

ETUDE 4079  
JUILLET 1992

DISTRICT DE MORET-SUR-LOING - SAINT MAMMES

-----

PROSPECTION GEOPHYSIQUE POUR LA RECHERCHE  
D'UNE NOUVELLE RESSOURCE EN EAU

-----

## - S O M M A I R E -

### PREAMBULE

- I - CADRE GEOLOGIQUE
  - I.1 - Série lithostratigraphique
  - I.2 - Photo-interprétation
  
- II - CADRE HYDROGEOLOGIQUE
  
- III - PROSPECTION GEOPHYSIQUE
  - III.1 - Sondages électriques
  - III.2 - Panneaux électriques
  
- IV - CHOIX D'IMPLANTATION
  
- V - CONCLUSION

## - LISTE DES PLANCHES -

- 4079-01 - Carte de localisation du secteur d'étude
- 4079-02 - Photo-interprétation - Carte des linéaments
- 4079-03 - Carte d'implantation des points de mesure
- 4079-04a, b - Coupes géoélectriques
- 4079-05a, b - Panneaux électriques

## A N N E X E S

- I - Principe de la méthode géoélectrique
- II - Courbes interprétées des sondages électriques

## PREAMBULE

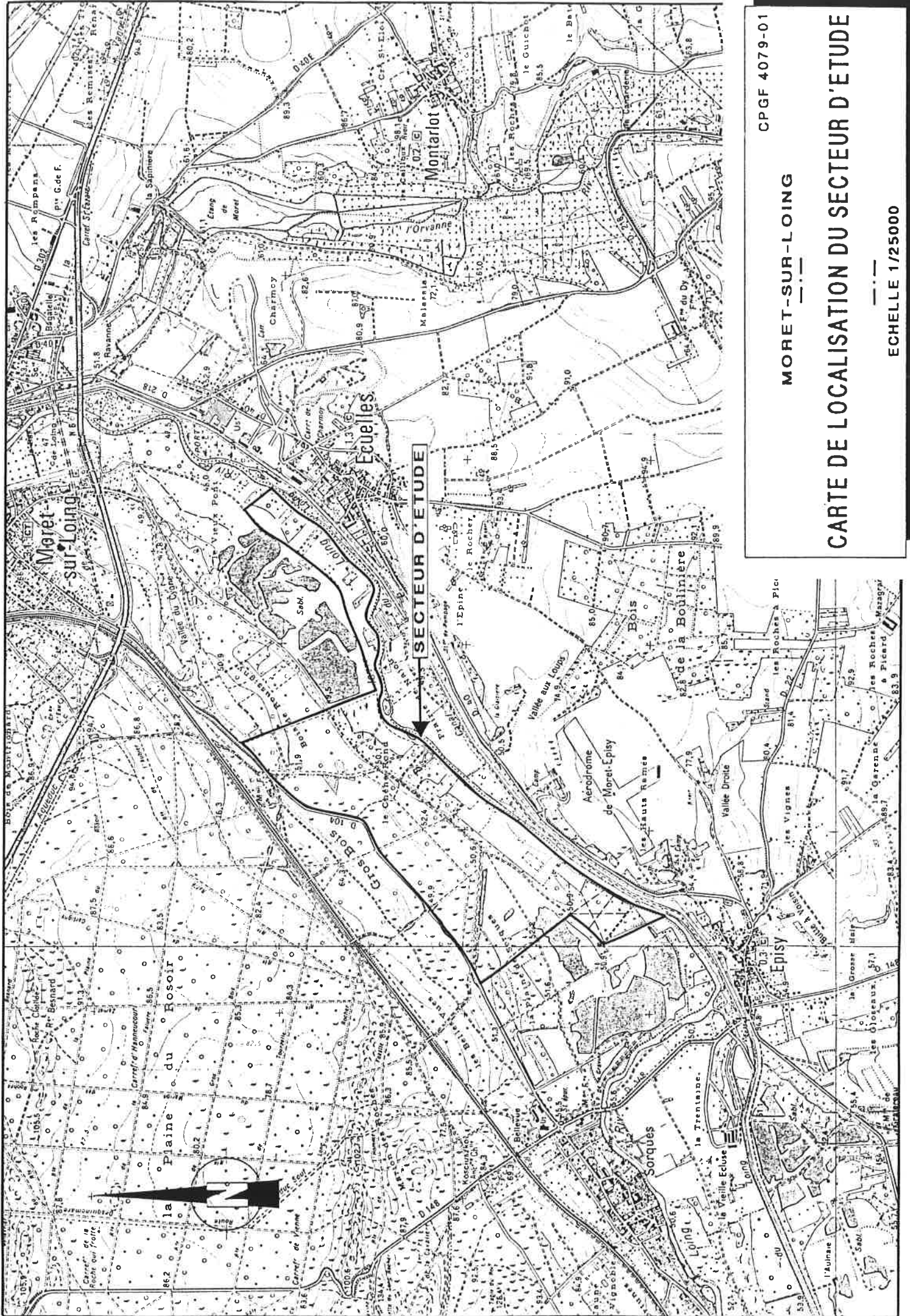
Pour renforcer les captages du Bois de Roussigny (au Sud-Ouest de MORET-SUR-LOING) une recherche de nouvelles ressources a été entreprise.

