



01777

MICROFICHE N°

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE DE DOCUMENTATION AGRICOLE

20 SEP. 1978

CNDA 01777

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

-:- :-:-

SONDAGE DE REMPLACEMENT BOU HAFNA 11^{bis}

N° BIRH 15985/4

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX

ET D'ESSAIS DE RECEPTION

-:- :-:-

AVRIL 1978

M. HAMZA

B. BEN OTHMAN

A. KACHROUDI

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES
EN EAU ET EN SOL

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

ARRODISSEMENT DE KAIROUAN

SONDAGE DE REMPLACEMENT BOU HAFNA II^{bis} N° DIRM 15985/4

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX ET D'ESSAIS DE RECEPTION

Avril 1978

M. HANZA
avec la collaboration
technique de :
B. BEN OTMAN
A. KACHROUDI

FORAGE BOUJAFNA Ilibis - N° BINE 15985/4

LISTE DES FIGURES :

- Fig. 1 : Plan de Situation
- Fig. 2 : Schéma du puits
- Fig. 3 : Analyse granulométrique
- Fig. 4 : Courbe caractéristique $\Delta = f(Q)$
- Fig. 5 : Equation de GOSSELIN $Q = C \Delta^a$
- Fig. 6 : Représentation $Q/\Delta = f(\Delta)$
- Fig. 7 : Représentation semi-logarithmique
- Fig. 8 : Diagramme semi-logarithmique de BERKALOFF - SCHOLLER

1 - INTRODUCTION -

Le forage de Bou Hafna IIbis N° BIRH 15.985/4 est réalisé en 1978 à l'aide d'un appareil KOEHRING SPEED STAR appartenant à la Régie des Sondages Hydrauliques. Il remplace le sondage de Bou Hanfa 2 devenu stérile suite à l'aménagement énorme de son débit et à l'affluence progressive de sable lors du pompage.

2 - SITE DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE - (fig. 1)

L'ouvrage se situe à 5,5 km au NW de Haffouz et à 600 m N.E de la maison de la "Compagnie des Eaux" qui longe le G.P 17 reliant Haffouz à Maktar. L'emplacement choisi se situe à proximité immédiate de la station de pompage de l'ancien forage Bou Hafna 2 N° BIRH 9171/4. Le point d'eau répond aux coordonnées géographiques suivantes :

Latitude : 39° 64' 92"

Longitude : 8° 13' 20"

Altitude approximative : 300 m.

Carte topographique au 1/50.000 de Pichon N° 62.

3 - CONSTRUCTION DU PUIT (fig. 2)

3.1 - Forage -

- Tube guide de 0 à 25 m en 18"

- Alésage de 0 à 26 m en 22"

cimenté avec 2,200 t de ciment.

- Reconnaissance de 0 à 310 m en 12" 1/4

- Pertes de boue de 4 m3 entre 185 - 212 m et 12 m3 entre 212 - 278 m.

3.2 - Coupe du forage (voir fig. 2)

0 - 3 m : encroûtement

3 - 23 m : série détritique miocène

23 - 176 m : série argilo-marneuse rouge Aquitanienne

176 - 244 m : sable fin à moyen légèrement argileux oligocène

244 - 310 m : sable grossier oligocène.

Détermination de la perméabilité des horizons aquifères -

L'analyse minutieuse des cuttings a révélé l'existence de 2 horizons aquifères juxtaposés :

.../...

a) Horizon 188 - 244 m : sable fin à moyen légèrement argileux

N° d'échantillon	Niveau de prélèvement	d_{10} cm	$K = 116 \frac{d_{10}^2}{\mu s}$ cm/s	Epaisseur du niveau h m	$T = K \cdot h$ m ² /s
1	188 - 192	0,012	$14,4 \cdot 10^{-3}$	5	$72,5 \cdot 10^{-5}$
2	193 - 210	0,0084	$7,05 \cdot 10^{-3}$	17	$119,85 \cdot 10^{-5}$
3	211 - 212	0,011	$12,1 \cdot 10^{-3}$	2	$24,2 \cdot 10^{-5}$
4	213 - 216	0,0086	$7,39 \cdot 10^{-3}$	4	$29,56 \cdot 10^{-5}$
5	217 - 226	0,0092	$8,46 \cdot 10^{-3}$	10	$84,6 \cdot 10^{-5}$
6	227 - 240	0,0082	$6,72 \cdot 10^{-3}$	14	$94,08 \cdot 10^{-5}$
7	241 - 244	0,011	$12,10 \cdot 10^{-3}$	4	$48,4 \cdot 10^{-5}$
TOTAUX	-	-	-	56	$473,19 \cdot 10^{-5}$

$$K_{mh} = \frac{(72,5 + 119,85 + 24,2 + 29,56 + 84,6 + 94,08 + 48,4) \cdot 10^{-5}}{56} = 8,45 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

$$K_{mh} = 8,45 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s} = \text{Bonne perméabilité.}$$

b) Horizon 239 - 303 m : sable grossier

N° d'échantillon	Niveau de prélèvement	d_{10} cm	$K = 116 \frac{d_{10}^2}{\mu s}$ cm/s	Epaisseur du niveau h m	$T = K \cdot h$ m ² /s
1	239 - 253	0,010	$11,6 \cdot 10^{-3}$	15	$1,74 \cdot 10^{-3}$
2	254 - 268	0,018	$37,6 \cdot 10^{-3}$	15	$5,62 \cdot 10^{-3}$
3	269 - 274	0,012	$16,7 \cdot 10^{-3}$	6	$1,00 \cdot 10^{-3}$
4	275 - 282	0,014	$22,7 \cdot 10^{-3}$	8	$1,81 \cdot 10^{-3}$
5	283 - 284	0,074	$635,2 \cdot 10^{-3}$	2	$12,7 \cdot 10^{-3}$
6	285 - 303	0,020	$46,4 \cdot 10^{-3}$	19	$8,81 \cdot 10^{-3}$
TOTAUX	-	-	-	65	$39,04 \cdot 10^{-3}$

$$K_{mh} = \frac{(1,74 + 5,62 + 1,00 + 1,81 + 12,7 + 8,81) \cdot 10^{-3}}{65} = 0,60 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$K_{mh} = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s} = \text{Bonne perméabilité}$$

c) Carottage électrique -

Il a été effectué le 28.01.1978

Il a révélé l'existence de deux horizons poreux juxtaposés d'importance inégale.

Horizon 188 - 244 :

D'une part les 3 sondes sont décalées et présentent un net décrochement vers les valeurs élevées de résistivité.

.../...

La sonde petite normale donne des résistivités de 35 Ω m.

La longue normale donne des valeurs allant jusqu'à 90 Ω m.

La sonde inverse donne des résistivités allant jusqu'à 130 Ω m.

D'autres parts la self potentiel accuse vers la gauche une faible déviation par rapport à la ligne de base des argiles.

La boue du forage étant à base d'eau douce ; on conclut que la formation présente en plus de la bonne perméabilité révélée par l'allure des courbes de résistivité ; une eau de très bonne qualité chimique révélée par l'allure de la polarisation spontanée.

Horizon 239 - 303 :

D'une part les 3 courbes de résistivité sont toujours décalées mais les valeurs enregistrées n'ont pas atteint celles du 1^{er} horizon ; c'est ainsi que la petite normale oscille entre 20 et 25 Ω m.

La longue normale oscille entre 50 et 55 Ω m.

La sonde inverse oscille autour de 70 Ω m.

D'autres parts la self potentiel accuse une déviation relativement importante vers la gauche par rapport à la ligne de base.

La boue du forage étant toujours à base d'eau douce, cet horizon ne peut renfermer alors de l'eau plus salée que celle du 1^{er} horizon.

Choix du programme de captage :

(Sable fin légèrement argileux

Horizon 188 - 244) $K = 8,45 \cdot 10^{-3}$ cm/s

(Eau très douce.

(Sable moyen à grossier

Horizon 239 - 303) $K = 6,0 \cdot 10^{-2}$ cm/s

(Eau moins douce

On avait donc à choisir l'horizon à capter. Au départ le 1^{er} horizon a été proposé : un simple coup d'œil sur la diagraphe électrique le justifie. Puis finalement le second horizon a été retenu car les sables qui le constituent étaient grossiers et par conséquent le développement du forage serait plus facile et sa longévité plus grande.

Il va sans dire que ce choix s'est fait aux dépens de la qualité de l'eau à exploiter.

d) Détermination des dimensions du gravier et des ouvertures des crépines - (fig. 3)

Cette détermination est faite à partir des résultats des courbes granulométriques de l'horizon 239 - 303 m. On détermine les dimensions du massif filtrant et des ouvertures de la crépine à partir des considérations suivantes :

- On fixe sur l'analyse granulométrique de la formation le diamètre des grain correspondant au pourcentage 85.
- La dimension des ouvertures de la crépine ne sera pas supérieure à ce diamètre et le gravier aura une grosseur 2 à 3 fois plus grande.

Le dépouillement des courbes granulométriques de l'horizon 239 - 303 nous autorise à utiliser :

- des ouvertures de 1,5 mm
- un gravier de diamètre compris entre 3 et 5 mm.

2) Captage (fig. 2)

Alésage :

- 0 - 26 m en 22" du 30.12.1977 au 1/1/1978
- 26 - 310 m en 17" 3/8 du 28. 1.1978 au 14/2/1978

Tubage :

- 0 - 25 m : tube guide en 18" alésé en 22" et cimenté avec 2,2 t de ciment.
- + 0,50 - 239 m : Tubage 13" 3/8 cimenté à la base sur 65 m avec 5 t de ciment et en tête sur 25 m avec 2 t de ciment.

Colonne de captage :

- 221 A - 239 m : tube chambre Nold 8"
- 239 A - 303 m : crépine Nold 8" ouvertures 1,5 mm
- 303 A - 309 m : tube de décantation 8"
- R D G = - 222 m.

