



MICROFICHE N°

00371

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

المركز القومي  
للتوثيق الزراعي  
تونس

F 1

VI  
00371

D I V I S I O N D E S R E S S O U R C E S E N E A U

==§==

F T U D E H Y D R O C L O O I Q U E D E L A

N A P P E D ' E L F E R C H - R E C I F A

J U I N 1 9 7 5

A . F . M E K R A Z I

REPUBLICQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU  
ET EN SCI  
ARRONDISSEMENT DE GABES  
SERVICE HYDROGEOLOGIQUE

00371

 TUBE HYDROGEOLOGIQUE DE LA  
NAPPE D'EL FERCH MECIFA  
=====

JUIN 1975

A.F. MEKRAZI

## I N T R O D U C T I O N

La nappe d'El Ferch-hecifa est utilisée pour l'irrigation de quelques hectares implantés et surtout pour les besoins en eau potable des villes de Ghoumrassen et de Tataouine.

Cette nappe a fait l'objet de plusieurs études hydrogéologiques et géophysiques dont nous citons :

- L'étude de J.M. DANIEL, S.C.E.T. Octobre 1963 où il préconisait l'implantation de nouveaux ouvrages d'exploitation afin de résoudre les problèmes d'eau potable dans ces régions.
- La note de R. ROUATBI, BIRH Septembre 1965. Cette note est basée surtout sur des essais qui ont permis de calculer les caractéristiques hydrodynamiques.
- L'étude de J.L. TEISSIER, BIRH Octobre 1968. Cette note a été surtout basé sur des observations du niveau piézométrique et de la salinité. Elle a permis de mettre en évidence la situation de la nappe en 1968.
- L'étude géophysique de M. ANDRIEU en Juillet 1971 a permis de repérer les aquifères possibles, dans les alluvions et leurs assises jurassique ou Crétacé.

L'étude par prospection électrique de M. ANDRIEU en Février 1972 a été réalisé dans la cuvette d'El Ferch-hecifa et a pu éclaircir les modalités d'exploitation de cette nappe phréatique.

La note que nous présentons tient compte de toutes les études citées ci-dessus et met en évidence la situation actuelle de la

## II/ - G E O L O G I E

### A - STRATIGRAPHIE (Voir carte géologique)

La région de Tataouine - Ghomrassène est constituée par le rebord Est du bassin saharien formant les monts de Matmata qui séparent la Djeffara du Dahar.

La région d'El Ferch-Becifa est caractérisée par l'affleurement en corniche de la barre calcareo-dolomitique du Jurassique supérieur (kimmeridgien) reposant sur les marnes et les marno-calcaires du Jurassique supérieur (Séquoyien-Oxfordien) et surmontée par les dépôts gréseux du Continental Intercalaire et plus précisément du Furbecko-Wealdien. Ces formations sub-horizontales ont un léger pendage Ouest et créent selon de légères undulations locales des cuvettes plus ou moins étendues où s'accumulent les eaux de ruissellement provenant de la pluviométrie tombée sur les monts de Matmata.

#### 1) - Le Jurassique

Le Jurassique de la région de Tataouine - Ghomrassène peut être divisé en deux parties différentes de point de vue paléontologique et stratigraphique.

- La province méridionale qui s'étend de la frontière Lybienne jusqu'à Fom Tataouine est caractérisée par des terrains jurassiques épais et concordants. Dans cette province, la série du Malm inférieur ou Callovo-Oxfordien est formée par des calcaires et des marno-calcaires de 180 à 200 m de puissance. C'est une série fossilifère à laquelle on donne un âge compris entre le Bathonien et le Kimmeridgien. Les fossiles y sont abondants mais ne sont pas caractéristiques.

- La province septentrionale qui s'étend de Fom Tataouine jusqu'au affleurement permien de Tebaga de Medenine. Cette province qui intéresse notre région étudiée en grande partie est caractérisée

.../...

par des transgressions et des lacunes et qui fait remarquer les faits suivants :

- La faible puissance du Jurassique : en effet par rapport à la province méridionale où peut se rendre compte même sur une carte au 1/50.000 que la largeur d'affleurement des terrains jurassiques est beaucoup plus faible vers le Nord et dans la partie sud de Tataouine. On remarque aussi qu'en dépassant Medenine les affleurements finissent par disparaître.
- La discordance nette qui se situe au toit des grès du Trias inférieur
- De point de vue lithologique, toute la série jurassique devient carbonatée. Les gypses deviennent peu abondants et les fossiles se rarifient rapidement en allant vers le Nord.

Ces changements de faciès et l'absence de faunes caractéristiques rendent les correlations stratigraphiques très difficiles.

La série qui affleure sur le bassin versant de la plaine d'El Ferch-Recifa est un horizon calcaréo-dolomitique récifal du Callovo-Oxfordien terminal connu sous forme de Kimmeridgien par les anciens géologues (Voir coupes géologiques).

Formant falaise au droit au Beni Kheddache et devenant gréseux vers le Sud tout en s'aminçant cette formation calcaréo-dolomitique constitue le principal aquifère connu dans la région d'El Ferch - Recifa.

#### 1.1. - Bathonien

Il est représenté par les calcaires de Krachaoua, les argiles et les grès de Tichout. Ce sont ces calcaires

.../...

lités gris sombre appartenant probablement au Bathonien qui forment la falaise nettement en relief.

Il s'agit d'un ensemble marin très fossilifère sans valeur stratigraphique.

Au dessus de ces calcaires, on trouve les argiles et les grès de Techout avec gypse et sable (épais 200 m environ). Ces formations renferment des fossiles non caractéristiques et peuvent appartenir soit au Bathonien soit au Callovien.

La limite Bathonien-Callovien est placée au sommet des grès et des argiles de Techout. Ces séries de Bathonien n'affleurent que vers l'Est c.a.d. en longeant la route Tataouine-Medenine et sur toute la chaîne qui limite à l'Est la plaine de la Djeffara.

Remarquons enfin que plus au Nord ces affleurements disparaissent complètement.

#### 1.2. - Callovo-Oxfordien

La série étudiée dans la cuvette d'El Ferch-Recifa représente le Jurassique bien fossilifère du Sud-Tunisien attribué par les auteurs précédents soit au Bathonien et Kimmeridgien, soit le plus souvent à un ensemble compréhensif s'étendant du premier au second de ces étages.

Certains auteurs identifiaient dans cet ensemble un Callovien épais de 30 à 40 m, un Oxfordien de 30 à 50 m, un Séquanien de 55 à 60 m, un Kimmeridgien de 50 à 60 m et enfin du Portlandien.

.../...

D'après les dernières études géologiques et malgré les obstacles rencontrés dans l'interprétation à cause de l'abondance de nouvelle espèce et de formes peu caractéristiques on a pu préciser les limites entre les affleurements et les dater paléontologiquement.

## 2) - Le Crétacé

Le Crétacé joue un grand rôle dans la géomorphologie du Sud Tunisien en général.

Il forme le plateau du Dahar et la grande falaise carbonatée qui borde ce plateau. Cette falaise dont les dolomies sont d'âge Turonien, surmonte un Cénomanién carbonaté qui forme une falaise secondaire en avant de la falaise turonienne. Ce premier ensemble carbonaté surmonte un ensemble gréseux plus tendre nivelé par l'érosion qui s'étend depuis le Cuesta jusqu'à la Méditerranée constituant aussi la plaine de la Djefara. Cette série gréseuse commune connue continentale. On distingue deux ensembles :

- Ensemble gréseux de base : Il repose en continuité de sédimentation sur les calcaires marins du Callovo-Oxfordien et représente le Crétacé inférieur englobant à la base une partie du Jurassique supérieur. Cet ensemble est connu sous le nom de Furbecko-Wealdien qui a été reconnu par forage à Beni Kheddache (El Benia).

Les couches de cet ensemble gréseux ne sont pas uniquement formés de grès ou de sables ; en effet on trouve à la base des dolomies en abondance.

Au Sud de Tataouine seulement, on observe 50 m environ d'argiles vertes surmontées d'un conglomérat grossier formant parfois un Cuesta secondaire.

.../...

Cet ensemble gréseux appartenant au Purbecko-Wealdien s'amincit en allant vers le Nord et vers l'Est et disparaît complètement à proximité de Beni Kheddache.

- Ensemble carbonaté avec

- A la base des calcaires dolomitiques, des gypses et d'argiles. Il s'agit d'une série compréhensive englobant l'Aptien, l'Albien et le Cénomaniens.

- Au sommet, vient la dolomie turonienne qui forme la falaise principale.

### B - TECTONIQUE

Les cartes photoaériennes et les travaux du terrain ont permis de localiser certains décrochements mineurs qui ne sont pas signalés sur les cartes géologiques provisoires de Tataouine au 1/200.000.

Les contacts anormaux sont localisés surtout sur le Djebel Tlaletti et le Djebel Mrabetine qui forment un grand anticlinal dont le pendage des couches affleurant les deux flancs sont très faibles (de l'ordre de 5°). Cet anticlinal commence à Tataouine et se poursuit à l'Est de Ghomrassène. Du côté Ouest de la plaine d'El Ferch-Mecifa la série est beaucoup plus calme.

### III/ - HYDROGEOLOGIE

La région d'El Ferch-Mecifa est une cuvette drainée d'Est en Ouest par l'Oued Guermessi et recouverte en majeures parties par des alluvions quaternaires.

D'après l'étude hydrogéologique de cette nappe par J.L. TEISSIER en 1968, les pompages excessifs dans les anciens et les

.../...

nouveaux forages ont provoqué :

- L'abandon momentané de l'exploitation au forage RA 9 N° IH : 6765/5 alimentant Foum Tataouine à cause de l'abaissement accentué du niveau piézométrique.
- Pour la même raison, réduction de débit d'exploitation à la station d'El Ferch qui alimente la ville de Ghoumrassène (débit initial 14 l/s, débit actuel 2 l/s).
- Abaissement général du niveau piézométrique qui a provoqué ~~l'assèchement~~ de plus de la moitié des puits de l'Oasis d'El Ferch entre 1964 et 1968.
- L'obligation d'approfondir annuellement les puits environnant les forages et desservant l'Oasis afin d'éviter leur tarissement.
- Aucune augmentation de la salure n'a été enregistrée aux ouvrages de captage et aux autres puits de surface. Ceci est dû d'après J.L. TEISSIER à la proximité de la zone d'alimentation de la nappe et au volume d'eau douce de réserve contenue dans les calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur.

L'inventaire effectué en Avril 1975 a permis de constater la même situation que celle décrite en 1968 par J.L. TEISSIER ; en effet une vue générale de ce dernier inventaire permet de voir le nombre de plus en plus élevé des puits de surface abandonnés ou comblés et la baisse continue de certains points d'eau qui a dépassé les 6 mètres depuis 1964 jusqu'à nos jours. Cette baisse ne peut être expliquée à notre avis que par une exploitation intense de la nappe.

Une telle exploitation comme nous le verrons plus loin pourra avoir des conséquences graves sur la nappe de point de vue quali-

.../...

tative et de point de vue quantitative.

#### A - LES APPORTS DE LA PROSPECTION ELECTRIQUE

La prospection électrique faite entre Novembre 1971 et Février 1972 a porté sur 63 sondages électriques effectués dans la cuvette d'El Ferch, dont 12 étalons pour les forages et les piézomètres existants selon la méthode Schlumberger en longueur de ligne égale à 10.000 mètres./

Le but de cette prospection électrique était d'éclaircir les phénomènes hydrogéologiques actuels observés (tels que la salinité et l'abaissement progressif du N.P.) et éventuellement à repérer les aquifères profonds afin de découvrir d'autres ressources souterraines.

##### 1) - Les résultats obtenus

Les diagrammes obtenus sur les sondages électriques étalons font apparaître une résistivité élevée estimée à 400  $\Omega \cdot m$  au forage KA 7 et une résistivité de 150  $\Omega \cdot m$  au forage N.S.

Dans le 1er cas, il s'agit d'une eau à 1,340 g/l, dans le second cas il s'agit d'une eau dont le résidu sec est compris entre 3 et 9,000 g/l. Il semble bien d'après M. ANDRIEU que la résistivité des calcaires captés dans ces deux forages soit liée à la qualité de l'eau qu'ils contiennent et que la nappe d'eau douce soit localisée à la partie supérieure. Ce phénomène apparaît beaucoup plus accentué aux forages KA.9 et KA.6 où les calcaires supérieurs ont une résistivité de plusieurs milliers d'ohms-mètres et le substratum a une résistivité de 300 à 400  $\Omega \cdot m$ . Ces deux forages fournissent une eau à 0,6 g/l.

Les sondages électriques en général font apparaître l'épaississement vers l'Ouest d'un marqueur superficiel à 8  $\Omega \cdot m$

.../...

qui correspond à la formation argilo-pyenseuse du Furbecko-Wealdien qui se développe au dessus du Callovo-Oxfordien.

Il paraît d'après l'interprétation de la prospection électrique que ce marqueur correspond au Kimmeridgien semble disparaître vers l'Est, ceci peut être dû soit à la salinisation soit à un changement de faciès. L'ensemble de ces sondages électriques a permis de localiser la nappe phréatique plus ou moins douce dans les parties sud et Ouest de la cuvette d'El Ferch-ecifa dont l'aquifère principal est contenu dans les calcaires fissurés du Kimmeridgien qui semblent assurer l'alimentation en eau douce de la nappe à partir des eaux météoriques.

A mesure que le Kimmeridgien s'enfonce vers l'Ouest il disparaît électriquement soit par changement de faciès soit par l'effet de la salure des formations qui l'encadrent.

## 2) - C o n c l u s i o n

La cuvette d'El Ferch-ecifa constitue une nappe phréatique d'eau douce dont l'essentiel de l'alimentation semble provenir des calcaires fissurés du Kimmeridgien qui constitue l'aquifère principal de cette nappe. De point de vue qualitatif, la nappe est douce quand il s'agit des affleurements des calcaires du Kimmeridgien et d'eau salée (4 à 8 g/l) quand il s'agit des formations sous-jacentes du Callovo-Oxfordien. M. ANDRIEU a expliqué la baisse progressive du niveau piézométrique notamment au voisinage des forages pompés par l'absence réduite des calcaires karstifiés et par leur faille étendue. D'après lui l'approfondissement des puits de surface résulte de la basse pluviométrie enregistrée dans la région d'El Ferch-ecifa. En effet si la pluviométrie était importante, l'alimentation serait grande et la baisse du niveau de la nappe serait moindre, ce qui éviterait l'approfondissement de certains points d'eau.

.../...

## B - L'INVENTAIRE DES POINTS D'EAU

Le 1er travail que nous avons effectué était de recenser tous les points d'eau existant dans la cuvette d'El Ferch-ecifa. Nous avons compté plus de 298 qui captent essentiellement la nappe phréatique (voir carte de situation).

La profondeur du plan d'eau varie de 4,72 m à 22,50 m. Ces points d'eau sont très concentrés à proximité de Kass el Aïne et aux alentours de Oued Smar. Ces points d'eau servent soit pour l'irrigation soit pour l'alimentation de l'eau potable de la ville de Ghoumrassène et de celle de Tataouine.

L'exploitation de cette nappe devient de plus en plus faible à cause de la forte salinité des eaux due vraisemblablement à une contamination des nappes sous-jacentes d'eau saumâtre ou bien des nappes qui encadrent cette nappe phréatique d'eau douce. Parmi cet effectif des points d'eau, 28 puits de surface sont équipés d'un groupe moto-pompe, les autres sont exploités par dalou, la majorité des puits de surface sont abandonnés (plus que 50 %).

### a) - Caractéristiques des puits de surface

- Profondeur du plan d'eau (H) varie entre 4,72 et 22,50 m.
- Tranche d'eau (h) varie entre 0,10 et 8,95 m.
- Diamètre (D) il atteint les 2,50 m.
- Largeur (L) a un vent considérable, varie entre 0,15 et 1,10 m.
- Utilisation : alimentation humaine, animale et irrigation.

.../...

b) - Prélèvement d'échantillons d'eau pour analyse

Des échantillons d'eau ont été prélevés au cours de cet inventaire pour analyse chimique, ces derniers ont été effectués par le Laboratoire Pédologique de l'Arrondissement de Gabès, la majorité de ces échantillons ont porté sur la détermination de la teneur globale en sel (n.S.) quelques uns simplement ont fait l'objet d'une analyse complète.

c) - Nivellement

Une campagne de nivellement des puits de surface et des forages a été effectuée en 1968 par la section topographique de l'Arrondissement de Gabès. Cette campagne a porté sur 168 puits de surface qui nous ont permis de dresser la carte piézométrique et de suivre l'évolution dans le temps et dans l'espace de la surface piézométrique de la nappe.

C - LES AQUIFÈRES

L'étude géophysique et l'aperçu géologique ont montré l'existence d'un aquifère dans les formations calcaires du Kimmeridgien . En réalité il ne s'agit pas d'un seul aquifère mais de plusieurs horizons où circulent des eaux douces et des eaux saumâtres. Mis à part les terrains calcaréo-dolomitiques du Kimmeridgien, nous citons les horizons marno-gréseux du Sequanien - Oxfordien qui sont parfois surmontés d'alluvions d'oued ou bien de formation quaternaire.