CPGF-HORIZON a été chargée d'effectuer une prospection géophysique afin de localiser les secteurs les plus propices à l'implantation de forages de reconnaissance.

Les interventions suivantes ont donc été réalisées :

- Etude et analyse du contexte géologique et hydrogéologique
- Photo-interprétation
- Prospection géophysique :
  - \* 25 sondages électriques
  - \* 2 panneaux électriques

oOo



CPGF 4079-01

MORET-SUR-LOING

# CARTE DE LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE

ECHELLE 1/25000

## I. – CADRE GEOLOGIQUE

### I.1 – Série lithostratigraphique

Le secteur d'étude est situé en bordure du Loing qui recoupe partiellement la série géologique. Les formations les plus récentes sont les alluvions modernes récentes et anciennes (Fy<sub>3</sub>, Fz). Elles sont représentées par des limons, sables et graviers, leur épaisseur est de l'ordre de 5 à 6 m. Il est possible de distinguer différents niveaux de terrasses liés à des phases de creusement ou de remontée. Leur nature reste, cependant, semblable avec quelques variations dans le degré d'altération.

Elles reposent de façon discordante sur différentes formations tertiaires en fonction de la topographie. Au droit du secteur étudié, il s'agit des "calcaires de Champigny" (Ludien supérieur) ; malgré son appellation cette formation peut présenter d'importantes variations de faciès puisqu'on la rencontre, selon les secteurs, sous forme d'un calcaire blanc en gros bancs compacts ou de marnes pulvérulentes à passages noduleux. A Episy notamment, ce "calcaire" présente à diverses hauteurs des intercalations argilo-marneuses.

