



MICROFICHE N°

06114

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

CNDH 6114

DIRECTION
DES RESSOURCES EN EAU

HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL
D'EL HOUDH

--:55:--

Juin 1984

H. HACHEMI

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION
DES RESSOURCES EN EAU

HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL
D'EL HOUDH

--151--

Juin 1984

H. HACHEMI

SOMMAIRE

- Préambule
- I - Données hydrologiques
 - 1 - Caractéristiques physiques du bassin
 - 2 - Pluviométrie
- II - Géologie
 - 1 - La formation Abiod
 - 2 - Les argiles d'El Maria
 - 3 - La formation Metlaoui
 - 4 - La formation Souar
 - 5 - Quaternaire
 - 6 - Description structurale du synclinal d'El Houth
- III - Hydrogéologie
 - 1 - Historique des travaux antérieurs
 - 2 - Orientations nouvelles
 - 3 - Hydrochimie
 - 4 - Calcul des ressources et proposition d'exploitation

PREAMBULE

La région d'El Houdh est située à environ 30 km (vol d'oiseau) au Sud de la ville du Kef. La ville de Tadjerouine est adossée à sa limite SW, par contre la ville de Djérissa est située au niveau de la partie méridionale de son flanc Sud-Est. Cette cuvette possède deux flancs d'inégale longueur le flanc NW a une longueur d'environ 14 kms, par contre le flanc Sud-Est s'étend sur environ 22 kms. Le Houdh est bien desservi par deux pistes importantes : l'une le traversant du NE au SW le reliant ainsi à la ville de Tadjerouine. Une autre bretelle le relie au village d'El Maskhia via Dahmani et Djérissa. Cette bretelle traverse le Houdh au niveau de Khanquet el Atach. Il faut noter que cette cuvette a un plongement axial du SW vers le NE. Dans cette étude on va définir le bassin versant de l'Oued Mellis dont la cuvette d'El Houdh fait partie ; on passe en revue les données climatiques ; la géologie et la structure de cette cuvette et on termine par l'hydrogéologie tout en essayant de calculer les ressources exploitables de cette cuvette.

I - DONNEES HYDROLOGIQUES

1 - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN

a) Réseau hydrographique

La cuvette d'El Houdh est drainée par l'Oued Lassoued, cet oued prend naissance au niveau de la limite SW de cette entité hydrologique. Ce cours d'eau à écoulement intermittent reçoit deux affluents sur sa rive droite : le premier au niveau de Khanquet el Atach ; le second au niveau de Koudiat Mellis. L'Oued Lassoued change de nom au niveau de la partie septentrionale de la cuvette pour devenir l'Oued Mellis. Il est particulièrement intéressant d'installer des stations de jaugeages sur cet oued pour pouvoir étudier la relation de la nappe de Bled Abida avec cet oued ; ces stations de jaugeages seront réparties comme suit :

- une station à l'entrée du système au pied de Koudiat Mellis-plus exactement sur la piste allant vers Khanquet el Atach et à 750 m au SW du forage SBA 10.
- une autre station au niveau de Khanquet el Atach.
- une station à la confluence Oued Mellis, Oued Lassoued au niveau de Sidi Abdel Atti. (Planche I).
- La dernière station serait située à la sortie du bassin au niveau de Oued el Kran.

.../...

b) Caractéristiques de forme

La forme du bassin versant de Oued Mellis est longiforme. L'indice représentatif de cette caractéristique est le coefficient de compacité de Gravelius ; il se traduit par la relation :

$$K_c = \frac{P}{2 (\pi A)^{0,5}} \approx 0,29 \frac{P}{A^{0,5}}$$

$$K_c = 0,29 \frac{87}{(241,8)^{0,5}} = 1,57$$

L'indice de compacité du bassin de l'Oued Mellis est aussi bien différent de celui d'un cercle que d'un carré car pour ces derniers il est égal respectivement à 1 et à 1,12.

c) Le relief

Le relief est caractérisé par la courbe hypsométrique du bassin. On obtient cette courbe en portant en ordonnées la surface du bassin pour laquelle chaque point est à une cote au moins égale à cette altitude. Les surfaces figurant en ordonnées sont calculées en pourcentage de la surface totale du bassin. En abscisse figurent les altitudes. (Fig. 1). Le tableau suivant résume la répartition hypsométrique.

Tableau 1 - Répartition hypsométrique

Altitude	S _i Km ²	P _i %	L _i km	B _i %	a _i - a _{i-1} km
> 575	241,00	100	37,00		
> 600	207,00	86	32,00	14,10	0,025
> 650	155,00	64,2	24,00	21,60	0,05
> 700	90,00	37,3	14,00	27,0	"
> 750	48,00	20,0	7,40	17,4	"
> 800	21,80	9,0	3,35	10,8	"
> 850	7,80	3,2	1,2	5,8	"
> 900	1,80	0,75	0,3	2,5	"
> 950	0,20	0,08	0,03	0,66	"
				0,08	"

.../...

La courbe hypsométrique revêt une importance capitale, car elle fournit des renseignements sur l'allure du relief. Dans le cas de la cuvette d'El Houdh on remarque que la proportion des surfaces élevées est moindre ; plus de la moitié de la surface est comprise entre 575 et 700 m d'altitude.

Cela explique donc la plaine d'El Houdh d'une part et de Bled Abida aussi. L'indice DS montre que le relief de ce bassin est assez fort.

2 - LE PLUVIOMETRIE

Il existe un seul poste pluviométrique à l'intérieur du bassin versant de l'Oued Mellis ; mais il existe plusieurs stations qui lui sont limitrophes (Tadjerouine, Djérissa, Ebba Ksour) on a sélectionné parmi ces trois dernières stations, celle de Dahmani car elle présente une longue série d'observation.

Tableau 2 - Stations pluviométriques

S T A T I O N S	COORDONNEES			Moyenne annuelle (mm)	Période d'observa- tion
	Latitude	Longitude	Altitude		
			(m)		
Ben Arar	40°05'00"	7°17'00"	686	423	1928-1983 ^a
Ebba Ksour Municipalite	39°53'60"	7°21'50"	622	459	1925-1979

^a Il faut préciser d'ores et déjà que les séries d'observations sont discontinues dans le temps (station Ben Arar).

Les graphiques de la figure N° 2 montrent les variations de la pluie annuelle des deux stations d'Ebba Ksour et de Ben Arar. On remarque la succession de pseudo-cycles qui à leur tour présentent des successions d'années déficitaires et des successions d'années abondantes.

Le régime pluviométrique étant caractérisé par une irrégularité aussi bien à l'échelle journalière que mensuelle et annuelle. Ainsi à la station de Ben Arar on a observé un maximum pluviométrique annuel de 706 mm (année 1938-1939), par contre l'année déficitaire a enregistré 238 mm (1944-1945) quant à la station de Dahmani l'année abondante a enregistré 910 mm (1971-1972) ; l'année déficitaire a enregistré 268 mm (1937-1938).

.../...

Il faut mentionner que la moyenne interannuelle de la station de Ben Arar est de 423 mm, quant à la station de Dahmani la moyenne s'élève à 459 mm.

La médiane aussi bien de Dahmani qu'à Ben Arar est inférieure à la moyenne, elle est respectivement de l'ordre de 443 mm, et de 404 mm (voir fig. 2).

2.1 - Régime pluviométrique :

La figure 3 représente la variation de la pluviométrie moyenne mensuelle de Dahmani et de Ben Arar. Aussi bien à Ben Arar qu'à Dahmani on remarque deux maximums correspondant pour Ben Arar aux mois de Décembre et Janvier et au mois d'Avril. Pour la station de Dahmani ces deux maximums correspondent aux mois d'Octobre, Mars et Avril.

Le régime pluviométrique est irrégulier, car les pluies durant le mois d'Août, l'automne et le début de l'été se manifestent sous forme d'averses orageuses très violentes, le plus souvent limitées dans le temps et l'espace. Durant l'hiver les précipitations sont sous forme de pluie fine et continue.

2.2 - La contribution saisonnière

D'après le graphique N° 4 on remarque aussi bien pour Ben Arar que Dahmani l'hiver et le printemps participent presque d'une façon équivalente au total pluviométrique annuel ; cependant il faut l'avouer l'écart entre la participation de l'hiver et du printemps est assez accentué pour la station de Ben Arar que celui de Dahmani.

II - GÉOLOGIE

La description lithostratigraphique de la structure d'El Rouch va porter sur les étages allant de l'Abiod, jusqu'au quaternaire.

1 - LA FORMATION ABIOD $C_b^9, C_a^9 - C_c^8, C_b^8$

Dans la région du Kef et du sillon tunisien en général, le campanien est représenté par la partie supérieure des argiles de l'Aleg et localement par les calcaires inférieurs de l'Abiod. La restriction comprend au moins la partie supérieure du membre inférieur, les marnes moyennes et la masse calcaire supérieure de l'Abiod et une partie des argiles de la formation El Maria.

Dans la topographie la formation Abiod est représentée par trois membres : deux ensembles carbonatés encadrant un terme médian marneux et marno-calcaire.

L'ensemble calcaire est formé par deux barres où le calcaire présente une pâte très fine, presque porcelaine, à cassure conchoïdale. Le plus souvent ce calcaire se présente en bancs décimétriques à métriques mais rarement massifs.

L'Abiod ceinture l'ossature du synclinal au niveau de ses deux flancs Nord-Ouest et Sud-Est. Toutefois il faut signaler quelques particularités :

Pour ce qui est des affleurements de l'Abiod au niveau du flanc Nord-Ouest, on remarque que l'affleurement s'interrompt au niveau de Kouliat El Arka (environ de Sidi Abdel Atti). Les calcaires du lutétien inférieur sont affaiblis aussi à cet endroit par une faille transversante par rapport à l'unité structurale d'El Houdh de direction NW-SE. Au niveau de la partie méridionale du flanc Nord Ouest, les affleurements de l'Abiod sont affectés par une faille transversale (décrochement), car les calcaires sont déplacés de 1,5 km de leur position normale.

Pour ce qui est du flanc Sud-Est l'affleurement de l'Abiod ne se superpose sous les calcaires du lutétien inférieur qu'à peu près sur le tiers méridional. Au niveau de Oum el Kébil l'Abiod est affecté par le même décrochement qui a été décrit précédemment mais contrairement au cas du flanc Nord-Ouest ; les calcaires se sont complètement enfouis sous la couverture quaternaire de la partie nord de la plaine de Kalaat Khasba. Au niveau de Kouliat Es Saïd et Kouliat Kacha les calcaires se fléchissent vers l'Est pour former la fermeture péri-anticlinale Nord-Est du brachyan-ticlinel du Djérid et le flanc Ouest du synclinal perché du Sra Quartane.

2 - LES ARGILES D'EL HARIA C_{IV}^9

Cette unité lithologique peu résistante à l'érosion, forme les deux vallées ou gouttières au niveau des deux flancs du synclinal d'El Houdh. Cette dépression créée dans la topographie au niveau des marnes de transition par l'érosion est encadrée par les deux masses calcaires de l'Abiod et du Metlaoui. Cette formation est représentée par un ensemble d'argiles et parfois de marnes de couleur sombre : noires, gris foncé ou brunes, généralement fissiles avec souvent quelques minces intercalations calcaires à la partie médiane. L'épaisseur des argiles décroît des environs du Kef où elles atteignent 705 m (bassin marin du sillon tunisien), dans la région d'El Houdh l'épaisseur est réduite à 245 m. Au niveau du plateau de Thala les argiles d'El Haria sont représentées par une cinquantaine de mètres.