Massif filtrant : Il a été procédé à l'injection de 9 m³ de gravier de quar calibré de 3 à 5 mm autour de la colonne de captage sur une hauteur de 80 m

Remarque : Cependant une analyse granulométrique du massif filtrant calibré a montré que seulement 33 % du lot possède un diamètre compris entre 3 et 5 mm.

Développement :

Il a été effectué :

- à la soupape de 7" et 8" du 2/03/78 au 16/03/78
- à la pompe 12" du 20/03/78 au 22/03/78

4 - ESSAI DE RÉCEPTION -

La réception a été réalisée le 23/3/78 par MM. Ben Othman Béchir et Kachroud' Abdelhassidh, respectivement Adjoint Technique et Ouvrier Hautement Qualifié de la D.R.E à Kairouan en présence de M. Henna Mekki Hydrogéologue Principal et M. Chourabi Saïck représentant de l'Entreprise du forage :

- Niveau statique = 24,60 m du tubage
- Immersion = 50,19 m
- Prise d'air = 48,00 m
- Pompe utilisée = PERLASS 8" transmission par cardan
- Moteur utilisé = UD 691 Puissance 120 CV

PALIER	DURÉE h	Débit l/s	Rabatement m	Débit spécifique l/s/m
1° Palier	8	64	6,73	9,50
2° Palier	8	87	10,81	8,05
3° Palier	8	105	14,14	7,40

5 - ANALYSE DE L'ESSAI -

5.1 - Méthode d'équilibre -

5.1.1 - Courbes caractéristiques de forage :

a) La courbe caractéristique $\Delta = f(Q)$ fait partie de la figure 4.

L'équation de Dupuits s'écrit :

$$Q = 2,73 K.e \cdot \frac{\Delta}{\log \frac{R}{r}}$$

ou

$$Q = C\Delta \text{ avec } C = \frac{2,73 \cdot K \cdot e}{\log R/r} = \text{constante}$$

donc Q est proportionnel à Δ selon une droite, cela pour les petits Δ

C est la capacité spécifique en m³/h/m elle est analogue au débit spécifique et lui est égal si $\Delta = 1$

$$C = Q/\Delta$$

Nous avons

PALIER	$C = Q/\Delta$
1° Palier	$\frac{230,4}{6,73} = 34,2 \text{ m}^3/\text{h/m}$
2° Palier	$\frac{313,2}{10,81} = 28,9 \text{ m}^3/\text{h/m}$
3° Palier	$\frac{378}{14,14} = 26,7 \text{ m}^3/\text{h/m}$

C n'est donc pas constant ; cela veut dire que les rabattements ne peuvent être considérés comme faibles et l'équation n'est pas valable. D'ailleurs cela se voit bien sur le graphique $\Delta = f(Q)$ de la fig. 4 en coordonnées arithmétiques. Si on veut aligner les 3 points obtenus sur une droite, celle-ci ne passerait pas ^{par} l'origine. Il faut considérer ces points se plaçant sur une courbe légèrement parabolique.

Le débit n'est donc pas proportionnel au Δ car il existe des pertes de charge (résistance à l'écoulement de l'eau dans l'aquifère à travers les crépines et dans les tubages surtout que le forage est trop profond et que le débit est trop fort par rapport au diamètre de tubage.

Ces pertes de charge augmentent avec le débit.

b) La formule représentant cette courbe est de la forme :

$$\Delta = CQ + BQ^n$$

supposons $n = 2$; on a $\Delta = CQ + BQ^2$

On voit que le débit spécifique $\frac{Q}{\Delta} = \frac{1}{C + BQ}$ diminue quand Q augmente comme l'a vu plus haut.

Les constantes B et C qui dépendent des perméabilités et des résistivités à l'écoulement sont données par :

$$B = \frac{\Delta_2/Q_2 - \Delta_1/Q_1}{Q_2 - Q_1}$$

$$C = \frac{\Delta_1}{Q_1} - BQ_1$$

En considérant le 2° et le 3° palier

On a $Q_1 = 313,2 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Delta_1 = 10,81 \text{ m}$

$Q_2 = 378 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Delta_2 = 14,14 \text{ m}$

On obtient :

$$B = 0,00004$$

$$C = 0,019$$

donc la formule du forage s'écrit :

$$\Delta = 0,019 Q + 0,00004 Q^2$$

Un calcul plus poussé appliqué aux 3 essais précise la valeur de $n = 1,99$

On aboutit à la formule :

$$\Delta = 0,019 Q + 0,00004 Q^{1,99}$$

On se rend compte de la présence d'une perte de charge laminaire due à la formation et d'une perte de charge turbulente causée par l'accélération des vitesses au voisinage même du trou.

c/ La fonction $Q = f(\Delta)$ peut être représentée aussi par la formule généralisée de COSSKELIN :

$$Q = C \Delta^a$$

$$\log Q = a \log \Delta + \log C$$

qui donne une droite de représentation bilogarithmique et qui fait l'objet de la fig. 5.

Nous avons $\tan \beta = \tan 33^\circ = 0,649$.

L'ordonnée à l'origine donne la valeur $c = 66$ d'où l'équation du forage

$$Q = 66 \cdot \Delta^{0,649}$$

Nous pouvons vérifier cette équation pour le 1° palier :

Nous avons :

$$\log 230,4 = 0,649 \log \Delta + \log 66.$$

d'où

$$\Delta = 6,85 \text{ m.}$$

La valeur expérimentale est $\Delta = 6,73 \text{ m.}$

5.1.2 - La droite $Q/\Delta = f(\Delta)$ fait partie de la fig. 6. Nous voyons que le débit spécifique diminue quand Δ augmente.

On peut prévoir que pour le rabattement de 20 m ; le Q/Δ ne serait plus que de 19 m³/h/m (5,2 l/s/m) ; valeur nettement plus faible que celle correspondant au 1^{er} palier qui est de 34,2 m³/h/m (9,50 l/s/m).

5.1.3 - Conclusion -

L'étude de l'équation du forage nous a montré que la formule $Q = C\Delta$ n'est valable que pour les faibles débits. Pour les débits qui seront exploités des équations :

$$\Delta = 0,019 Q + 0,00004 Q^{1,99}$$
$$\text{et } Q = 66 \cdot \Delta^{0,649}$$

Prenant compte des pertes de charge et montrent avec les représentations graphiques que ces pertes de charge ne sont pas négligeables et risquent de diminuer fortement le débit spécifique si l'on veut obtenir un rabattement plus fort.

5.2 - Méthode de non équilibre :

la courbe $\Delta/Q = f(\log t)$ pour les 3 paliers fait l'objet de la fig. 7.

Cette courbe attire quelques remarques :

- le début de la courbe n'est perturbé que par quelques manipulations du pompiste au démarrage du 1^{er} palier.
- Nous voyons que les points maxima obtenus au terme de chaque palier s'alignent sur 2 segments de droite.

- le 1^{er} segment : prolongement de la droite normale

$$\Delta/Q = f(\log t) \text{ du 1^{er} palier } (Q = 64 \text{ l/s})$$

- le 2^{er} segment, englobe les autres paliers ($Q = 87 \text{ l/s}$ et $Q = 105 \text{ l/s}$)

Pour les faibles débits il n'y a pas de Δ supplémentaire dû aux pertes de charge, le rabattement est proportionnel au débit. Cette relation en fonction du temps est représentée au cours du 1^{er} palier par la droite correspondant au régime transitoire.

Pour les 2^{es} et 3^{es} paliers, la courbe au lieu de suivre l'évolution normale prévue pour le 1^{er} palier, monte plus haut à chaque fois et les plus hauts points s'alignent sur un deuxième segment de droite.

Les valeurs de Δ/Q ont donc anormalement augmenté pour ces 2 derniers paliers et cela par une augmentation du Δ .

Le Δ supplémentaire est dû aux pertes de charge anormales au niveau du forage.

Calcul de la transmissivité -

- Pour le 1° palier la droite du régime transitoire donne $C = 5$

$$\text{d'où } T = \frac{0,183}{C}$$

$$\text{Abaissement } T = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s.}$$

- pour la remontée $C = 4$

$$\text{et } T = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s.}$$

Nous considérons la valeur moyenne $T = 4,05 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s.}$

6 - HYDROCHIMIE -

Des échantillons d'eau ont été prélevés au cours des essais de réception en vue d'une analyse chimique complète.

Les résultats exprimés en mg/l sont consignés dans le tableau suivant :

DESIGNATION	CATIONS mg/l				ANIONS mg/l			pH	X_{25° pH/m°C	R.S. mg/l
	Ca	Mg	Na	K	So4	Cl	Co3C			
Démarrage	126	40,2	105,9	3,9	270,4	120,7	298,9	7,5	1,37	1008
1° Palier	136	46,2	106,9	3,9	307,2	127,8	274,5	7,6	1,35	1028
2° Palier	108	40,2	103,5	3,9	283,2	122,4	231,8	8	1,28	932

L'eau est carbonatée calcique de potabilité passable pouvant servir pour l'alimentation humaine. Elle présente une minéralisation totale de l'ordre de 1000 mg/l et une dureté de l'ordre de 45° français.

7 - CONCLUSION -

Le forage de Bou Hafna II bis est destiné à fournir un appoint d'eau à la conduite alimentant le Sahel, en remplacement du forage de Bou Hafna II. Il peut faire l'objet d'une exploitation de 90 l/s pour 12,30 m de rabattement et d'un équipement en pompe 12" immergée à - 50 m.

Il est conseillé alors de l'équiper en prise d'air, en manomètre à pression et en compteur d'eau installé selon des normes scientifiques pour pouvoir suivre l'évolution du forage dans le temps.