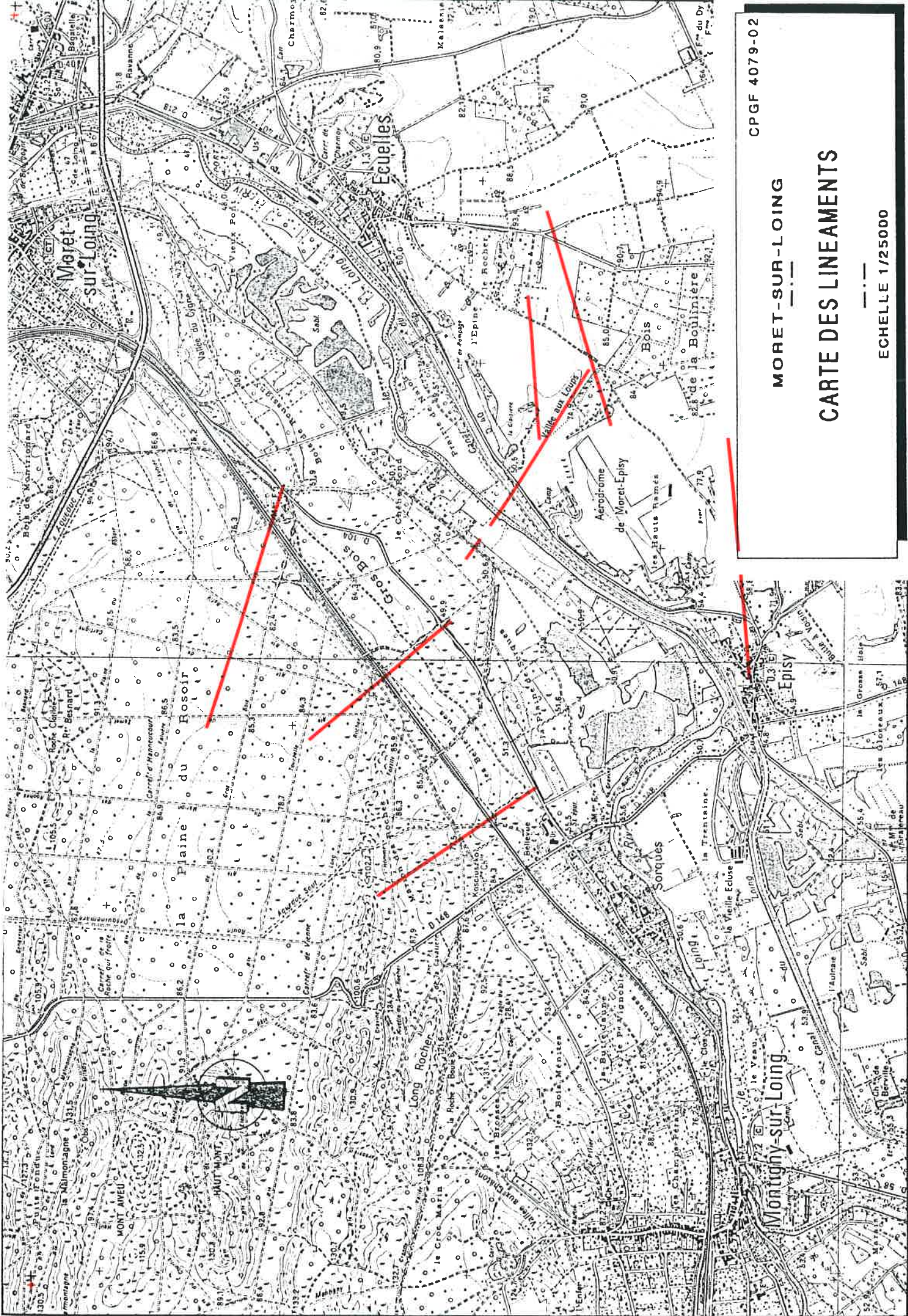
La série se poursuit plus en profondeur par les horizons argileux (argile grise et jaune) et gréseux du Sparnacien. On notera à partir d'Episy et plus au Sud l'intercalation entre le Sparnacien et le Ludien supérieur de la formation à chaille et à poudingue de Nemours. Il s'agit d'un cailloutis meuble ou cimenté.

C'est la craie du Sénonien qui constitue l'assise de cet ensemble tertiaire. Elle peut se présenter sous différents aspects : tendre, onctueuse ou plus massive. Localement on y rencontre des lits de silex. La cote de son toit peut varier de façon importante en raison de phénomènes d'érosion liés au dépôt des formations détritiques du Sparnacien.

### I.2 – Photo-interprétation

Une photo-interprétation a été réalisée ; elle a permis de mettre en évidence des linéaments traversant le site d'orientation généralement NW-SE.

Il semble également très probable que le cours du Loing soit calé sur un accident ou une série d'accidents orientés globalement NE-SW.