3 - LA FORMATION METLAOUI ^e I-III

Cette formation est très répandue dans la région du Kef. Elle constitue les belles structures tabulaires de Byr el Kef, El Houdh, Djebel Kiba, plateau du Bra Quartane, Table de Jugurtha. Il faut préciser que généralement il existe à la base de ces formations une épaisse séquence phosphatée (exploitée actuellement à Kalait Khashe).

Les calcaires de la formation Metlaoui comprenant du calcaire massif cristallin au sommet constitué essentiellement par des Rudolites : par dessous se trouve des intercalations de calcaires beiges à blanchâtres argileux, et de marnes jaunâtres. A la base se trouve des alternances de marnes phosphatées de phosphates et de calcaires argileux phosphaté.

Ces calcaires massifs subcristallin forment la fermeture périnynclinale SW du synclinal de l'Oued Lascoué et son ossature. Ils sont affectés par des failles transversales ayant des directions qui varient du NW-SE à WNW-ESE allant même à W-E. On mentionne aussi l'existence de quelques failles longitudinales de direction NE-SW.

Il faut préciser aussi que le flanc NW est effondré au niveau de Sidi Abdel Atti, alors que les calcaires du flanc Sud-Est s'étendent plus loin et disparaissent au niveau de Koudiat Saria. L'épaisseur de cette série dépasse 60 m.

4 - FORMATION SOUAR ^e I

Le cœur du synclinal d'El Houdh est rempli par des dépôts correspondant à la formation Souar, mal exposés et recouverts par des éboulis ou des sols récents souvent encroûtés.

D'après P. SAINFELD cette série est très épaisse et atteint 480 m. La coupe type et dégagée a été décrite au niveau du Fedj Ali Ben Salem. Elle est constituée par des alternances de grès, argiles marnes et lamachelles.

Burrolet attribue le sommet de cette série à l'oligocène car divers puits de surface ont recoupé partiellement ce niveau gréseux.

5 - QUATERNAIRE

La dépression d'El Houdh est recouverte par des formations meubles constituées essentiellement par des galets, graviers, argiles et sables, ces dépôts de piémont constituant l'aquifère de Bled Abida dans sa partie méridionale.

.../...

Dans la topographie la formation Abiod est représentée par trois membres : deux ensembles carbonatés encadrant un terme médian marneux et marno-calcaire.

L'ensemble calcaire est formé par deux barres où le calcaire présente une pâte très fine, presque porcelaine, à cassure conchoïdale. Le plus souvent ce calcaire se présente en bancs décimétriques à métriques mais rarement massif.

L'Abiod ceinture l'ossature du synclinal au niveau de ses deux flancs Nord-Ouest et Sud-Est. Toutefois il faut signaler quelques particularités :

Pour ce qui est des affleurements de l'Abiod au niveau du flanc Nord-Ouest, on remarque que l'affleurement s'interrompt au niveau de Koudiat El Arka (environ de Sidi Abdel Atti). Les calcaires du lutétien inférieur sont affaissés aussi à cet endroit par une faille transversante par rapport à l'unité structurale d'El Houdh de direction NW-SE. Au niveau de la partie méridionale du flanc Nord Ouest, les affleurements de l'Abiod sont affectés par une faille transversale (décrochement), car les calcaires sont déplacés de 1,5 km de leur position normale.

Pour ce qui est du flanc Sud-Est l'affleurement de l'Abiod ne se superpose sous les calcaires du lutétien inférieur qu'à peu près sur le tiers méridional. Au niveau de Oum el Kébil l'Abiod est affecté par le même décrochement qui a été décrit précédemment mais contrairement au cas du flanc Nord-Ouest ; les calcaires se sont complètement enfouis sous la couverture quaternaire de la partie nord de la plaine de Kalaât Khasba. Au niveau de Koudiat Es Safd et Koudiat Raghâ les calcaires se fléchissent vers l'Est pour former la fermeture péri-anticlinale Nord-Est du brachyan-ticlinel du Djérissa et le flanc Ouest du synclinal perché du Sra Quartane.

2 - LES ARGILES D'EL HARIA $\circ_{IV} - C_C^9$

Cette unité lithologique peu résistante à l'érosion, forme les deux vallées ou gouttières au niveau des deux flancs du synclinal d'El Houdh. Cette dépression créée dans la topographie au niveau des marnes de transition par l'érosion est encadrée par les deux masses calcaires de l'Abiod et du Metlaoui. Cette formation est représentée par un ensemble d'argiles et parfois de marnes de couleur sombre : noires, gris foncé ou brunes, généralement fissiles avec souvent quelques minces intercalations calcaires à la partie médiane. L'épaisseur des argiles décroît des environs du Kef où elles atteignent 705 m (bassin marin du sillon tunisien), dans la région d'El Houdh l'épaisseur est réduite à 245 m. Au niveau du plateau de Thala les argiles d'El Haria sont représentées par une cinquantaine de mètres.

3 - LA FORMATION METLAOUI ^e_{1-III}

Cette formation est très répandue dans la région du Kef. Elle constitue les belles structures tabulaires de Byr el Kef, El Houdh, Djebel Elba, plateau du Sra Quartane, Table de Jugurtha. Il faut préciser que généralement il existe à la base de ces formations une épaisse séquence phosphatée (exploitée actuellement à Kalaat Khasba).

Les calcaires de la formation Metlaoui comprennent du calcaire massif cristallin au sommet constitué essentiellement par des Mammulites ; par dessous se trouve des intercalations de calcaires beiges à blanchâtres argileux, et de marnes jaunâtres. A la base se trouve des alternances de marnes phosphatées de phosphates et de calcaires argileux phosphaté.

Ces calcaires massifs subcristallin forment la fermeture périnynclinale SW du synclinal de l'Oued Lassoed et son ossature. Ils sont affectés par des failles transversales ayant des directions qui varient du NW-SE à WNW-ESE allant même à W-E. On mentionne aussi l'existence de quelques failles longitudinales de direction NE-SW.

Il faut préciser aussi que le flanc NW est effondré au niveau de Sidi Abdel Atti, alors que les calcaires du flanc Sud-Est s'étendent plus loin et disparaissent au niveau de Koudiat Saria. L'épaisseur de cette série dépasse 80 m.

4 - FORMATION SOUAR ^e₁

Le cœur du synclinal d'El Houdh est rempli par des dépôts correspondant à la formation Souar, mal exposés et recouverts par des éboulis ou des sols récents souvent encroûtés.

D'après P. SAINTELD cette série est très épaisse et atteint 480 m. La coupe type et dégagée a été décrite au niveau du Fedj Ali Ben Salem. Elle est constituée par des alternances de grès, argiles marnes et lamachelles.

Burrolet attribue le sommet de cette série à l'oligocène car divers puits de surface ont recoupé partiellement ce niveau gréseux.

5 - QUATERNAIRE

La dépression d'El Houdh est recouverte par des formations meubles constituées essentiellement par des galets, graviers, argiles et sables, ces dépôts de piésoent constituent l'aquifère de Bled Abida dans sa partie méridionale.

.../...

6 - DESCRIPTION STRUCTURALE DU SYNCLINAL D'EL HOUDH

Le Houdh comme son nom l'indique est une cuvette synclinale de direction atlasique. L'ossature de ce synclinal est formée par les calcaires subcristallins de l'yprésien. Au SW on remarque une partie de sa fermeture périclinale; le reste est effondré sous la plaine (partie Nord de la plaine) de Kalaat Khasba. Ainsi que la formation Abiod du flanc Sud-Est. Il faut signaler aussi que cette structure est affectée par des failles et des fractures ayant des directions variant de E-W au NW-SE. On note aussi que le synclinal est légèrement dissymétrique (pendage du flanc Nord-Ouest assez accusé par rapport à celui du flanc Sud-Est). On pense aussi que le synclinal de Kef Rgueb n'est qu'une partie de ce synclinal. Il faut préciser que le synclinal de Kef Rgueb est situé sur le prolongement d'El Houdh à une vingtaine de kilomètres au Nord-Est. Certains auteurs pensent que le synclinal d'El Houdh fait partie d'une structure synclinale très étendue ; car elle débute au Dj. Kouif (au Sud de Kalaat Sinan jusqu'au Ain Tounga au NE). D'après cette description structurale sommaire le synclinal d'El Houdh est bien délimité. En effet comme le montrent les coupes I et II de la figure 5, les conditions aux limites de l'aquifère sont bien définies. Toutefois il faut signaler l'aspect tabulaire de la fermeture périclinale SW, par contre la coupe II montre que les calcaires sont beaucoup plus ployés donc favorables au stockage. Il est vraisemblable aussi qu'au niveau de la partie septentrionale du flanc Sud-Est du synclinal d'El Houdh, les calcaires sont en position normale sous la couverture quaternaire et l'épais épisode du lutétien supérieur et probablement la base de l'oligocène. (Il faut rappeler que cette formation atteint 480 m d'épaisseur d'après P. SAINFELD). Cette hypothèse nous a été inspirée d'après la coupe II de la figure 5 et l'épaisseur de la formation Souar ; car il est démontré d'après les coupes des forages SBA 4 et SBA 5 et les piézomètres proches de Oued Mellis que la formation Souar recouvre les calcaires de l'yprésien sous le remplissage du quaternaire.

III - HYDROGEOLOGIE

1 - HISTORIQUE DES TRAVAUX ANTERIEURS

Depuis l'année 1962 une campagne a été lancée pour l'exécution de piézomètres dans la plaine de Bled Abida. La plupart des piézomètres ont des profondeurs variant entre 30 et 50 mètres. Cette profondeur de reconnaissance n'a pas été suffisante pour recouper la totalité de la

couverture quaternaire. On note uniquement trois piézomètres dont les numéros I.R.H 3074/3, 3075/3 et 3919/3 (ayant des profondeurs de l'ordre d'une centaine de mètres) qui ont recoupé le toit du substratum : il s'agit des alternances de calcaires et marnes de la formation Souar (voir planche : 1).

A la suite de cette campagne d'exécution de piézomètres la réalisation d'une prospection géophysique par sondages électriques des sondages d'exploitation ont été réalisés (SBA 2 - SBA 3 et SBA 4) voir planche 1 ainsi que le tableau et log des sondages en annexe. L'objectif du premier forage réalisé SBA 2 était de recouper les calcaires nummulitiques qui affleurent sous l'aspect d'une structure monoclinale plongeant vers la plaine et forment ainsi sa limite Est. Ce forage a recoupé 120 m de quaternaire (remplissage, argiles, limons, sables) puis 50 m de lutétien supérieur qui est représenté par des argiles et de calcaires gréseux. L'objectif présumé au départ n'a pas été atteint. Une autre implantation a été choisie pour atteindre les calcaires nummulitiques en profondeur mais malheureusement la reconnaissance du SBA 3 a été poussée jusqu'à 338 m et l'objectif n'a pas été touché. A la suite de ces résultats on a pensé que ces calcaires sont affectés par une faille qui les fait affaïsser sous la plaine ou bien qu'ils sont laminés par une flexure. N'ayant pas atteint les calcaires on a donc orienté les recherches pour le captage de la nappe semi-profonde renfermée dans les formations de piémont : c'est le cas du forage SBA 4 (capte les marno-calcaires du lutétien supérieur ; la formation sous-jacente n'a pas été intéressante).

Enfin le forage SBA 5 qui capte les deux formations : formations du quaternaire et du lutétien supérieur.

