

BUREAU D'ÉTUDES GÉOLOGIQUES

Pierre ROSTAN

Les Aubergeries
05380

CHATEAUROUX-LES-ALPES

☎ 92 43 40 12

RAPPORT D'ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

AMÉLIORATION DU CAPTAGE COMMUNAL

DE LA FARE

COMMUNE DE REILLANNE

DECEMBRE 1989

ÉTUDE ET RECONNAISSANCE DU SOUS-SOL

La commune de REILLANNE est actuellement alimentée par un captage situé au lieu-dit La Fare dans le lit du Largue à 4 km au nord-ouest du village.

Il s'agit d'un drain profond, implanté dans les alluvions de la rivière mais captant une source provenant du versant en rive droite et qui ont fait l'objet d'un rapport d'étude de M. J. L. PARIS en date du 10 février 1966 en qualité de géologue agréé.

La sécheresse de l'été 1989 ayant entraîné une pénurie dans l'alimentation communale, nous étudions ici les possibilités d'amélioration du captage sur le site.

le terrain étudié est situé dans la plaine alluviale du Largue, peu étendue dans cette partie du cours et dans laquelle le lit vif inscrit de larges méandres recoupant le lit majeur dans sa totalité ; les versants, tant en rive droite qu'en rive gauche, sont relativement escarpés, avec des pentes fortes (50 à 100 % et plus) jusqu'à un vaste plateau situé au voisinage de l'altitude 550, soit 100 m environ au dessus du fil d'eau.

PRINCIPE DE L'ETUDE :

Il a été réalisé sur le site :

- une analyse géologique et hydrogéologique de surface,
- des mesures hydrogéologiques (conductivité et température) sur les eaux superficielles (lit vif du Largue, sources, etc...) et souterraines (captage).
- une campagne de reconnaissance géologique du sous-sol par sondages électriques à l'aide d'un géorésistivimètre ELER II construit par le laboratoire des Ponts et Chaussées (Voir principe de la géophysique électrique en annexe). Ce dispositif utilisé est un quadripole type SCHLUMBERGER avec des lignes AB variant de 80 m à 400 m selon les conditions topographiques et orientées nord-sud selon l'axe de la vallée.

Ces mesures ont été conduites de façon à réaliser deux profils géologiques en travers, l'un au droit du captage et l'autre plus en aval ; 8 sondages ont ainsi été exécutés les 23 et 24 novembre 1989.

.../...

GEOLOGIE DU SITE :

Le sous-sol du secteur est occupé par une épaisse formation à dominante calcaire (calcaires de REILLANNE) bien litée admettant des intercalations à dominante marneuse ; ces matériaux affleurent largement sur les flancs de la vallée depuis le pont de la RN556 jusqu'à très en amont dans le bassin versant.

Leur pendage est régulier et orienté vers le sud est et n'excède pas 10 à 20°. On remarque sur le site la présence d'une importante masse glissée au droit du captage correspondant à un mouvement de forte ampleur à l'échelle du versant, aujourd'hui stabilisé. Si la surface de rupture apparaît clairement comme représentée par un banc d'argiles grises, qui se retrouve en de nombreux points du secteur, c'est l'ablation de la butée de pied par l'érosion du Largue qui a destabilisé ce secteur et il est ainsi possible qu'une partie des matériaux glissés soit recouverte en partie par les alluvions du Largue. La reconnaissance géophysique n'a toutefois pas mis en évidence de façon claire ce type de matériaux.

Le remplissage alluvial de la vallée se compose d'alluvions très grossières à éléments calcaires recouvertes par une mince couverture de limons d'inondations sur lesquels les cultures sont installées.

Les fortes pentes des versants laissent prévoir un remplissage alluvial très important et nulle part dans cette portion du cours ou plus en aval le bed rock n'apparaît sous les alluvions sauf dans le méandre situé immédiatement en amont du captage.

La reconnaissance géophysique aura ici pour but de préciser l'épaisseur des alluvions grossières susceptibles de représenter un réservoir aquifère intéressant et de repérer le bed rock sous le colmatage alluvial.

HYDROGEOLOGIE DU SITE :

Le substratum marnocalcaire présente une perméabilité de fissure non négligeable mais constitue un réservoir hétérogène en raison notamment de la présence d'intercalations marneuses peu perméables.

Le niveau de marnes grises mentionnées plus haut est ainsi jalonné en de nombreux points de suintements et de zone

.../...

d'humidité et représente un écran pour les écoulements souterrains ; ceux-ci sont ainsi en particulier concentrés par l'importante masse glissée et disloquée qui forme un vaste drain naturel sur le versant.

Les eaux circulent jusqu'à la cote de la nappe alluviale du Largue et n'apparaissent en surface que pour partie alors que l'essentiel rejoint directement la nappe du Largue sans trajet aérien.

Ce sont ces eaux que le captage actuel exploite avec sans doute, nous le verrons plus loin, un apport des eaux de la nappe aquifère.

La nappe aquifère du Largue est ici de type phréatique avec une surface libre probablement voisine de celle du fil d'eau du lit vif.

On remarque (au droit du captage) des arrivées d'eau depuis les berges dans la rivière ainsi qu'une forte augmentation de son débit sans qu'un apport aérien n'apparaisse, traduisant une réalimentation occulte de la rivière par la nappe aquifère qui sera détaillée avec l'hydrologie.

HYDROLOGIE DU SITE :

Hydrologie - eaux de subsurface :

Il a été réalisé des mesures de températures et de conductivité sur la rivière et les différents points de sortie d'eau voisins.

Captage : T = 11,8°C
C = 0,66 m.s

Puits amont du captage : T = 11,7°C
C = 0,43 m.s

1. Lit vif du Largue : T = 7,1°C
C = 0,43 m.s

2. Source dans la berge, en rive gauche : T = 10,7°C
C = 0,40 m.s
(+0,40 m/surface de l'eau)

3. Trou à la pelle : lit vif du Largue : T = 10,1°C
C = 0,43 m.s

.../...