(1) - Les calcaires marneux et les marnes attribuées au Sequanien - Oxfordien

Ces formations poreuses apparaissent à l'Est de la plaine à la faveur de contacts anormaux et sont ren-

.../...

contrés par plusieurs forages dont nous citons KA.1 , KA.2 où ils sont surmontés d'une couche peu épaisse d'alluvion et dans les forages RA.7 , KA.8 et K2 où ces formations du Sequanien sont surmontées d'une épaisse couche calcaire en grande partie attribuée au Kimmeridgien. Ces formations marno-calcaires et marneuses renferment une eau qui est salée ou qui se charge rapidement en sel par l'arrivée d'eau saumâtre qui les encadrent.

(2) - Les formations calcaréo-dolomitiques du Kimmeridgien

Ces formations sont captées dont la plupart des points d'eau existant dans la cuvette d'El Ferch-kecifa. Cette série calcaire n'a pas partout le même degré de Karstification. Quand elle est parfaitement fissurée, elle fournit un bon débit avec une salinité qui dépend de sa profondeur et de sa localisation par rapport aux autres formations voisines. En effet, les forages captant la série calcaréo-dolomitique du Kimmeridgien qui se trouve en affleurement fournissent une eau douce ne dépassant pas les 2,000 g/l. Par contre les forages qui captent la même formation d'incise fournissent un niveau piézométrique très bas et une salure trop élevée qui peut atteindre 9,000 g/l.

Etant donné que ces calcaires dolomitiques sont karstifiés en affleurement, l'alimentation de la nappe serait rapide à partir de l'infiltration des eaux de ruissellement venant des monts de Matmata.

Les essais de débit effectués sur un certain nombre de forages de puits de surface captant cette même formation aquifère ont permis de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de ces calcaires dolomitiques. Un certain

.../...

nombre de ces essais a été effectué par R. ROUATBI en 1965 et par J.L. TEISSIER en 1968, d'autres ont été réalisés par la section de Nedrine en Avril 1975.

Les résultats obtenus surtout pour le calcul de la transmissivité ne sont pas homogènes et expliquent l'hétérogénéité des terrains traversés et le pourcentage du degré de karstification de l'aquifère.

La majorité de ces essais ont été interprétés à l'aide de la méthode approximative de JACOB.

a - Les anciens essais de débit

Ces essais ont été réalisés sous la direction de R. ROUATBI qui a utilisé pour les interpréter la méthode de JACOB et celle de THEIS, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Nom du points d'eau	N° InH	P.T.	N° Essai	Nature du terrain capté	CALCUL DE " T "	
					Abaissement	Remontée
Nakhla El Frid	7759		1			$1,84 \cdot 10^{-3}$
			2			$1,31 \cdot 10^{-3}$
			3		$3,63 \cdot 10^{-3}$	$2,50 \cdot 10^{-3}$
			4		-	$2,30 \cdot 10^{-3}$
Récifa	778	81	1	Dolomie	$2,30 \cdot 10^{-4}$	$1,70 \cdot 10^{-4}$

b - Les essais de débit effectués récemment

b.1. - Essais " Forchet "

Ces essais Forchet ont été effectués pour déterminer le débit de la nappe et le débit spécifique des ouvrages.

.../...

Sur le puits n° 25b, on a obtenu un débit de la nappe de 2,5 l/s.

Sur le puits n° 85, on a obtenu un débit de la nappe de 0,88 l/s.

Sur le puits n° 86, le débit de la nappe est de 1,25 l/s.

Sur le puits n° 103, le débit de la nappe est de 1,25 l/s.

Sur le puits n° 71, le débit de la nappe est de 0,28 l/s.

En conclusion, nous disons que le débit moyen de la nappe est de 1,00 l/s.

### 3.2. - Essais de débit

Ces essais ont été réalisés dans le but de préciser les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère calcaire. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

NOM DU POINT d'EAU	N° D'ordre ou N° BIRH	P.P.	Formation captée	Q <sub>10</sub>		K <sub>10</sub>
				Abaissement	Remontée	
Ahmed Ben Maceur	3	22,10	Calcaire	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	2,400
Mosbah Ben Mahmoud	25b	7,75	"	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$1,48 \cdot 10^{-3}$	1,100
Ahmed Sjeid	85	23,30	"	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$2,44 \cdot 10^{-4}$	1,200
Abdelkader Morchani	86	19,80	"	$3,52 \cdot 10^{-4}$	$2,94 \cdot 10^{-4}$	1,200
Mekhlet El Ferch	87	10,75	"	$2,31 \cdot 10^{-3}$	$3,52 \cdot 10^{-3}$	1,200
Saïd Ben Ahmed	71	10,72	"	$1,50 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	4,500

### c - Conclusion

D'après ces résultats, nous constatons :

- que les transmissivités obtenues sont très variables (de  $7,0 \cdot 10^{-4}$  à  $1,25 \cdot 10^{-3}$ ) cela montre bien l'hétérogénéité des formations aquifères captées.

- que les valeurs de " T " sont plus ou moins liées à la teneur globale en sel des eaux de la nappe.

- et que la valeur importante de la transmissivité, obtenue au puits de surface n° 25 bis dont la profondeur totale est réduite, est fonction du degré de fissuration très développée en surface.

### D - LA PIEZOMETRIE

La campagne de nivellement et l'inventaire systématique d'Avril 1975 nous a permis d'établir la carte piézométrique de la nappe phréatique d'El Ferch-Recifa. Le tracé des courbes a fait ressortir les faits suivants :

#### 1) - Le gradient hydraulique

Il a été déterminé à partir de relevés piézométriques sur un certain nombre de puits de surface. Les valeurs obtenues diffèrent selon les zones. En effet, au voisinage de Rass el Aïne, la pente varie entre  $2 \cdot 10^{-2}$  et  $6 \cdot 10^{-2}$  du côté de la corniche kimmeridgienne, c'est à dire du côté Est de la cuvette d'El Ferch, le gradient est compris entre  $1,3 \cdot 10^{-3}$  et  $2,0 \cdot 10^{-4}$ .

Au voisinage de RA.7 , RA.3 et RA.4, c'est à dire au Sud de la zone étudiée et du côté de l'Oued Es Smar, la pente est de l'ordre de  $2 \cdot 10^{-3}$ .

.../...

Ces variations du gradient ne peuvent être expliquées que soit par une augmentation de la perméabilité ou bien par une diminution du débit.

- Dans les zones où le gradient est faible c.a.d. quand les courbes isopièzes sont très écartées, la perméabilité est très grande, ce qui donne une transmissivité forte. Ce cas correspond à la zone située du côté des affleurements du Kimmeridgien et au Sud de la cuvette d'El Ferch et à proximité de l'Oued Es Smar. Cette explication trouve bien sa confirmation avec les résultats des essais de pompage et avec l'aperçu géologique qui met en évidence un karst bien développé dans les zones étudiées au Sud de la cuvette d'El Ferch.

- Par contre dans les zones voisines de Kass el Aïne, le gradient était très fort ce qui traduit une perméabilité faible ou bien une transmissivité réduite et cela confirme bien l'existence d'un aquifère marno-calcaire appartenant au Sequanien - Oxfordien.

Quand au débit, on a des choses tout à fait différentes : au Nord le débit est faible, au Sud le débit est important. Ceci ne s'explique que par une exploitation trop concentrée au Sud du terrain Sequanien, dans les terrains kimmeridgiens. Cette exploitation trop ponctuelle provoque de forte pente de la surface piézométrique mais la valeur initiale était certainement beaucoup plus faible. De plus l'alimentation de la nappe se fait surtout à partir de cette zone à affleurement de calcaire perméable karstifié.

.../...

En conclusion, nous disons donc que la diminution de la pente provoque une diminution de débit de la nappe doublée des effets d'une exploitation trop intense. D'autre part, on sait que cette nappe phréatique à un écoulement Sud-Ouest, Nord-Est et qui a ~~pour~~ ~~exutoire~~ les sources de Rass el Aïne, on devait s'attendre à un débit beaucoup plus élevé au Nord qu'au Sud, malheureusement le pompage intensif a bouleversé la situation normale. Ainsi, on a pu expliquer la relation qui existe entre le gradient hydraulique et la transmissivité d'une part et entre la pente et le débit d'autre part.

## 2) • Écoulement de la nappe

La carte piézométrique établie en 1975 montre des écoulements dans tous les sens avec un écoulement privilégié du Sud vers le Nord c'est à dire des affleurements vers l'exutoire de Rass el Aïne.

La carte piézométrique établie en 1968 par J.L. TEISSIER montre un écoulement général de la nappe du Sud vers les sources de Rass el Aïne mais elle ne fait pas apparaître les écoulements secondaires que se font dans toute les directions. Ceci est dû à notre avis à la manque des données piézométriques pour établir une carte aussi précise.

Cet écoulement du Sud vers le Nord montre que la nappe d'El Ferch-Récifa est alimentée essentiellement par sa surface où affleurent les calcaires fissurés du Kimmeridgien. Cette nappe est drainée par quelques oueds comme oued Guermassi, oued Bou Erzed avant d'aboutir à son exutoire naturel.

.../...

### 3) - Alimentation

L'alimentation de la nappe phréatique d'El Ferch-Recifa se fait uniquement à partir de la surface par infiltration des eaux de ruissellement et des eaux de crue des oueds qui descendent des Djebels et surtout des monts de Matmata.

Les anciens auteurs comme J.M. DANIEL, R. ROUATBI, J.L. TEISSIER ont insisté sur la surveillance régulière de cette nappe afin d'évaluer le volume d'eau infiltré mais la manque des données hydrologiques (régime pluviométrique, taux de ruissellement, évaporation etc.....) ont empêché l'évaluation des taux d'infiltration qui est la clef de notre bilan de nappe. En effet, si on arrive à déterminer l'apport d'eau provenant des eaux météoriques de la nappe, on peut par comparaison avec l'exploitation actuelle, soit accentuer l'exploitation soit la réduire ou la maintenir.

Dans l'état actuel et afin d'assurer une meilleure alimentation de cette nappe phréatique, nous insistons sur l'aménagement des Talwegs des oueds à l'aide de petits barrages fabriqués en pierres (jessours) pour ralentir les crues, accumuler les eaux et ainsi provoquer la recharge de la nappe et ainsi empêcher les pertes d'eau soit vers la mer soit vers les dépressions fermées. Cette modalité de recharge n'implique pas que toute l'eau tombée va rejoindre la nappe qu'une partie va être évaporée, une autre va être ruisselée.

### 4) - Variations du niveau piézométrique

La surveillance continue de la nappe d'El Ferch a permis de déceler une baisse accentuée du niveau piézo-

trique surtout autour des ouvrages d'exploitation. Cet abaissement peut atteindre parfois 6 mètres en quatre années ; ceci prouve bien le déséquilibre entre les rentrées et les sorties de la nappe autrement dit entre les ressources disponibles et l'exploitation actuelle. Cette situation a obligé l'approfondissement annuel des puits afin d'éviter leur tarissement. (plus de 50 % des puits de la nappe d'El Ferch sont actuellement à sec).

Il semble bien, compte tenu des études actuelles et des forages réalisés que cette baisse du niveau piézométrique est provoquée par l'exploitation trop prononcée de la nappe.

#### E - G E O C H I M I E

Au cours de l'inventaire, des échantillons d'eau ont été prélevés puis analysés au Laboratoire de l'Arrondissement de Gabès. Ces analyses ont porté sur la détermination de la teneur globale en sel (Résidu sec). Quelques uns seulement ont fait l'objet d'analyse complète. Ces résultats d'analyse ont permis d'établir la carte de salinité et de suivre l'évolution de la salure dans le temps et dans l'espace par comparaison des différents résultats obtenus au cours de ces dernières années.

##### 1) - Carte des salinités

Nous avons présenté sur cette carte tous les résidus secs obtenus et nous avons pu ainsi tracer des courbes d'égale salure. Nous remarquons que la zone Sud caractérisée par les affleurements des calcaires fissurés du Kimmeridgien, présente de faible salinité allant de 1,200 g/l et ne dépassant guère les 3,000 g/l. Cependant

.../...

il faut noter les quelques anomalies observées qui entourent les eaux douces. Ailleurs et dans toute la région étudiée, la nappe phréatique présente de forte salure atteignant parfois les 14 g/l. Ces forts résidus secs ne peuvent être expliqués que par :

- La présence d'un terrain marneux du Séquanien qui fait augmenter la salure.
- L'existence de nappes salées sous-jacentes.
- Enfin à la forte exploitation par pompage et à la baisse du niveau statique de la nappe qui permettent l'invasion des eaux salées.

2) - Renseignements fournis par les diagrammes Schoeller

Les quelques analyses complètes effectuées sur des points d'eau dispersés dans toute la zone étudiée nous ont permis de les présenter sur les diagrammes semi-logarithmiques de Schoeller. Ces derniers prouvent que les eaux de la nappe phréatique appartiennent à plusieurs familles géochimiques. Les unes sulfatées sodiques, les autres chlorurées sodiques et même sulfatées sodiques. Nous remarquons aussi un parallélisme entre la plupart de ces diagrammes ; ceci prouve bien l'existence de mélange entre les différentes nappes d'eau salée et d'eau douce.

3) - Evolution de la salinité

La comparaison des résultats d'analyses de 1975 et de ceux de 1967 jusqu'à 1973 met en évidence une augmentation nette de la teneur globale en sel qui peut atteindre parfois 0,900 g/l en 3 années.

.../...

Diagrammes Schoeller

REGION EL FERCH RECIFA

.....	295	-----	93 <sup>bis</sup>
-----	106	-----	266
-----	42	.....	276
-----	85	-----	150

10<sup>2</sup>

50

40

30

20

10

Ca<sup>++</sup>

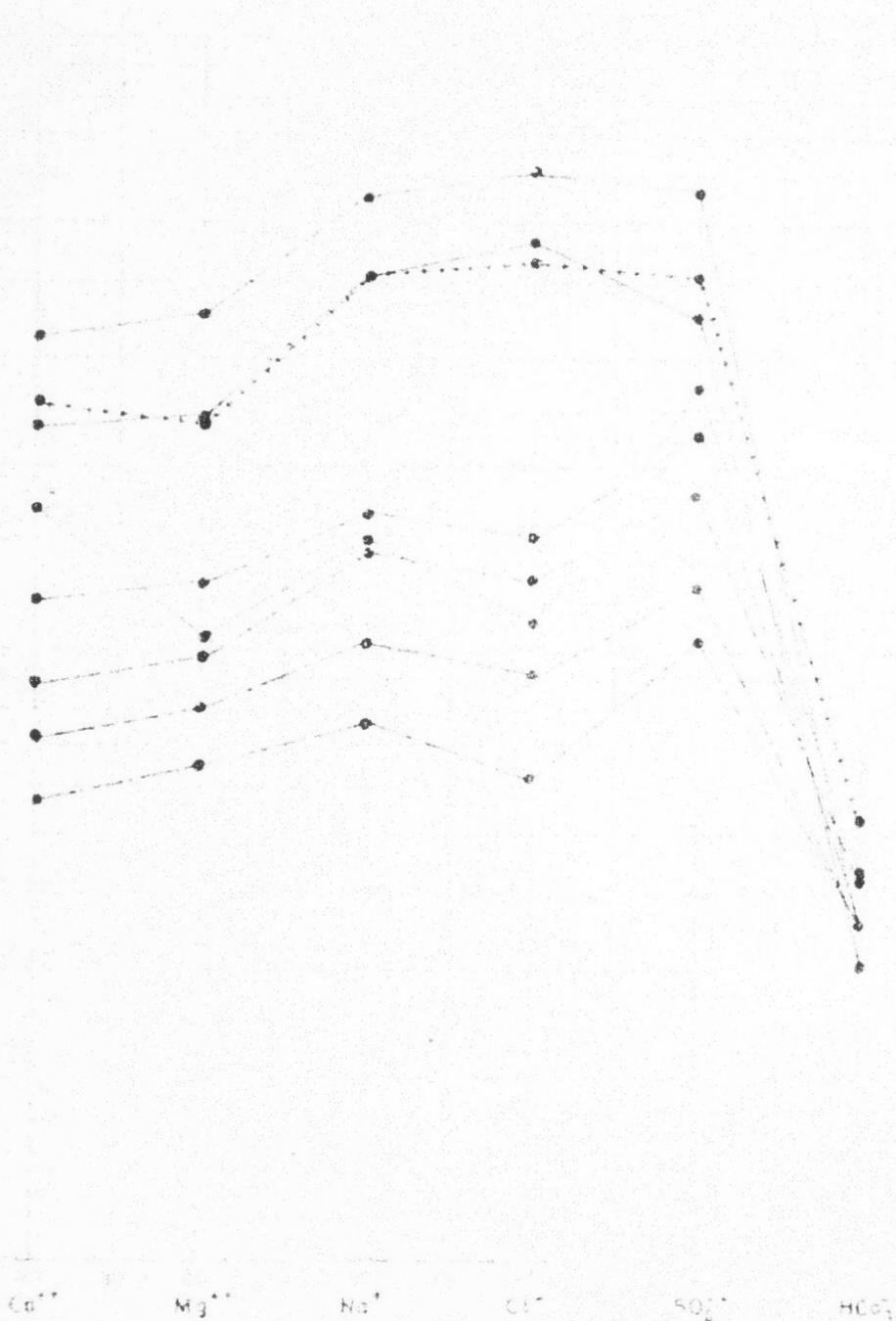
Mg<sup>++</sup>

Na<sup>+</sup>

Cl<sup>-</sup>

SO<sub>4</sub><sup>++</sup>

HCO<sub>3</sub>



Cette augmentation ne peut être attribuée qu'au pompage intensif au cours de ces dernières années.