L'Hydrogéologue Principal

M. KAMEA

A N N E X E S

ETAT D'AVANCEMENT DU FORAGE BOU HAFNA II b1a
N° BIRE 15985/4 REALISE POUR LE COMPTE
DE LA SONEDE

NOM DE L'OBSERVATEUR : M. HAMZA

- 1 - Préparation des fosses à boue à partir du 11/11/77
- 2 - Déménagement du chantier terminé le 10/11/77
- 3 - Installation de l'appareil de forage terminé le 9/12/77
 type : Koehring Speed Star SS 25 N° 2
 Chef sondeur : ZRIBI
 Nom de l'Entreprise de forage : R.S.H
- 4 - Travail de forage commencé le 28.12.77
- 5 - Tube ratole de 0 à 25 M en 18" installé le 6.1.78
 Alésage de 0 à 26 m en 22"
 Cimentation avec 2,200 tonnes de ciment
- 6 - Travaux de reconnaissance prévus de 0 à 325 m.
 Commencés le 9.1.78
 Terminés le 25.1.78 à la profondeur de 310 m.
 Outil de travail 12" 1/4.
- 7 - Pertes de boue enregistrées de 185 - 212 m = 4 m³ et
 de 212 - 278 m = 12 m³
- 8 - Carottage électrique réalisé le 23.1.78
- 9 - Programme de captage reçu par le sondeur le 30.1.78
 Zone favorable à capter de 188 à 244 m
 Nature lithologique de la formation aquifère à capter = sable fin légèrement argileux
 Etage géologique présumé = oligocène terminal
N.B - Le programme a été modifié par la SONEDE et a recommandé le captage de l'horizon 239 - 303 m où les sables sont plus grossiers et l'eau plus salée.
- 10 - Travaux d'alésage de 0 - 310 m
 Commencés le 29.1.78
 Terminés le 14.2.78
 Outil de travail : 17" 3/8
- 11 - Descente du tube casing le 16.2.78
 Terminée le 16.2.78
 Longueur totale de la colonne : 239,50 m à partir de la tête du tubage
 Diamètre de la colonne : 13" 3/8
- 12 - Cimentation commencée le 16.2.78
 Terminée le 16.2.78
 Ciment utilisé 2,00 tonnes en tête et 5,00 t à la base.

.../...

13 - Reforage du bouchon de cimentation le 26.2.78

14 - Reprise de la reconnaissance en 12" 1/4

15 - Crépine descendues le 26.2.78

Type Mold

Ouvertures : 1,5 mm

Diamètre = 8"

Longueur = 239 - 303 m soit 64 m.

Tube chambre long de 18 m en 8" de 221 - 239 m.

Tube de décantation long de 6 m en 8" de 303 - 309 m.

R.D.C = - 221 m.

16 - Massif de gravier provenance = Nefta

Granulométrie comprise entre 3 et 5 mm

Volume injecté = 9,200 m³

Niveau du gravier = - 222 m.

17 - Développement commencé le 1.3.78

À la soupape 7" puis 8" du 2.3.78 au 16.3.78

À la pompe 12" du 20.3.78 au 22.3.78

Débit spécifique approximatif obtenu = 7 l/s/m

18 - Réception réalisée le 23.3.78 par MM. BEN OTHMAN et A. KACHROUDI respectivement Adjoint Technique et enquêteur qualifié à l'Arrondissement des Ressources en Eau et en Sol à Kairouan en présence de M. HAMZA représentant de l'Administration et M.S. CHOURABI représentant de l'entreprise de forage.

Résultats = $Q_1 = 64 \text{ l/s}$ $s_1 = 6,73 \text{ m}$ $t_1 = 8H00$

$Q_2 = 87 \text{ l/s}$ $s_2 = 10,81 \text{ m}$ $t_2 = 8H00$

$Q_3 = 105 \text{ l/s}$ $s_3 = 14,14 \text{ m}$ $t_3 = 8H00$

L'eau ne contient pas de traces de sable.

Elle a fait l'objet d'un prélèvement d'échantillons pour analyse chimique complète.

19 - Fermeture définitive du forage le 25.3.78

Nature du bouchon = bouchon fileté avec plaque soudée

20 - Renseignements complémentaires :

Distance du lieu de ravitaillement en eau = sur place

Provenance de la machine = Parc Mégrine - Tunis

Distance sur route = 230 km

Distance sur piste = 1 km

ESSAI DE POMPAGE AU FORAGE BOUHAFNA

N° BIRH : 15985/4

ABAISSEMENT DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

DATE	Heures et minutes	Temps en secondes	Lecture en mm de Hg	Rabattement	Débits en m ³ /s	Δ/Q	OBSERVATIONS
23.3.1978	12H00	0					
		5	540	7.34	0,064	114,8	
		10	575	7.81		122.0	
		15	510	6.94		108.4	
		20	482	6.55		102	
		25	475	6.46		101	
		30	452	4.88		76.2	
		35	453	4.80		75.0	
		40	"	"		75.0	
		45	430	5.85		91.2	
		50	420	5.71		89.2	
	1'	55	412	5.50		87.5	
		60	400	5.44		85.0	
		70	391	5.32		83.1	
		80	402	4.47		85.4	
		90	412	5.60		87.5	
		100	380	5.17		81.0	
		110	388	5.28		82.5	
	2'	120	394	5.36		83.7	
		150	391	5.32		83.1	
	3'	180	381	5.18		80.9	
		210	398	5.41		84.5	
	4'	240	398	"		84.5	
		270	394	5.36		83.7	
	5'	300	"	"		83.7	
		330	"	"		"	
	6'	360	423	5.75		89.8	
		390	429	5.83		91.1	
	7'	420	437	5.95		92.9	
		450	435	5.92		92.5	
	8'	480	"	"		92.9	
		520	440	5.98		93.4	
	9'	540	441	6.00		93.7	
		570	441	6.00		93.7	
	10	600	442	6.01		93.9	
	11	660	449	6.10		95.3	
	12	720	455	6.19		96.7	
	13	780	453	6.16		96.2	
	14	840	454	6.17		96.4	
	15	900	455	6.19		96.7	
	16	960	460	6.26		97.8	
	17	1020	"	6.26		97.8	
	18	1080	462	6.28		98.0	
	19	1140	"	"		98.0	
	20	1200	463	6.30		98.4	
	22	1320	465	6.32		98.7	
	24	1440	467	6.35		99.2	
	26	1560	468	6.36		99.3	
	28	1680	"	"		99.3	
	30	1800	469	6.38		99.6	
	35	2100	473	6.43		100.4	
	40	2400	476	6.47		100.6	
	45	2700	"	"		100.6	
	50	3000	478	6.50		101.5	
	60	3600	480	6.53		10.20	

DATE	Heures et minutes	Temps en secondes	Lecture en mm de Hg	Rabatement	Débits en m ³ /s	Δ/Q	OBSERVATION
23.3.1978	1H10	4200	481	6.54	0.064	102.1	
	20	4800	482	6.55		102.3	
	30	5400	480	6.53		102.0	
	40	6000	"	"		"	
	50	6600	"	"		"	
	2H00	7200	"	"		"	
	15	8100	484	6.58		102.8	
	30	9000	"	"		"	
	45	9900	487	6.63		103.6	
	3H00	10800	"	"		"	
	30	12600	"	"	0.105	"	
	4H00	14400	"	"		"	
	30	16200	490	6.66		104.0	
	5H00	18000	"	"		"	
	30	19800	487	6.63		103.6	
	6H00	21600	"	"		"	
	30	23400	489	6.65		103.9	
	7H00	25200	"	"		"	
	30	27000	"	"		"	
	8H00	28800	495	6.73		105.1	Fin du 1 ^{er} Pal'
	30	30600	775	10.54		121.1	E : 89
	9H00	32400	772	10.50	0.105	121.0	
	30	34200	780	10.61		121.9	
	10H00	36000	"	"		"	
	11H00	39600	783	10.65		122.4	
	12H00	43200	788	10.72		123.2	
	13H00	46800	790	10.74		123.4	
	14H00	50400	"	"		"	
	15H00	54000	795	10.81		124.2	
	16H00	57600	"	"		"	Fin du 2 ^{er} Pal
	17H00	61200	1030	14.01		133.4	
	18H00	64800	1035	14.08		134.1	E : 87
	19H00	68400	1040	14.14		134.6	
	20H00	7200	"	"		"	
	21H00	75600	"	"		"	
	22H00	79200	1035	14.08		134.1	
	23H00	82800	1037	14.10		134.2	
	24H00	86400	1040	14.14		134.6	Fin du 3 ^{er} Pal E = 157

N° BIH : 15985/4

 $t_0 = 86400 \text{ s} = 8,64 \cdot 10^4 \text{ s}$

Débit moyen = 0,0853

REMONTÉE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE

DATE	Heures et minutes	Temps en secondes	$1 + \frac{t_0}{t'}$	Lecture en mm de Hg	Rabatement Résiduel Δ'	Δ' / Q_m	OBSERVATION
24/3/1978		0		1040	14.14		
		5		840	11.42	133	
		1.10^1	$8.64 \cdot 10^3$	775	10.54	123	
		1.5	5.761	788	10.72	-	
		2.0	4.321	782	10.63	124	
		2.5	3.457	620	8.43	99	
		3.0	2.881	653	8.88	-	
		3.5	2.469	622	8.46	99	
		4.0	2.161	599	8.28	97	
		4.5	1.921	501	7.90	93	
		5.0	1.729	560	7.62	89	
		5.5	1.441	492	6.69	79	
	1'	6.0	1.235	"	6.69	"	
		7.0	1.081	410	5.58	65	
		8.0	$9.61 \cdot 10^2$	345	4.69	55	
		9.0	8.65	299	4.07	48	
		$1.0 \cdot 10^2$	7.86	240	3.26	38	
		1.1	7.21	210	2.86	33.5	
	2'	1.2	5.77	182	2.47	29.0	
		1.5	4.81	110	1.50	17.6	
	3'	1.8	4.12	101	1.37	16.0	
		2.1	3.61	99	1.35	15.8	
	4'	2.4	3.21	98	1.33	15.6	
		2.7	2.89	97	1.32	15.5	
	5'	3.0	2.62	96	1.31	15.4	
		3.3	2.41	95	1.30	15.2	
	6'	3.6	2.22	94	1.28	15.0	
		3.9	2.06	"	"	"	
	7'	4.2	1.93	93	1.27	14.9	
		4.5	1.81	92	1.25	14.7	
	8'	4.8	1.70	"	"	"	
		5.2	1.61	91	1.23	14.4	
	9'	5.4	1.52	"	"	"	
		5.7	1.45	90	1.22	14.3	
	10	6.0	1.38	"	"	"	
	11	6.6	1.31	89	1.21	14.2	
	12	7.2	1.21	88	1.20	14.1	
	13	7.8	1.11	87	1.19	14.0	
	14	8.4	1.03	86	1.17	13.7	
	15	9.0	$9.7 \cdot 10^1$	85	1.15	13.5	
	16	9.6	9.1	"	"	"	
	17	$1.02 \cdot 10^3$	8.5	84	1.14	13.4	
	18	1.08	8.1	"	"	"	
	19	1.14	7.6	83	1.12	13.2	
	20	1.2	7.3	82	1.11	13.0	
	22	1.32	6.6	81	1.10	12.9	
	24	1.44	6.1	"	"	"	
	26	1.56	5.6	80	1.09	12.8	
	28	1.68	5.2	"	"	"	
	30	1.8	4.9	79	1.07	12.6	
	35	2.1	4.2	77	1.04	12.2	
	40	2.4	3.7	75	1.02	12.0	
	45	2.7	3.3	74	1.01	11.9	
	50	3.0	2.9	"	"	"	
	55	3.3	2.7	"	"	"	
	1H00	3.6	2.5	73	0.99	11.7	