4. Source dans la berge en rive droite : $T = 11,6^{\circ}\text{C}$
 $C = 0,59 \text{ m.s}$
5. Source dans la berge, rive droite : $T = 11,5^{\circ}\text{C}$
 $C = 0,39 \text{ m.s}$
6. Lit vif du Largue (en face de 5) : $T = 11^{\circ}\text{C}$
 $C = 0,40 \text{ m.s}$
7. Lit vif du Largue : $T = 10,5^{\circ}\text{C}$
 $C = 0,40 \text{ m.s}$

Différents éléments peuvent être tirés directement de ces mesures :

- la conductivité des eaux du Largue est voisine de $0,43 \text{ m.s}$,
- la conductivité des eaux du captage est voisine de $0,60 \text{ m.s}$, ce qui traduit une minéralisation plus élevée. Pour mémoire, $1 \text{ m.s} = 1 \text{ millimho}$.
- l'eau de la nappe est à une température plus élevée que celle du lit vif, refroidie par les températures nocturnes,
- le puits amont du captage (au moins) est alimenté par la nappe aquifère du Largue de façon directe,
- les sources de la berge en rive gauche correspondent à une réalimentation du lit vif par la nappe aquifère alluviale,
- les sources de la rive droite correspondent à des écoulements issus du versant qui ont échappé au captage (sauf peut-être au point n°5) ; cet aspect est d'autant plus remarquable que ces exutoires se situent à une cote supérieure de celle du drain.

On constate, par ailleurs, une forte réalimentation du Largue par la nappe aquifère au droit du captage, qui est attestée par les variations du débit au cours d'eau (non mesurées) et par les températures plus élevées vers l'aval.

.../...

RESULTATS DE LA CAMPAGNE GEOPHYSIQUE :

Sondage électrique n°1 :

1er terrain : limons superficiels

$$\rho_1 = 65 \Omega \cdot m$$

$$e_1 = 0,40 \text{ m}$$

2ème terrain : alluvions graveleuses

$$\rho_2 = 190 \Omega \cdot m$$

$$e = 2 \text{ m}$$

3ème terrain : lentille limoneuse ou alluvions humides peu épaisses (épaisseur et résistivité non déterminables)

4ème terrain : alluvions graveleuses sèches peu épaisses (épaisseur et résistivité non déterminables)

5ème terrain : alluvions graveleuses saturées en eau

$$\rho_5 = 100 \Omega \cdot m$$

épaisseur non déterminable

6ème terrain : substratum marneux ou alluvions argileuses

$$\rho_6 = 40 \Omega \cdot m$$

Sondage électrique n°2 :

1er terrain : limons superficiels

$$\rho_1 = 50 \Omega \cdot m$$

$$e_1 = 0,80 \text{ m}$$

2ème terrain : alluvions sèches

$$\rho_2 = 300 \Omega \cdot m$$

$$e_2 = 500 \text{ m}$$

3ème terrain : alluvions saturées

$$\rho_3 = 50 \Omega \cdot m$$

$$e_3 = 8,40 \text{ m}$$

4ème terrain : substratum marneux

$$\rho_4 = \infty$$

Sondage électrique n°3 :

1er terrain : limons superficiels

$$\rho_1 = 120 \Omega \cdot m$$

$$e_1 = 0,70 \text{ m}$$

.../...

2ème terrain : alluvions graveleuses sèches

$$\rho_2 = 600 \Omega \cdot m$$

$$e_2 = 3,50 \text{ m}$$

3ème terrain : alluvions saturées

$$\rho_3 = 120 \Omega \cdot m$$

$$e_3 = 13 \text{ m}$$

4ème terrain : substratum marneux

$$\rho_4 = 30 \Omega \cdot m$$

Sondage électrique n°4 :

1er terrain : limons de surface

$$\rho_1 = 50 \Omega \cdot m$$

$$e_1 = 0,80 \text{ m}$$

2ème terrain : alluvions graveleuses sèches

$$\rho_2 = 500 \Omega \cdot m$$

$$e_2 = 1,60 \text{ m}$$

3ème terrain : alluvions graveleuses saturées

$$\rho_3 = 125 \Omega \cdot m$$

$$e_3 = 15 \text{ à } 17 \text{ m}$$

4ème terrain : alluvions à blocs ou substratum marnocalcaire (?)

$$\rho_4 = 250 \Omega \cdot m$$

e4 non déterminable

5ème terrain : alluvions argileuses ou substratum argileux

$$\rho_5 = 120 \Omega \cdot m$$

Sondage électrique n°5 :

1er terrain : limons superficiels

$$\rho_1 = 40 \Omega \cdot m$$

$$e_1 = 0,90 \text{ m}$$

2ème terrain : alluvions graveleuses sèches

$$\rho_2 = 280 \Omega \cdot m$$

$$e_2 = 3,5 \text{ m}$$

3ème terrain : alluvions graveleuses saturées

$$\rho_3 = 112 \Omega \cdot m$$

$$e_3 = 16 \text{ m}$$

.../...

4ème terrain : alluvions à blocs ou substratum marnocalcaire
(?)
 $\rho_4 = 225 \Omega.m$
 $e_4 = 14 \text{ m}$

5ème terrain : alluvions argilo limoneuses ou substratum
marneux (?)
 $\rho_5 = 90 \Omega.m$

Sondage électrique n°6 :

1er terrain : limons superficiels :
 $\rho_1 = 30 \Omega.m$
 $e_1 = 0,80 \text{ m}$

2ème terrain : alluvions graveleuses humides (?)
 $\rho_1 = 90 \Omega.m$
 $e_2 = 1,20 \text{ m}$

3ème terrain : lentille limoneuse
 $\rho_3 = 45 \Omega.m$
 $e_3 = 0,90 \text{ m}$

4ème terrain : alluvions graveleuses sèches
 $\rho_4 = 180 \Omega.m$
 $e_4 = 5,60 \text{ m}$

5ème terrain : alluvions graveleuses saturées
 $\rho_5 = 90 \Omega.m$
 $e_5 = 30 \text{ m}$

6ème terrain : substratum marneux
 $\rho_6 = 225 \Omega.m$

Sondage électrique n°7 :

1er terrain : limons superficiels
 $\rho_1 = 50 \Omega.m$
 $e_1 = 0,80 \text{ m}$

2ème terrain : alluvions graveleuses sèches

$\rho_1 = 150 \Omega.m$
 $e_2 = 0,40 \text{ m}$

3ème terrain : alluvions saturées
 $\rho_3 = 60 \Omega.m$
 $e_3 = 7,20 \text{ m}$

.../...

4ème terrain : substratum marneux
 $\rho_4 = 150 \Omega \cdot m$

Sondage électrique n°8 :

1er terrain : limons superficiels
 $\rho_1 = 50 \Omega \cdot m$
 $e_1 = 0,80 \text{ m}$

2ème terrain : alluvions graveleuses sèches
 $\rho_2 = 200 \Omega \cdot m$
 $e_2 = 4,5 \text{ m}$

3ème terrain : alluvions saturées
 $\rho_3 = 80 \Omega \cdot m$
Profondeur de la nappe : - 5,00 m environ.