#### F - LE RESEAU DE SURVEILLANCE

Le réseau de surveillance de la nappe phréatique d'El Ferch-Recifa comporte une dizaine de points d'eau repartis dans toute la région. **Quatre** puits **simplement** ont fait l'objet d'une surveillance mensuelle. Les autres sont contrôlés annuellement. Cette surveillance consiste à des relevés piézométriques et à des prélèvements d'échantillons d'analyses. Ce contrôle permanent va nous permettre d'établir les cartes hydrogéologiques et de suivre l'évolution de la nappe dans le temps et dans l'espace.

#### G - EXPLOITATION DE LA NAPPE

L'inventaire réalisé en Mai 1975 nous a montré que plusieurs puits sont équipés de **moto pompe**, d'autres sont exploités par dalou. Nous avons pu ainsi estimer le débit fictif continu tiré de cette **nappe**.

Le débit des puits de surface équipés a été évalué à 15 l/s d'après le dernier inventaire ; celui des puits exploités par dalou a été estimé à 5 l/s.

L'exploitation actuelle de la nappe d'El Ferch s'élève à 20 l/s. Or le débit de la nappe a été évalué à 9 l/s d'après " Etude préliminaire de la nappe d'El Ferch-Recifa J.L. TEISSIER Octobre 1968 ". Actuellement nous avons estimé les ressources en eau de la région d'El Ferch-Recifa comme suit :

S = Superficie des terrains perméables = 12,37 Km<sup>2</sup>

F = Pluviométrie annuelle moyenne = 0,15 m

I = Coefficient d'infiltration = 20 %

.../...

L'alimentation annuelle de la nappe à partir de l'infiltration des eaux météoriques a été évaluée à 371 100 m<sup>3</sup> ce qui correspond à un débit global de la nappe de 11,8 l/s.

Nous constatons que l'exploitation a augmenté et que la baisse du niveau statique de la nappe devient de plus en plus importante obligeant même les propriétaires d'approfondir annuellement leurs puits.

Cette baisse ne pourra donc être expliquée que par l'exploitation intense par pompage, exploitation qui n'est pas du tout en fonction des ressources disponibles. La conséquence de ce déséquilibre entre l'exploitation actuelle et les ressources disponibles est la baisse importante, l'approfondissement continu des puits et l'augmentation de la salure. Il faudra donc dès maintenant limiter l'exploitation pour éviter tout risque de vidange progressif de la nappe et les dangers de contamination des eaux douces.

### C O N C L U S I O N

Etant donné l'état actuel de la nappe d'El Ferch-ecifa, nous proposons :

- le maintien de l'exploitation actuelle
- l'abandon de l'approfondissement des puits
- l'arrêt immédiat de tout équipement des puits soit par moto-pompe soit par pompe électrique
- la poursuite de la surveillance de la nappe (Mesures du niveau piézométrique et du résidu sec).
- L'aménagement des thalwegs d'oued à l'aide de jessours pour ralentir les crues et provoquer la recharge de la nappe.

.../...

- la création d'un forage de reconnaissance afin de tester les différents horizons aquifères des terrains jurassiques présents dans la région.

Ce forage aura pour coordonnées :

X = 8G 90' 40"

Y = 36G 62' 30"

Profondeur prévue du sondage 200 mètres environ.-

L'Ingénieur Hydrogéologue  
Chef de la Zone Gabès - Medenine

A.F. MEKRAZI

— DETAILS DES ESSAIS " PORCHET " —



ÉPAISSEMENT DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

=====

Puits N° : 03

Q = 4,5 l/s

Date	HEURE	t (s)	mm <sup>3</sup> Hg	N <sub>0</sub> ' (m)	h (m)	Q (l/s)	Δ/h (m-2. s')
19-4-75	9H00	0		15,93			
		5		"			
		10		"			
		15		"			
		20		"			
		25		"			
	30"	30 10 <sup>1</sup>		15,93			
		40 "					
		50 "					
	1'	60 "		15,94	0,01	4,2	2,34
		70 "					
		80 "					
	30"	90 "		15,94	"		2,34
		100 "					
	2'	1,20 10 <sup>2</sup>		15,95	0,02		4,76
	30"	1,50 "		15,95	"		"
	3'	1,80 "		15,96	0,03		7,14
	30"	2,10 "		15,96	"		"
	4'	2,40 "		15,97	0,04		9,52
	30"	2,70 "		15,97	"		"
	5'	3,00 "		15,98	0,05		11,9
	30"	3,30 "		15,98	"		"
	6'	3,60 "		15,99	0,06		14,28
7'	4,20 "		16,00	0,07		16,68	
8'	4,80 "		16,01	0,08	4,8	16,68	
9'	5,40 "		16,02	0,09		18,75	
10'	6,00 "		16,04	0,11		22,92	
11'	6,60 "		16,05	0,12		25,0	
12'	7,20 "		16,06	0,13		27,1	
13'	7,80 "		16,07	0,14		29,18	
14'	8,40 "		16,08	0,15		31,22	
15'	9,00 "		16,09	0,16		33,35	
17'	1,02 10 <sup>3</sup>		16,11	0,18		37,50	
19'	1,14 "		16,14	0,21		43,75	
21'	1,26 "		16,16	0,23		47,90	
23'	1,38 "		16,19	0,26	4,8	54,10	

Date	HEURE	t (s)	mm <sup>5</sup> Hg	H <sub>0</sub> / (m)	R/m	Q l/s	V <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> · s)
19-4-75	25'	1,51 10 <sup>3</sup>	.	16,21	0,28	4,8	58,40
	27'	1,62 "	,	16,23	0,30	"	62,00
	30'	1,80 "		16,24	0,31	"	64,42
	33'	1,9' "		16,30	0,37	"	77,00
	36'	2,16 "		16,34	0,41	"	85,40
	39'	2,34 "		16,38	0,45	"	93,75
	42'	2,52 "		16,42	0,49	"	102,00
	45'	2,70 "		16,45	0,52	"	108,10
	50'	3,01 "		16,52	0,59	4,8	123,00
	55'	3,30 "		16,60	0,67	"	139,50
	10H00'	3,60 "		16,67	0,74	"	154,00
	05'	3,90 "		16,76	0,83	"	173,00
	10'	4,20 "		16,86	0,93	"	193,00
	15'	4,50 "		16,99	1,06	4,2	252,00
	20'	4,80 "		17,17	1,24	"	295,00
	30'	5,40 "	,	17,48	1,35	"	319,00

Fin Abaissement

Pompage d'eau

Remontée Fuits N° 3

Qm : 4,5 l/s

To : 5400 s

Date	Heure	t' (s)	$\frac{t_0}{t'} + 1$ (s)	NP (m)	S/m	S/(m)	OBSERVATIONS
18-4-75	10H30'	0,0		17,5		1,57	
	30"	3,0 10 <sup>1</sup>	181	"		"	
	1'	6,0 "	71	"		"	
	30"	9,0 "	61	"		"	
	2'	1,2 10 <sup>2</sup>	46	"		"	
	30"	1,5 "	37	17,49		1,56	
	3'	1,8 "	31	"		"	
	30"	2,1 "	26,7	"		"	
	4'	2,4 "	23,5	"		"	
	30"	2,7 "	21	17,48		1,55	
	5'	3,0 "	19	"		"	
	30"	3,3 "	17,4	"		"	
	6'	3,6 "	16	"		"	
	30"	3,9 "	14,8	"		"	
	7'	4,2 "	13,8	17,47		1,54	
	30"	4,5 "	13	"		"	
	8'	4,8 "	12,2	"		"	
	30"	5,1 "	11,6	"		"	
	9'	5,4 "	11	"		"	
	30"	5,7 "	10,45	17,46		1,53	
	10'	6,0 "	10	"		"	
	11'	6,6 "	9,2	"		"	
	12'	7,2 "	10,5	"		"	
	13'	7,8 "	7,9	17,45		1,52	
	14'	8,4 "	7,2	17,44		1,51	
	15'	9,0 "	7,0	17,44		1,51	
	17'	1,02 10 <sup>3</sup>	6,3	17,43		1,50	
	19'	1,14 "	5,75	"		1,50	
	21'	1,26 "	5,30	17,42		1,49	
	23'	1,38 "	4,9	17,41		1,48	
	25'	1,51 "	4,6	17,40		1,47	
	27'	1,62 "	4,35	17,39		1,46	
	29'	1,80 "	4,0	17,38		1,45	
	33'	1,98 "	3,7	17,37		1,44	
	36'	2,16 "	3,5	17,36		1,43	
19-4-75	39'	2,34 "	3,3	17,35		1,42	

Date	Heure	$t'$ ( s )	$\frac{t^0}{t'} +$	NP (m)	S (m)	S' (m)	ORG	
19-4-75	42'	$2,52 \cdot 10^3$	3,15	17,34		1,41		
	45'	2,7 "	3,00	17,34		"		
	50'	3,0 "	2,80	17,32		1,39		
	55'	3,3 "	2,64	17,31		1,38		
	11H30' 00	3,6 "	2,50	17,29		1,36		
	05'	3,9 "	2,38	17,27		1,34		
	15'	4,5 "	2,20	17,26		1,33		
	30'	5,0 "	2,00	17,21		1,28		
	45'	6,3 "	1,86	17,16		1,23		
	12H30' 00	7,2 "	1,75	17,12		1,19		
	20-4-75	10H30'	$3,64 \cdot 10^4$	1,06	16,22		0,29	

ABAISSEMENT

PUITS : 3

$T : 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

$\Delta/Q$   
 $\text{m}^2/\text{s}$

200

100

0

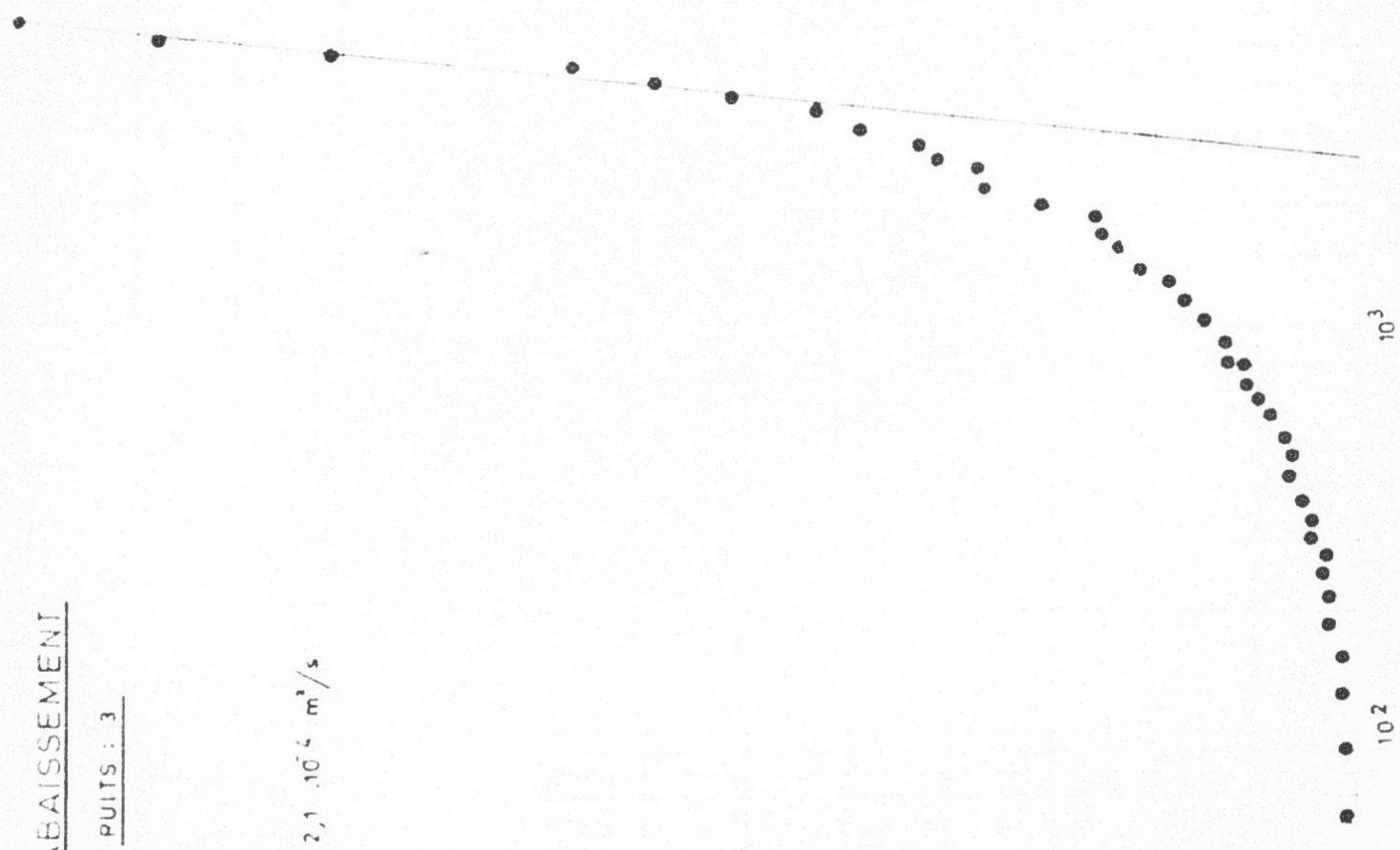
$10^2$

$10^3$

$10^4$

$10^5$

log t (s)