Vers la fin de l'année 1980 une implantation d'un forage profond au niveau de Koudiat Mellis a été réalisée. A la cote 332 m le carottage électrique a mis en évidence un résistant qu'on a attribué à ces calcaires. Un incident technique a interrompu la poursuite des travaux. Ce forage a été remplacé par le forage Houdh II implanté et contrôlé par les responsables de la SONED. Au niveau du Houdh II seule la nappe du piémont a été captée. Il faut signaler qu'au cours des essais de pompage sur ce forage : une interférence hydrodynamique a été créée avec un puits de surface voisin à la suite de laquelle ce dernier a été asséché.

.../...

2 - ORIENTATIONS NOUVELLES

Suite à une note concernant l'alimentation en eau potable de la localité de Iidfaia (KACHEMI M. Juillet 1980) on a exécuté le forage SBA 6. Quant à son implantation on a adopté une nouvelle stratégie qui consiste à attaquer les calcaires à l'affleurement. Appliquant cette nouvelle procédure d'implantation on a eu des résultats satisfaisants pour le forage SBA 6.

Devant ce résultat concluant la SO.N.E.D.E nous a demandé d'arrêter un programme d'une batterie de forages dans cette structure d'El Boudh pour l'alimentation en eau potable de la ville d'El Kaf. A cet effet un programme leur a été proposé (KACHEMI, A. 1981) ; ce programme comport deux variantes :

- des propositions de forages pour le captage de la nappe semi-profonde renfermée dans les éboulis de pente.
- des propositions envisageant des forages implantés directement sur les affleurements du calcaire nummulitique.

Après examen de ces propositions la SO.N.E.D.E a opté pour la deuxième variante.

La campagne d'exécution des forages pour le compte de la SONEDÉ a débuté depuis Mars 1982 avec la sondeuse Failing 2500 N° 6 ; cette machine a réalisé uniquement le forage SBA 7. Puis le programme fut interrompu et la campagne a été poursuivie depuis le mois d'Avril 1983 jusqu'au début Décembre 1983 ; au cours de cette deuxième période le SBA 8, SBA 9, SBA 10 furent réalisés avec la machine RB 40 ; cette deuxième machine a été acquise spécialement pour les travaux dans les calcaires utilisant le procédé air lift pour l'évacuation des cuttings conjointement avec la mousse au lieu de la boue. Ce procédé permet de forer même sous des pertes de boue totale.

1 - HYDROCHIMIE

La représentation graphique des analyses chimiques des forages SBA 6, SBA 7, SBA 8, SBA 9 et SBA 10 selon le diagramme semi-logarithmique montre quelques particularités (voir fig. 6).

En effet les forages SBA 7, SBA 8 montrent un faciès bicarbonaté calcique, faciès classique des aquifères en milieu carbonaté. Par contre les deux forages SBA 6 et SBA 9 montrent un faciès impropre au milieu carbonaté, il s'agit d'une nature chlorurée sodique. Ce faciès est familier pour les milieux poreux où prédomine de l'argile dans la nature lithologique de l'aquifère. Le forage SBA 10 montre aussi un faciès curieux il s'agit du faciès sulfaté sodique.

Pour nous, comme il s'agit d'un même aquifère ayant une nature carbonatée on n'admet donc pas ces faciès curieux rencontrés aux niveaux des forages SBA 6, SBA 9 et SBA 10. On ne peut attribuer ce changement de nature de l'eau au phénomène de drainance, car le pompage n'a pas été assez long pour qu'il s'y produise, ainsi que le recouvrement sur les calcaires au droit des forages est insignifiante, le plus souvent inexistante.

Ce phénomène mis en relief au moyen des analyses de l'eau doit être observé soigneusement au cours de l'exploitation, des analyses régulières doivent être effectuées pour nous permettre de mieux comprendre l'évolution ou la stabilité de l'hydrochimie de cette nappe.

4 - CALCUL DES RESSOURCES ET PROPOSITIONS D'EXPLOITATIONS

4.1 - Relevé du champ de fractures de la structure d'El Houdh

Au moyen de clichés aériens au 1/25.000 on a tracé le champ de fractures affectant les calcaires nummulitiques du synclinal d'El Houdh. Il faut préciser que ces calcaires s'y prêtent bien à cette technique car ils affleurent sur de grandes étendues. Malheureusement ce cliché n'a pas été interprété jusqu'alors car on ne possède pas l'outil de dépouillement "le banc optique". On a aussi sélectionné quelques stations pour des mesures de terrain "microtectonique". Les résultats trouvés au niveau de Koudiat Saria montrent : au niveau des forages SBA 7 et SBA 8 on a relevé dans ce moroclinal des indices d'écoulement fossiles qui se manifestent sous forme de conduits karstifiés on a effectué une mesure sur une partie d'un conduit qui a 1,90 m de diamètre 2 m de longueur. La direction générale des fractures est NW. Il faut noter aussi la présence d'une petite grotte pénétrable ayant 4 m de diamètre, 2 m de hauteur et 6 m de longueur. Cette grotte se trouve actuellement dans une position perchée en contre pendage de la dalle calcaire du lutétien inférieur. D'une façon générale il faut signaler le développement très important du Lapiatz de ce calcaire fortement fracturé et fissuré.

4.2 - Calcul des ressources renouvelables

Vu la répartition spatiale des forages (situés presque sur une ligne droite et sont aussi localisés au niveau du flanc Sud-Est du synclinal), le tracé d'une carte piézométrique s'avère très difficile pour le moment.

Toutefois on peut avancer quelques idées sur son écoulement, étant donné que cette nappe est alimentée à partir des affleurements calcaires limitant la plaine d'El Houdh les courbes isopiézométriques devraient être parallèles aux reliefs formant l'ossature du synclinal, quant à la nappe au niveau de l'axe de la plaine on pense que sa piézométrie aurait une configuration cylindrique car la nappe est en charge.

L'écoulement général de la nappe est du SW vers le NE car l'abaissement axial du synclinal renfermant cette nappe a une direction atlasique. On pense aussi que malgré le morcellement des affleurements calcaires du lutétien à tel point qu'ils sont compartimentés en lambeaux ces derniers communiquent entre eux sous la couverture quaternaire et du lutétien supérieur.

Il faut préciser aussi que cette structure d'El Houdh ne présente pas d'exutoires sous forme de sources qui permettraient l'étude de son mode de vidange et d'avoir une idée sur ces réserves.

L'approche qu'on a utilisé dans ce cas : c'est le calcul des ressources à partir du module pluviométrique inter-annuel, la surface d'alimentation de l'aquifère moyennant un coefficient d'infiltration efficace à travers ces calcaires de l'yprésien.

Il est admis actuellement que le coefficient d'infiltration varie aussi bien à l'échelle de l'averse de la saison et à l'échelle annuelle. Ce coefficient a été déterminé dans une structure voisine à El Houdh : le plateau du Sra Quartane.

Les conclusions de cette étude ont permis de montrer que ce coefficient varie entre 15 et 50 % à l'échelle annuelle. Pour le cas d'El Houdh on prend deux valeurs pour l'infiltration efficace. Une valeur minimale de 25 % et une valeur optimiste de 50 %.

+ Ressources renouvelables pour I = 25 %

L'impluvium de l'aquifère a été estimé à 19 km² ; le module pluviométrique interannuel est de 423 mm, le volume annuel est de l'ordre :

$$\begin{aligned} V &= 19.10^6 \times 423.10^{-3} \times 25.10^{-2} \\ &= 2.10^6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Cela équivaut à peu près à 63 l/s en fictif continu.

+ Ressources renouvelables pour I = 50 %

Il suffit de multiplier le résultat précédent par le facteur deux = les ressources seront donc de l'ordre de 4.10⁶ m³ soit un débit fictif continu de 126 l/s.

4.3 - Propositions d'exploitations :

L'exploitation rationnelle et optimale de cette structure est évaluée à 90 l/s en fictif continu. Les débits d'exploitation seront répartis sur les forages suivant, en distinguant les débits de pompages instantanés d'une part, et les débits fictif continu correspondant d'autre part, sur la base d'un pompage de 12H/24H durant toute l'année.

Forage	N° IRH	Débit instantané (l/s)	Débit f.c 12H/24 l/s
SBA 6	6340/3	40	20
SBA 7	6347/3	70	35
SBA 8	6391/3	30	15
SBA 9	6392/3	10	5
SBA 10	6393/3	30	15
TOTAL			90

On a proposé ce chiffre de 90 l/s, car la structure se prête pour une exploitation supérieure à 63 l/s par sa configuration structurale, en effet ce type de structure permet un stockage important contrairement aux structures perchées qui ne permettent aucun emmagasinement.

Une exploitation supplémentaire pourrait être envisagée mais à condition de s'assurer au préalable de l'extension de la roche réservoir sous la couverture quaternaire surtout au droit du piézomètre 3075/3 (voir planche 1). On pourrait alors augmenter cette exploitation à la valeur de 110 à 120 l/s et ceci après avoir au moins réalisé un forage profond au droit du piézomètre cité ci-dessus.

A ce moment les débits d'exploitations des forages se présenteraient comme suit sur la base des mêmes débits instantanés mais avec des temps de pompage de 18H/24 durant toute l'année :

FORAGE	N° IRH	Q instantané l/s	Q f.c 18H/24 l/s
SBA 6	6340/3	40	27
SBA 7	6347/3	70	47
SBA 8	6391/3	30	20
SBA 9	6392/3	10	7
SBA 10	6393/3	30	20
TOTAL			121

Autres propositions

Au niveau de Fedj Ali Ben Salem affleurent le lutetien supérieur et la base de l'oligocène. Le niveau du lutetien supérieur est capté par le forage SKA 2 et a donné des résultats intéressants. Il serait donc avantageux de poursuivre cette reconnaissance à cet endroit d'autant plus qu'on a un autre niveau gréseux prometteur.

II. KACHEMI

BIBLIOGRAPHIE

Burollet P.F (1956)

- Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie Centrale.

Hachemi H. (1982)

- Contribution à l'étude hydrogéologique du plateau du Sra
Quartane.

Zébidj H. (1971)

- Plaine de Bled Abida : Etude hydrogéologique préliminaire.