CPGF 4079-02

MORET-SUR-LOING

# CARTE DES LINEAMENTS

ECHELLE 1/25000

## II. - CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Dans le contexte géologique précédemment décrit les formations potentiellement aquifères sont les suivantes :

- Alluvions sableuses ou graveleuses. Elles constituent un aquifère libre en relation avec le Loing.
- Les calcaires de Champigny sous leur faciès franc. Ils constituent un aquifère de fissure en relation avec les alluvions en bordure du Loing.
- La craie du Sénonien qui, lorsqu'elle n'est pas marneuse et lorsqu'elle est fracturée, représente l'aquifère le plus important du secteur.

Compte tenu des profondeurs envisagées pour les ouvrages et du contexte spécifique du secteur étudié, ce sont les deux premiers aquifères qui ont principalement été l'objectif de nos recherches.

oOo

### III. – PROSPECTION GEOPHYSIQUE

En vue de l'implantation de sondages de reconnaissance, une prospection géophysique, par sondages électriques et panneaux électriques, a été réalisée.

#### III.1 – Sondages électriques

##### III.1.1 – Principe de la méthode

On trouvera en annexe le détail de la méthode. On rappellera néanmoins qu'un sondage électrique consiste à mesurer une résistivité apparente en fonction de la longueur du dispositif (AB). Cette longueur qui est progressivement croissante permet d'obtenir des valeurs de résistivité apparente de plus en plus influencées par les couches profondes.

L'ensemble de ces mesures à un emplacement donné s'appelle sondage électrique.

Différents procédés permettent d'interpréter un sondage électrique ; il convient cependant de souligner qu'il s'agit d'une interprétation et que plusieurs solutions physiques sont possibles.

##### III.1.2 – Corrélation géologie-résistivité

Les différentes formations décrites dans le chapitre géologie vont se caractériser sur un plan géoélectrique comme suit :

- Alluvions sableuses ou graveleuses	Résistant à très résistant
- Alluvions argileuses	Conducteur
- Calcaire de Champigny	Résistant
- Marnes	Conducteur
- Sable et argile du Sparnacien	Globalement conducteur
- Craie	Résistant à moyennement conducteur si faciès marneux

##### III.1.3 – Résultats

L'interprétation a été conduite à l'aide du programme Electra de CPGF-HORIZON. L'allure des courbes est assez variable en fonction de la résistivité des alluvions proches de la surface, ainsi que de l'intercalation d'horizons conducteurs (argileux).



On notera également que, compte tenu des caractéristiques géoélectriques des différentes formations, il n'est pas possible de distinguer les calcaires de Champigny des alluvions résistantes.

L'interprétation a donc été menée en se calant sur l'horizon conducteur des sables et argiles du Sparnacien qui s'individualise assez bien sur une partie des sondages.

Une double interprétation a été réalisée pour chaque sondage : l'une dite contrastée avec de forts contrastes de résistivité et donc de faibles épaisseurs, l'autre au contraire avec des épaisseurs plus importantes.

Parmi les courbes obtenues nous pouvons distinguer différents types liés aux différentes successions géoélectriques :

– **Courbes type : fort résistant – conducteur – résistant**

C'est le cas par exemple des courbes 22, 12, 8, 19, 6, 7. Le résistant de tête correspond à des alluvions mais peut englober également les calcaires de Champigny. Sur certains sondages, un niveau conducteur secondaire situé au sein ou en tête des alluvions s'intercale dans cet ensemble (sondages n° 15, 1, 4, 10, 16, 11...). On rencontre ensuite le conducteur principal qui correspond à l'ensemble sablo-argileux du Sparnacien, puis la craie qui s'individualise comme moyennement résistante.

– **Courbes type moyennement conducteur – conducteur – résistants (ex : 25, 21, 24, 18, 3, 17)**

Il s'agit de courbes pour lesquelles le recouvrement présent à l'affleurement est plutôt conducteur par rapport au reste de la série. Dans ce cas la remontée de la courbe peut être interprétée de différentes façons ; elle ne permet généralement pas de différencier d'éventuelles alluvions résistantes des calcaires de Champigny ni de distinguer les sables et argiles du Sparnacien de la craie franche, l'horizon sablo-argileux étant masqué dans cet ensemble.