(REMONTÉE - Suite)

DATE	Heures et minutes	Temps en secondes	$1 + \frac{t_0}{t'}$	Lecture en mm de Hg	Rabatement Résiduel Δ'	Δ' / Q_m	OBSERVATIONS
24.3.1978	1h10	4.2.10 ³	2.1.10 ¹	72	0.98	11.6	
	20	4.8	1.9	71	0.97	11.4	
	30	5.4	1.7	70	0.95	11.2	
	40	6.0	1.5	69	0.94	11.0	
	50	6.6	1.4	"	"	11.0	
	2h00	7.2	1.3	68	0.92	10.8	
	15	8.1	1.1	"	"	10.8	
	30	9.0	1.0	66	0.90	10.6	
	45	9.9	9.7.10 ⁰	"	"	10.6	
	3h00	1.08.10 ⁴	9.0	65	0.86	10.3	
	30	1.26	7.8	64	0.87	10.2	
	4h00	1.44	7.0	62	0.84	9.9	
	30	1.62	6.3	60	0.82	9.6	
	5h00	1.80	5.8				

D.R.E
D.R.E.S

SONDAGE BOU HAFNA II^{Bis} n°B.L.R.H 159855/4

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX
ET D'ESSAIS DE RECEPTION
OFFICIELLE

- S I T U A T I O N -

Latitude = 39^G 64' 92"
Longitude = 8^G 13' 20"
Altitude = Approximative = 300 m
Carte Topographique de PICHON
n° 62 au 1 / 50.000

- T R A V A U X -

Entreprise = Regie des Sondages Hyd
Appareil : KOERING SPEESTAR
SS25 n° 2
Debut du forage = 28 / 12 / 77
Fin du forage = 24 / 3 / 78

- R E C E P T I O N -

Reception officielle
Date: 23 / 03 / 78. Niveau Statique = 24,60m
Immersion T = - 50,19m Prise d'air = 48,00 m
Pompe utilise : PERLESS 12"
Moteur utilise : U D 691 120 CV

	Durée (h)	Debit (l/s)	Rabatement	Debit spécifique
1 ^{er} Palier	8	64	6,73	9,50
2 ^{es} Palier	8	87	10,81	8,05
3 ^{es} Palier	8	105	14,14	7,4

- CHIMIE DES EAUX -

	ANALYSE COMPLETE EN (mg/l)							PH	RS
	Ca ⁺⁺	Mg	Na	K	So ⁴	Cl	Co ³		
Fin du 1 ^{er} palier	126,40	105,80	3,90	278,7	120,7	27,5	7,6	7,3	110
Fin du 2 ^{es} palier	126,40	106,95	3,90	307,2	127,8	27,5	7,5	7,3	102
Fin de 3 ^{es} palier	108,02	103,50	3,90	283,2	122,47	27,5	7,5	7,3	93

SCHLUMBERGER

Log. Electrique

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

**DIRECTION DES RESSOURCES
EN EAU ET EN SOL**

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

SERVICE HYDROGEOLOGIQUE

SECTION GEOPHYSIQUE

Nº 0.1.R.H

15985/4

METHOD



TUNISIE

Page: 154

CONF SONDÉUR

Frizi

SONDAGE : BOLHAENA 2bis

REGION : HAFFOUZ

GOVERNORAT: --- KAIROUAN.

Caractéristiques N°	1		
Profil	28. 01 FI		
Profil	50L		
Nature			
Densité			
Viscosité			
Résist			
Résist BHT			
Nive ou			
Eau libre			
Temp. °C			
Diap. trou			
AM1			
AM2			
AO			
Tricoble			
N°			
Opérateurs			

Parte de Boue de 218 - 303 12

REMARQUES tube percé de 0 - 25" au 11"