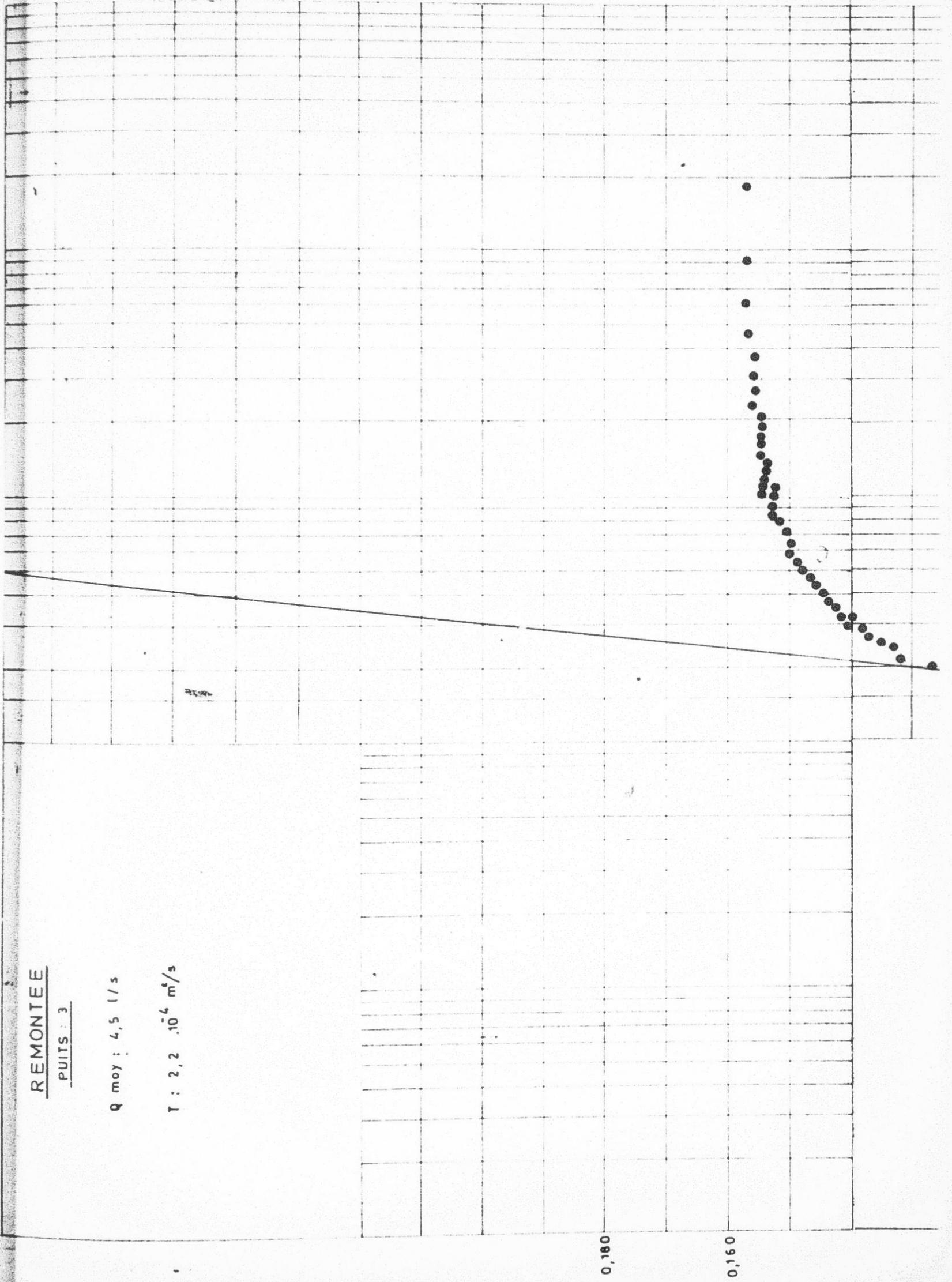


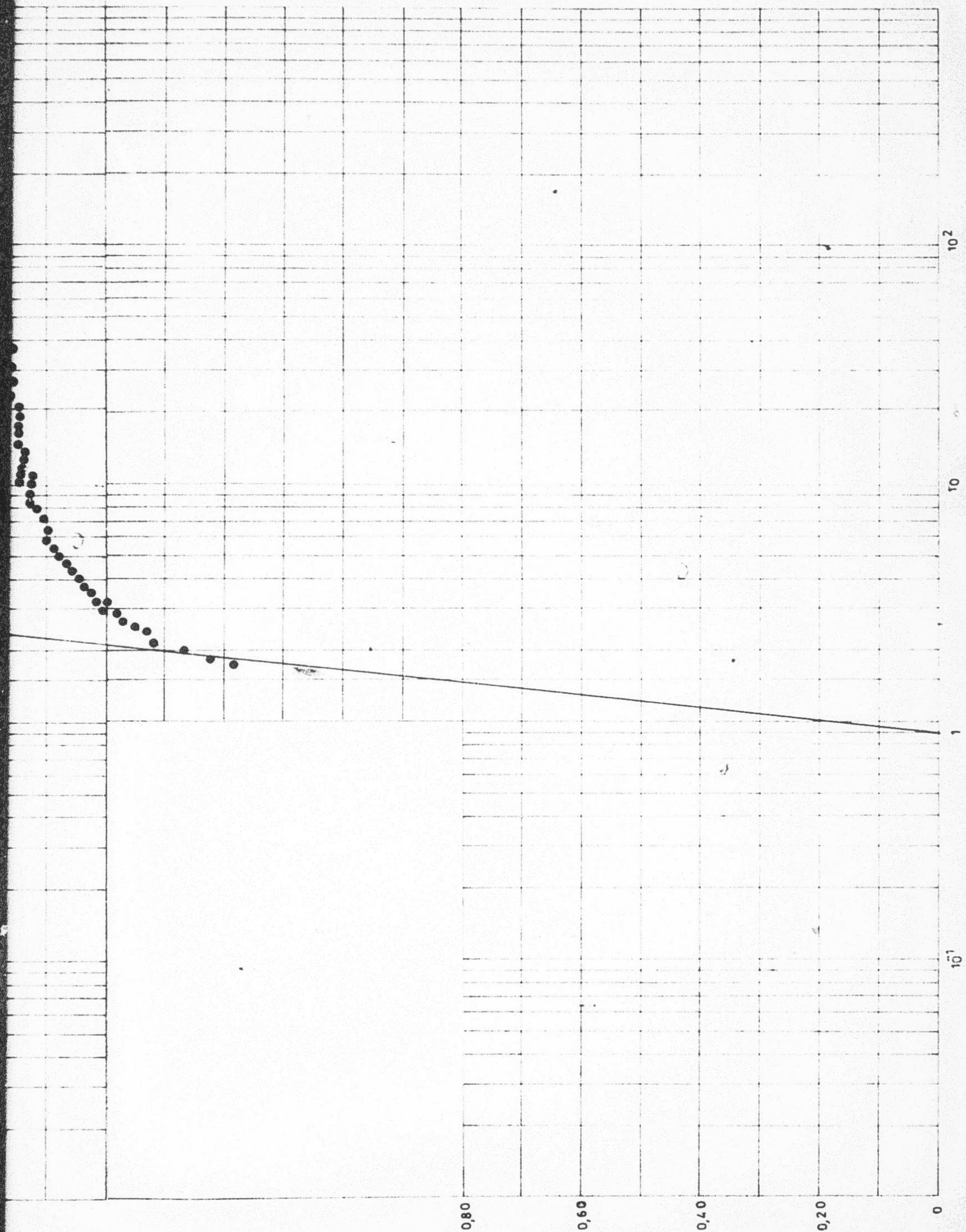
REMONTÉE

PUITS : 3

Q moy : 4,5 l/s

T :  $2,2 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s





Heure	t' (s)	$\frac{t}{t'}$ (s)	f (m)	g (m)	f' (m)	g' (m)
19H00			625		0,20	
1'	0,5	125	625		0,20	
2'	1,20	111	625		0,20	
3'	1,50	111	625		0,20	
4'	2,40	111	625		0,20	
5'	3,00	97	625		0,20	
7'	4,20	89,5	625		0,20	
8'	5,40	74,5	625		0,20	
11'	6,00	74,5	625		0,20	
13'	7,80	39	625		0,20	
15'	8,00	39	625		0,20	
17'	1,000	29,2	625		0,20	
20'	1,200	25	625		0,20	
23'	1,350	21,5	625		0,20	
26'	1,560	19,4	625		0,20	
29'	1,720	17,5	625		0,20	
32'	1,820	16	625		0,20	
35'	2,100	14,7	625		0,20	
40'	2,400	13	625		0,20	
45'	2,700	11,5	625		0,20	
50'	3,000	10,8	625		"	
19H05'	3,500	8,4	625		"	
20'	4,800	7	625		0,20	
35'	5,700	6,06	625		0,20	
50'	6,600	5,35	625		0,20	
20H05'	7,500	4,94	625		0,20	
20'	8,400	4,43	625		0,20	
35'	9,300	4,10	625		0,20	
50'	10,200	3,74	625		0,20	
21H05'	11,100	3,60	625		"	
20'	12,000	3,40	625		"	
35'	12,900	3,20	625		0,20	
50'	13,800	3,10	625		0,20	

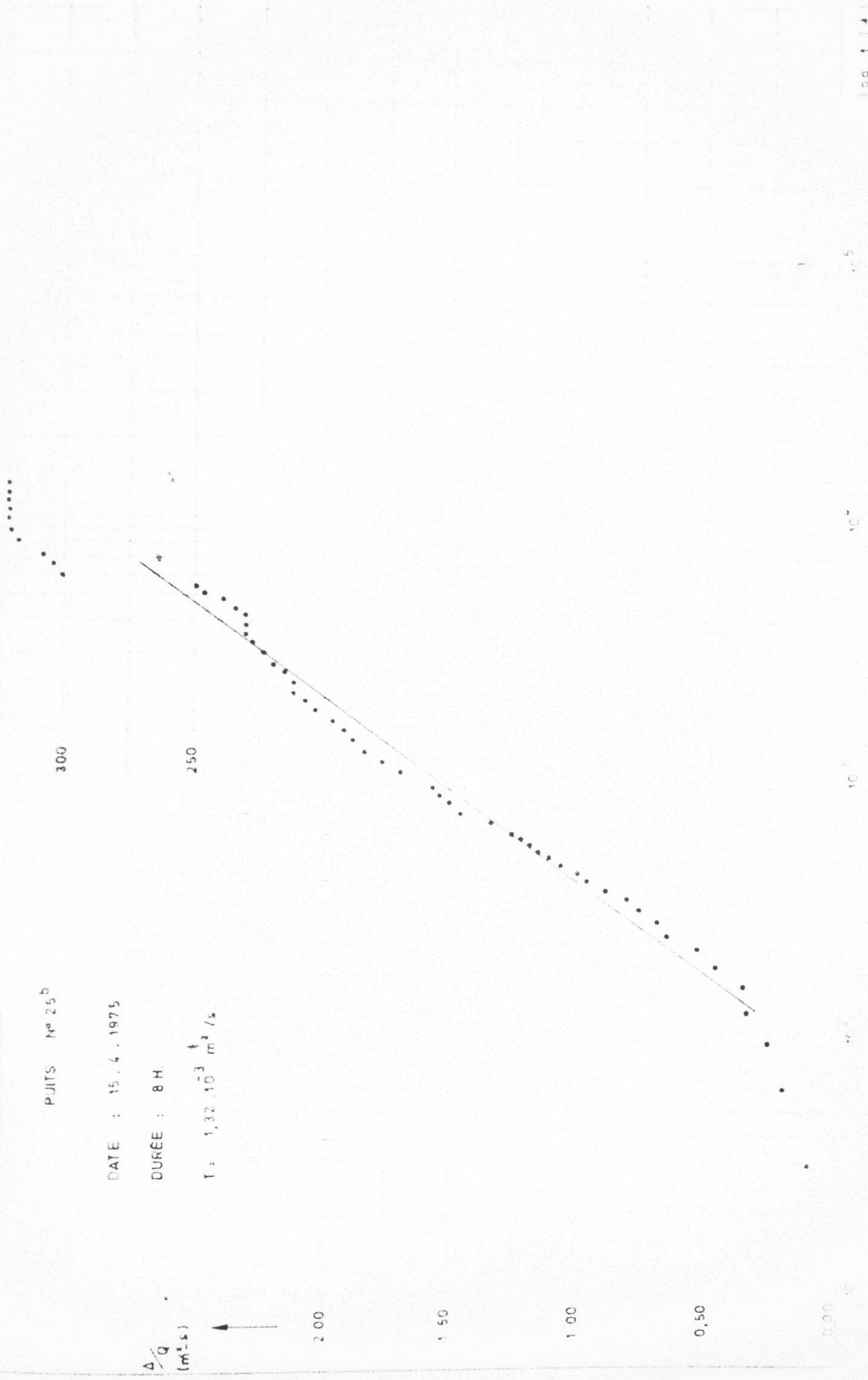
ABAISSSEMENT

PUIJS N° 25b

DATE : 15.4.1975

DURÉE : 8 H

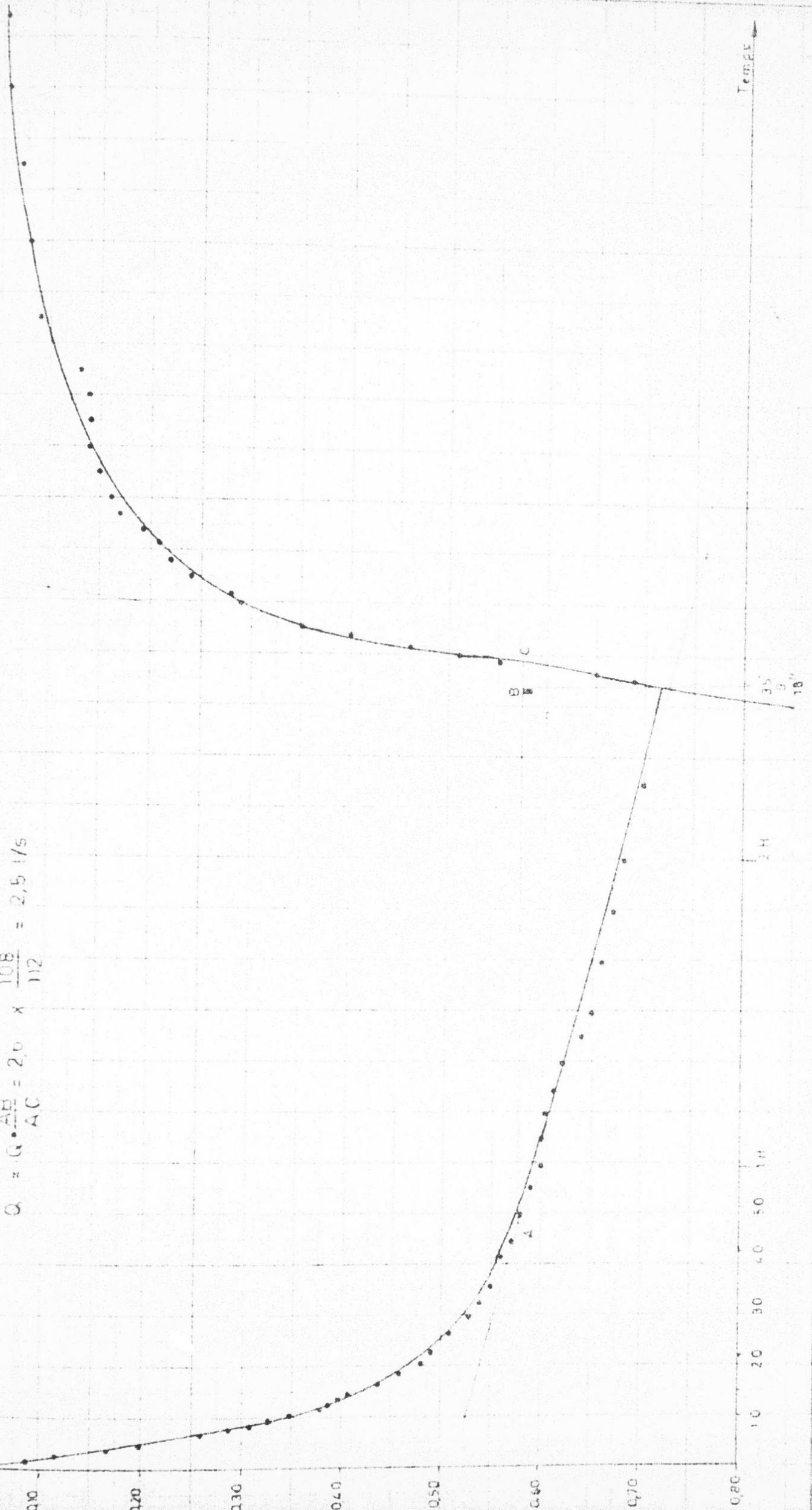
$T = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$



REGION EL FERCH

ESSAI PORCHER AU PUIS N°25 DIS

$$Q = Q \cdot \frac{AB}{AC} = 2,0 \times \frac{108}{112} = 2,5 \text{ l/s}$$



Temps

35  
30  
18

2H

10 20 30 40 50 1H

- ABAISSSEMENT -

du Puits n° 71

Date	HEURE	t (s)	MS(m)	S (m)	Q (l/s)	v/Q (m-2 s.)	OBSERVATIONS
17-4-75	10H00	0	12,86				
	30"	30	12,90	0,04		7,8	
	1'	60	12,93	0,07		13,5	
	30"	90	13,00	0,14		26,9	
	2'	120	13,04	0,18	5,2	34,6	
	30"	150	13,09	0,23		44,2	
	3'	180	13,14	0,28		53,8	
	30"	210	13,17	0,32		61,5	
	4'	240	13,21	0,35		67,3	
	30"	270	13,25	0,39		75	
	5'	300	13,29	0,43		82,6	
	30"	330	13,33	0,47		90,4	
	6'	360	13,37	0,51	5,2	98,1	
	7'	420	13,45	0,59		113,2	
	8'	480	13,51	0,65		124,9	
	9'	540	13,58	0,72		138,4	
	10'	600	13,64	0,78		150,0	
	11'	6,60 10 <sup>2</sup>	13,73	0,87		167,5	
	12'	7,20 "	13,79	0,93	5,2	178,8	
	13'	7,80 "	13,86	1,00		192,2	
	14'	8,40 "	13,94	1,08		207,8	
	15'	9,00 "	13,99	1,13	3,8	297,2	
	17'	1,02 10 <sup>3</sup>	14,09	1,23	"	323,8	
	19'	1,14 "	14,25	1,39	"	366,0	
	21'	1,26 "	14,36	1,50	"	395	
	23'	1,38 "	14,48	1,62	"	427	
	25'	1,51 "	14,55	1,69	"	444	
	27'	1,62 "	14,68	1,82	"	478	
	30'	1,80 "	14,90	2,04	"	537	
	32'	1,98 "	15,03	2,17	"	571	
	36'	2,16 "	15,22	2,38	"	626	
	39'	2,34 "	15,32	2,48	2,7	918	
	42'	2,52 "	15,47	2,63	"	974	
	45'	2,70 "	15,62	2,78	"	1029	
	10H50'	3,00 "	15,73	2,89	"	1070	Puits n° 71 la pompe n° 1 pres au fond.