L'ensemble des interprétations est résumé par les coupes géoélectriques des planches 4079-04a et b.

Le sondage n° 2 implanté à proximité du forage d'exploitation a servi de sondage d'étalonnage. On notera cependant que la nature géologique des différentes formations évolue selon les secteurs ainsi que leur résistivité.

Sur le sondage d'étalonnage, on a obtenu les résistivités suivantes :

Alluvions (de 0 à 5,5 m)	$\rho > 1000 \Omega\text{m}$ puis $\rho \approx 150 \Omega\text{m}$	à l'affleurement (hors nappe)
Calcaire de Champigny (de 5,5 à 15 m)	$\rho \approx 35 \Omega\text{m}$ puis $\rho > 200 \Omega\text{m}$	en tête (sans doute un peu marneux et/ou altéré)
Sables et argiles "Yprésiens" (de 15 à 25 m)	$\rho \approx 15 \Omega\text{m}$	
Craie (au-delà de 25 m)	$\rho > 100 \Omega\text{m}$	

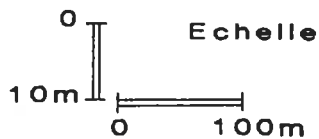
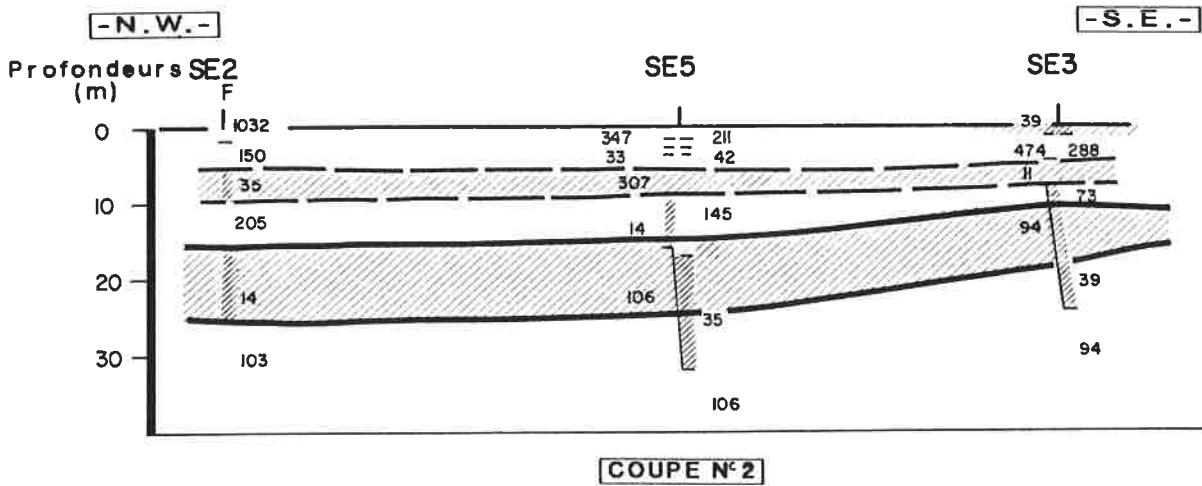
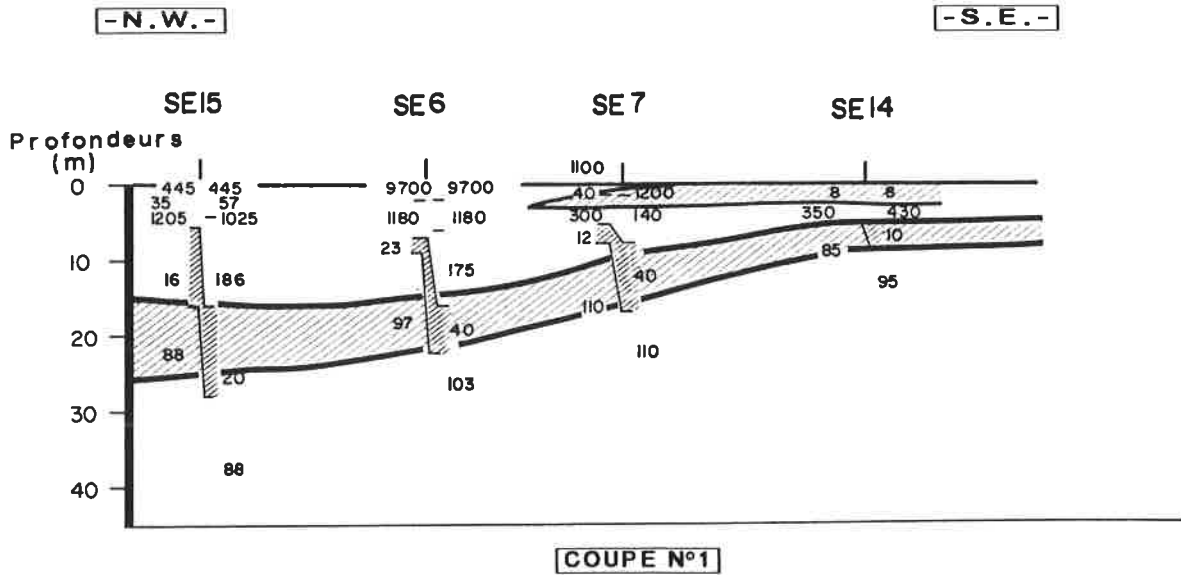
Les horizons conducteurs qui ont servi de référence pour l'interprétation et les corrélations entre sondages ont été hachurés sur les coupes géoélectriques planche 4079-04.