Conclusions de la reconnaissance géophysique :

Profil géologique amont (SE2, 7, 38) :

Il apparait que le substratum rocheux est situé à faible profondeur à l'est et plonge en partie centrale ; il est à nouveau affleurant dans le lit du Largue à l'ouest, qui se trouve ainsi très excentré par rapport à son surcreusement ancien.

Le remplissage alluvial perméable comporte une épaisseur maximale de l'ordre d'une quinzaine de mètres en partie centrale de la vallée (SE3 et SE8) ; plus en profondeur, au delà de - 20 m environ, un horizon très conducteur a été détecté, qui peut-être attribuable soit à des argiles du substratum, soit à un colmatage argileux du fond de la vallée. Dans les deux cas, cet horizon est peu perméable et ne présente sans doute pas d'intérêt quant à ses ressources en eau.

Profil géologique aval : (SE4, 5 et 6) :

L'épaisseur maximal du remplissage alluvial perméable a été rencontré en SE4 et SE5 avec une valeur du même ordre que celle du profil amont.

.../...

Plus en profondeur, il a été recoupé en niveau plus résistant ($\rho = 250 \Omega .m$) puis un niveau conducteur ($\rho = 100 \Omega .m$) qui peuvent être attribués :

- soit au remplissage alluvial avec un niveau à blocs surmontant un niveau argileux ; cette hypothèse paraît toutefois peu probable car elle conduirait à retenir un surcreusement de la vallée très important,

- soit un substratum marneux et argileux,

- soit à un substratum marneux profond recouvert par des produits glissés anciennement (marnocalcaires) tels qu'ils apparaissent sur le versant en rive droite où les circulations qu'ils abritent permettent l'alimentation du captage actuel.

Le substratum marneux n'a sans doute pas été recoupé en SE6.

Remarques :

- Le sondage SE2 a rencontré en surface des résistances plus élevées,

- les sondages SE2 et SE7 ont atteint très rapidement un niveau conducteur que nous avons attribué, de part sa position et sa résistivité, à des alluvions graveleuses saturées.

La nappe aquifère dans ce secteur circulerait donc à une cote plus élevée qu'ailleurs. Elle pourrait donc présenter ici une certaine indépendance, sans doute en relation avec la relative proximité du substratum rocheux, à moins que l'horizon conducteur, attribuable de façon claire sur les autres sondages à des alluvions saturées par la nappe, correspondent ici à une anomalie locale (dépôts à dominante argileuse).

- Le sondage n°1 ne paraît pas interprétable quantitativement de façon fiable ; il est probable qu'au delà de $AB = 10 m$, il ait été influencé par un ouvrage enterré (drain, canalisation, etc...)

CONCLUSIONS - OPTIMISATION D'UN OUVRAGE DE CAPTAGE :

Considérations générales - Le captage actuel :

Le captage actuel draine des eaux souterraines issues du versant sans circulation en surface, auxquelles s'adjoignent les eaux de la nappe aquifère phréatique en période de hautes eaux ; ses possibilités d'extension apparaissent limitées et

.../...

aléatoires, d'autant plus qu'il apparait probable que l'alimentation supplémentaire ainsi obtenue ferait défaut en période d'étiage (baisse de la nappe, du débit des sources du versant, etc...)

Il conviendra donc de s'orienter vers la recherche de ressources plus profondes et moins sujettes aux variations saisonnières que des eaux circulant en subsurface et il parait ainsi peu intéressant d'accroître la capacité de l'ouvrage existant afin de récupérer les écoulements qui lui échappent encore et rejoignent directement la nappe ou forment les petites sources observées dans les berges de la rive droite.

On retiendra la solution d'un pompage plus profond des eaux de la nappe aquifère, qu'à priori seul un forage permettra de récupérer de façon convenable, en intéressant une tranche de terrain saturée en eau suffisante.

Cette solution doit être examinée avec d'autant plus d'intérêt que le réseau d'adduction existe sur place pour le captage existant.

L'ouvrage de captage :

Le projet de captage des eaux par forage devra être implanté de façon :

- à ne pas perturber les débits qui sont susceptibles d'avoir échappé à ce drain,

- à être alimenté par la nappe aquifère abritée par les alluvions du Largue dans des conditions optimales, c'est à dire dans les zones où ces matériaux ont une épaisseur maximale, soit l'axe du surcreusement ancien de la vallée mis en évidence par la reconnaissance géophysique.

- à ne pas être perturbé par les eaux de surface susceptibles d'être infiltrées directement depuis le lit de la rivière ou par les crues du Largue.

Il conviendra alors, avant l'implantation définitive de l'ouvrage, de préciser entre autres, le rayon d'efficacité de ce puits afin de ne pas entraîner les eaux du lit vif.

A notre sens, le point le plus apte à recevoir un ouvrage de captage sera situé au voisinage du sondage électrique n°4, soit au sud sud-est du captage dont il devra être éloigné de plusieurs dizaines de mètres ; une bande de terrain de 25 m au

.../...

moins sera respectée entre le captage et la berge de la rive droite.

L'ouvrage exploitera les alluvions graveleuses saturées, épaisses en ce point de 15 m environ.

Pour avoir des résultats optimums, la profondeur du puits sera de 20 m environ, sans excéder cette profondeur, qui doit dans une première approche être considérée comme une valeur maximale.

Cependant, tous ces paramètres devront être précisés en fonction :

- du volume d'eau recherché,
- des paramètres hydrodynamiques de la nappe.

Il sera en particulier nécessaire de réaliser une reconnaissance par forage en petit diamètre qui permettra de vérifier la nature et l'épaisseur des matériaux graveleux mis en évidence par la géophysique, qui demeure une méthode de reconnaissance indirecte. Des essais de pompage permettront alors de préciser la capacité du puits et en particulier de limiter éventuellement la profondeur du forage si les alluvions concernées se révélaient très perméables ; de même, ces essais permettront de définir le diamètre nécessaire du forage et de faire le choix avec une marge de sécurité convenable.

L'exécution du forage définitif devra être réalisé sous contrôle d'un géologue avec, en particulier, des relevés des terrains traversés et de toute anomalie ; l'arrêt du forage sera soumis à son approbation après contrôle que les débits exigés puissent bien être fournis par l'ouvrage.

Dans tous les cas, ce projet destiné à l'alimentation en eau potable de la commune devra recevoir l'aval de l'hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique, seul apte juridiquement à définir les conditions d'exploitation pour une sécurité optimale quant à la qualité des eaux et quant aux périmètres de protection nécessaires.

Toutefois, nous pouvons, dès à présent, recommander les précautions suivantes :

.../...