Qm : 3 l/s  
Tc : 3000 m/s

Date	HEURE	t' (s)	$\frac{t}{t'} + 1$ (s)	NP (m)	$\Delta$ (m)	OBSERVATIONS
17-4-75	10H50			15,73	3,12	
	30	3,0 10 <sup>1</sup>	101	15,70	3,09	
	1	6,04 "	51	15,70	3,09	
	30	9,0 "	34,5	15,69	3,08	
	2	1,2 10 <sup>2</sup>	26,0	15,69	3,08	
	30	1,5 "	21,0	15,68	3,07	
	3	1,8 "	17,8	15,68	"	
	30	2,1 "	15,4	15,68	"	
	4	2,4 "	13,6	15,67	3,06	
	30	2,7 "	12,2	15,67	"	
	5	3,0 "	11,0	15,67	"	
	30	3,3 "	10,1	15,66	3,05	
	6	3,6 "	9,3	15,66	"	
	30	3,9 "	8,7	15,66	"	
	7	4,2 "	8,2	15,65	3,04	
	30	4,5 "	7,7	15,65	"	
	8	4,8 "	7,3	15,65	"	
	30	5,1 "	6,9	15,65	"	
	9	5,4 "	6,6	15,65	"	
	30	5,7 "	6,3	15,65	"	
	10	6,0 "	6,0	15,64	3,03	
	11	6,6 "	5,55	15,64	"	
	12	7,2 "	5,2	15,63	3,02	
	13	7,8 "	4,85	15,63	"	
	14	8,4 "	4,60	15,63	"	
	15	9,0 "	4,35	15,62	3,01	
	17	1,02 10 <sup>3</sup>	3,95	15,62	"	
	19	1,14 "	3,65	15,60	2,99	
	21	1,20 "	3,5	15,59	2,98	
	23	1,38 "	3,2	15,57	2,96	
	25	1,51 "	3,0	15,57	"	
	27	1,68 "	2,8	15,56	2,95	
	30	1,80 "	2,68	15,55	2,94	
	33	1,98 "	2,52	15,53	2,92	
	36	2,16 "	2,40	15,52	2,91	
	39	2,34 "	2,28	15,51	2,90	
	42	2,52 "	2,18	15,50	2,89	
	45	2,70 "	2,1	15,48	2,87	

Date	Heure	t (s)	$\frac{t}{t'} + 1$ (s)	MP (m)	$\Delta r$ (m)	ORG. RWTH AACHEN
17-4-75	50	3,0 $10^3$	2,0	15,46	2,85	
	55	3,3 "	1,92	15,44	2,83	
	11H50	3,6 "	1,84	15,42	2,81	
	05	3,9 "	1,77	15,40	2,79	
	10	4,2 "	1,72	15,40	2,79	
	15	4,5 "	1,67	15,40	2,79	
	20	4,8 "	1,63	15,38	2,77	
	30	5,4 "	1,56	15,35	2,74	
	40	6,0 "	1,50	15,32	2,71	
	50	6,6 "	1,45	15,29	2,68	
	12H50	7,2 "	1,42	15,27	2,66	
	15	8,1 "	1,37	15,24	2,63	
	30	9,0 "	1,33	15,16	2,55	
	45	9,9 "	1,30	15,07	2,46	
	13H50 00	1,08 $10^4$	1,28	14,98	2,37	
	30	1,26 "	1,24	14,90	2,29	
	14H50	1,44 "	1,21	14,72	2,11	
	15H50	1,80 "	1,17	14,55	1,94	
	16H50	2,16 "	1,14	14,42	1,81	
	17H50	2,52 "	1,11	14,26	1,65	
	18H50	2,88 "	1,00	14,14	1,53	
	19H50	3,24 "	0,193	14,02	1,41	
	20H50	3,60 "	0,184	13,90	1,39	
	21H50	3,96 "	0,176	13,80	1,19	
	22H50	4,32 "	0,169	13,70	1,09	
	23H50	4,68 "	0,164	13,61	1,00	
	24H50	5,04 "	0,159	13,52	0,92	
	2H	5,76 "	0,152	13,33	0,72	
	4H	6,19 "	0,146	13,13	0,52	
	6H	7,92 "	0,138	12,89	0,28	
11H	8,64 "	0,135	12,61	0,00	Fin de la rem. nt	

ABAISSMENT

PUITS : 71

$T_1 : 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

$T_2 : 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

$T \text{ moy} : 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

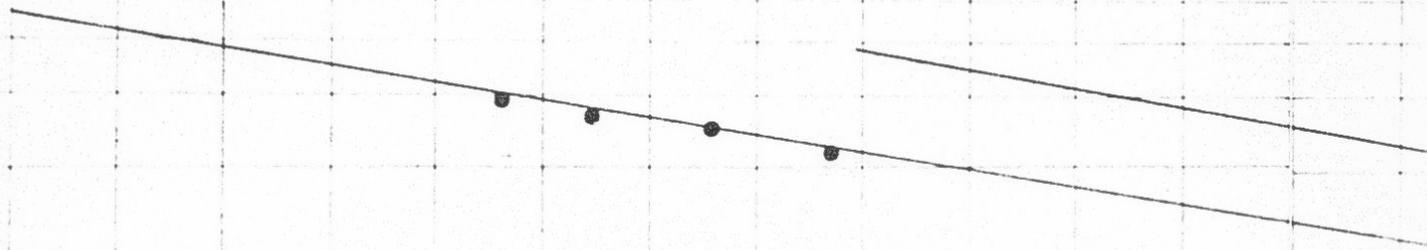
$\Delta/Q$

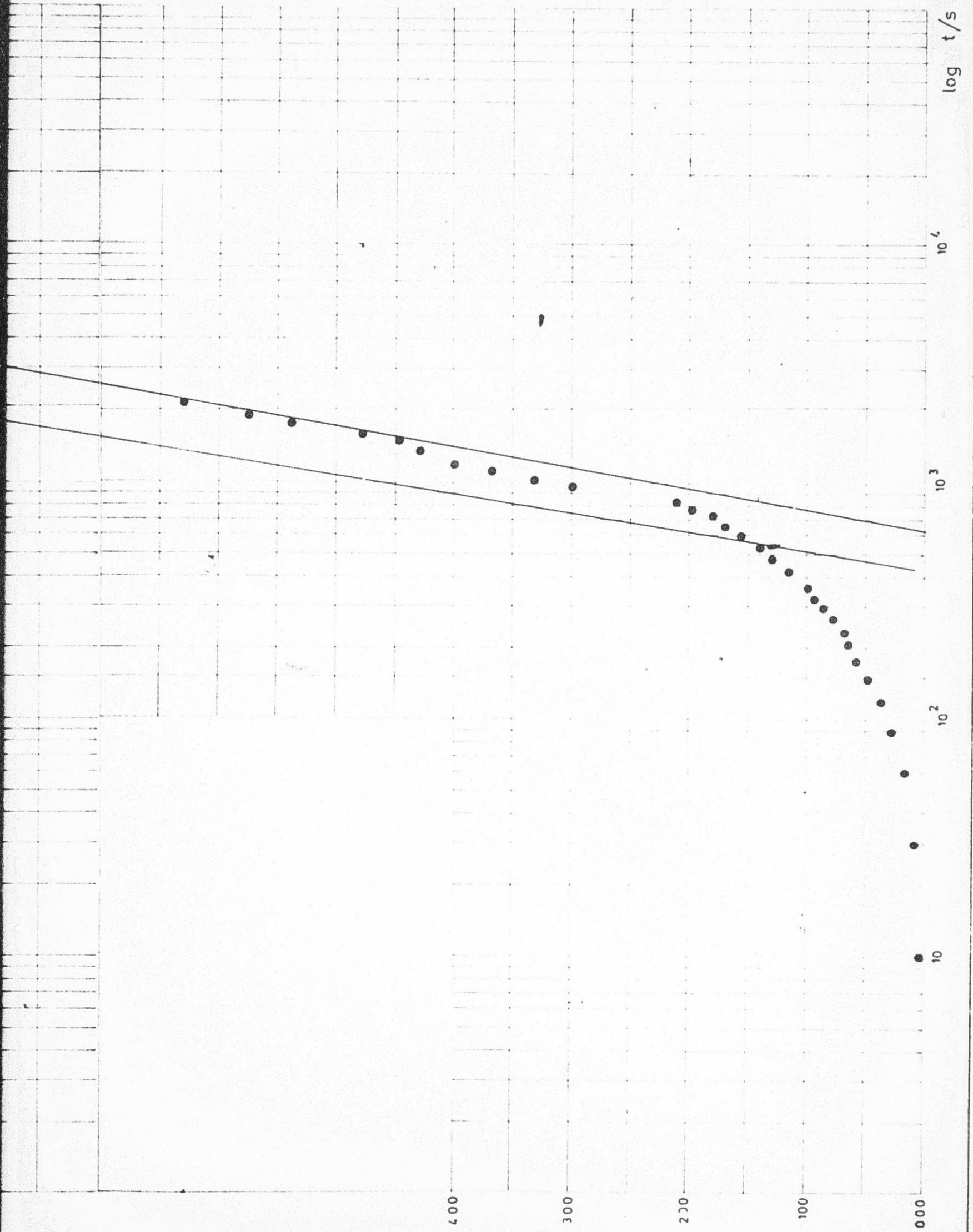
1100

1000

900

800





# REMONTEE

Puits N° 71

Date : 17-4-75

TD : 3000

Gm : 3.88 / s

$\tau = 2.1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$

5/m

300 -

250 -

200 -

150 -

100 -

050 -

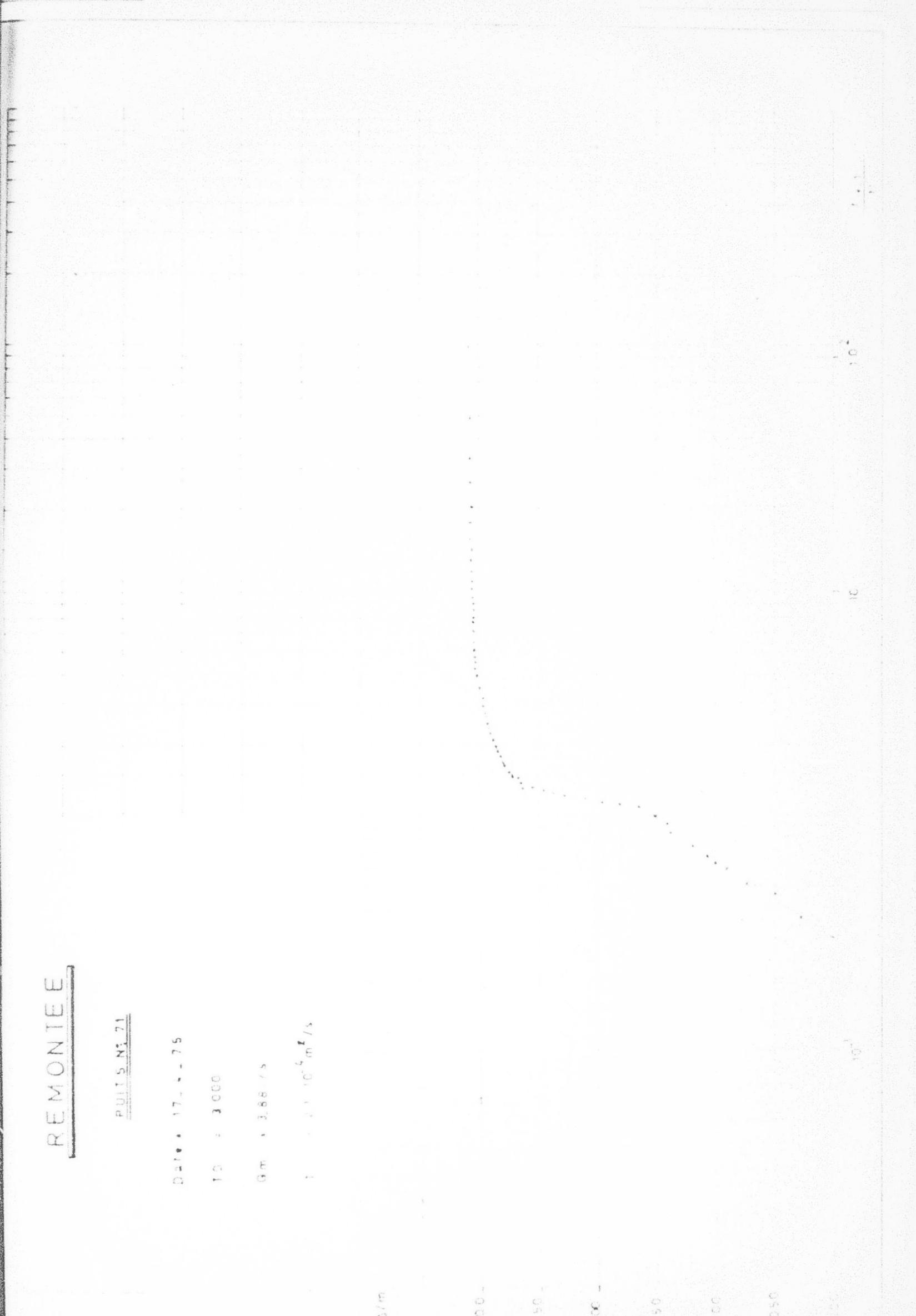
000 -

10<sup>3</sup>

10

10<sup>2</sup>

10<sup>1</sup>



ABAISSEMENT DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

Puits N° 85

Date	HEURE	t (s)	NP (m)	S/ (m)	Q (l/s)	S/Q (m <sup>-2</sup> s)	OBSERVATIONS
10-4-75	9H00	0	22,75				
		3,0 · 10 <sup>1</sup>	22,76	0,01	1,70	5,88	
		6,0 "	22,76	0,01		5,88	
		9,0 "	22,77	0,02		11,74	
		1,20 10 <sup>2</sup>	22,78	0,03		17,63	
		1,50 "	22,78	0,03		17,63	
		1,80 "	22,78	0,03		17,63	
		2,10 "	22,81	0,06		35,3	
		2,40 "	22,82	0,07		41,2	
		2,70 "	22,83	0,08		48,1	
		3,00 "	22,84	0,09		53,0	
		3,30 "	22,85	0,10		58,8	
		3,60 "	22,86	0,11	1,9	57,8	
		4,20 "	22,88	0,13		68,5	
		4,80 "	22,90	0,15		78,9	
		5,40 "	22,93	0,18		94,7	
		6,00 "	22,94	0,19		100	
		6,60 "	22,96	0,21		110,4	
	12	7,20 "	22,98	0,23	1,7	135,3	
	13	7,80 "	22,99	0,24	1,7	144,1	
	14	8,40 "	23,00	0,25	1,7	147,0	
	15	9,00 "	23,02	0,27		158,7	
	17	1,02 10 <sup>3</sup>	23,05	0,30		176,2	
	19	1,14 "	23,07	0,32		188,1	
	21	1,26 "	23,09	0,34		199,8	
	23	1,38 "	23,11	0,36		210,8	
	25	1,50 "	23,13	0,38		223,1	

Date	Heure	t (s)	NP (m)	S (m)	Q (1/s)	S/Q (m-2 s)	OBSERV. TI
10-4-75	27	1,620	23,15	0,40		235,2	
	9H30	1,800 "	23,16	0,41		336,8	
	33	1,980 "	23,19	0,44	1,3	338,2	
	36	2,160 "	23,20	0,45		346,0	
	39	2,340 "	23,21	0,46		354,0	
	40	2,520 "	23,24	0,49		377,0	
	45	2,700 "	23,28	0,53		407,0	
	50	3,000 "	23,31	0,56		431,0	
	55	3,300 "	23,31	0,56	1,2	467,0	
	10H00	3,600 "	23,37	0,62	1,2	467,0	arrêt 2'30"
	05	3,900 "	23,43	0,68	2,2	309,0	Accélération
	10	4,200 "	23,49	0,74	2,5	296,0	
	10H15	4,500 "	23,55	0,80	2,5	326,2	Arrêt.

## Remontée du Puits N° 85

Q moyen = 1,76 l/s

t pompage = 4500 s

Date	Heure	t (s)	$\frac{t_0}{t} + 1$ (s)	N.P. (m)	S' (m)	OBSERVATIONS
10-4-75	10H15'	00"		23,55	0,76	
	30"	30"	151	23,54	0,75	
	16'	60"	76	23,53	0,74	
	30"	90"	51	23,52	0,74	
	17'	120"	38,5	23,51	0,73	
	30"	150"	31	23,51	0,72	
	18'	180"	26	23,51	0,72	
	30"	210"	22,4	23,50	0,72	
	19'	240"	19,7	23,50	0,71	
	30"	270"	17,6	23,49	0,71	
	20'	300"	16,0	23,49	0,70	
	30"	330"	14,6	23,48	0,70	
	21'	360"	13,5	23,47	0,69	
	30"	390"	12,5	23,47	0,68	
	22'	420"	11,7	23,46	0,68	
	30"	450"	11,0	23,45	0,68	
	23'	480"	10,4	23,45	0,67	
	30"	510"	9,8	23,44	0,66	
	24'	540"	9,3	23,44	0,66	
	30"	570"	8,9	23,43	0,65	
	25'	600"	8,5	23,42	0,65	
	26'	660"	7,8	23,41	0,64	
	27'	720"	7,3	23,40	0,63	
	28'	780"	6,8	23,38	0,61	
	29'	840"	6,4	23,36	0,61	
	30'	900"	6,0	23,34	0,59	
	32'	1020"	5,4	23,33	0,57	
	34'	1140"	4,9	23,30	0,55	
	36'	1260"	4,6	23,28	0,54	
	38'	1380"	4,3	23,26	0,51	
	40'	1500"	4,0	23,21	0,49	
	42'	1620"	3,8	23,18	0,47	
	45'	1800"	3,5	23,17	0,44	
	48'	1980"	3,3	23,14	0,42	
	51'	2160"	3,1	23,12	0,39	
	54'	2340"	2,9	23,08	0,38	
	57'	2520"	2,8	23,06	0,35	
	11H00	2700"	2,7	23,02	0,33	

4-75

05'	3000"	2,5	23,06	0,29
10'	3300"	2,4	23,06	0,27
15'	3600"	2,25	23,02	0,23
20'	3900"	2,15	23,00	0,21
25'	4200"	2,07	22,97	0,18
30'	4500"	2,00	22,95	0,16
35'	4800"	1,94	22,93	0,14
45'	5400"	1,83	22,90	0,11
55'	6000"	1,75	22,87	0,08
12H05'	6600"	1,68	22,85	0,06
15'	7200"	1,62	22,83	0,04
30'	8100"	1,55	22,81	0,02
45'	9000"	1,50	22,79	0,00