Les coupes NW-SE mettent ainsi en évidence une remontée du niveau conducteur de fond entre 15 et 25 m au droit du SE15 et à environ 10 m au droit du SE14 et un amincissement des horizons résistants pouvant résulter d'une évolution de la qualité des calcaires de Champigny.

Cette évolution générale se retrouve sur les trois coupes NE-SW sur lesquelles on notera également des approfondissements ou des remontées locales de l'horizon conducteur. Ce type de variation a déjà été observé sur les sondages mécaniques.

### III.2 – Panneaux électriques

Afin de mettre en évidence des zones fracturées au sein de la craie ou des calcaires, deux panneaux de résistivité ont été réalisés. Leur implantation a été déterminée à partir de l'interprétation des photographies aériennes. Afin d'accroître les chances de résultats, les deux panneaux ont été implantés suivant des directions perpendiculaires.



### III.2.1 - Principe de la méthode

On trouvera en annexe le détail de la méthode. Un panneau de résistivité est obtenu en mesurant entre 11 couples d'électrodes MN (distances de 20 m) la différence de potentiel due à une injection occupant plusieurs positions vis-à-vis de chaque couple. On obtient ainsi une répartition des résistivités apparentes dans un plan vertical. Ce type de mesure permet de mettre en évidence des discontinuités verticales.