TABLEAU III : CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE BLED ABIDA

R : Réception
LD : Longueur

Nom du forage	N° BIRM	Profond. (m)	Date d'exécution	Tubage	Aquitère		M.P.		Q		R		R.S		Programme		OBSERVATIONS
					Profondeur (m)	Nature	m	l/s	m	g/l	Q (m³)	R (m)	exploité	inspecté			
S.B.A 2	4440/3	170m	Mai 66	0 - 10,50 Tube guide 23"	10 A 20	Sable											
				0 - 65 Tubage 18"	45 A 52	-	+2,54	23	R		51,00	1,020	17	21		-40	
				0 - 12550 - 13"3/8													
				Le reste en trou 11bre	131 A 156	Calcaire gréseux						0,66					
S.B.A 3	4794/3	338m	Oct. 68	0-59 tubage 9"5/3	60 A 68	Calet											
				59-60 Raccord red.													
				60-68 crépine 9"		calcaire	-2,00	20	1/s		24,70	0,9	20	25		-40	
				68-72 T.P 8"	72 A 92	galets											
				72-92 Crépine 8"													
S.B.A 4	5224/3	202m	Juin 70	+0,76-165,4 T.2 9" 5/8		Marno-calcaire	+0,76	5,0	R		33,52	0,6					
				165,4-202 Trou 11bre 15"													
S.B.A 5	5708/3	200m	Nov. 75	+0,25-60 TP 9"5/8	60 A 70	Altern. gal-grav Argille	1,87	8,2	LD		61,88	1,236	7,0	50		-60	
				60-70 TL													
				70-95 TP													
				95-112 TL	95 A 112												
				112-175 TP													
				175-193 TL													
				193-199 TD	175 A 193	Calcaire											
S.B.A 6	6340/3	53m	JAN 81	+0,50-39,30TP13"3/8								1,056					
				39,80-53,00 Trou 11bre 12" 1/4		Calcaire	-28	43,3	R		2,81	0,986	40	3,00		-39	
S.B.A 7	6374/3	41m	Mai 82	+0,5 - 9,5 13"3/8													
				9,5 - 41 trou 11bre en 15"		Calcaire	14,5	70					20			35	
S.B.A 8	6391/3	154m	Oct. 83	+0,5048m TP13"3/8													
				8,00490 TT.11b.15"		Calcaire	-49,4	88,4	R		1,70		50	1,00		-60	
				90 A 125 - 12"1/4													

————— Histogramme des pluies annuelles d'Ebba Kéour
 - - - - - Histogramme des pluies annuelles de ben Arvor

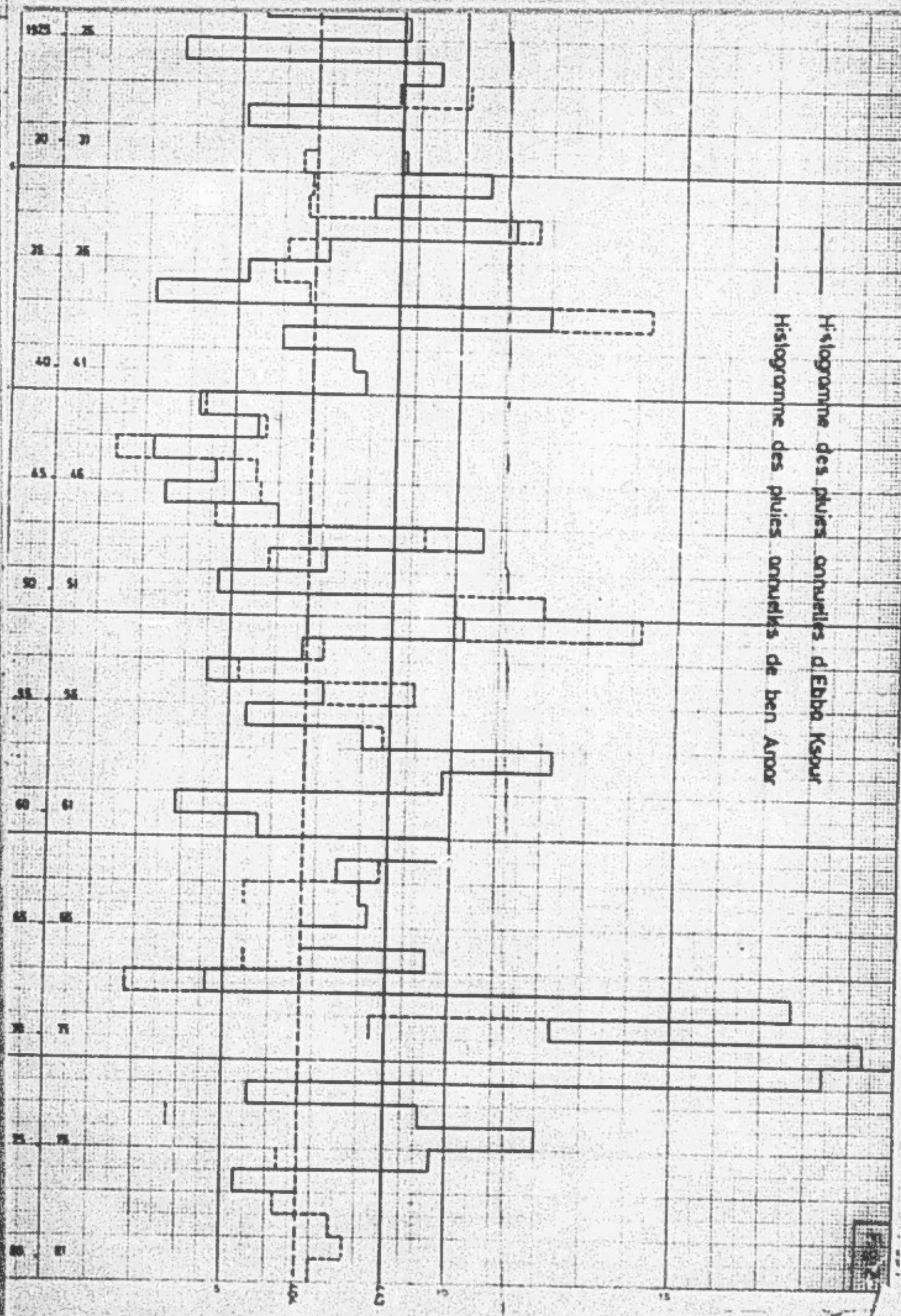


Fig:3

P(mm)

30

20

S O N D J F M A M J J A

mois

PLUIE MOYENNE MENSUELLE

Dahmani municipalité

Station ben Amar

Fig. 4

F. 5000

150

100

50

Alger

Paris

Princeton

Chi

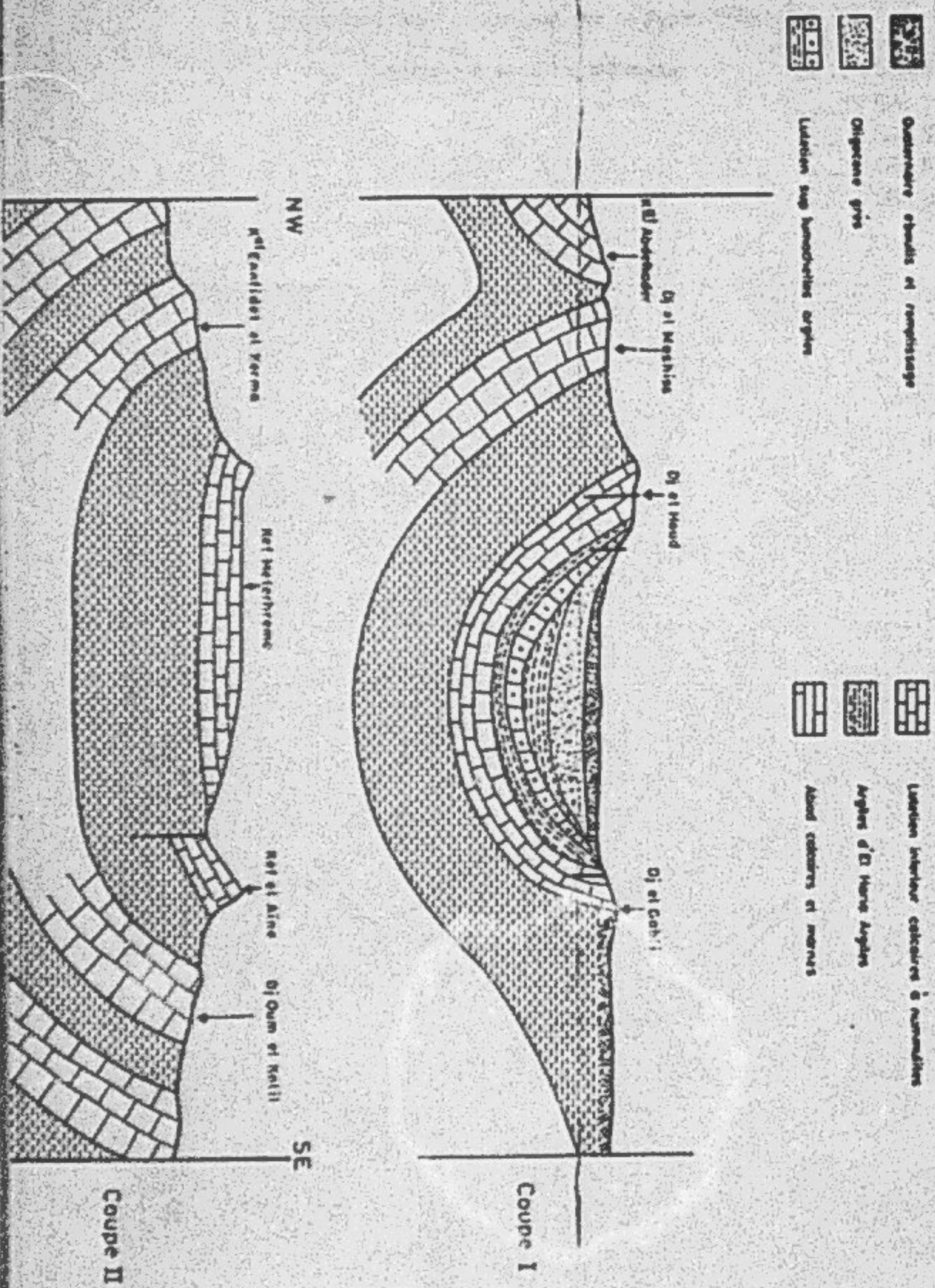
Salem

PLUIE MOYENNE SAISONNIERE

Dahmani

Ben. Arce

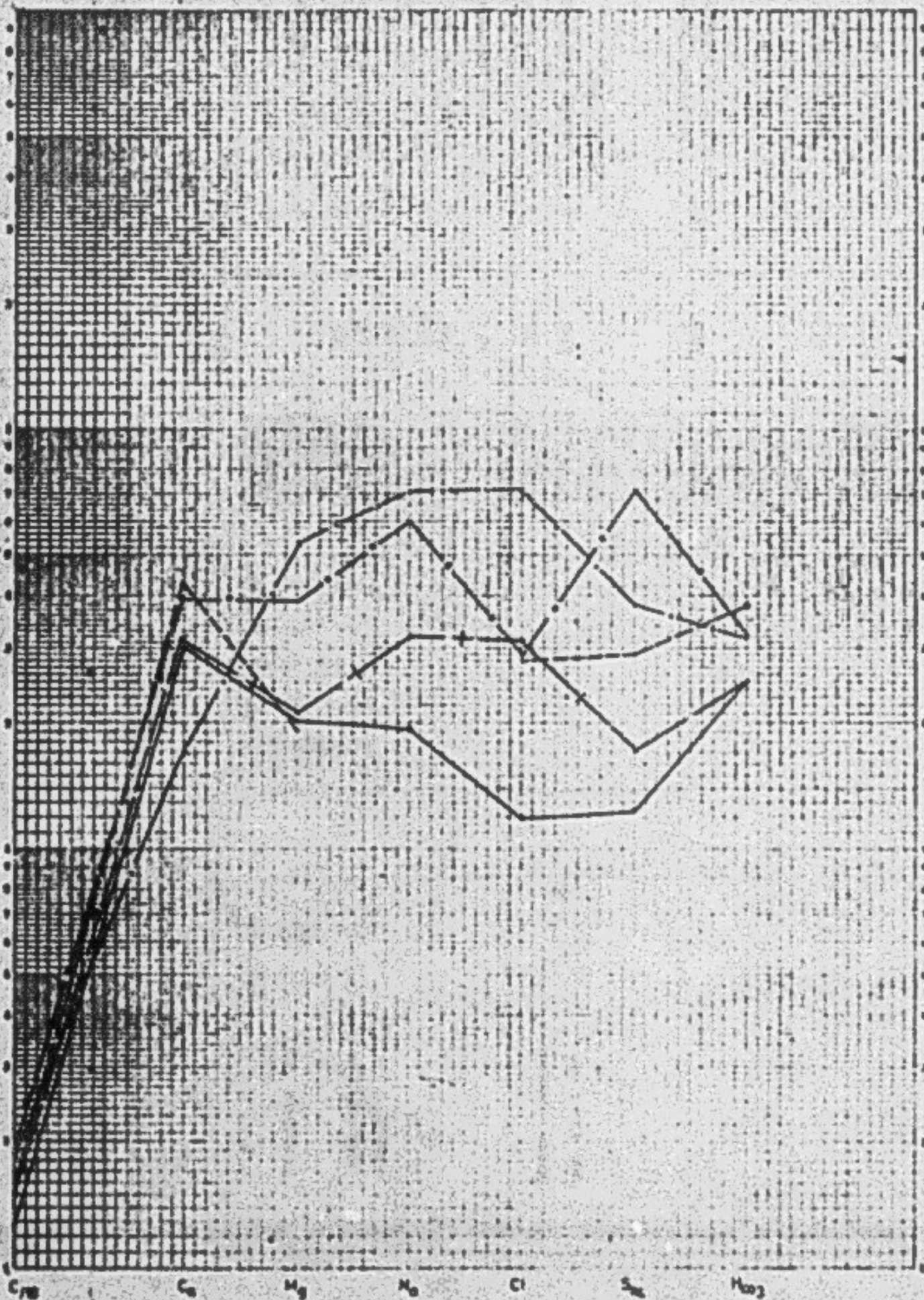
COUPES SERIEES A TRAVERS LE SYNCLINAL D'EL HOUDH