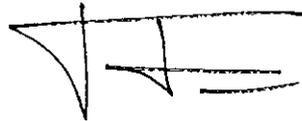
- étanchéité de surface de la crête de forage, afin d'assurer une protection vis à vis des crues, par une dalle en béton,

- bétonnage de l'espace annulaire jusqu'à - 2 m environ,

- tubage plein du forage sans crépine jusqu'à - 2 m du niveau dynamique tel qu'il aura été défini par les essais de pompage.

Les éléments de cette étude pourront être examinés lors d'une réunion de travail avec les intervenants techniques de cette affaire.

Le Géologue,



Pierre ROSTAN

Le Géologue se tient à la disposition du demandeur pour toutes précisions complémentaires sur la présente étude.

DOCUMENTS CI-ANNEXES :

- Plan d'implantation des sondages électriques,
- Diagrammes des sondages électriques.

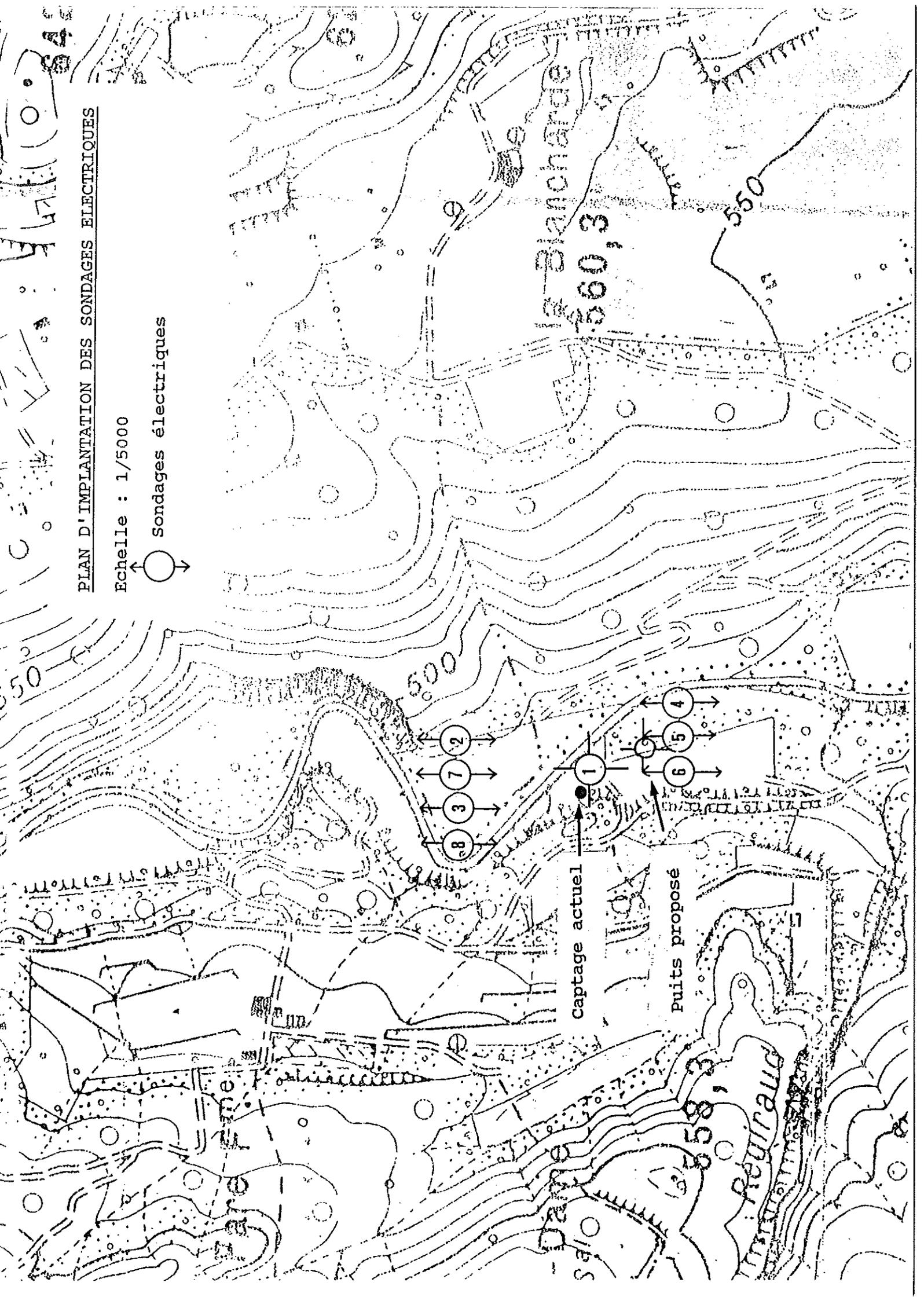
DIFFUSION :

- M. B. MOURY, Ingénieur des Travaux Forestiers, DDA des Alpes de Haute Provence, 04003 DIGNE CEDEX.