POLARISATION SPONTANÉE
millivolts

RÉSISTIVITÉ
-ohm cm²/mm

$$\frac{2}{40}$$

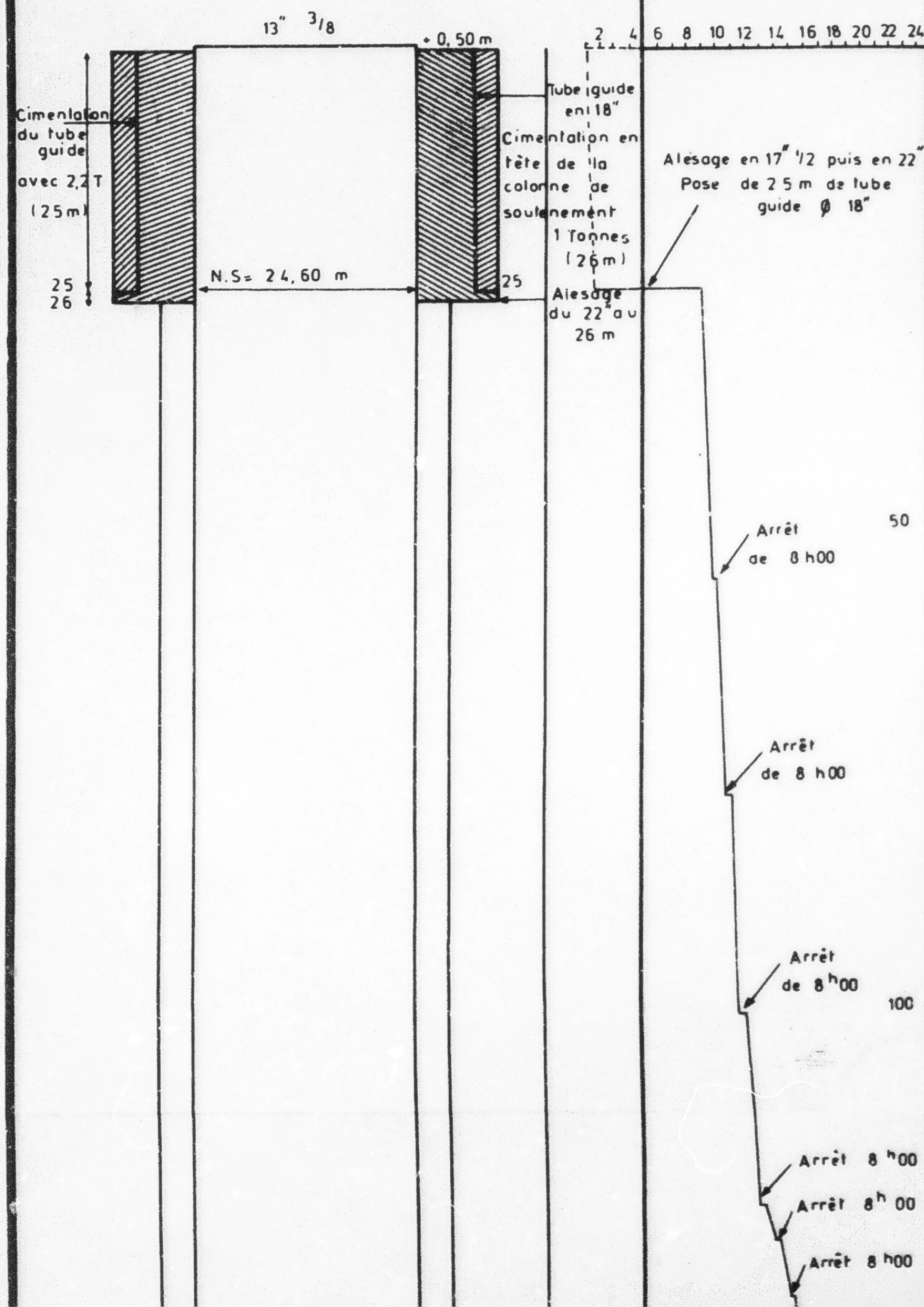
10

SN 174

SCHEMA DU PUIT

AVANCEMENT

LITHOSTRATIGRAPHIE



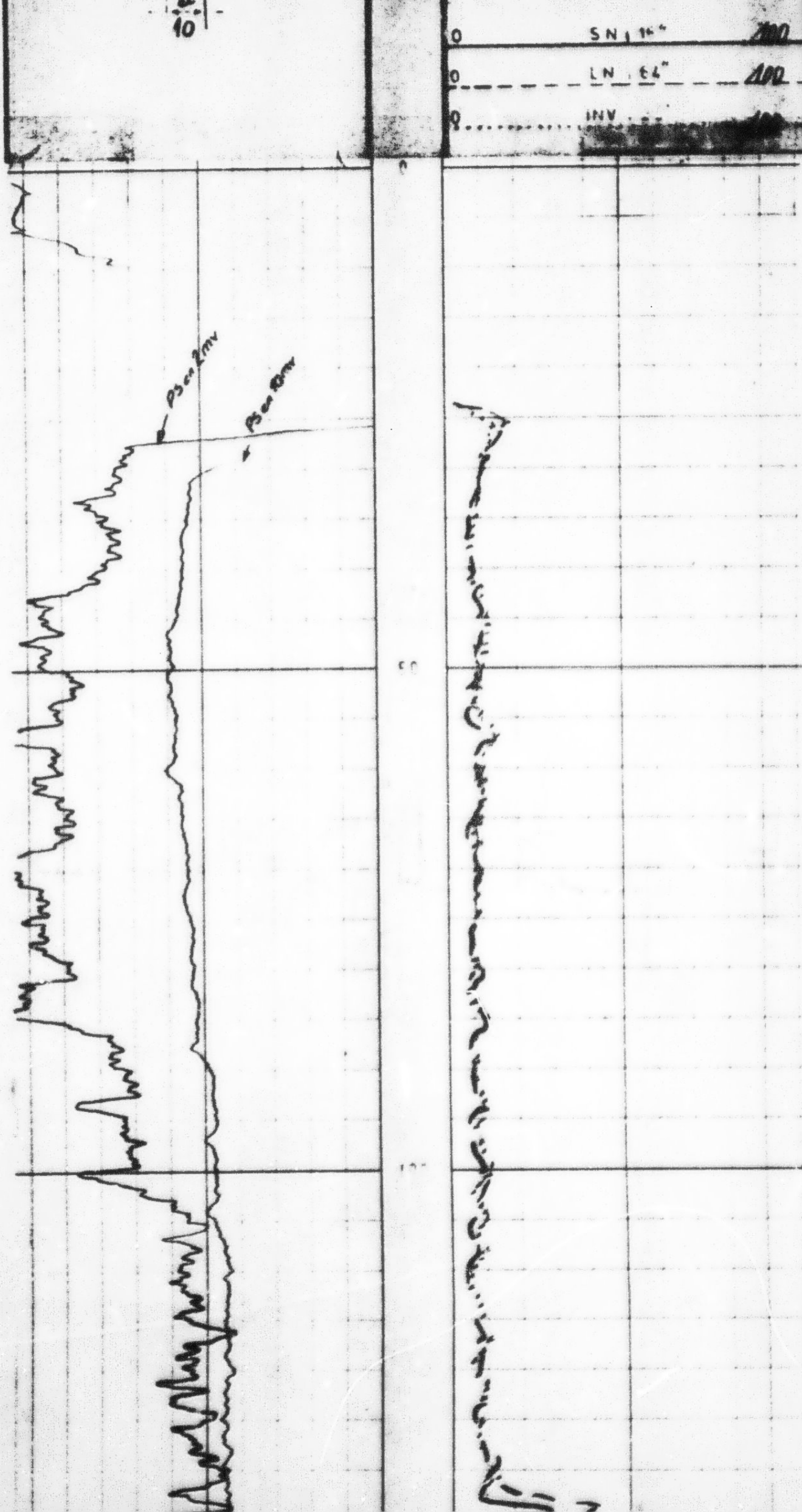
LITHOLOGIE	PROFONDEUR	EPAISSEUR	PERTE DE BOUE	MICROFAUNE	STRATIGRAPHIE
	2	1			
	7	4			
	8	1			
	10	2			
	11	1			
	15	4			
	18	3			
	20	2			
	23	3			
	25	2			
	27	2			
	32	5			
	35	3			
	38	3			
	41	6			
	50	6			
	58	8			
	68	10			
	69	1			
	76	7			
	84	8			
	86	2			
	101	15			
	106	5			
	127	21			
	129	2			
	131	2			

MIOCENE

AQUITANIE

EFFECTUEES

PERTE DE BOUE	MICROFAUNE	STRATIGRAPHIE	COUPE LITHOLOGIQUE
	E F F E C T U E E S	M I O C E N E	Terre végétale Sable fin grossier argileux de couleur Sable grossier et gravier argileux Sable grossier et gravier argileux avec de bris de calcaire
			Sable grossier et gravier argileux Galets et gravier dans une matrice argileuse
			Gravier avec de bris calcaires
			Gravier avec de bris calcaire dans une matrice marneuse
			Sable fin grossier légèrement argileux
			Gravier argileux
			Marne grise
			Argile sableuse
			Argile jaune des poteries légèrement sableuse
			Marne grise
			Marne lie de vin
			Marne grise
		A O U T A N I E N	Argile lie fin de vin
			Marne grise compacte
			Argile marneuse lie de vin
			Argile marneuse lie de vin
			Argile marneuse lie de vin
			Marne grisâtre
			Galets dans une matrice marneuse
			Marne grise
			Argile marneuse lie de vin
			Marne grise
			Argile rouge
			Marne grise et de bris calcaire



Alésage
en 17" 1/2

Cimentation à la
base de la colonne
5 tonnes
(65 m)

Tubage en
13 3/8

221 → R.D.G

Tube chambre
en 8" (18 m)

239

Crépine Noid
64m 8" ouvertures
1.5 à 2 mm

Massif Filtrant
9m³ colibres de
3 à 5 mm

Reparation
machine

Arrêt 8 h 00

Arrêt 8 h 00

Arrêt
8 h 00

Arrêt
8 h 00

200

Arrêt 8 h 00

Arrêt 8 h 00

150

250

129 2
131 2

176 45

187 11

191 4

210 19

212 2

240 28

251 11

268 17

271 3

282 1

284 2

4 m³

12 m³

ETE

PAS

N'ONT

MICRO-PALEONTOLOGIQUES

LES ANALYSES

O L I G C E N E

Argile rouge
Marne grise et de bris calcaire.

Argile rouge

Sable moyen à grossier
légèrement argileux

Sable fin légèrement argileux

Sable fin franc

Marne grise

Sable fin homogène

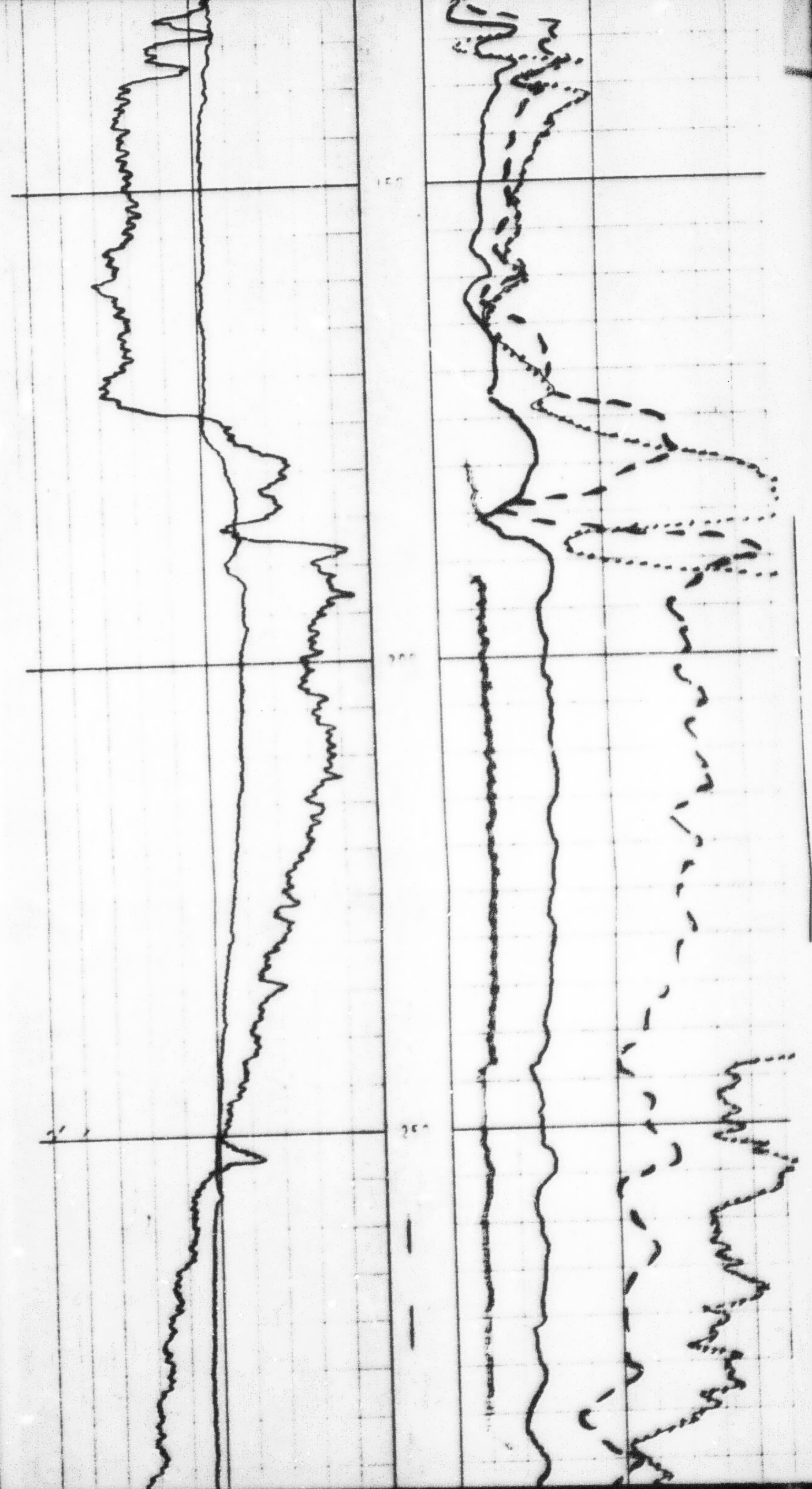
Sable fin et moyen

Sable grossier blanc

Sable moyen et grossier argileux

Sable grossier franc

Sable grossier et gravier



Alésage
en 17" 1/2

Reconnaissance
en 12" 1/4
jusqu'à 310 m
Alésage 17" 1/2
jusqu'à 309 m

Réparation
machine

Arrêt 8 h 00

Arrêt
8 h 00

Arrêt
8 h 00

200

Arrêt 8 h 00

Arrêt 8 h 00

Arrêt 8 h 00

300

Cimentation à la
base de la colonne
5 tonnes
(65 m)