Representation graphique des analyses chimiques

Diagramme semi-logarithmique

- SBA 6
- - - SBA 7
- SBA 8
- + — SBA 9
- — SBA 10



FORAGE No. 2 DE BLED ABIDA PROJET DES 50 FORAGES

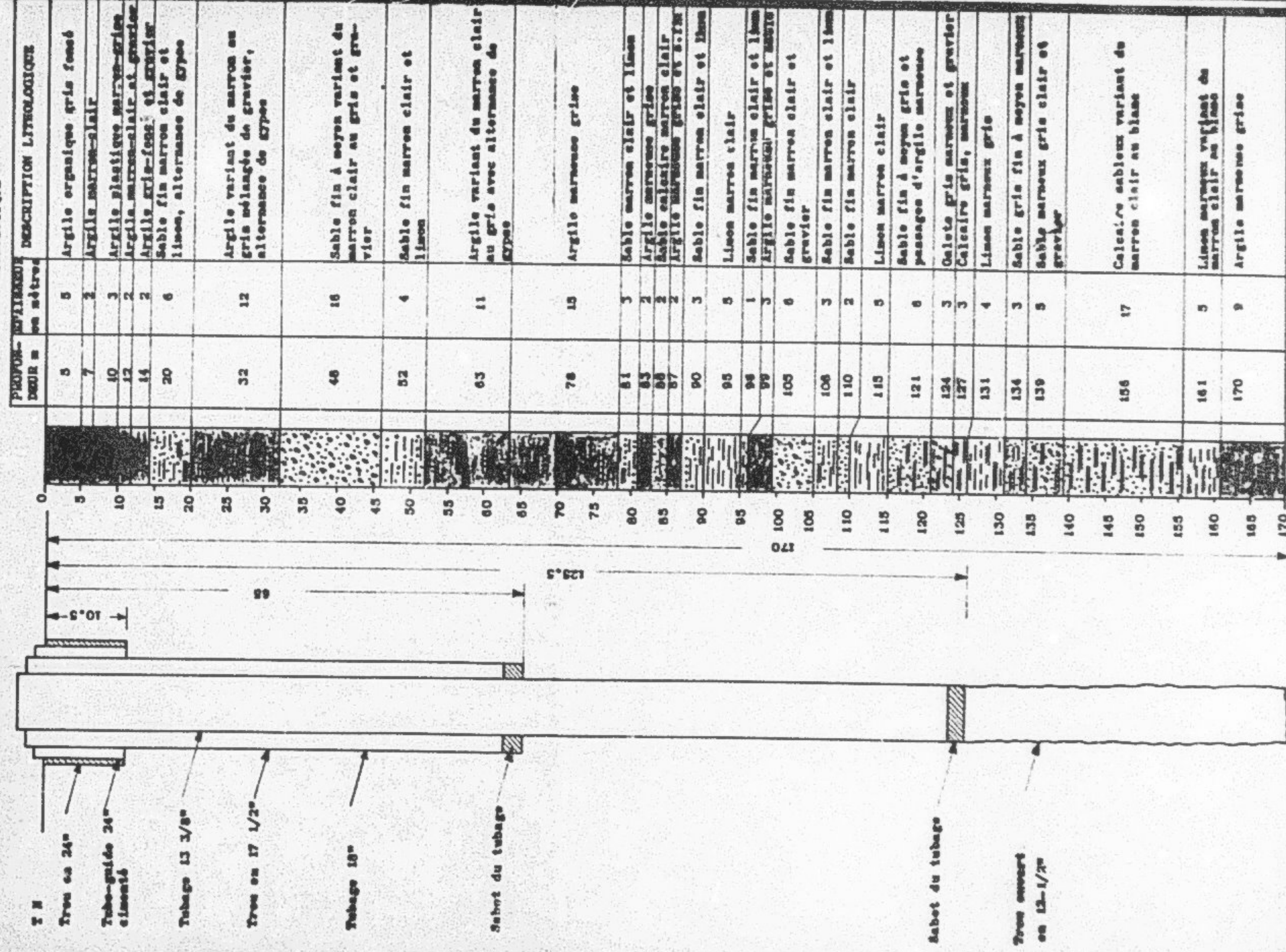
Statisme Utilisés: Broyeur Eris 36L
Profondeur Totale: 170 mètres

Coordonnées: X = 70 13' 30"
Y = 403 00' 30"

Perage achevé le: 10 Juillet 1966
Niveau Statique: 2.54 m.

SCHEMA DE CONSTRUCTION

COUPE LITHOLOGIQUE



REPUBLIQUE TUNISIENNE
S. S. E. AGRICULTURE
D. R. HYDRAULIQUES
S. S. SONDAGES

SONDAGE DE BLED ABIDA
N° BIRH 4794/3

coordonnées X 39° 99' 00"
Y 7° 14' 00"
Z

Commencé le 24.8.68
Terminé le 15.9.68

SRA J

Nature des Terrains	Épaisseur des couches	cote au terrain	Etat du forage	OBSERVATIONS
D'ARGILE	57			Cimentation = 1,10 - 10 m
COUCHES DIFFERENTES				Forage en 13" 1/4
				Tubage 2" 5/8
21 Calcaire tuffeux arileux	57			58,83 60,16
60 Arzile jaunâtre	68			crénine No 14 en 8" 68,12 tube n° 12
20 Calcaire blanc	74			Gravier = 6 m ³
Arzile jaunâtre 60	81			Crénine No 14
Calcaire jaunâtre 20	82			
21 Calcaire gris varneux	86			92,10
	97			97 m fin de Reconnaissance

Les foras de débit ont été effectués le 14.15.9.68

Pompe layne 53 immergée à - 48,42 m
Prise d'Air - 47,40
N. Statique - 1,50
Débit

1er palier 20,5 l/s pour 20,50 m de hauteur
2e palier 27 l/s pour 19,01 m de hauteur
3e palier 36 l/s pour 16,00 m de hauteur

Ca	Mg	Na	Cl	SO4	CO3	NO3	SiO2	Fe
92	146	137	213	246	106	900	8,2	14



Bureau de l'Inventaire
et des Recherches Hydrologiques

N° 1

SONDAGE : SBA.4.....

N° L.R.H. 522473.....

SITUATION

LATITUDE : 39° 38' 35"

LONGITUDE : 7° 10' 02"

ALTITUDE : 598 m

CARTE : N° 31 AU

TRAVAUX

APPAREIL :

DÉBUT DE FORAGE :

FIN DE FORAGE :

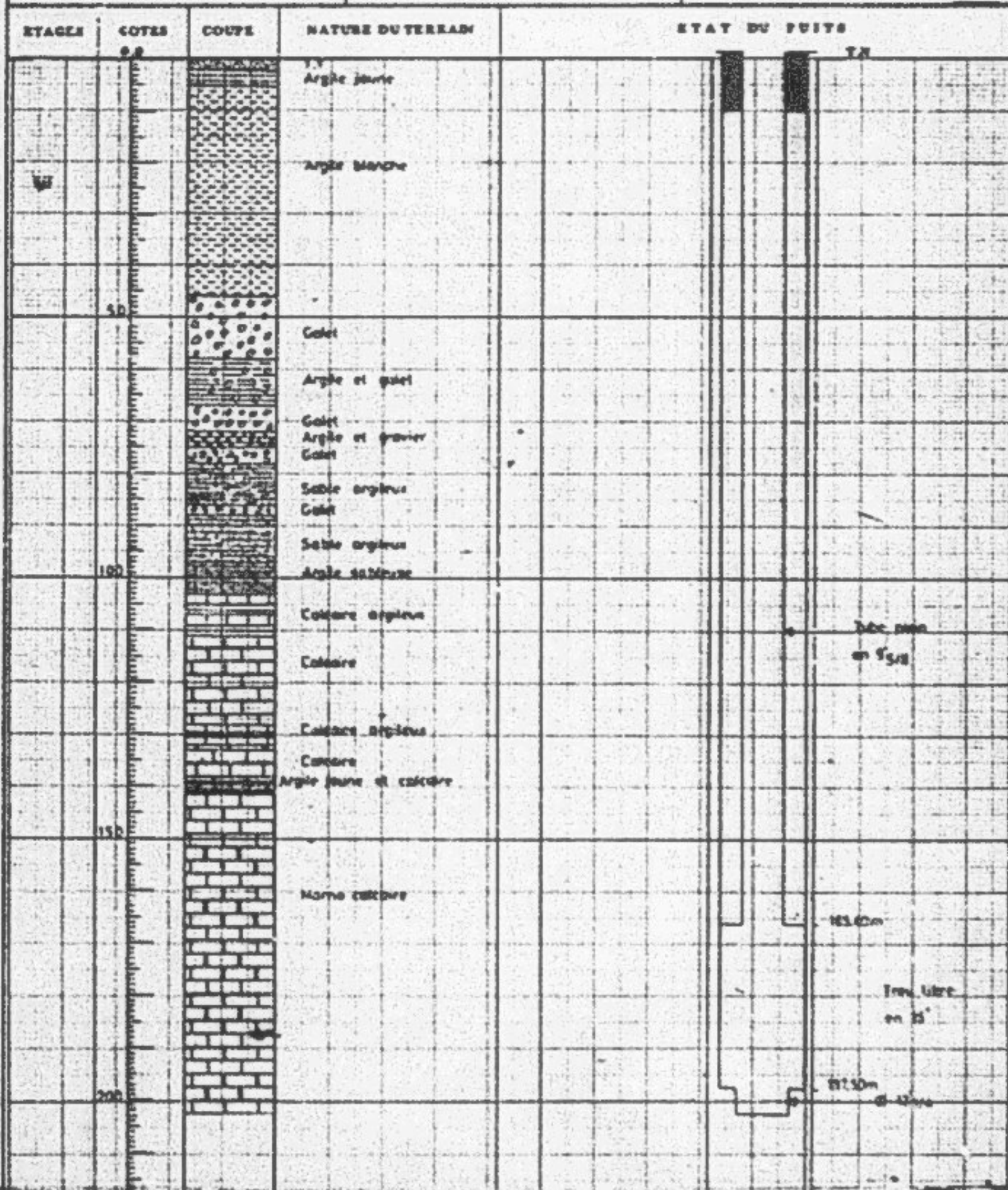
CARACTÉRISTIQUES

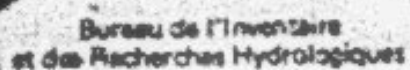
NP

RS g/l

DÉBIT l/s

R. m.





№ ЛРБ... 6340/3

CARACTÉRISTIQUES

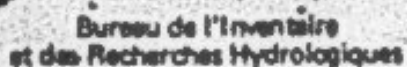
2001

DEBT VS	14	26	423
---------	----	----	-----

Q57	UI	ZBI
-----	----	-----

AU N 50000

[illegible]



