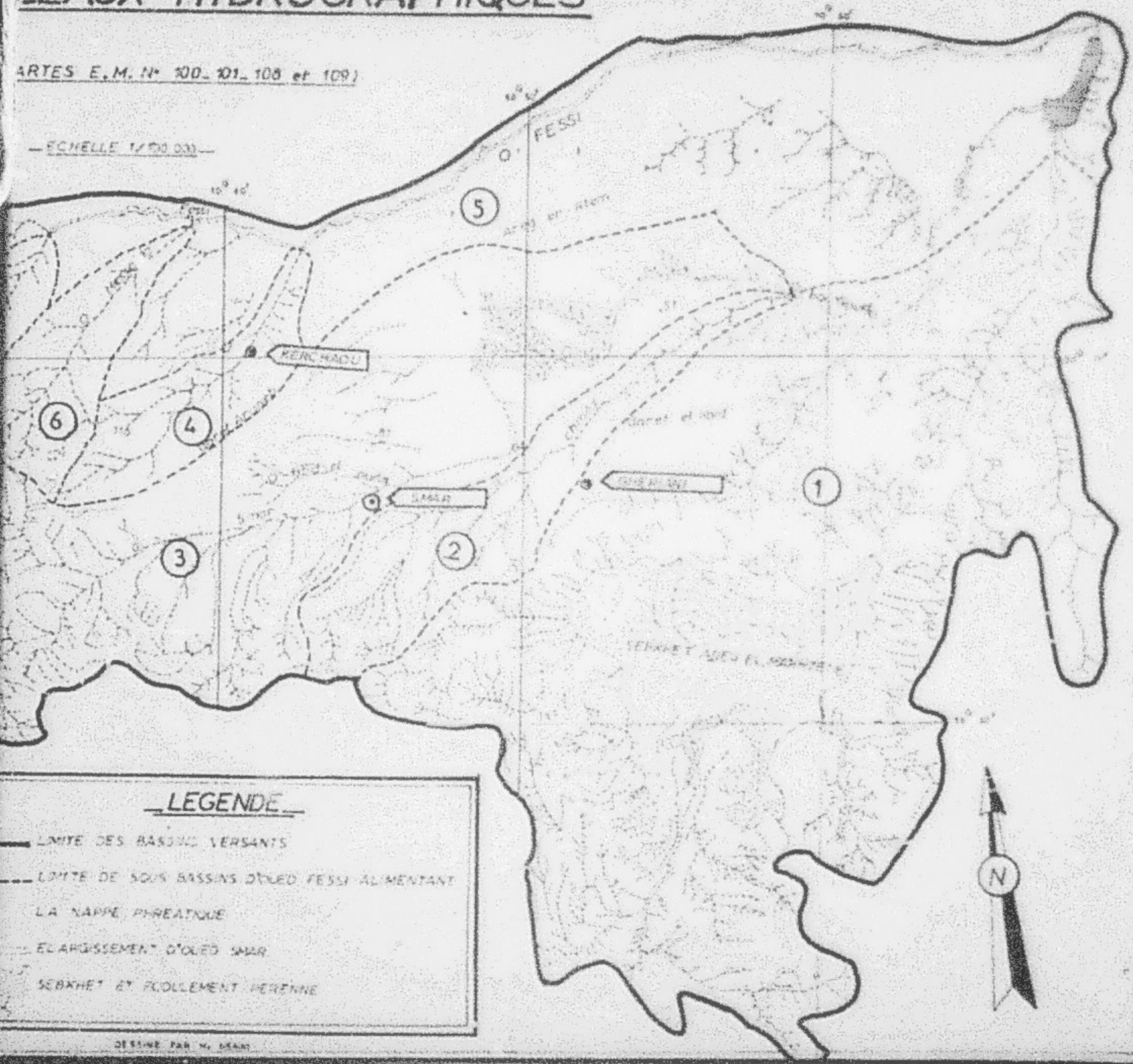
(EXTRAITE DES CARTES E.M. N° 100, 101, 10