AMQ

m<sup>2</sup>/s

ABAISSEMENT

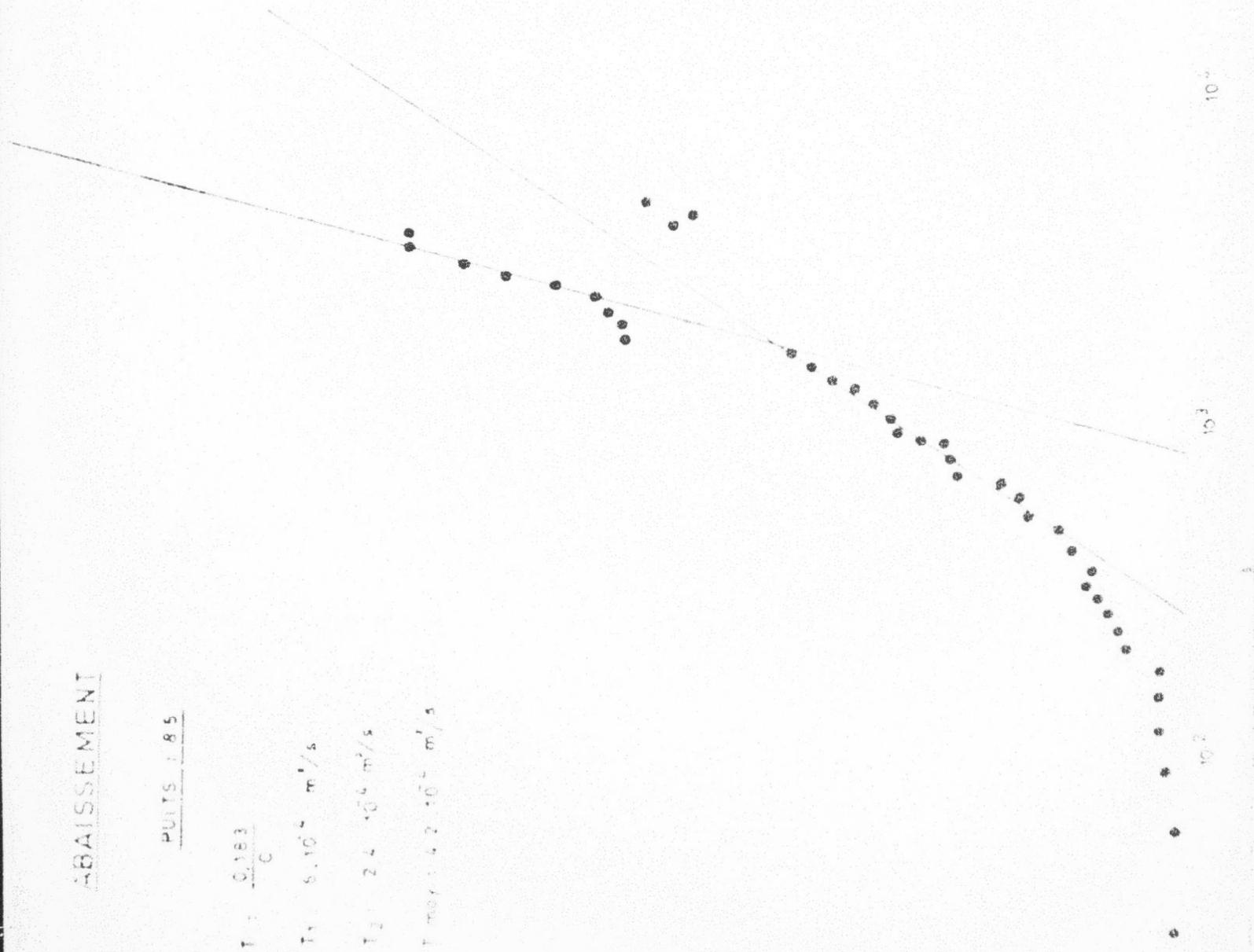
PUITS 185

$T = \frac{0.183}{C}$

$T_1 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$T_2 = 2.4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$T_{\text{moy}} = 4.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



log t (s)

10<sup>4</sup>

10<sup>3</sup>

10<sup>2</sup>

400

300

200

100

1. 0.1835  
C

2 moy: 175

3 266 10 - m<sup>2</sup> s

0.40

0.70

102

103

(S) 1. 1/2 (S)



ABAISSÉMENT

essai sur le Puits N° 86

Date	H.URE	t. (s)	N.P (m)	S (m)	Q (l/s)	$Q$ ( $m^{-2}s$ )	OBSERVATION
11-4-75	10H00	0,0	18,77				Prélèvement échantillon
	30"	3,0 $10^1$	18,80	0,03		11,07	
	1'	6,0	18,84	0,07		23,7	
	30"	9,0	"	"		"	
	2'	1,2 $10^2$	18,85	0,08		26,8	
	30"	1,5 "	18,86	0,12	2,98	40,3	
	3'	1,8 "	18,89	0,14		47,0	
	30"	2,1 "	18,91	0,16		53,6	
	4'	2,4 "	18,93	0,19		63,8	
	30"	2,7 "	18,96	0,21		70,5	
	5'	3,0 "	18,98	0,23		77,3	
	30"	3,3 "	19,00	0,25		83,9	
	6'	3,6 "	19,02	0,27		90,6	
	30"	3,9 "	19,04	0,29	2,94	100,8	
	7'	4,2 "	19,06	0,31		105,4	
	30"	4,5 "	19,08	0,32		108,9	
	8'	4,8 "	19,09	0,34		115,6	
	30"	5,1 "	19,11	0,36		122,3	
	9'	5,4 "	19,13	0,38		129,1	
	30"	5,7 "	19,15	0,39		132,8	
	10'	6,0 "	19,16	0,42	2,32	181	
	11'	6,6 "	19,19	0,47		201,1	
	12'	7,2 "	19,24	0,49		211	
	13'	7,8 "	19,26	0,52		224	
	14'	8,4 "	19,29	0,56		241,5	
	15'	9,0 "	19,33	0,61		263	
	17'	1,05 $10^1$	19,38	0,65	2,32	280	
	19'	1,14 "	19,42	0,70		302	
	21'	1,26 "	19,47	0,74		319	
	23'	1,38 "	19,51	0,78		336	
	25'	1,5 "	19,55	0,83		357,3	
	27'	1,62 "	19,60	0,88	2,32	388	
	30'	1,8 "	19,67	0,94		407	
	33'	1,98 $10^1$	19,71	1,01	2,32	450,1	Prélev. échantillon
	36'	2,16 "	19,78	1,06		470,4	
	39'	2,34 "	19,83	1,11		490,5	Arrêt échantillon
	42'	2,52 "					
	45'	2,7 "					

- REMONTEE -

Essai sur le puits N° 86

T<sub>0</sub> = 23,0°  
Q. Moy = 5,5 l

Date	Heure	t (s)	NP (m)	S' (m)	$\frac{t^0 + 1}{t'}$	OBSERVATIONS
11-4-75	10h39	0,0				
	30	3,0 10 <sup>1</sup>				
	1	6,0 "	19,77	0,96	40	
	30	9,0 "	19,74	0,93	27	
	2	1,2 10 <sup>2</sup>	19,73	0,92	20,5	
	30	1,5 "	19,71	0,90	16,6	
	3	1,8 "	19,70	0,89	14	
	30	2,1 "	19,68	0,87	12,2	
	4	2,4 "	19,67	0,86	10,7	
	30	2,7 "	19,65	0,84	9,6	
	5	3,0 "	19,63	0,82	8,8	
	30	3,3 "	19,62	0,81	8,05	
	6	3,6 "	19,61	0,80	7,5	
	30	3,9 "	19,61	0,80	7,0	
	7	4,2 "	19,59	0,78	6,5	
	30	4,5 "	19,58	0,77	6,2	
	8	4,8 "	19,57	0,76	5,85	
	30	5,1 "	19,56	0,75	5,6	
	9	5,4 "	19,55	0,74	5,3	
	30	5,7 "	19,54	0,73	5,1	
	10	6,0 "	19,53	0,72	4,9	
	11	6,6 "	19,51	0,70	4,55	
	12	7,2 "	19,50	0,69	4,25	
	13	7,8 "	19,48	0,67	4,0	
	14	8,4 "	19,46	0,65	3,8	
	15	9,0 "	19,45	0,64	3,6	
	17	1,02 10 <sup>3</sup>	19,42	0,61	3,3	
	19	1,14 "	19,39	0,58	3,05	
	21	1,26 "	19,36	0,55	2,85	
	23	1,38 "	19,33	0,52	2,7	
	25	1,50 "	19,31	0,50	2,55	
	27	1,62 "	19,28	0,47	2,44	
	30	1,80 "	19,25	0,44	2,30	
	33	1,98 "	19,22	0,41	2,1	
	36	2,16 "	19,19	0,38	2,04	
	39	2,34 "	19,16	0,35	2,00	
	42	2,52 "	19,13	0,32	1,92	

11-4-75	1CH45	2,7 10 <sup>3</sup>	19,11	0,30	1,86
	50	3,0 "	19,07	0,26	1,78
	55	3,3 "	19,04	0,23	1,71
	11HCC	3,6 "	19,02	0,21	1,65
	05	3,9 "	18,99	0,18	1,60
	10	4,2 "	18,97	0,16	1,55
	15	4,5 "	18,95	0,14	1,52
	20	4,8 "	18,94	0,13	1,49
	30	5,4 "	18,91	0,10	1,43
	40	6,0 "	18,89	0,08	1,39
	50	6,6 "	18,87	0,06	1,35
	12HCC	7,2 "	18,85	0,04	1,32
	15	8,1 "	18,83	0,02	1,29
	30	9,0 "	18,81	0,00	1,26

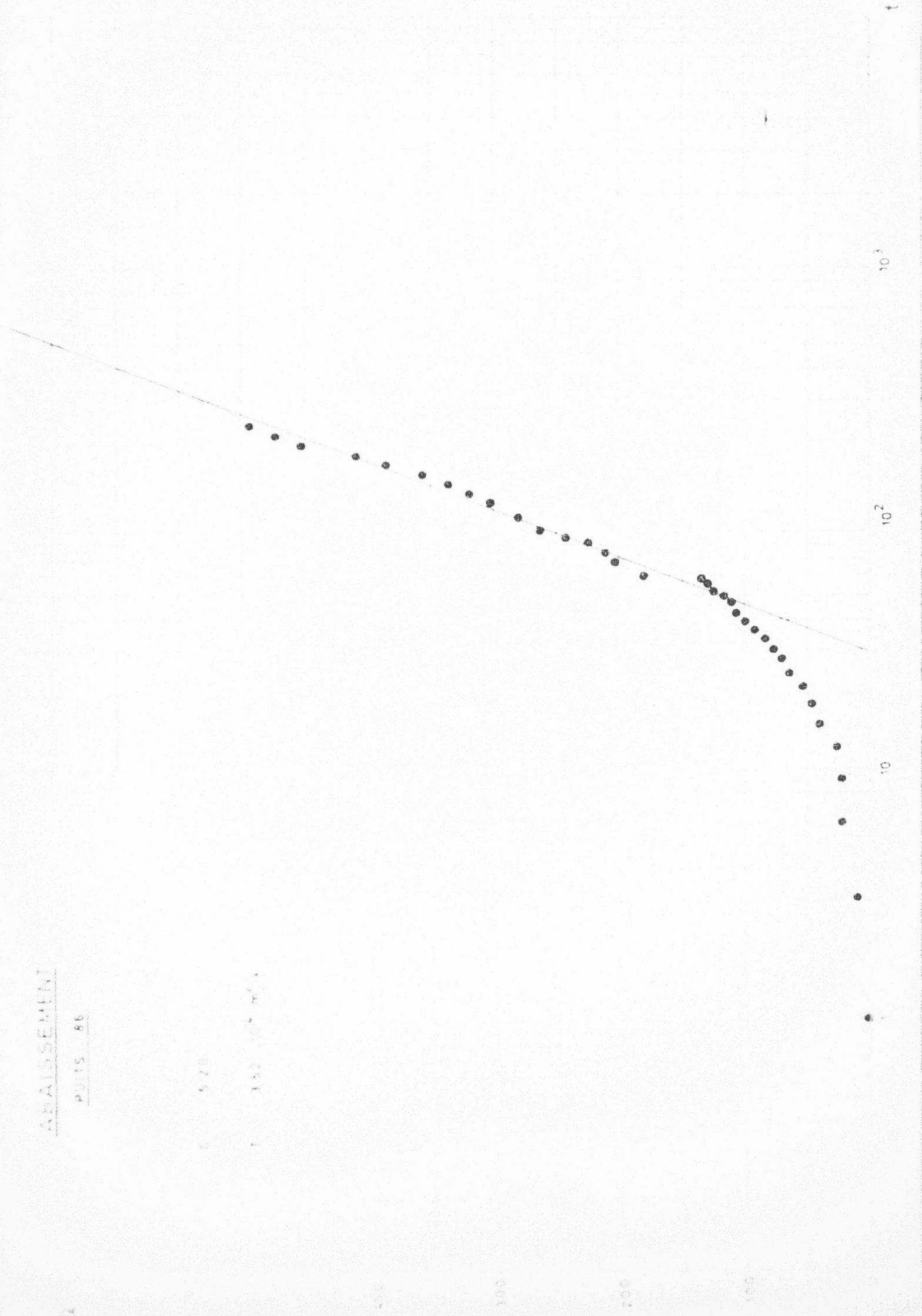
fin de la page

ABAISSEMENT

PUIS 86

Q = 520

r = 350 (0.4 m)



PROFIL

PUITS N° 86

DATE : 11.4.1975

DUREE : 2 H 30'

$\gamma_{\text{moy}}$  : 2.5 l/s

$C_0$  : 155

$\gamma$  :  $2.34 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s

1.2

1.0

$\frac{C}{C_0}$

1

0.80

0.60

0.40

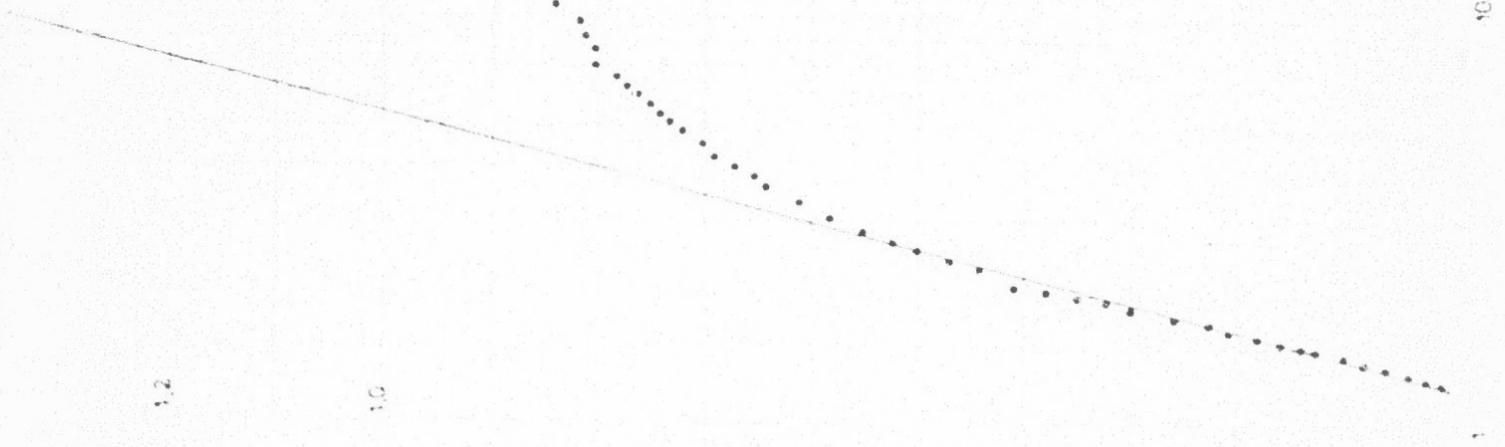
0.20

0.00

10

$10^2$

$\log \left( \frac{C}{C_0} \right) (\Delta)$



RESUME

PUITS N° 86

DATE : 11.4.1975

DUREE : 2 H 30'