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ELECTRIQUES

Echelle : 1/5000

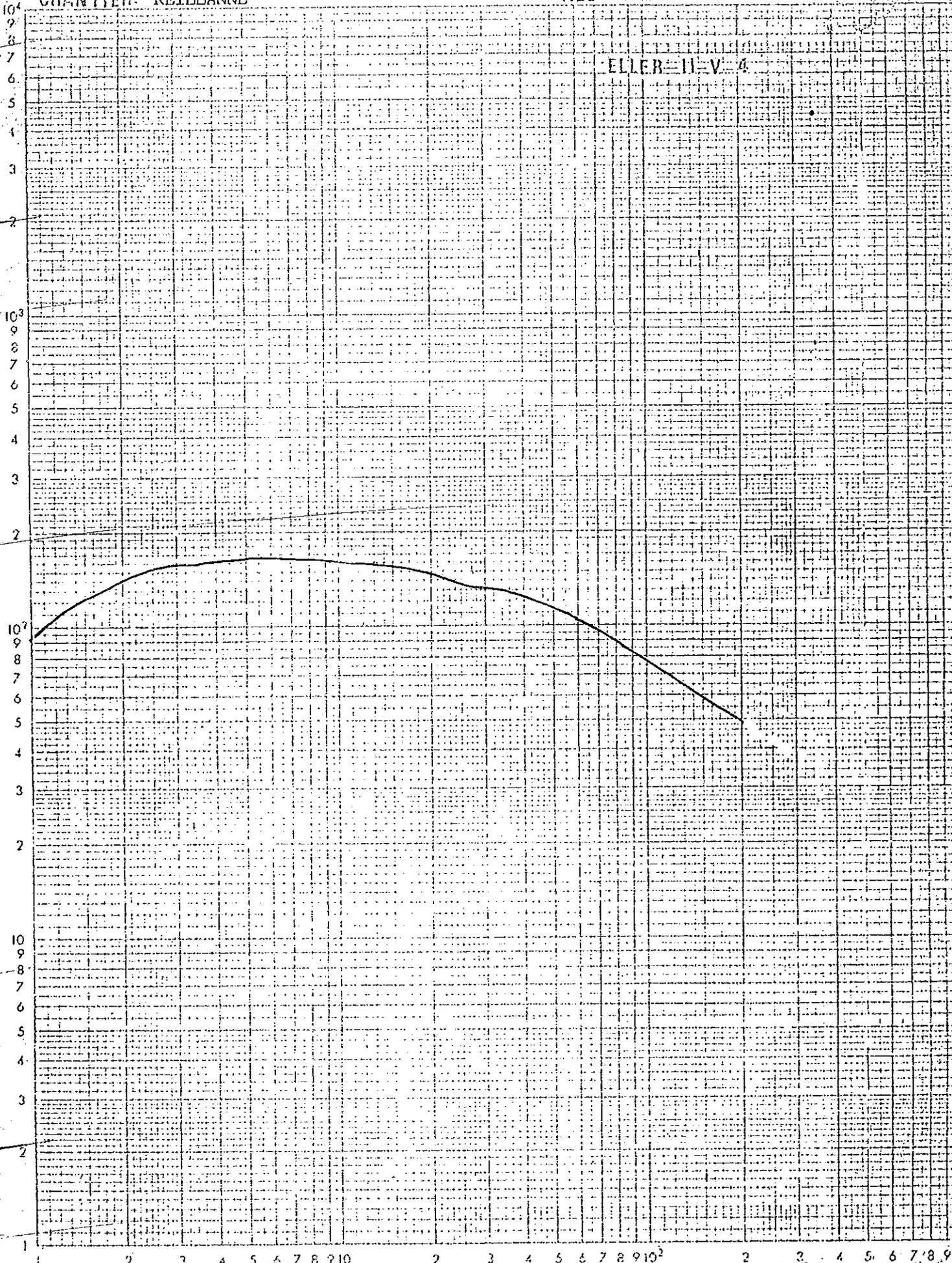
Sondages électriques



CHANTIER: REILLANNE

AB= 80 m

ELLER=II-V



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