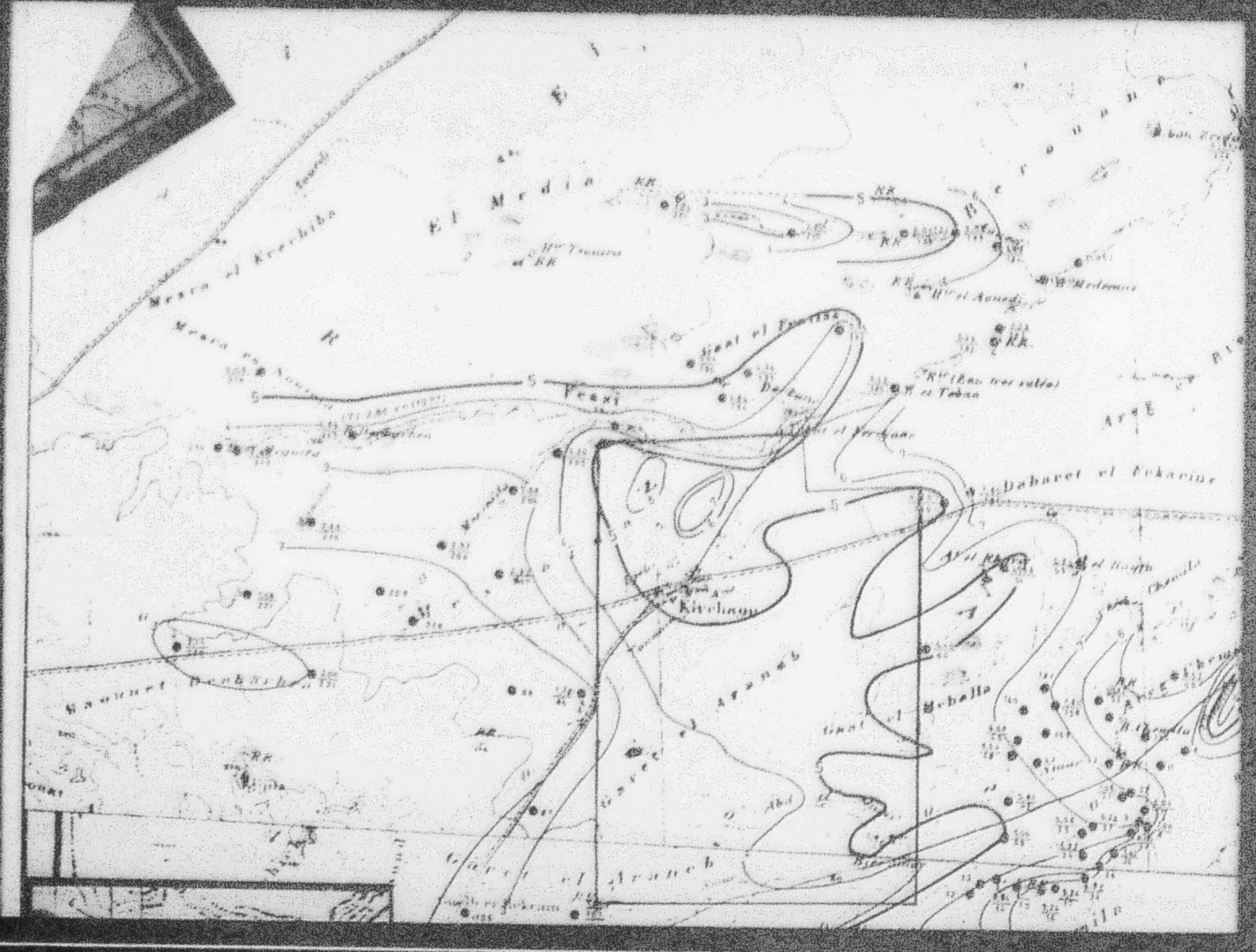
SEAUX HYDROGRAPHIQUES