$\gamma_{\text{moy}}$  : 2.5 l/s

$C_0$  : 155

$\gamma$  :  $2.34 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s

1.2

10

10<sup>2</sup>

10

$\log \left( \frac{t_0}{t} \right) (\Delta)$

$\frac{C}{C_0}$

1

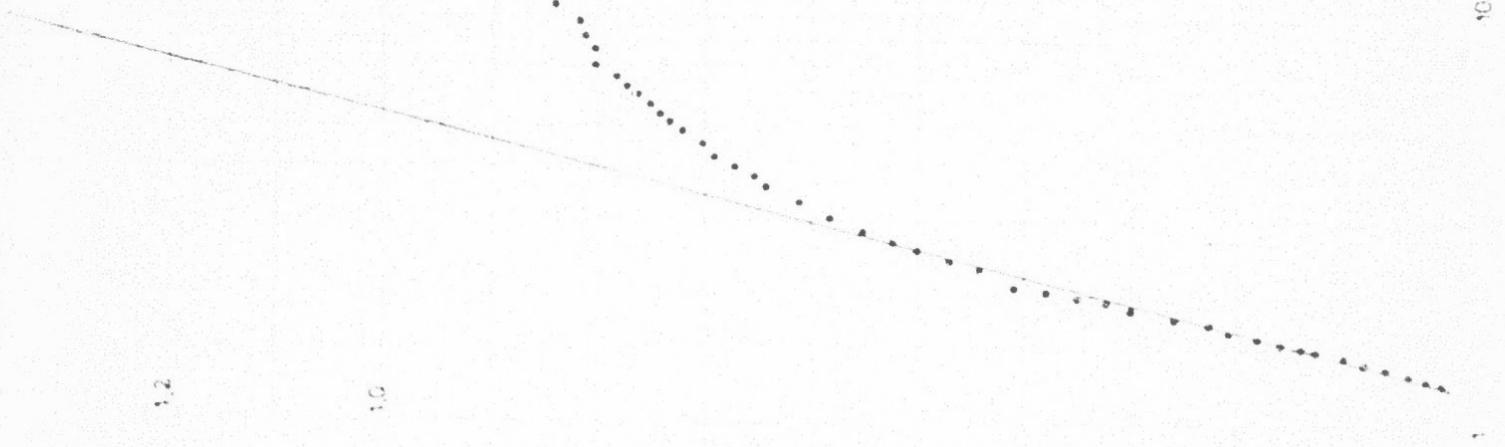
0.80

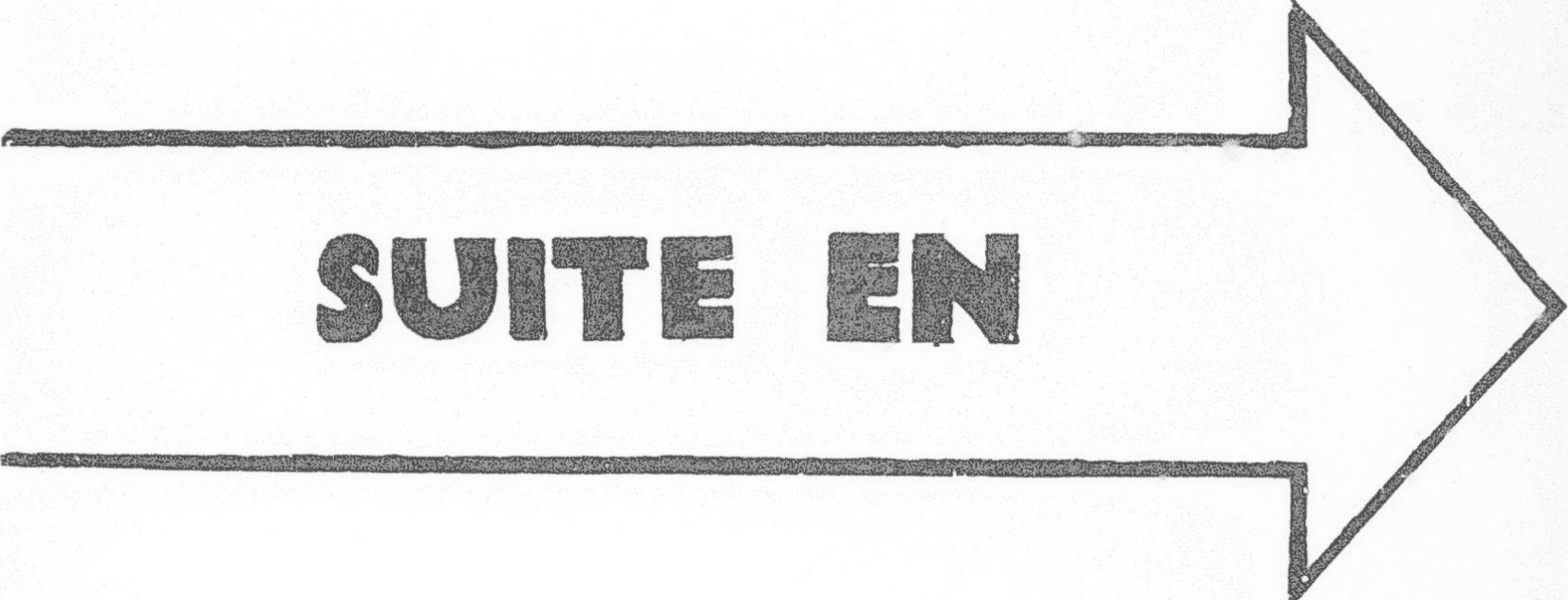
0.50

0.20

0.10

0.05

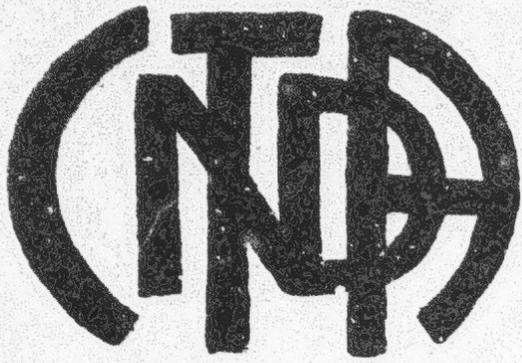




**SUITE EN**

**F**

**2**



MICROFICHE N°

00371

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

المركز القومي  
للتوثيق الزراعي  
تونس

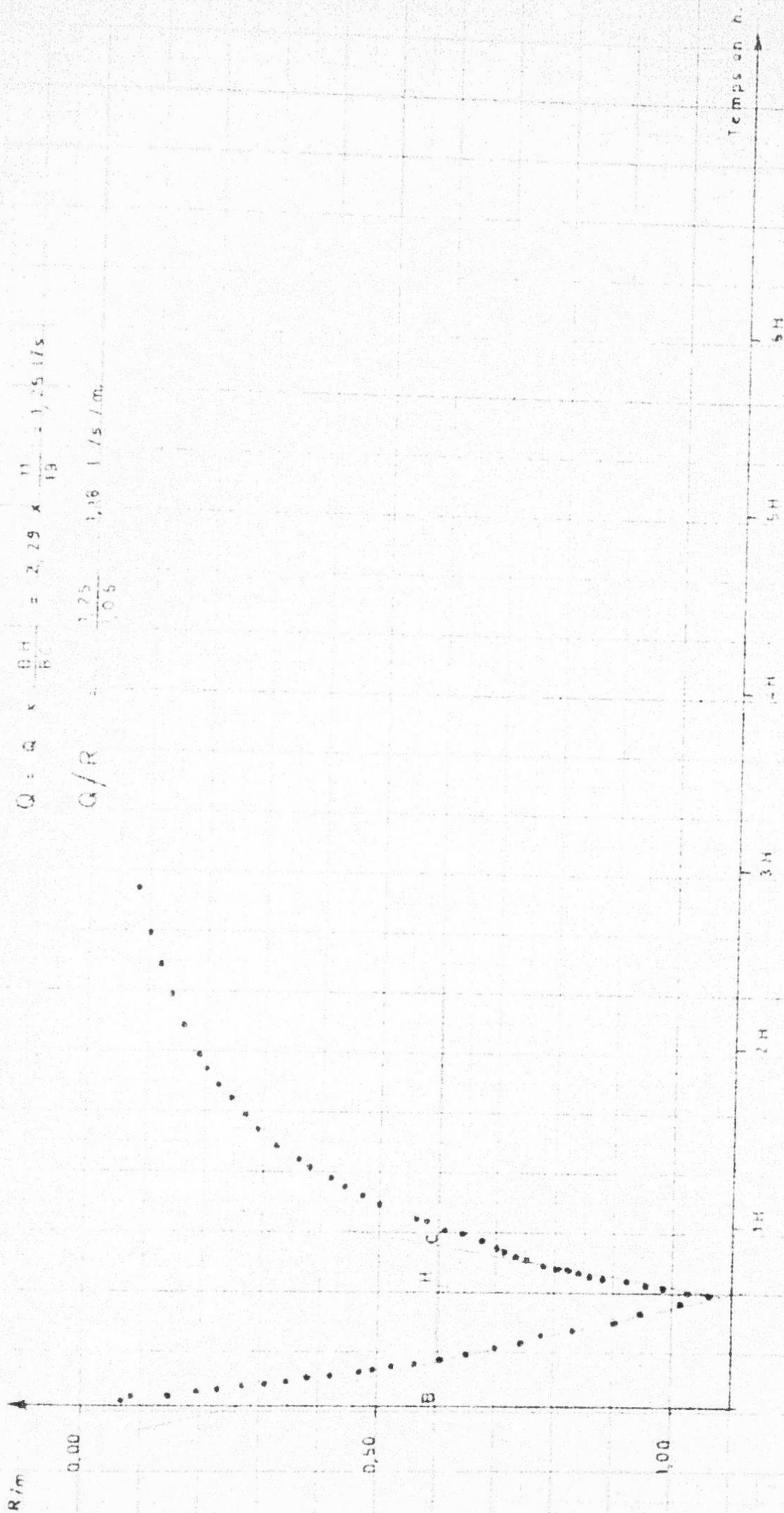
F 2

REGION EL FERCH

ESSAI PORTER AU PUIS N°86

$$Q = Q \times \frac{BH}{B} = 2,29 \times \frac{11}{19} = 1,25 \text{ l/s}$$

$$Q/R = \frac{1,25}{10,5} = 0,118 \text{ l/s/m}$$



- ABAISSÉMENT -

Essai sur le Puits N° 87

x : 35,00

Date	Heure	t (s)	NP (m)	S (m)	Q (l/s)	$\Delta/Q$ (m-2 s)	OBSERVATIONS
21-4-75	10H00	0,0	16,04				
	30"	3,0 10 <sup>1</sup>	16,05	0,01		2,63	Prélev. Echantill.
	1'	6,0 "	16,07	0,03		7,89	
	30"	9,0 "	16,09	0,05		13,15	
	2'	1,2 10 <sup>2</sup>	16,10	0,06		15,78	
	30"	1,5 "	16,11	0,07		18,42	
	3'	1,8 "	16,14	0,10		26,31	
	30"	2,1 "	16,16	0,12		31,57	
	4'	2,4 "	16,19	0,15		39,5	
	30"	2,7 "	16,21	0,17	3,8	44,7	
	5'	3,0 "	16,23	0,19		50,0	
	30"	3,3 "	16,25	0,21		55,3	
	6'	3,6 "	16,27	0,23		60,5	
	30"	3,9 "	16,28	0,24	3,8	63,2	
	7'	4,2 "	16,29	0,25		65,8	
	30"	4,5 "	16,31	0,27		71,0	
	8'	4,8 "	16,33	0,29		76,4	
	30"	5,1 "	16,34	0,30		79,0	
	9'	5,4 "	16,35	0,31		81,9	
	30"	5,7 "	16,37	0,33		86,8	
	10'	6,0 "	16,38	0,34		89,5	
	11'	6,6 "	16,41	0,37		97,4	
	12'	7,2 "	16,43	0,39		100,50	
	13'	7,8 "	16,44	0,40	3,8	110,3	
	14'	8,4 "	16,46	0,42		115,8	
	15'	9,0 "	16,48	0,44		131,5	
	17'	1,00 10 <sup>3</sup>	16,54	0,50		139,4	
	19'	1,14 "	16,57	0,53		116,2	
	21'	1,26 "	16,61	0,57	4,9	126,5	
	23'	1,38 "	16,66	0,62		130,5	
	25'	1,5 "	16,68	0,64		136,9	
	27'	1,62 "	16,71	0,67	4,9	144,9	
	30'	1,8 "	16,75	0,71		149	
	33'	1,98 "	16,77	0,73		156,1	
	36'	2,16 "	16,79	0,75	4,8	160,5	
	39'	2,34 "	16,81	0,77		162,5	
	42'	2,52 "	16,82	0,78		166,5	
	45'	2,7 "	16,84	0,80		168,8	

$Q^m = 4,8 \text{ l/s}$

Accel. Oblongation

Date	Heure	t (-)	NP (m)	S (m)	Q l/s	N.S Pt: 8E	$\nabla/Q$ (m <sup>-2</sup> s)	Observ
22-4-75	10H50	3,0 10 <sup>3</sup>	16,85	0,81	4,8		168,8	
	55	3,3 "	16,86	0,82			170,9	
	11H00	3,6 "	16,87	0,83			172,9	
	10	4,2 "	16,88	0,84			175	
	20	4,8 "	16,91	0,87			181,1	
	30	5,4 "	16,91	0,87			181,1	
	40	6,0 "	16,93	0,89			185,5	
	50	6,6 "	16,94	0,90			187,5	
	12H00	7,2 "	16,95	0,91			0,01	189,5
	15	8,1 "	16,96	0,92			191,5	
	30	9,0 "	16,96	0,92			191,5	
	45	9,9 "	16,97	0,93			0,02	193,5
	13H00	1,08 10 <sup>4</sup>	16,97	0,93			"	193,5
	30	1,26 "	17,00	0,96			"	200,0
	14H00	1,44 "	17,05	1,01			"	208,2
	30	1,62 "	17,08	1,04			"	209,2
	15H00	1,80 "	17,10	1,06			"	209,5
	30	1,98 "	17,10	1,06			0,04	209,8
	16H00	2,16 "	17,10	1,06			"	209,8
	30	2,34 "	17,10	1,06			"	209,8
	17H00	2,52 "	17,10	1,06			"	209,8
	18H00	2,88 "	17,13	1,09			0,06	210,0
	20H00	3,6 "	17,18	1,14				211,3
22H00	4,32 "	17,20	1,16	0,09	212,0			
24H00	5,76 "	17,20	1,16		212,0			
2H00	6,48 "	17,20	1,16	0,10	212,0	Prélèv. échantill.		
6H00	7,20 "	17,27	1,23	0,12	213,0			
8H00	7,92 "	17,27	1,23	0,13	213,0			
10H00	8,64 "	17,28	1,24	0,14	213,5	Fin de l'essai		

2-4-75	10H55'	3,3 10 <sup>3</sup>	16,30		27	0,26	
	11H00	3,6 "	16,29		25	0,25	
	10	4,2 "	16,27		21	0,23	
	20	4,8 "	16,25		19	0,21	
	30	5,4 "	16,23		17	0,19	
	45	6,3 "	16,21		14,8	0,17	
	12H00	7,2 "	16,20		13	0,16	
	30	9,0 "	16,18		10,6	0,14	
	13H00	1,08 10 <sup>4</sup>	16,15		9,0	0,11	
	30	1,26 "	16,14		7,9	0,10	
	14H00	1,44 "	16,12		7,0	0,08	Fin de la remont

# ABAISSEMENT

PUITS N° 87

DATE : 21.4.1975

C : 55

T :  $3,27 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>/s

C : 135

T :  $135 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>/s

T moy =  $2,31 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>/s



REMONTEE

PUITS N° 87

Q moy : 4,5 l/s  
T :  $3,52 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$



ABAISSEMENT DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

Puits N° 123

DATE	HEURE	t (s)	S (m)	Q (l/s)	s/q (m <sup>-2</sup> . s)	OBSERVATION	
14-4-75	9H00	0					
		5					
		10					
		15					
		20					
		25					
		30"	3,0 10 <sup>1</sup>	0,01			
			4,0 "				
			5,0 "				
		1'	6,0 "	0,02			
			7,0 "				
			8,0 "				
		30"	9,0 "	0,03			
			1,00 "				
		2'	1,20 10 <sup>2</sup>	0,04			
		30"	1,50 "	0,07			
		3'	1,80 "	"		5,0	
		30"	2,10 "	0,11			
		4'	2,40 "	0,13			
		30"	2,70 "	0,16			
		5'	3,00 "			5,0	
		30"	3,30 "				
		6'	3,60 "				
7'	4,20 "	0,16					
8'	4,80 "	0,19					
9'	5,40 "	0,25		5,0			
10'	6,00 "	0,32					
11'	6,60 10 <sup>2</sup>	0,39					
12'	7,20 "	0,44					
13'	7,80 "	0,51					
14'	8,40 "	0,57					
15'	9,0 "	0,66					
17'	1,02 10 <sup>3</sup>	0,80		5,2			
19'	1,14 "	0,96					
21'	1,26 "	1,08					
23'	1,38 "	1,24					

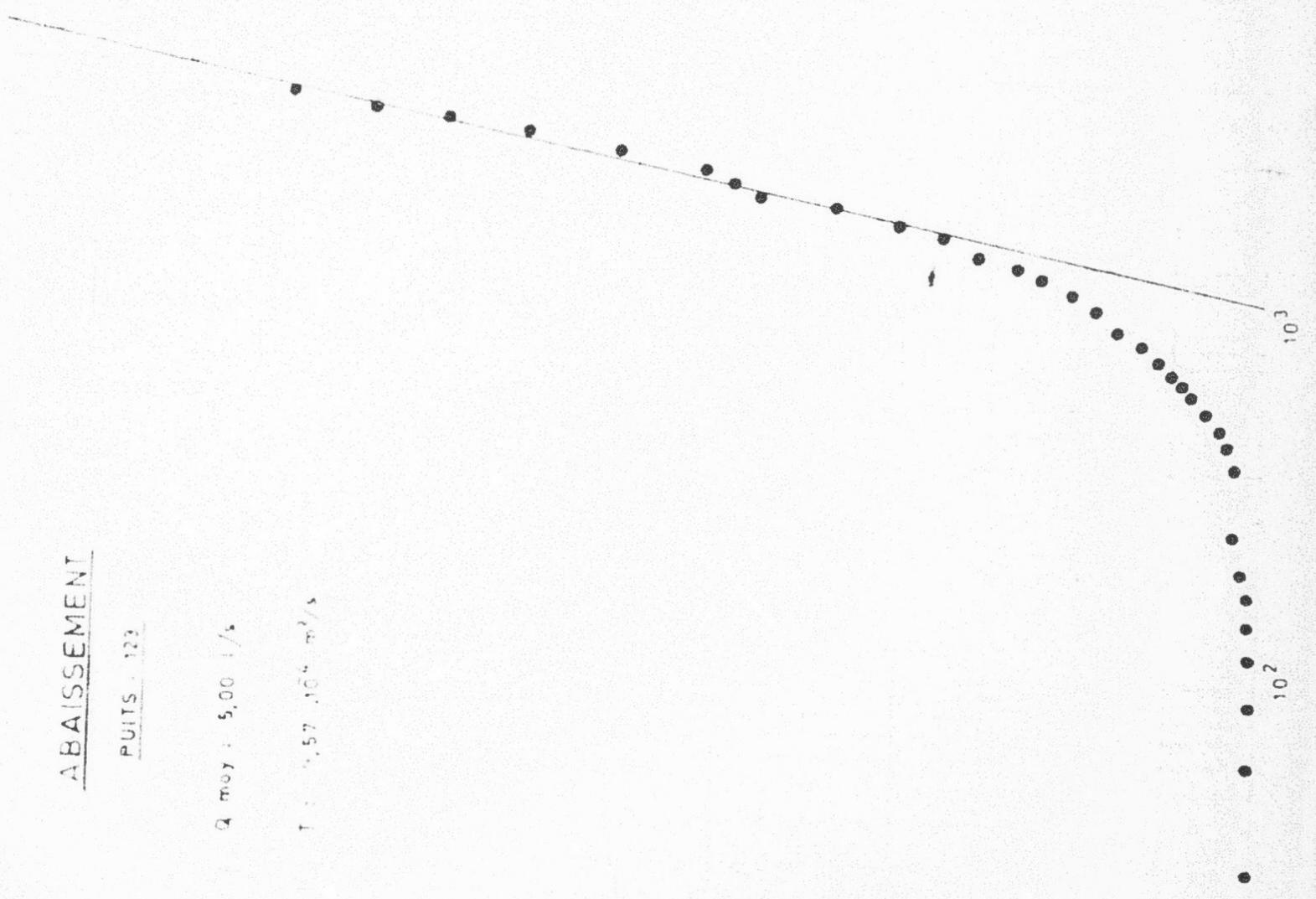
Date	HEURE	t (s)	S (m)		Q (l/s)	S/Q (m <sup>-2</sup> · s)	OBSERVATIONS
14-4-75	25'	1,51 10 <sup>3</sup>	1,39		5,0		
	27'	1,62 "	1,61				
	30'	1,80 "	1,80				
	33'	1,98 "	2,06				
	36'	2,16 "	2,39				
	39'	2,34 "	2,82				
	42'	2,52 "	2,96		5,0		
	45'	2,70 "	3,11				
	50'	3,00 "	3,61				
	55'	3,30 "	4,10				
	00'	3,60 "	4,54				
	05'	3,90 "	4,96				
	10"	4,20 "	5,41				

ABAISSEMENT

PUITS : 123

Q moy : 5,00 l/s

T : 1,57 . 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>/s



log t (s)

10<sup>4</sup>

10<sup>3</sup>

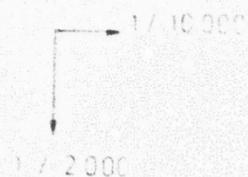
10<sup>2</sup>

NAPPE PHRÉAÏQUE

PLANE D'EL. FER. H.