SONDAGE : SBA.7

№ 12.Н... 637413

SITUATION

LATITUDE 40° 01' 10"

LONGITUDE: 76 28' 75"

ALTITUDE : 620m

CARTE: N° 52

AU # 5000

TRAVAUX

APPAREL: F 25006

DEBUT DE FORAGE : 13 3 92

FIN DE FORAGE :

CARACTERISTIQUES

40

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

DEBIT 46.1

[illegible]



Bureau de l'Inventaire
et des Recherches Hydrologiques



SONDAGE : SBA8

N° I.R.H. : 6391/3

SITUATION

LATITUDE : 40° 00' 30"

LONGITUDE : 7° 15' 40"

ALTITUDE :

CARTE (N° 52)

AU 1/50000

TRAVAUX

APPAREIL : RS 40

DÉBUT DE FORAGE : 5 8 1963

FIN DE FORAGE : 25 10 1963

CARACTÉRISTIQUES

NP : 45.40

RS g/l

DÉBIT (l/s) : 47.24

53.66

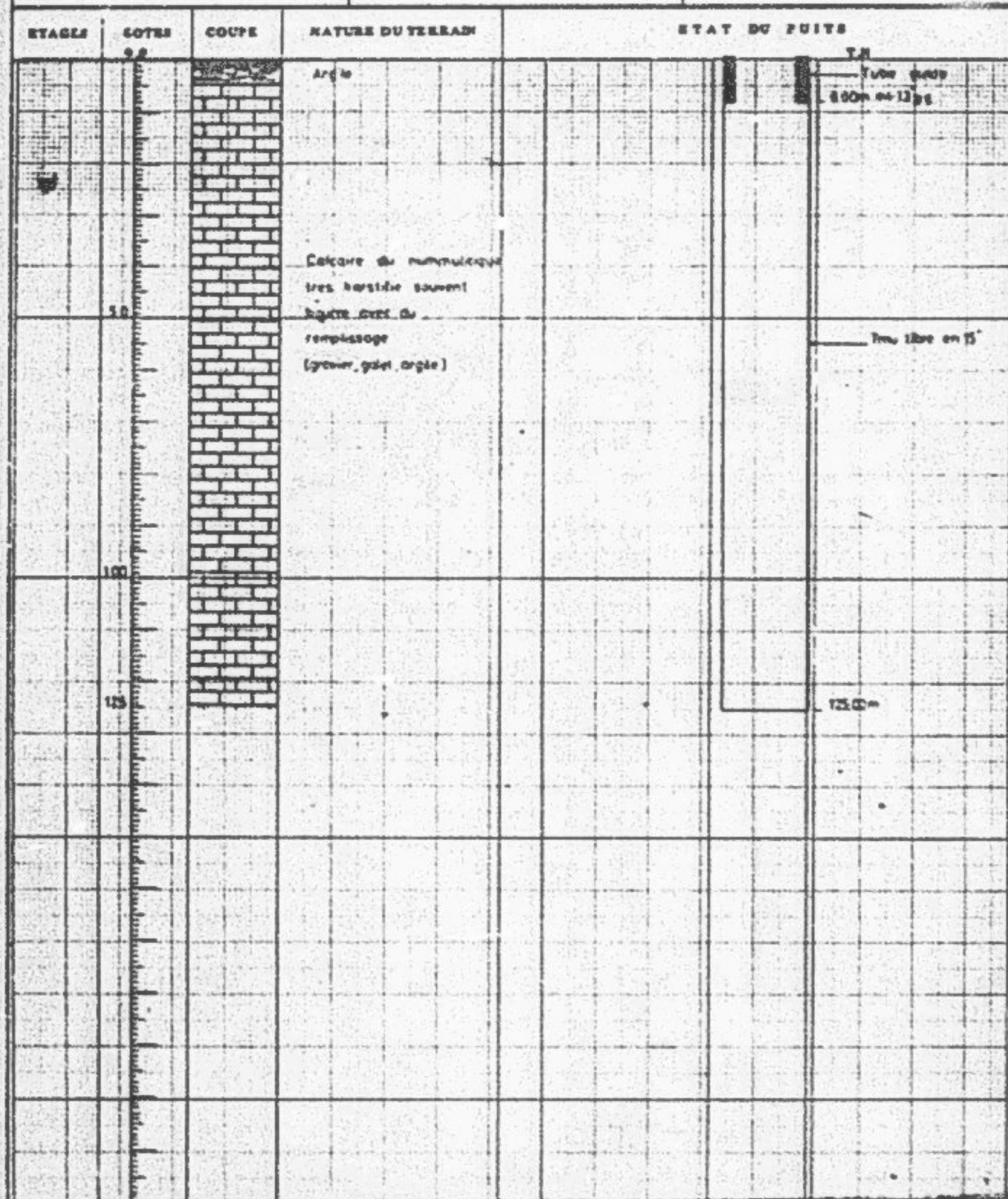
58.40

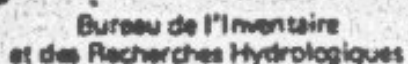
R. m.

0.46

0.76

1.70





Nº 14.111...6392/13

CHARACTERISTICS

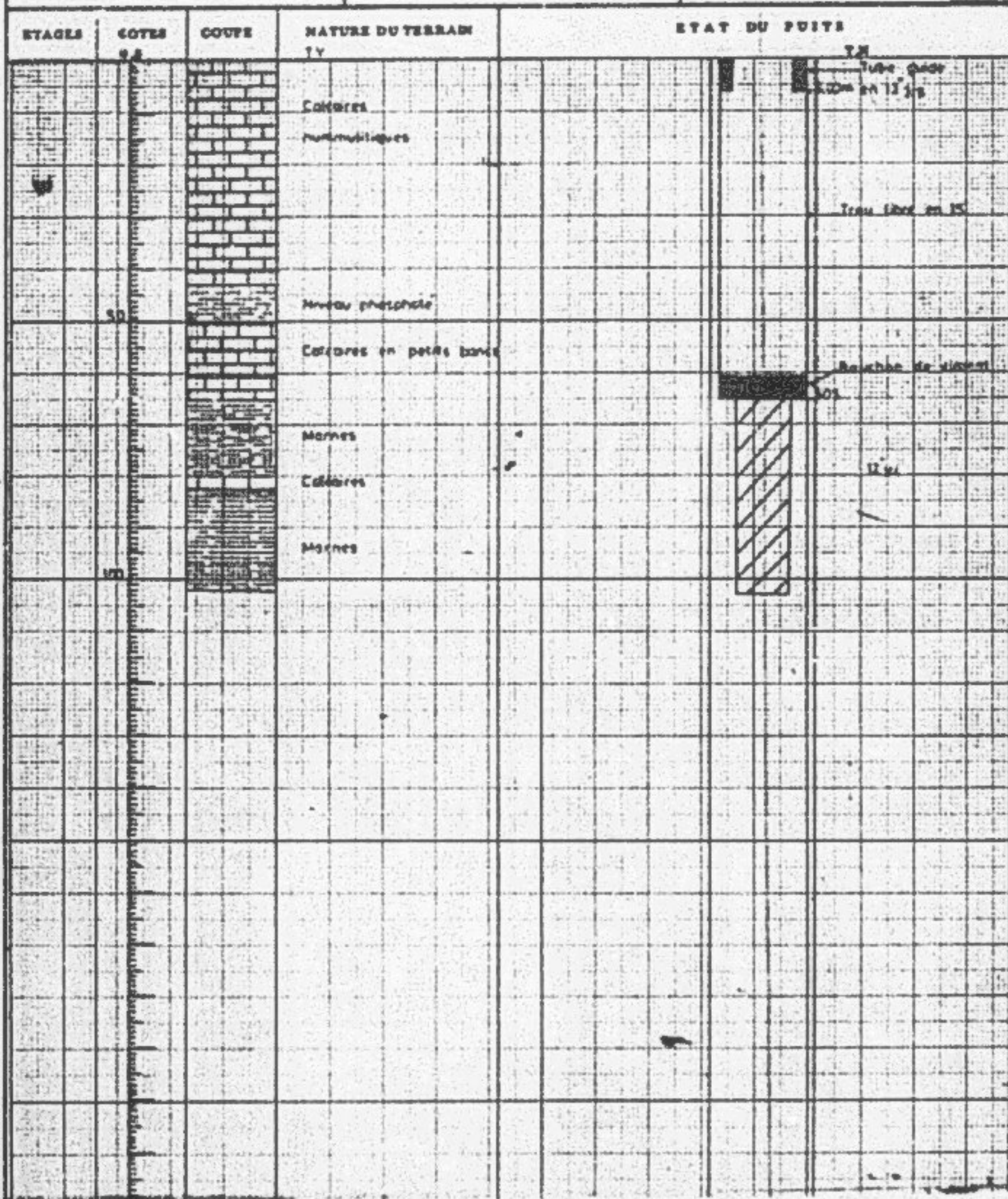
AS 41

1154 1739

11

252 1224

AU 8 50-000





Bureau de l'Inventaire
et des Recherches Hydrologiques

SONDAGE : 58A10

N° L.R.H. 5393/3

SITUATION

LATITUDE : 35° 36' 00"

LONGITUDE : 7° 10' 00"

ALTITUDE :