Tubage en
13 3/8

221 → R.D.G

Tube chambre
en 8" (18 m)

239

Crépine Nold
64m 8" ouvertures
1.5 à 2 mm

Massif Filtrant
9m³ calibres de
3 à 5 mm

303

Tube de
décantation Nold 6m
en 8"

309

176 45

187 11

191 4

210 19

212 2

240 28

251 11

268 17

271 3

282 11

284 2

301 15

305 4

309 4

4 m³

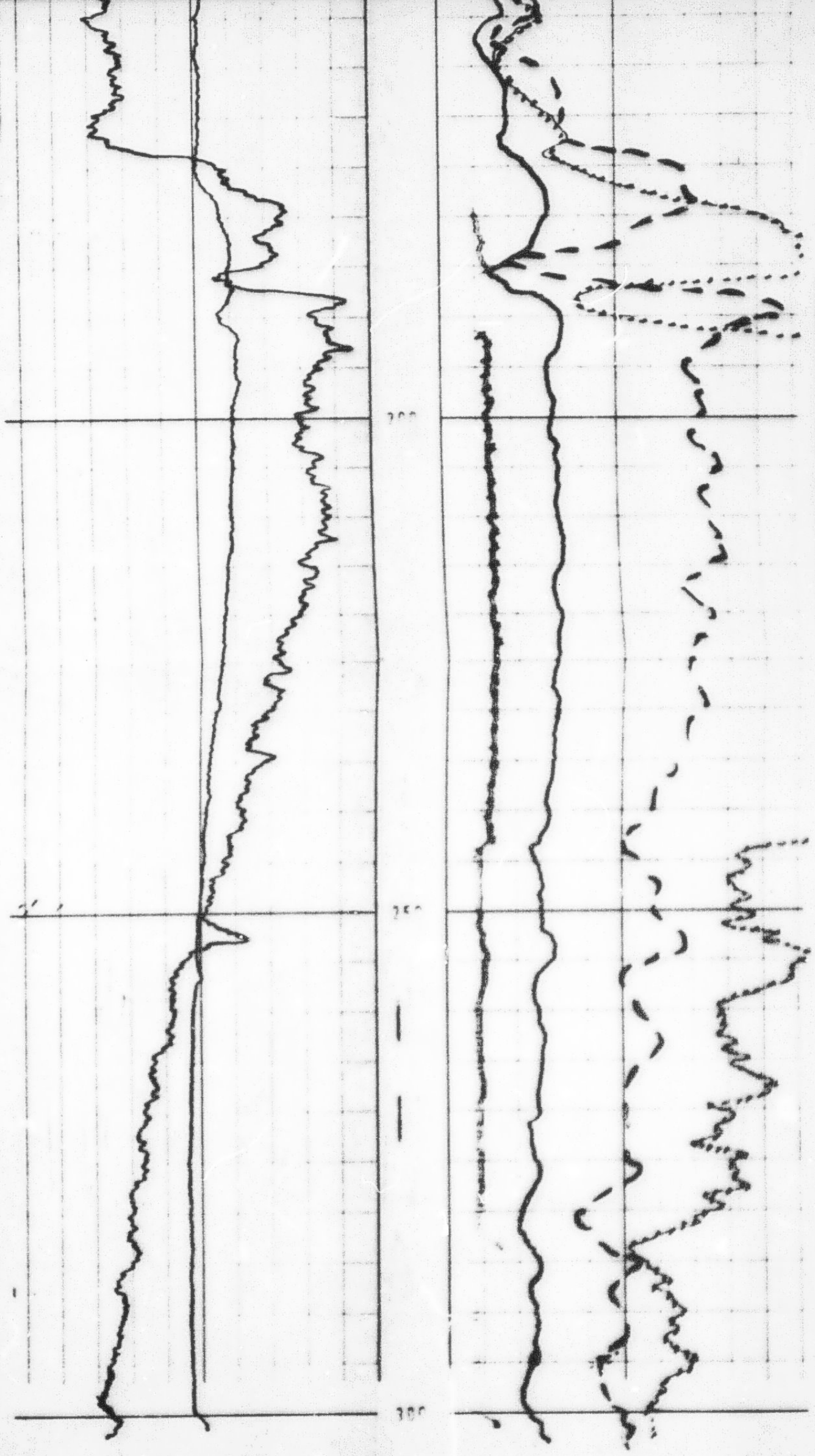
12 m³

N° ONT
MICRO-PALEONTOLOGIQUES

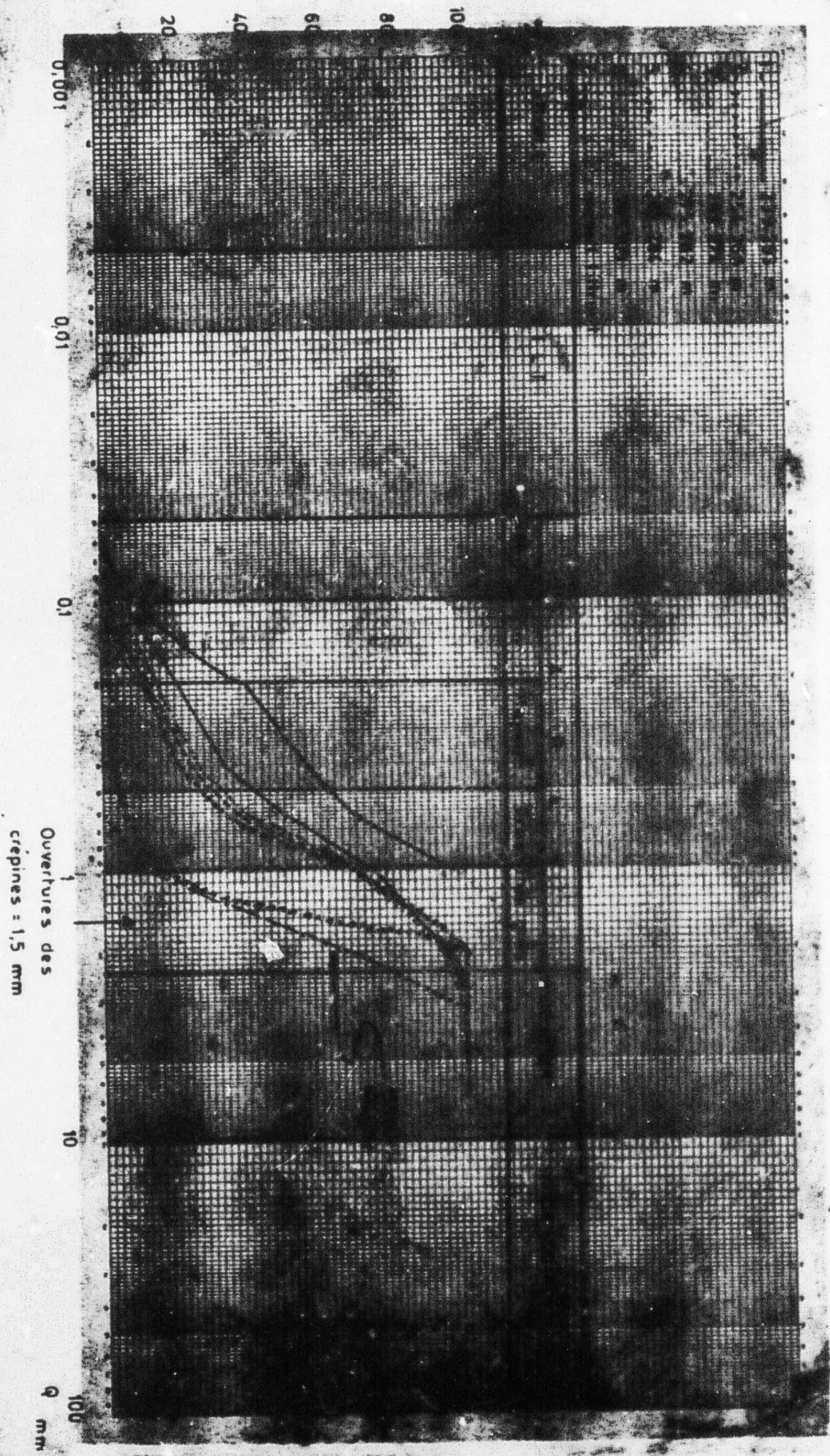
LES ANALYSES

O L I G C E N E

Sable moyen à grossier légèrement argileux
Sable fin légèrement argileux
Sable fin franc
Marne grise
Sable fin homogène
Sable fin et moyen
Sable grossier blanc
Sable moyen et grossier argileux
Sable grossier franc
Sable grossier et gravier
Sable grossier
Sable fin
Sable moyen et grossier
Sable fin à moyen