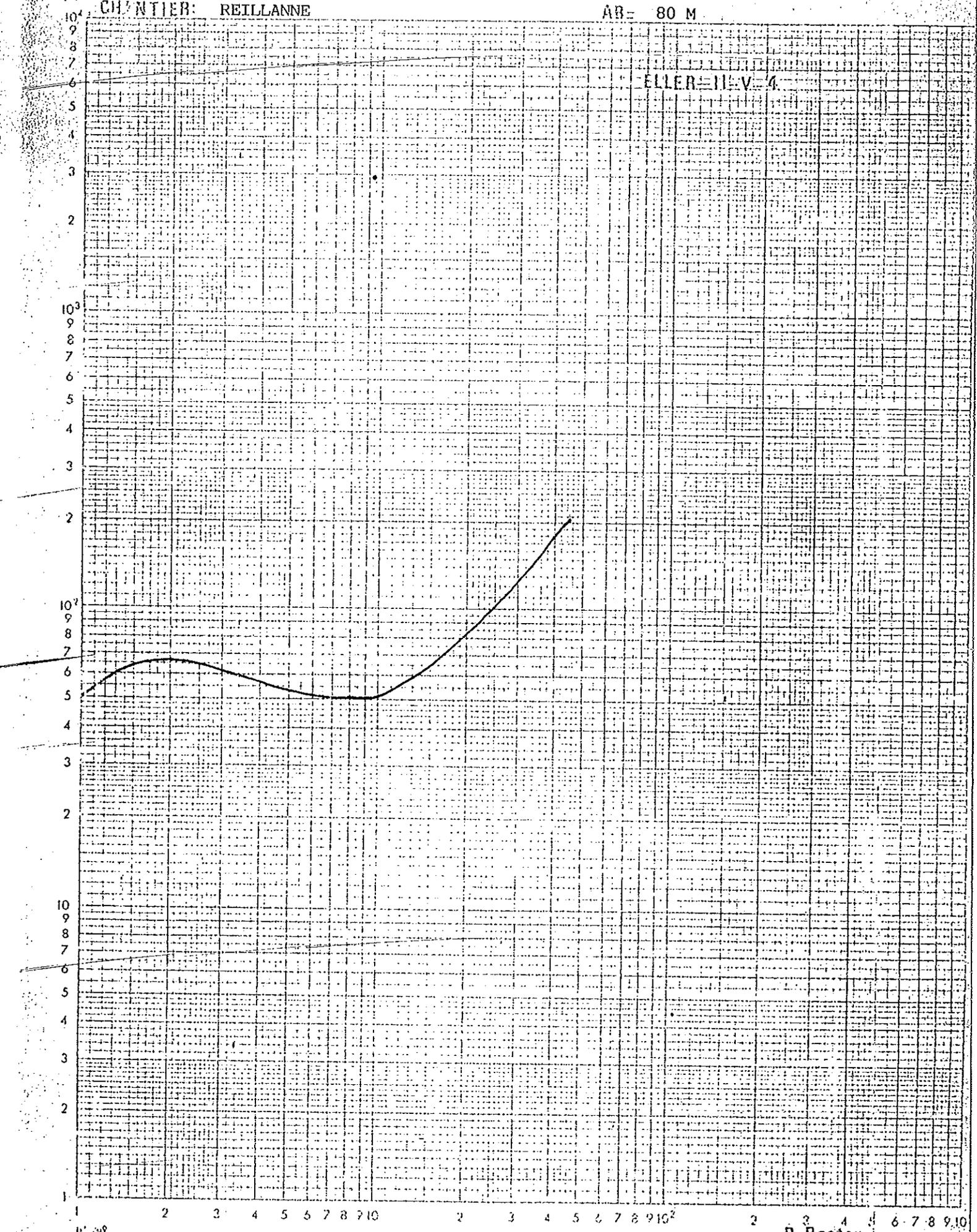
2 3 4 5 6 7 8 9 10²

2 3 4 5 6 7 8 9

CHANTIER: REILLANNE

AB = 80 M

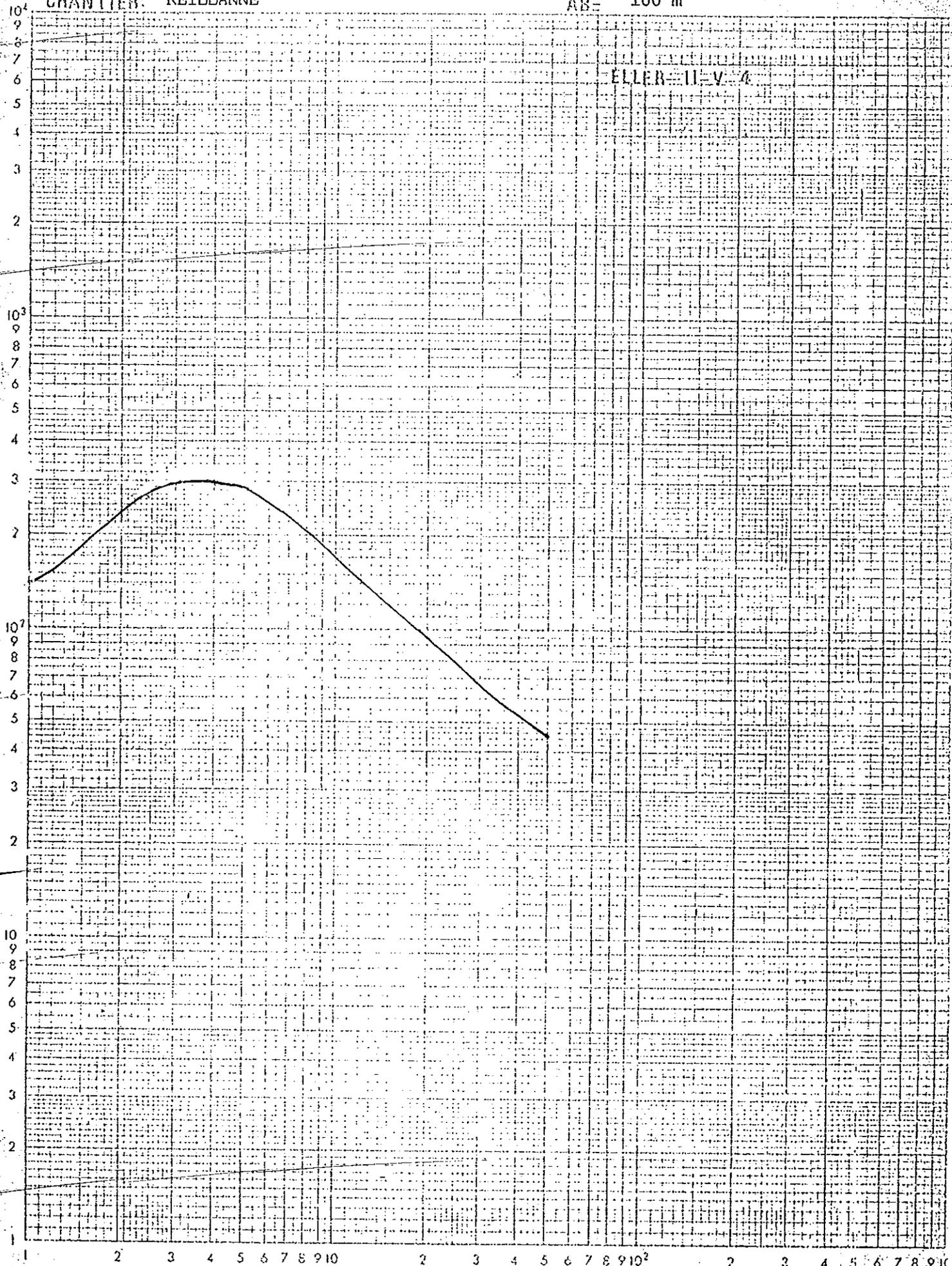
ELLER = II - V - 4



CHANTIER: REILLANNE

AB- 100 m'