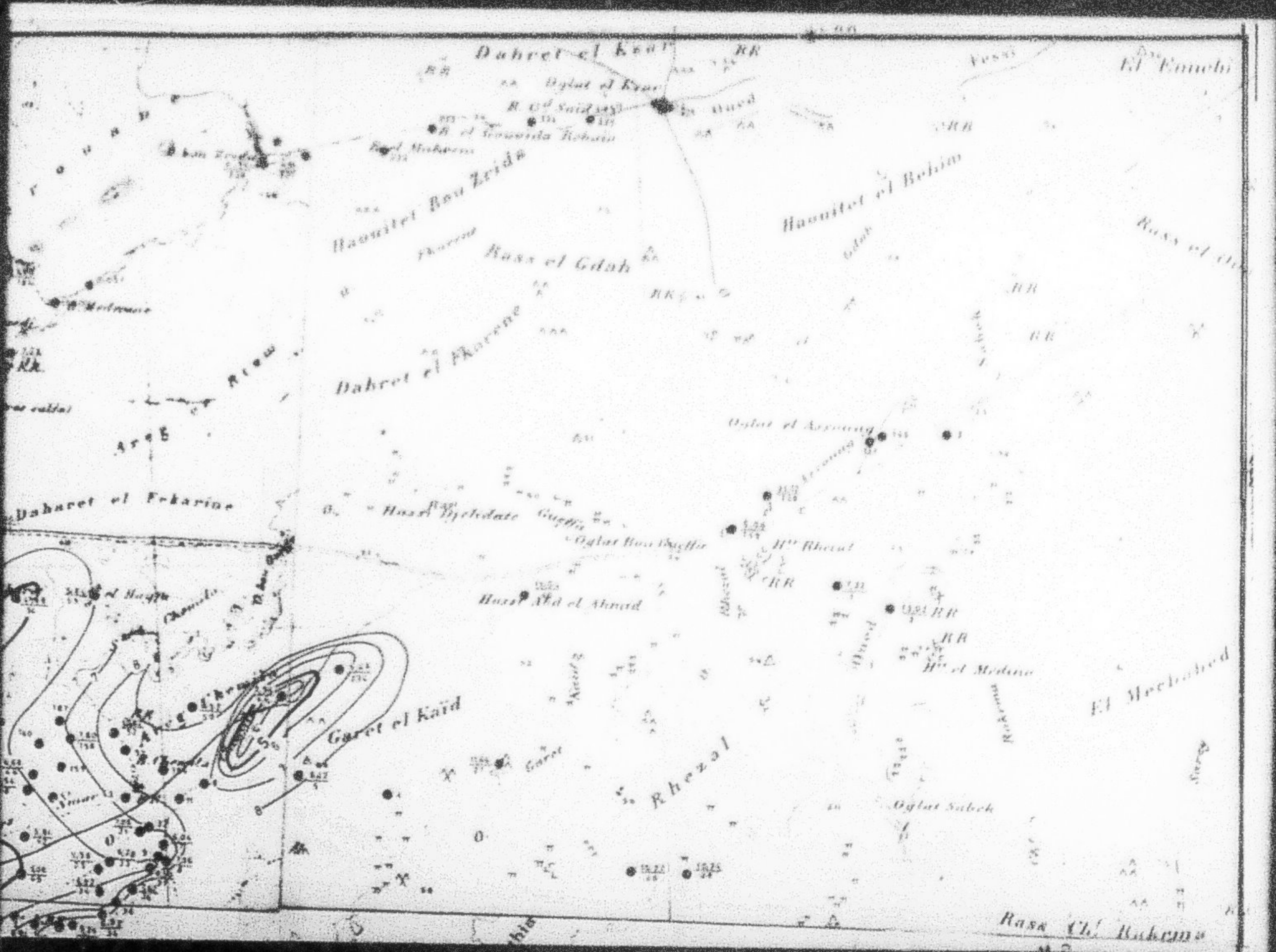
ARTES E.M. N° 100_101_108 et 109)