CARTE : N° AU

TRAVAUX

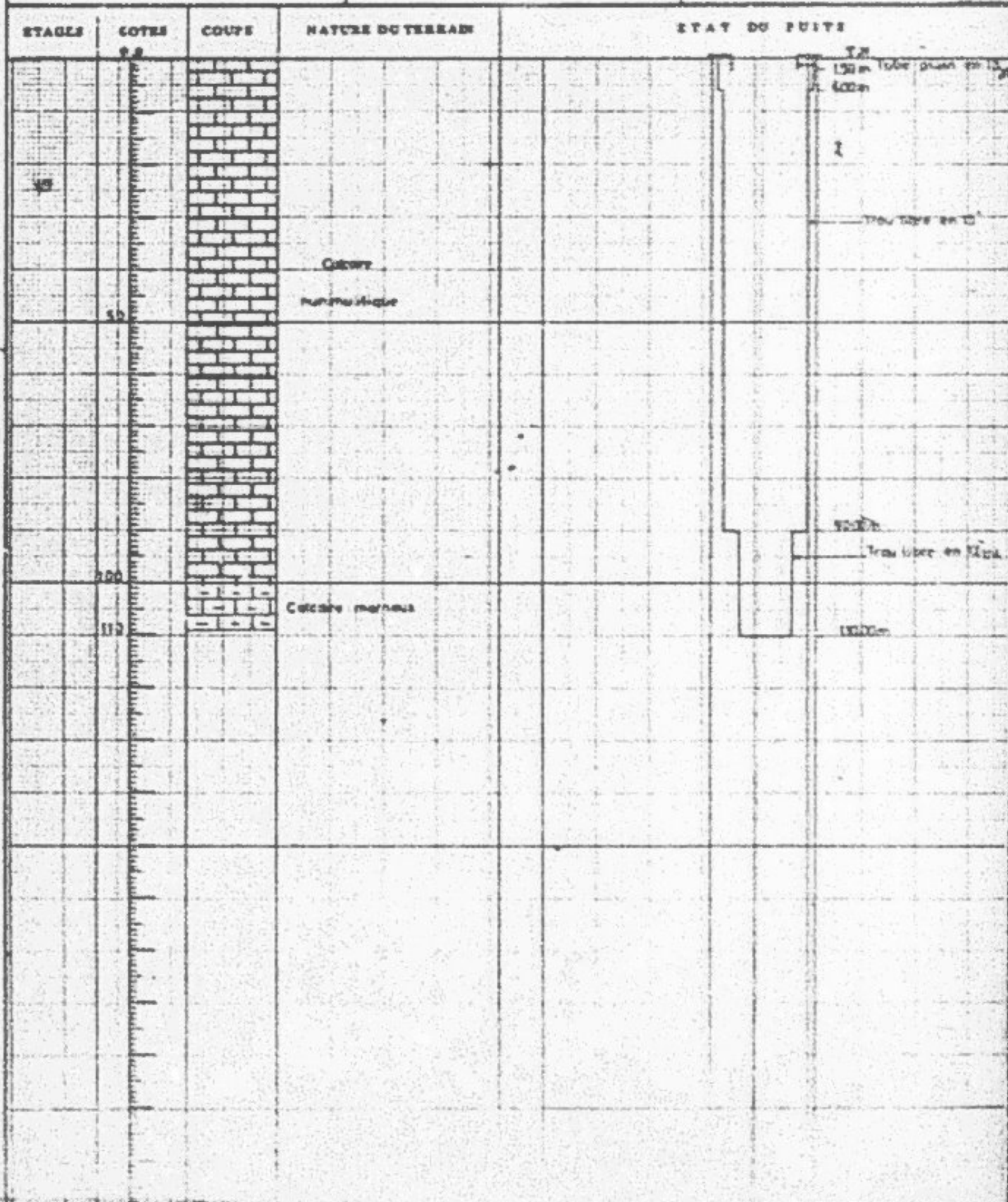
APPAREIL : RB 40

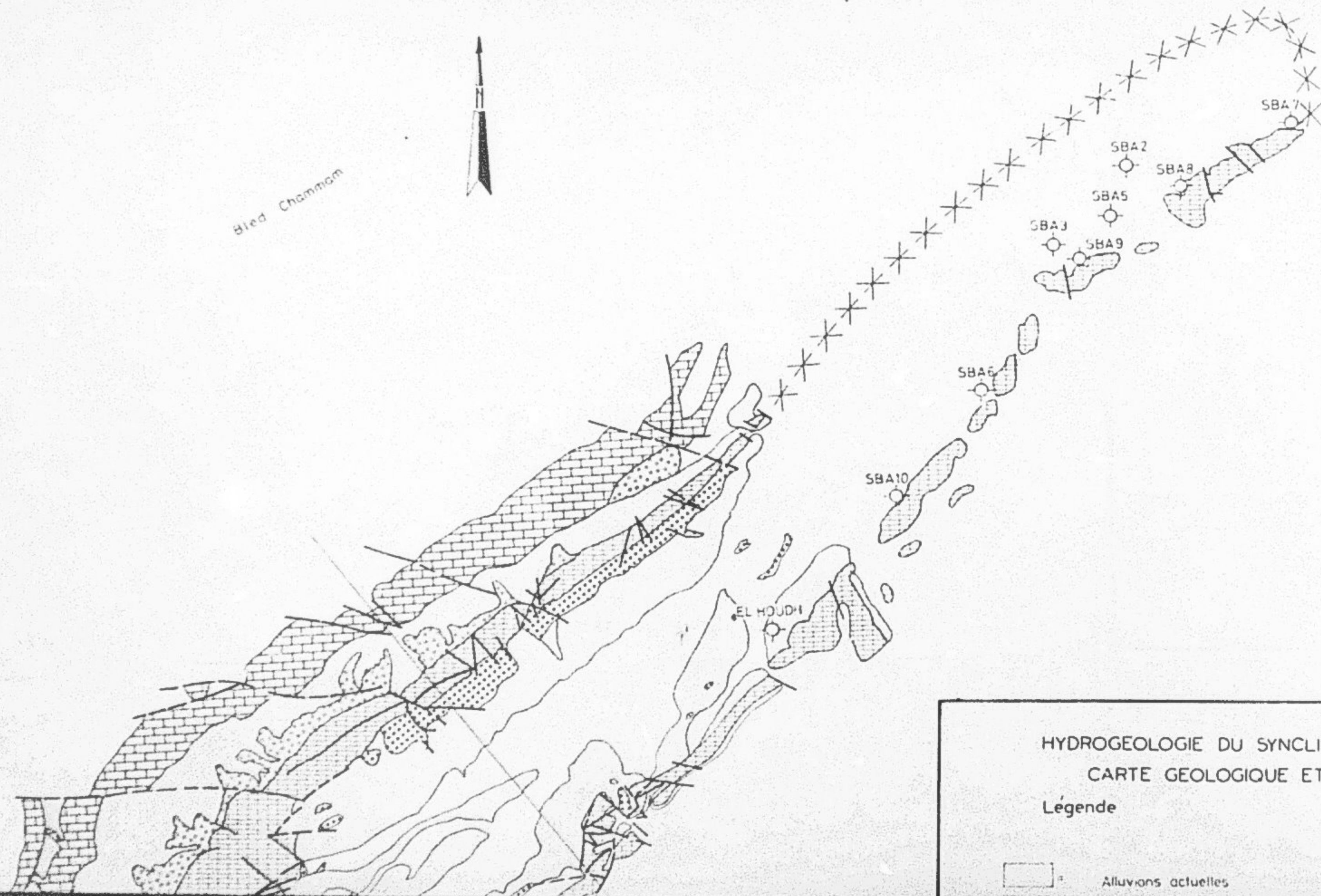
DÉBUT DE FORAGE :

FIN DE FORAGE :

CARACTÉRISTIQUES

NP	MS	MT
DÉBIT (m³/s)	17.31	15.85
R. m.	1.26	1.23



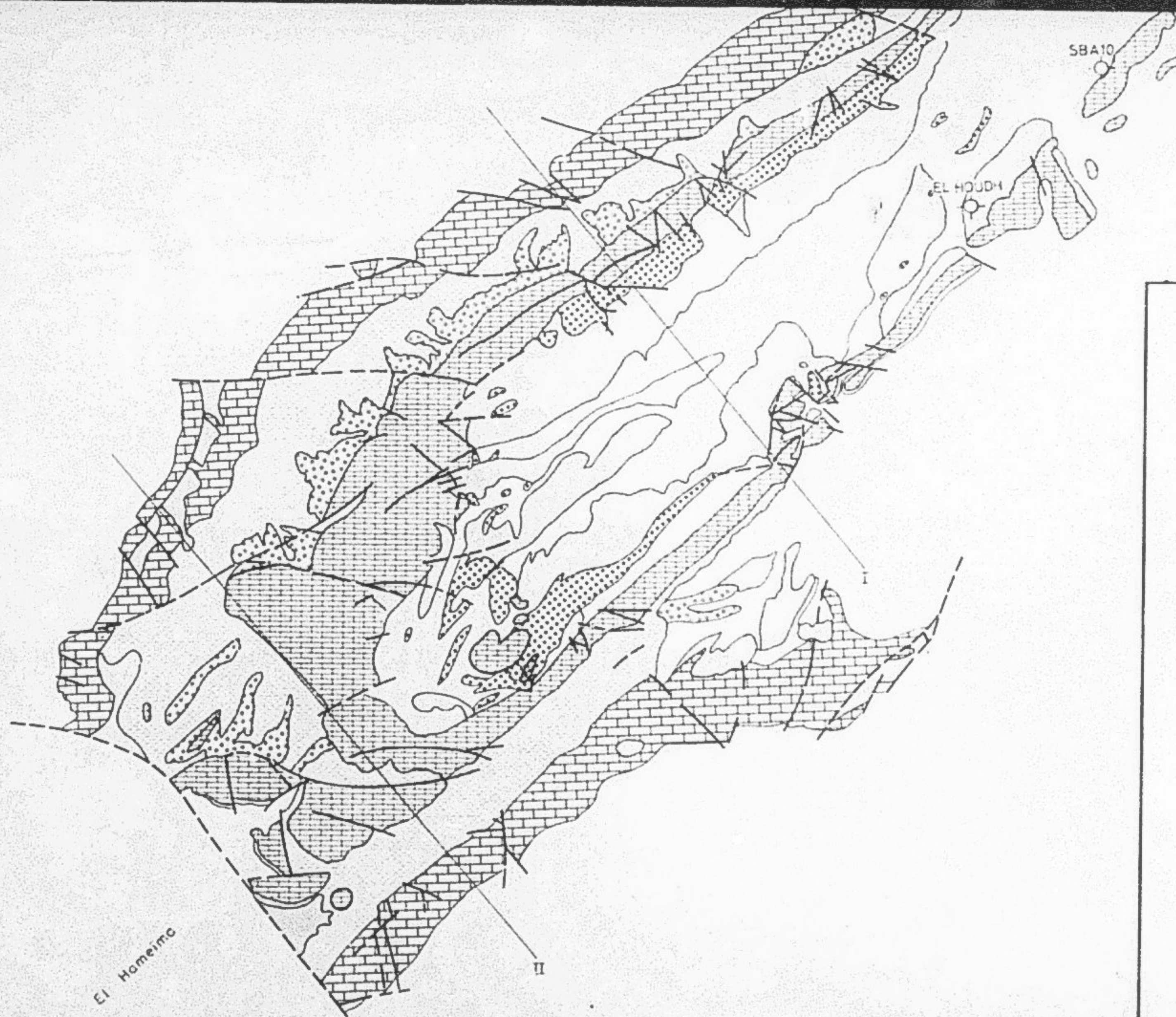


HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL D'EL HOUDH
CARTE GEOLOGIQUE ET DE POSITION

Légende

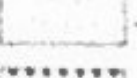
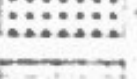
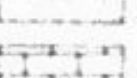