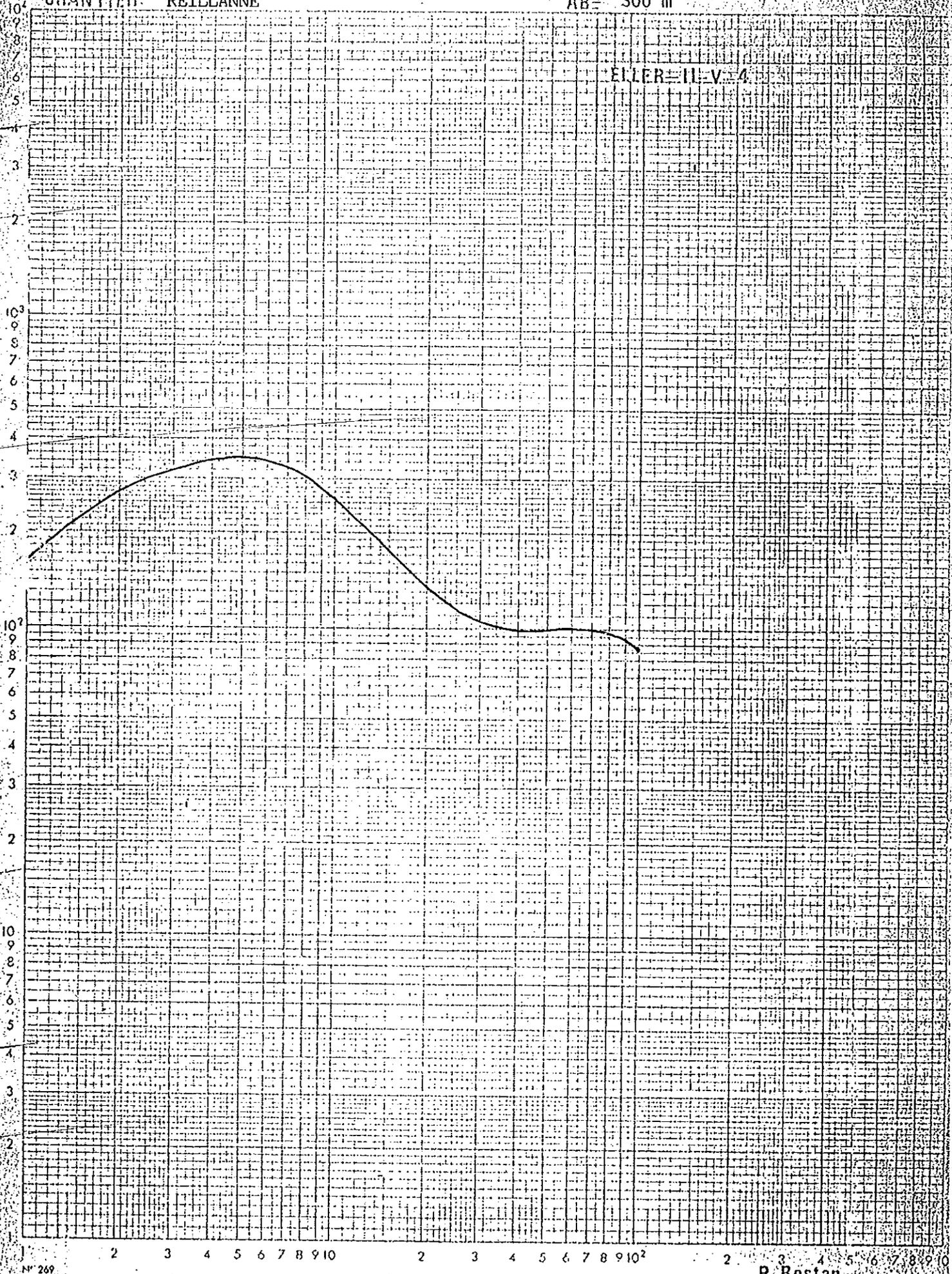
ELLER II-V-4



CHANTIER: REILLANNE

AB = 300 m

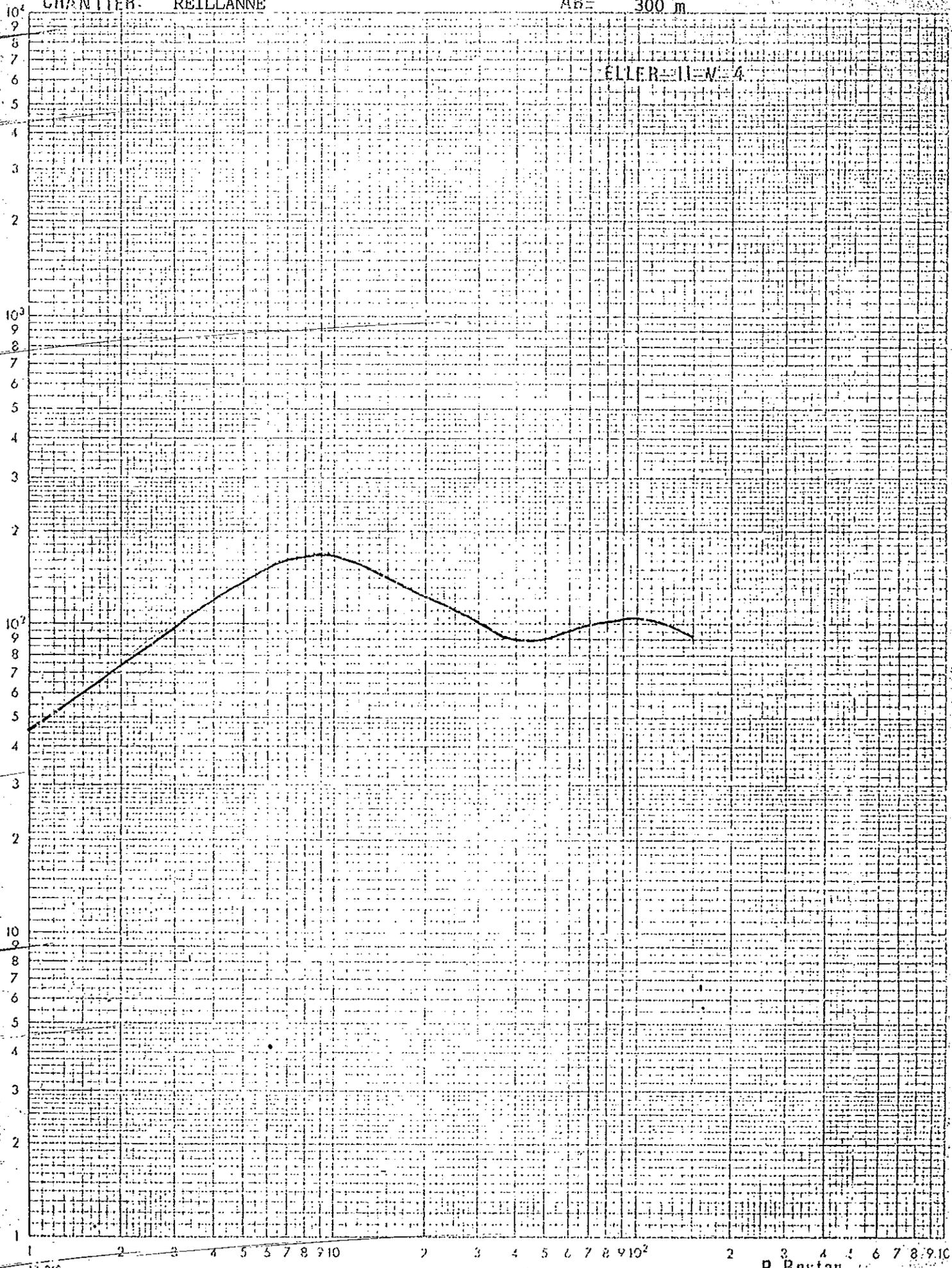
ELIER = II-V-4



CHANTIER: REILLANNE

AB= 300 m

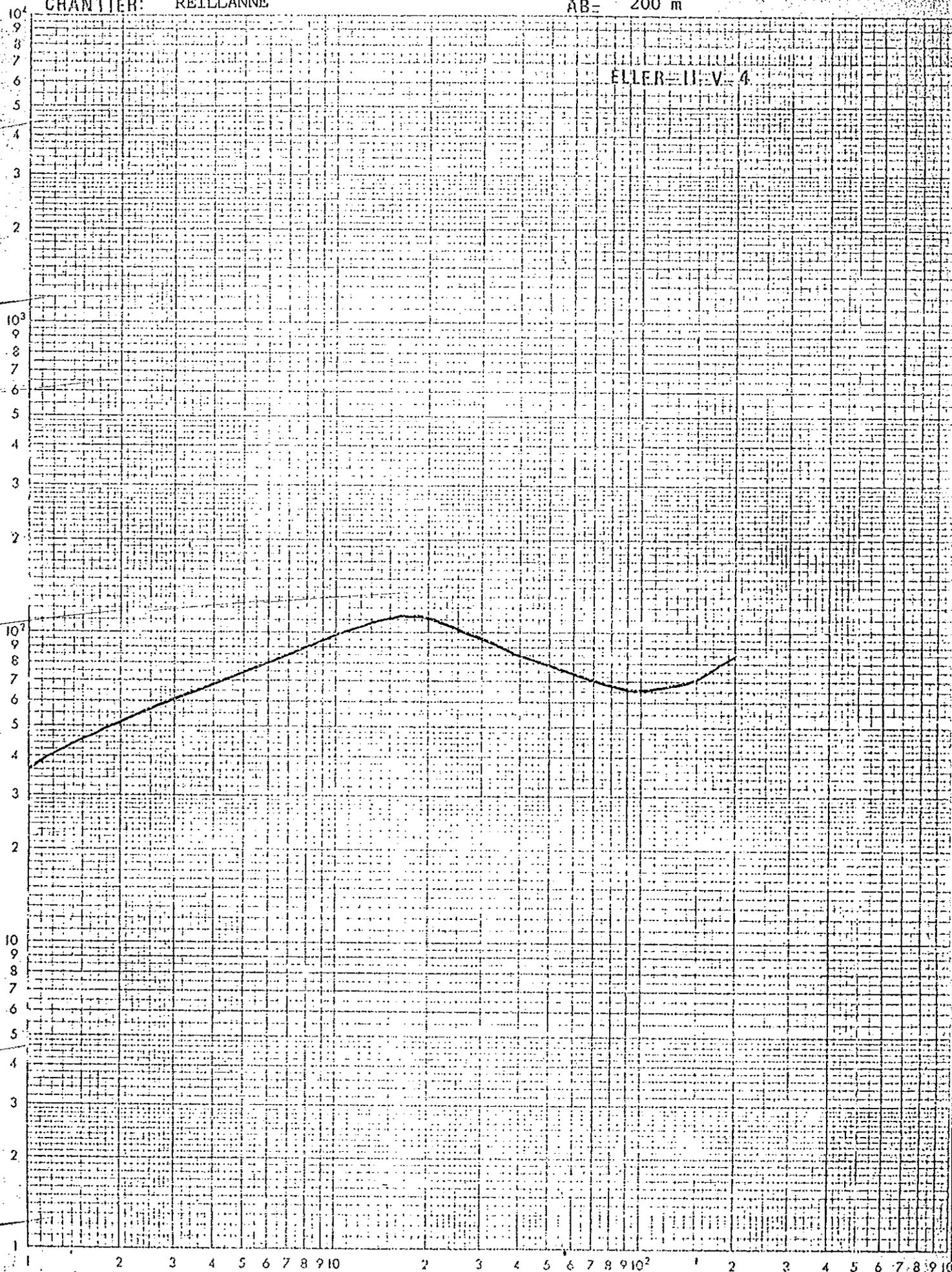