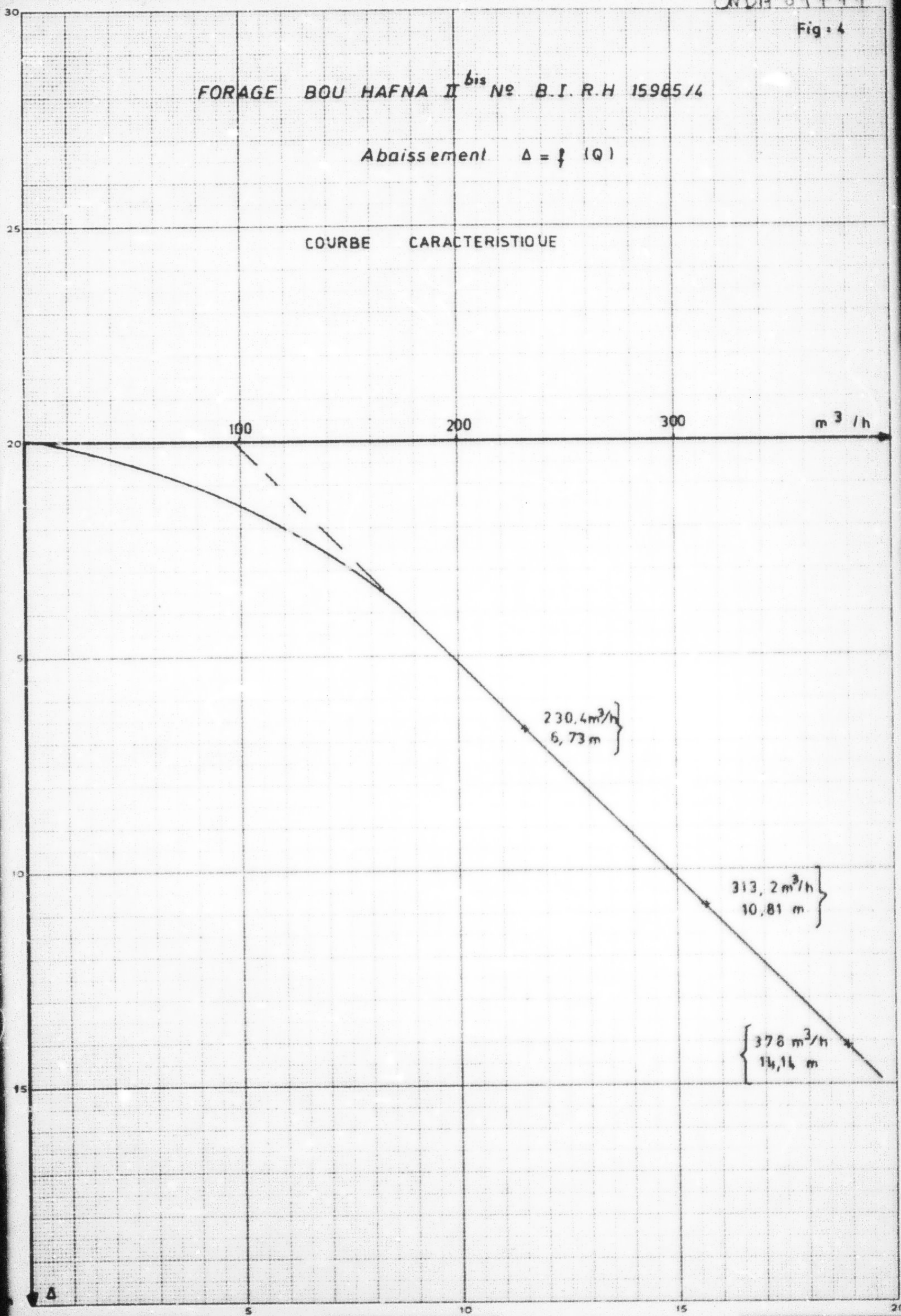
Analyse Granulométrique de la Formation Caplée sur Forage de BOU HAFNA II n° 15985/4

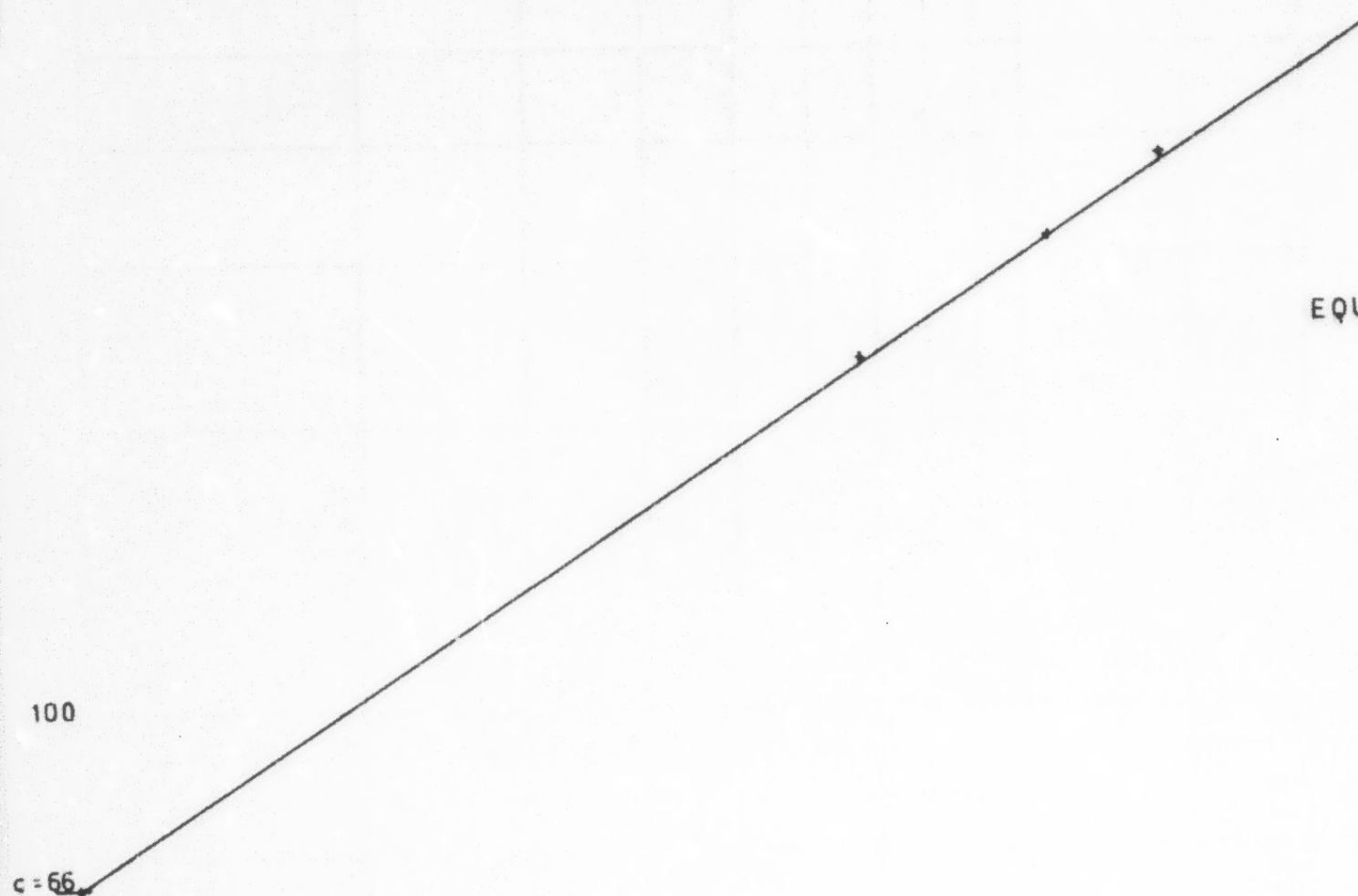


FORAGE BOU HAFNA II^{bis} N° B.I.R.H 15985/4

Abaissement $\Delta = f(Q)$

COURBE CARACTERISTIQUE



FORAGE BOU HAFNA II^{dis} n° B.I.R.H 15985/4

ABAISSMENT
EQUATION DE GOSSELIN
 $Q = c \Delta^\alpha$

$$B = 33^\circ$$

$$\alpha = \operatorname{tg} 33^\circ = 0,649$$

$$Q = 66 \Delta^{0,649}$$

10

10

100

Quadrille logarithmique à 2 modules de C^m 125 du ^m service X Δ en m

Fig. 5

FORAGE BOU HAFNA II^{bis} n° B.I.R.H 15985/4

ABAISSMENT

EQUATION DE GOSSELIN

$$Q = c \Delta^\alpha$$

$$B = 33^\circ$$

$$\alpha = \operatorname{tg} 33^\circ = 0,649$$

$$Q = 66 \Delta^{0,649}$$

c = 66

100

10

100

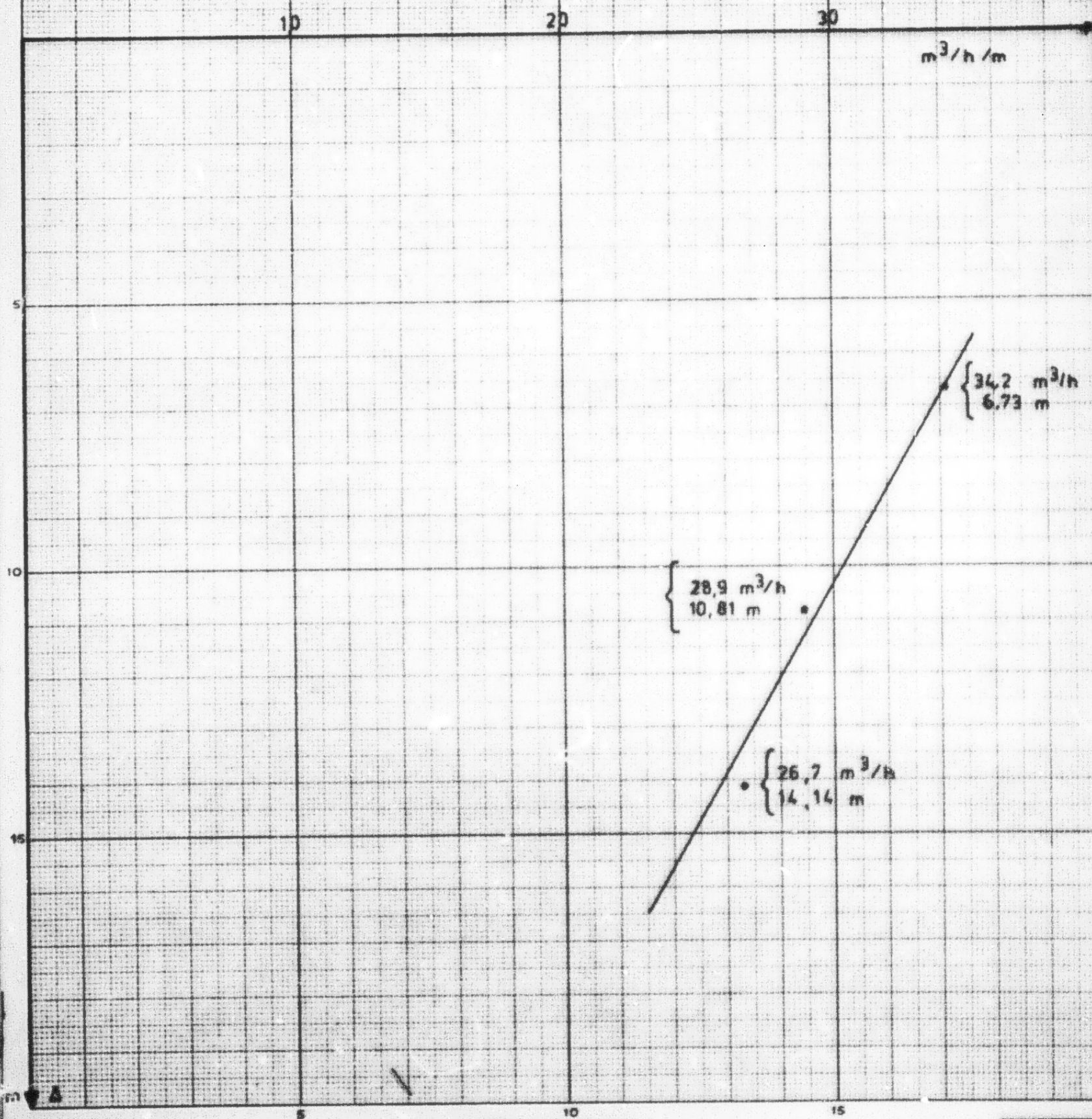
Quadrille logarithmique à 2 modules de 0^m 125, div^{cm} serrées Mod 100