Alluvions actuelles



HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL D'EL HOUDH CARTE GEOLOGIQUE ET DE POSITION

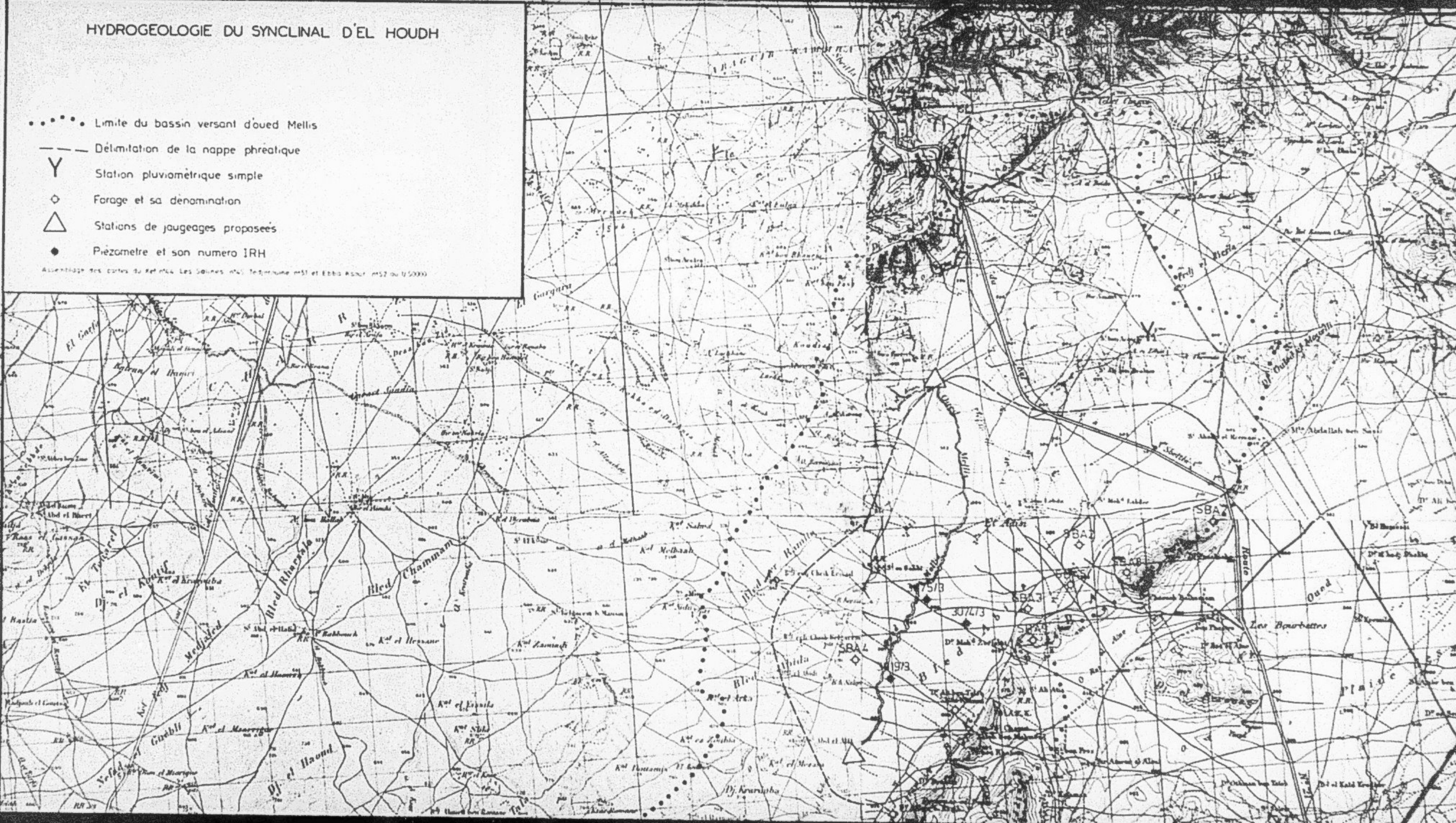
Légende

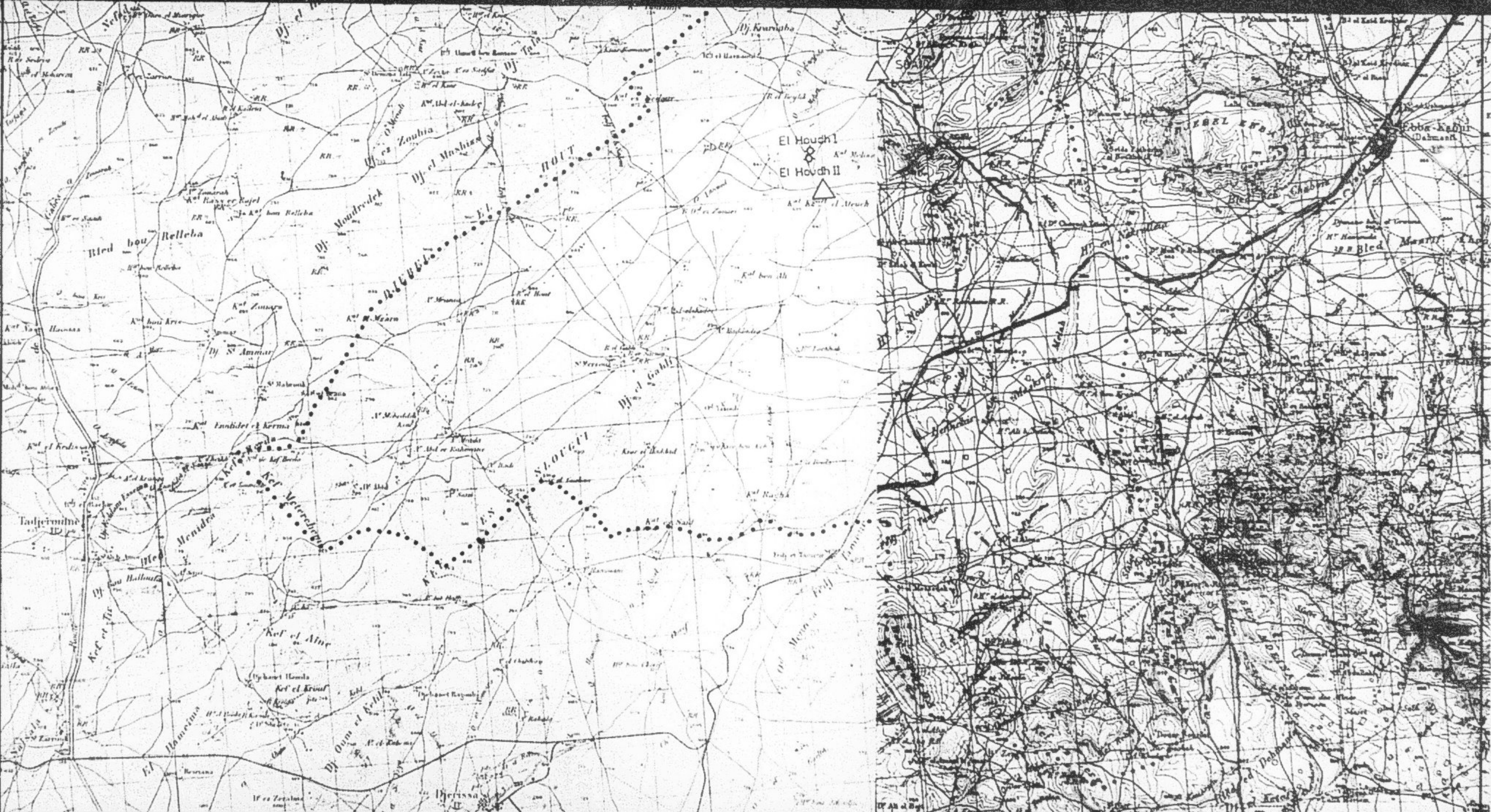
-  Alluvions actuelles
-  Eboulis de pente
-  Croutes récentes
-  Lutétien supérieur Marnes jaunes et limachelles
-  Lutétien inférieur Calcaires gris à Nummulites
-  Paléocène Maestrichtien supérieur Marnes de transition
-  Maestrichtien moyen campanien moyen Calcaire abondant
-  Limite supposée du calcaire sous recouvrement

HYDROGEOLOGIE DU SYNCLINAL D'EL HOUDH

- Limite du bassin versant d'oued Mellis
- — — Délimitation de la nappe phréatique
- Y Station pluviométrique simple
- ◇ Forage et sa dénomination
- △ Stations de jaugeages proposées
- Piézomètre et son numéro IRH

Assemblage des cartes du 1/50 000. Les données IRH sont issues des cartes 1/50 000 et 1/25 000.





SITUATION

LIBRARY OF CONGRESS

LATITUDE: 45° 00' 20"

ACTUALLY: 192 = 100%

Page 15 of 15

TRAVAUX

APPAREIL : N° 410 (N°)

DEPT OF STATE L W - 10 - 75

FIN DE FORME: 30-1-76

CARACTERISTIQUE

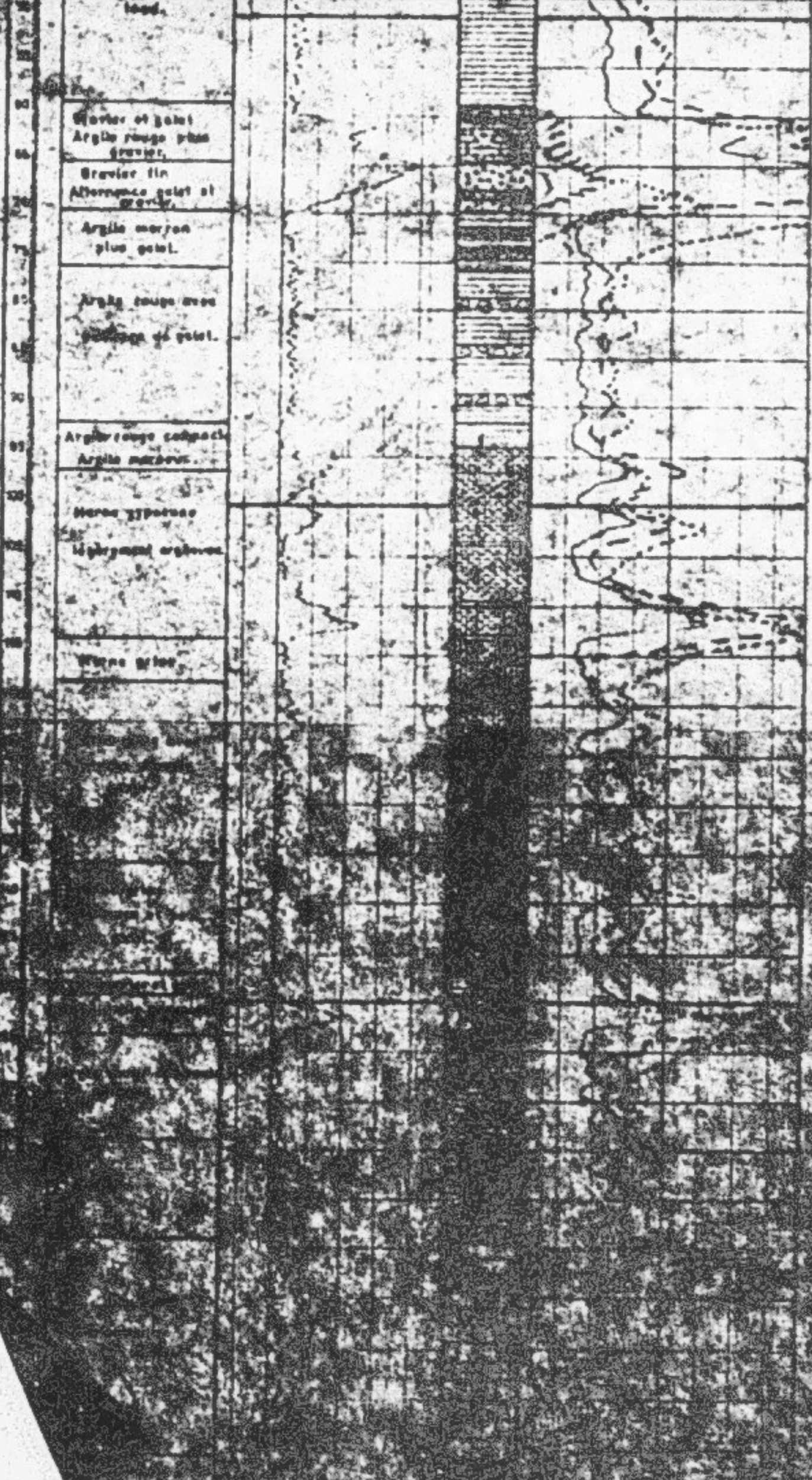
1.07

DEBIT: 1.2 1/2 RABATTEMENT 64.00 =

BALDWIN C. 1.2 g/l

[illegible]

1000.



Quarter of gale
Argile rouge plus
grossier.

Gravier fin
Apparence gale et
grossier.

Argile moyen
plus gale.

Argile rouge avec
grossier de gale.

Argile rouge compacte
Argile moyen.

Merne typique
légèrement argileux.

Merne gris

85

78

85

112

FIN

36

VUES