ELLER=II=W=4



CHANTIER: REILLANNE

AB= 200 m

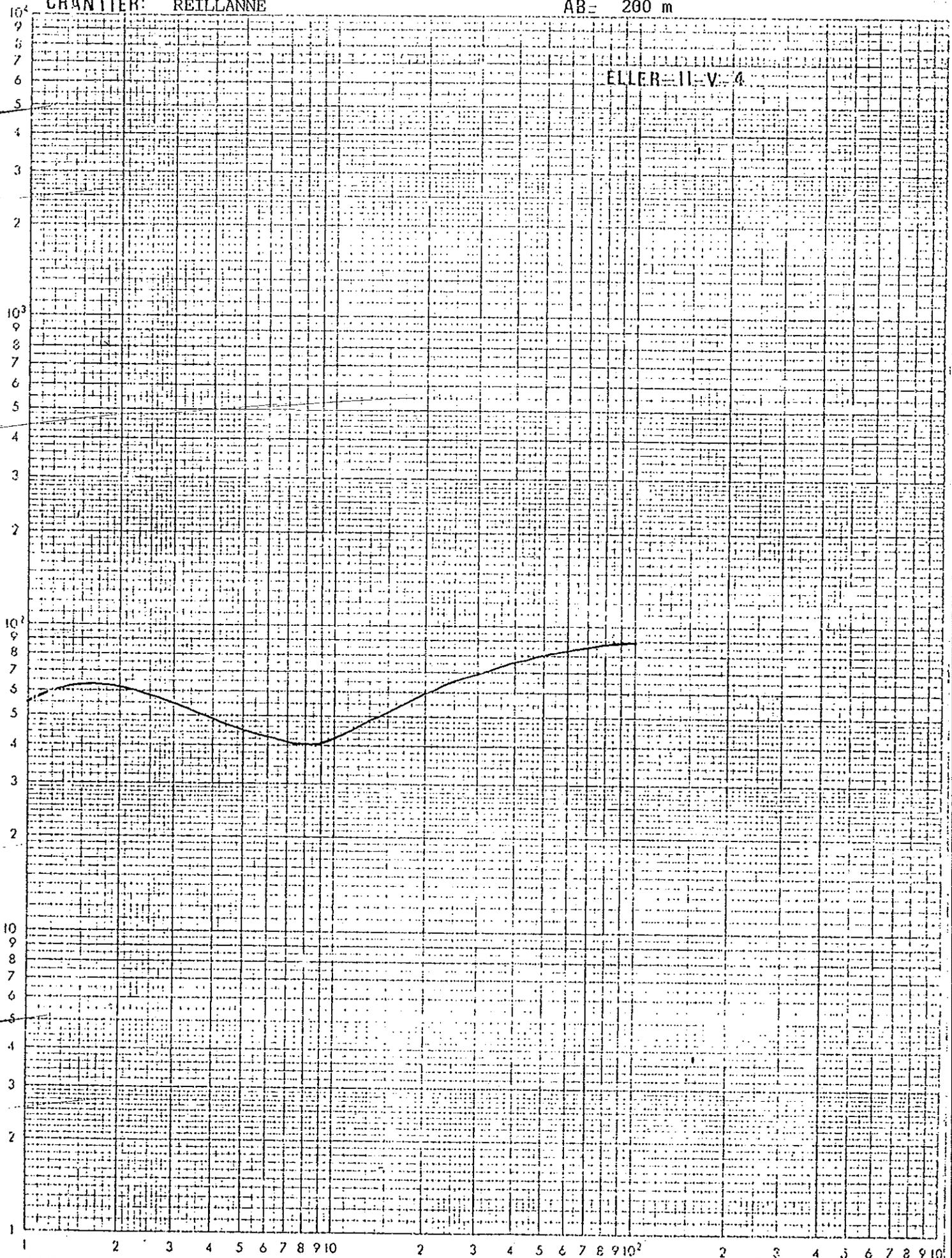
ELLER-II-V-4



CHANTIER: REILLANNE

AB= 200 m

ELLER-II-V-4



CHANTIER: REILLANNE

AB= 80 M

ELLER=11.V. 4