M. H. rue Dulong, Paris
Δ en m

FORAGE BOU HAFNA II^{ème} NR B.T.R.H. 15985/5

Abaissement

$$Q/\Delta = f(\Delta)$$



CNDA 01777

Fig

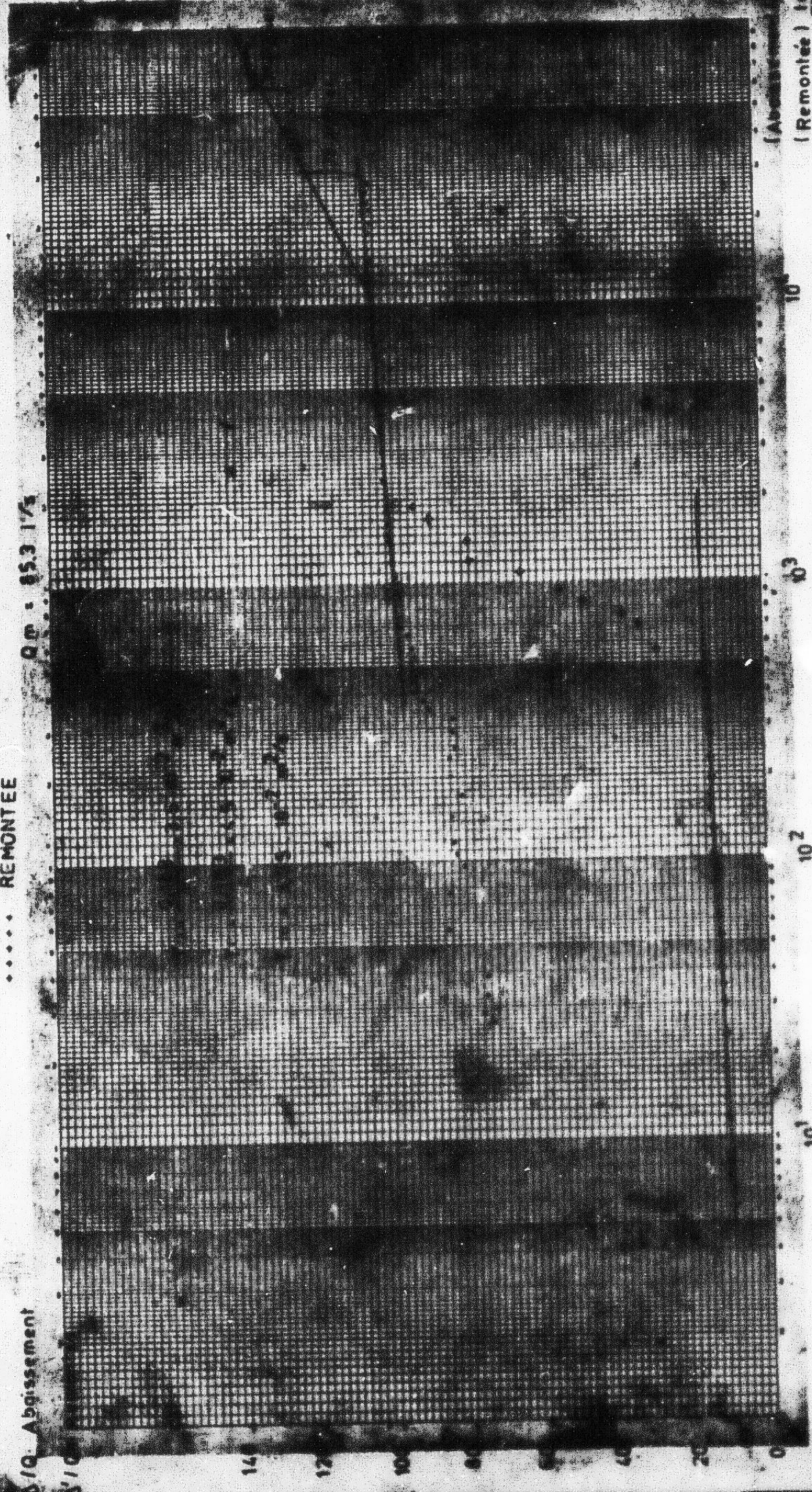
ESSAI DE POMPAGE AU SONDAGE BOU HAFNA II bis 15985 76

..... ABAISSEMENT

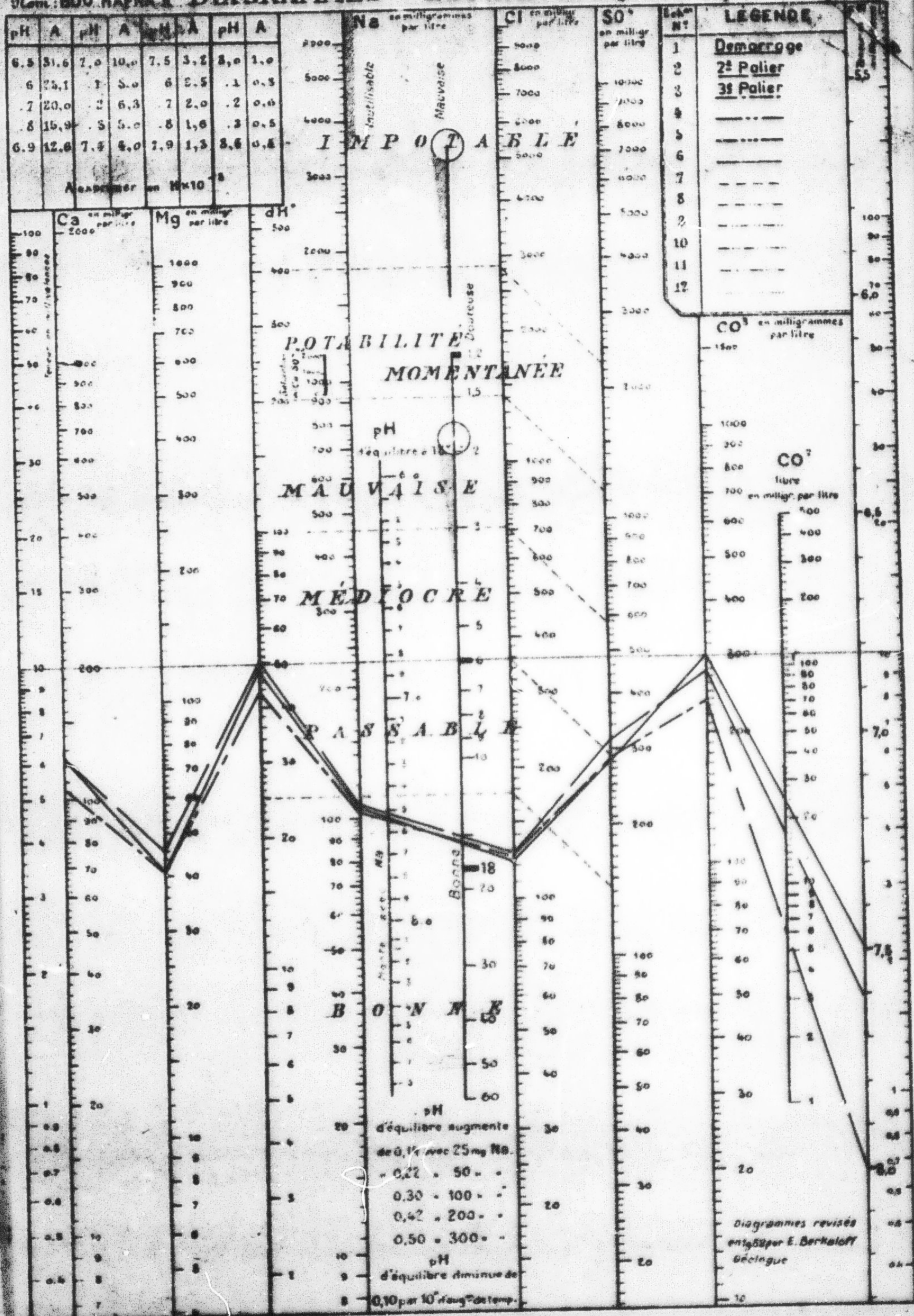
..... REMONTEE

Δ/Q Abaissement

Qm = 85.3 l/s



(Abaissement)
(Remontée) t



FIN

... **29** ...

VUES