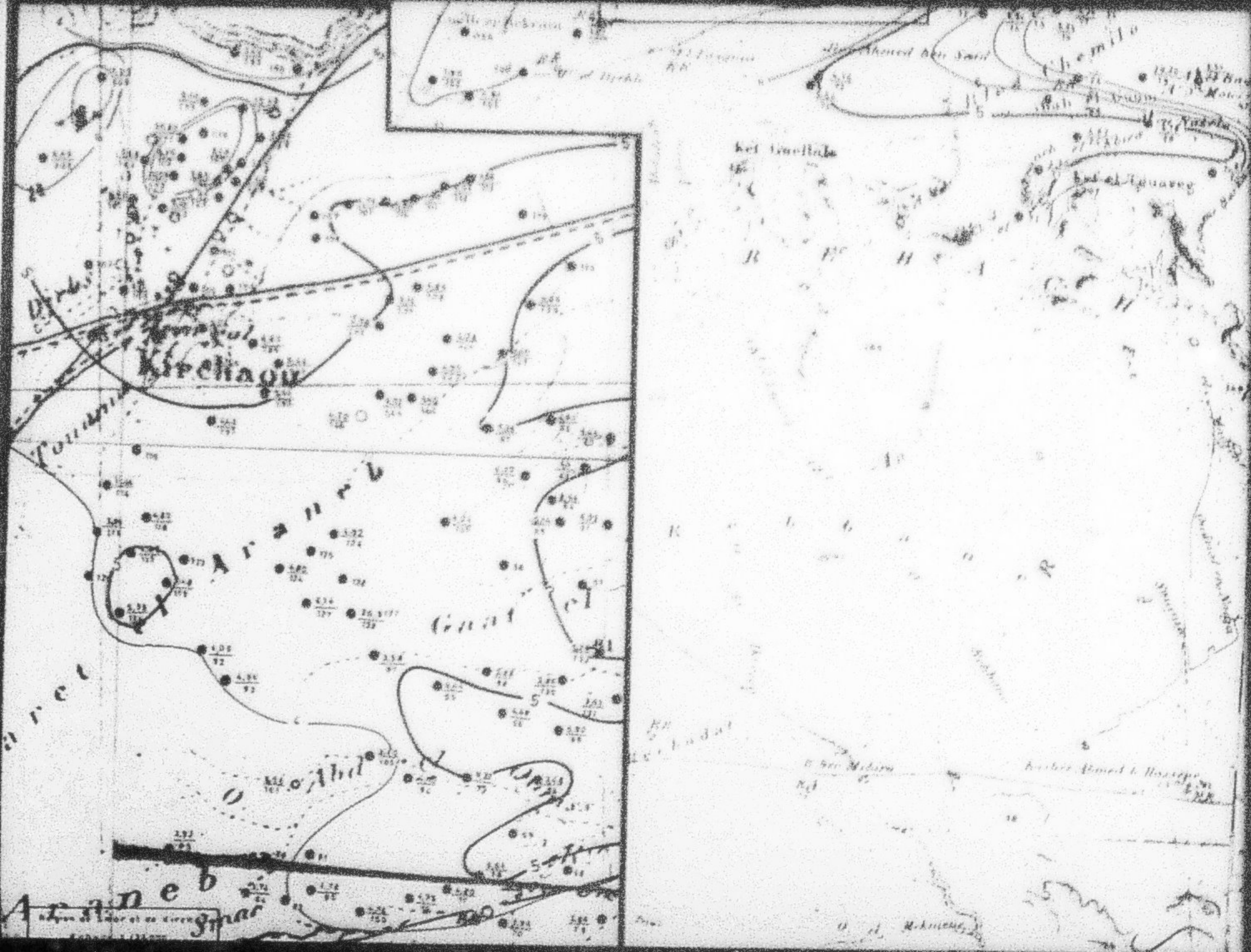
—ECHELLE 1/100 000—

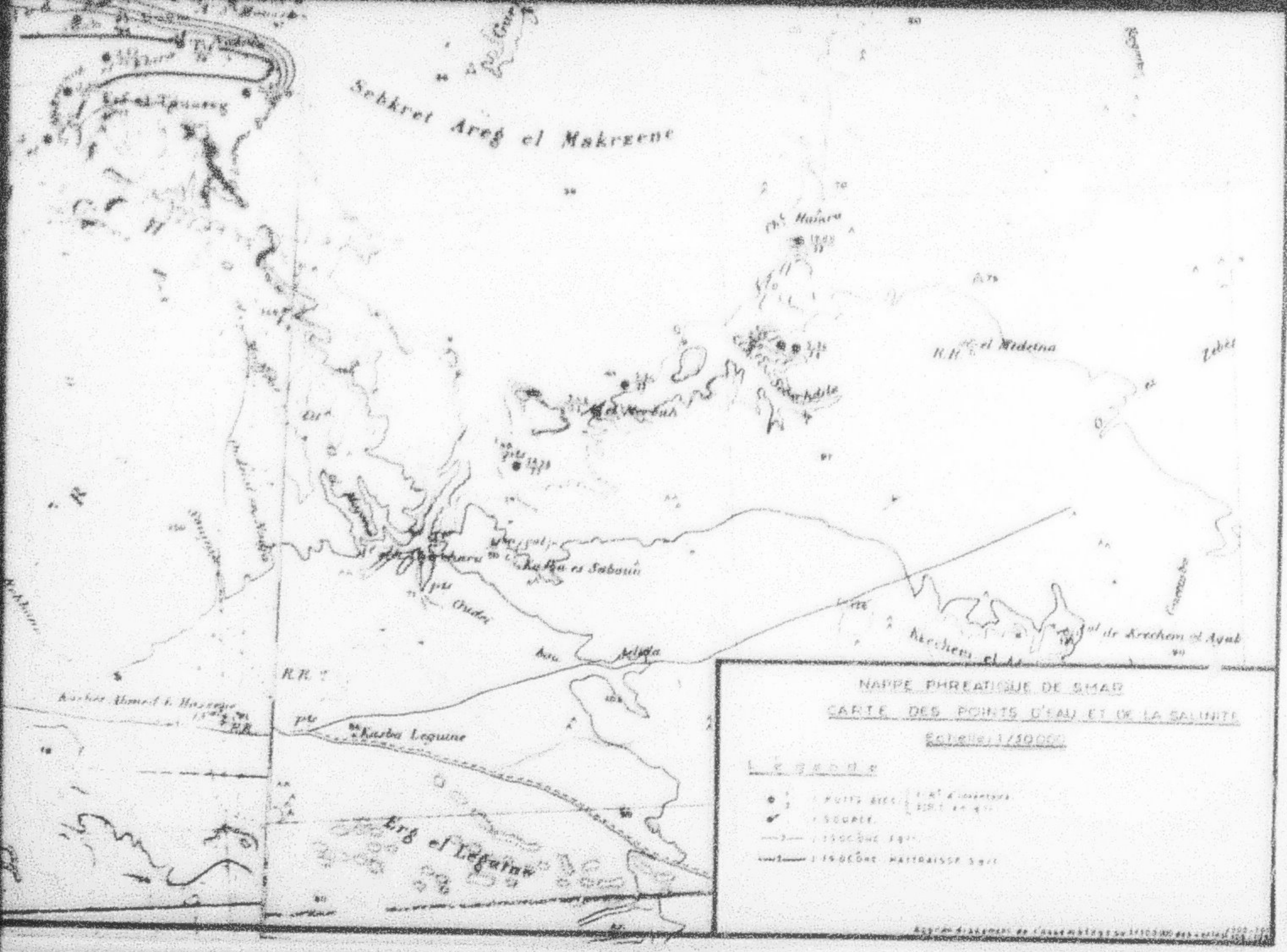


DESSINE PAR M. DRAN


El Medio
Mesra el Kerrhibe
Fezzi
Kirchiaga
Gebella
Arrach
Daburet el Tekarine


Dahret el Kaid
El Fouchi
Haouitet Bou Zeida
Haouitet el Behlia
Rass el Gdah
Dahret el Rhezal
Dahret el Fekarine
Garet el Kaïd
Rhezal
El Mechabed
Rass el Bahrama


Kirchiagu
Grand
Arabia


Sebkret Areg el Makreene
Haïrou
el Medena
Ouled
Kasba es Sabouïn
Kasba Legume
Erg el Legume
NAPPE PHREATIQUE DE SMAB
CARTE DES POINTS D'EAU ET DE LA SALINITE
LEGENDE

FIN

50

VUES