COUPE HYDROGEOLOGIQUE

Echelles =



NAP. D'EL. FER. H.

NAP. D'EL. FER. H.

NAP. D'EL. FER. H.

NAP. D'EL. FER. H.





COUPE HYDROGEOLOGIQUE

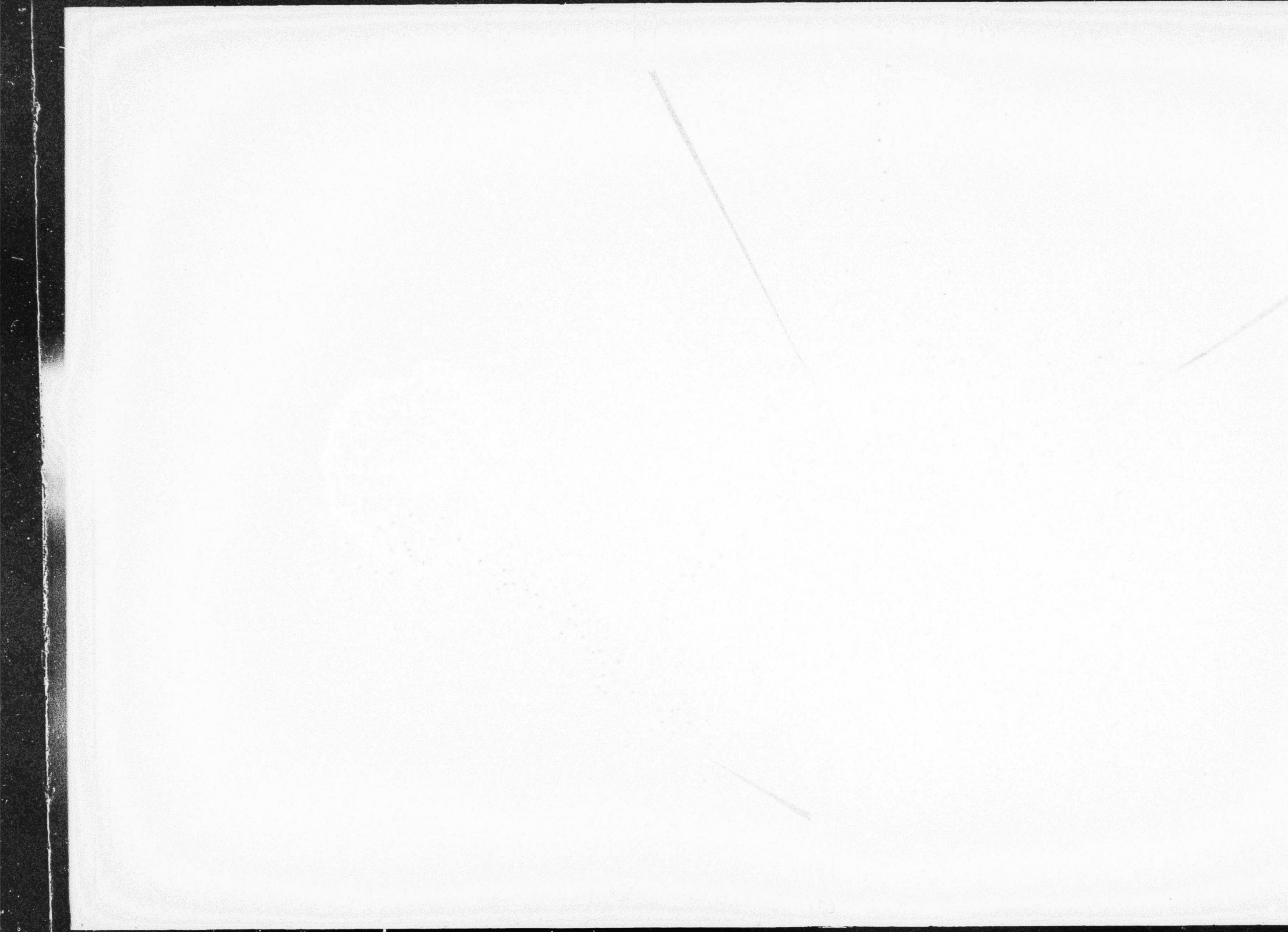


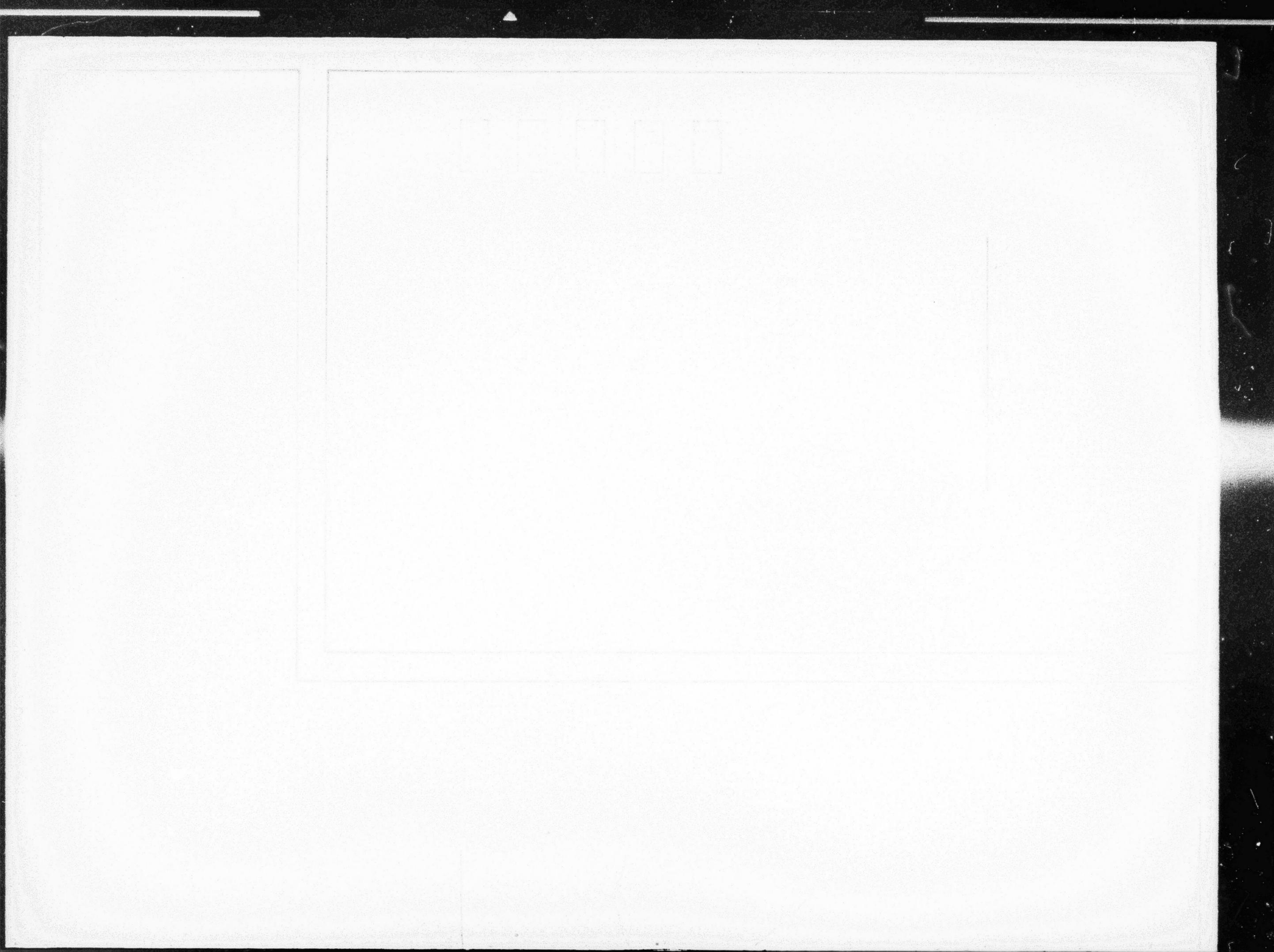
HYDROGÈNE LIQUIDE



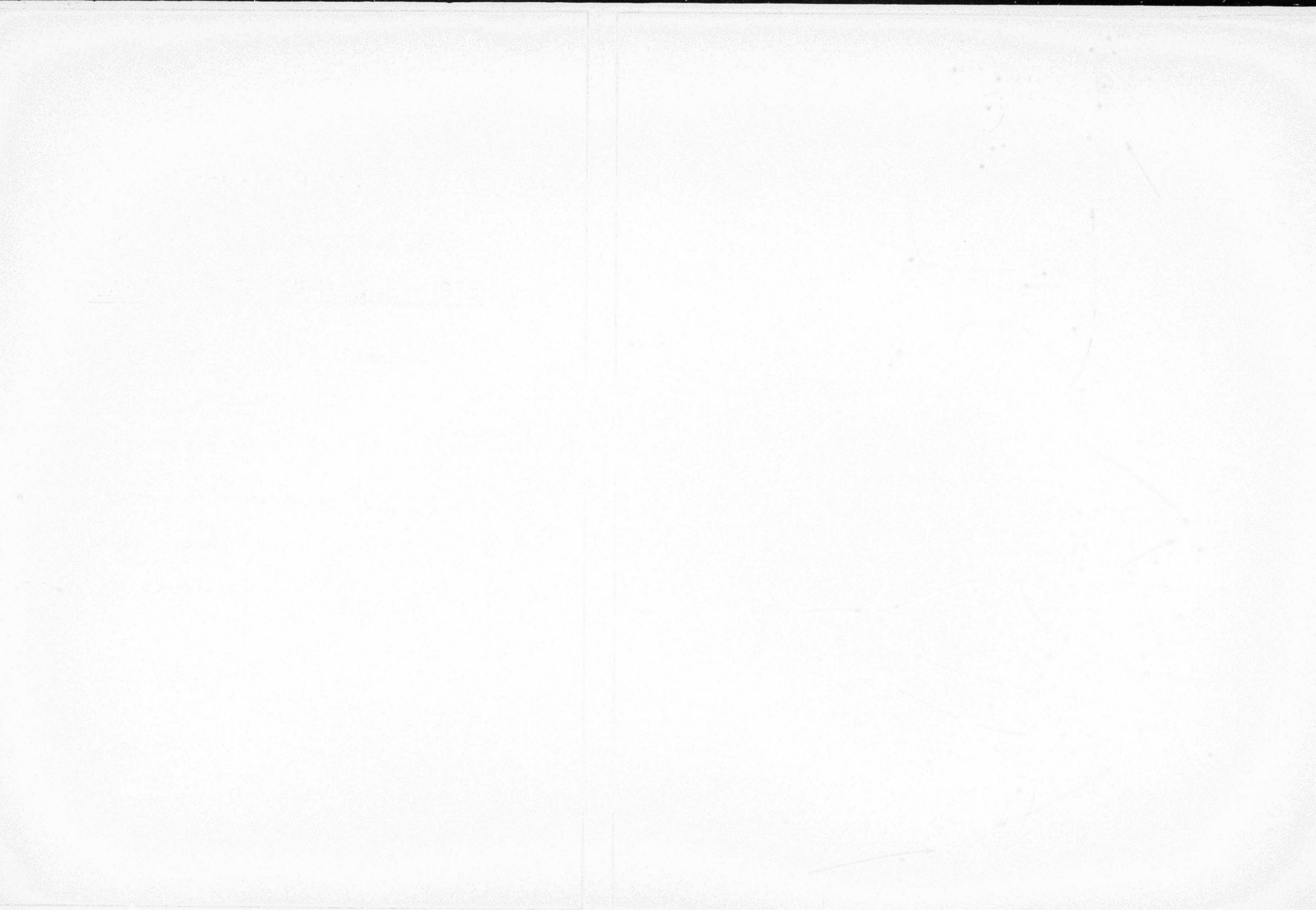






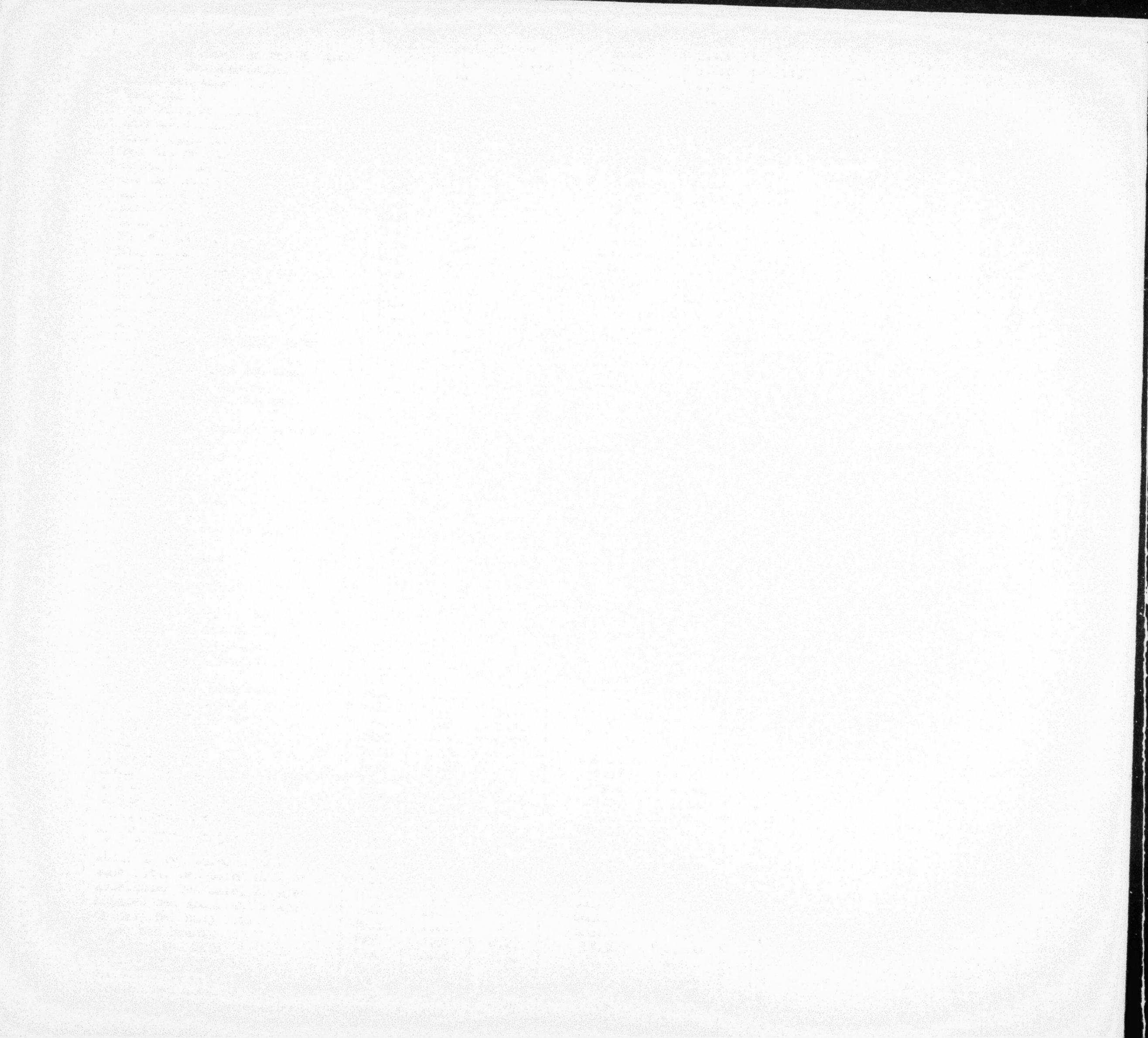












PARTS OF THE JAPAN

PREPARED BY

FEDERAL BUREAU OF

INVESTIGATION



LR



FIN

82