### III.2.2 - Résultats

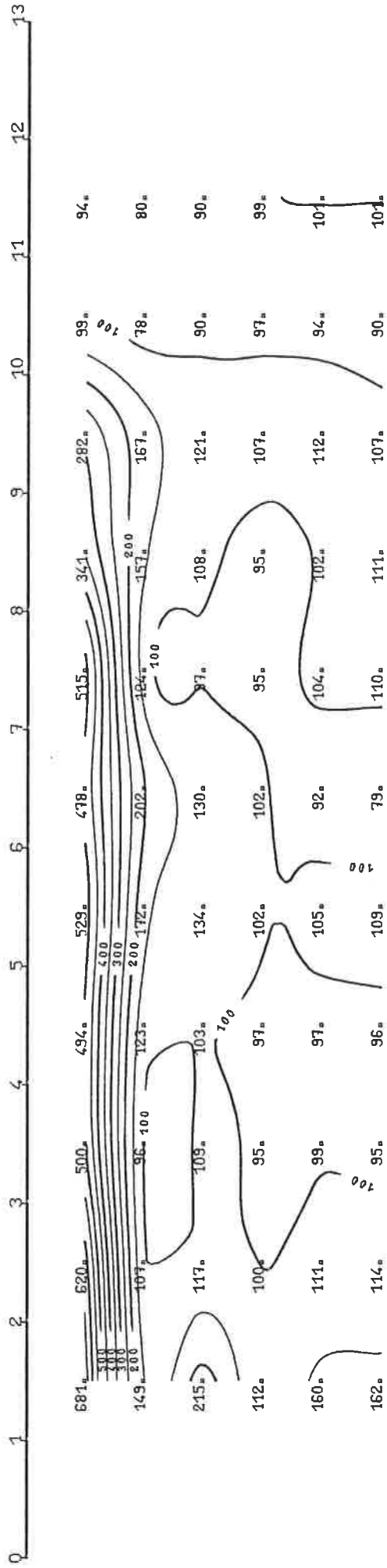
#### Panneau 1

La représentation Schlumberger met bien en évidence la présence d'un horizon résistant en surface ( $\rho > 200 \Omega\text{m}$ ) qui se biseaute et disparaît à partir des traces n° 10 et 11. Il en résulte des anomalies superficielles importantes sur la représentation "différence gauche-droite". Elle ne sont pas représentatives de zones fracturées, mais de variations de la nature des alluvions affleurantes. On note par contre une zone d'anomalie profonde entre les traces 6 et 7 qui peut être liée à un axe de fracturation. Il pourrait s'agir du prolongement du linéament mis en évidence par photo-interprétation dans la vallée aux Loups.

#### Panneau 2

Comme précédemment, les niveaux superficiels sont plus résistants ( $\rho > 100 \Omega\text{m}$ ). On ne note cependant pas de variations latérales aussi brutales que précédemment. Une zone d'anomalie plus profonde s'individualise entre les traces 5 et 7.

oOo



ST MAMMES

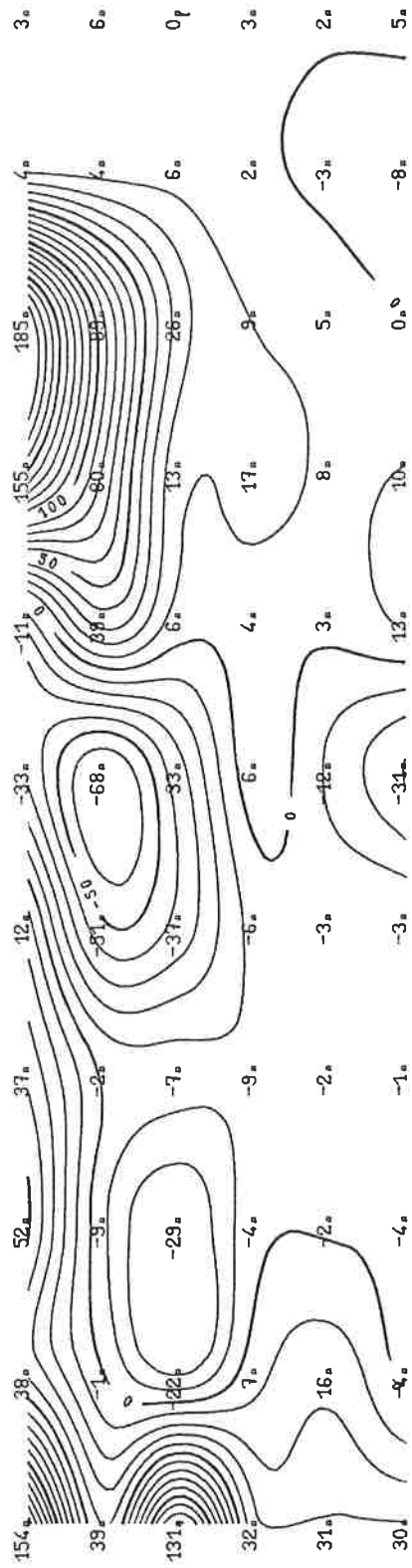
C.P.G.F. 4079

REPRESENTATION SCHLUMBERGER

PANNEAU NO 1

ECHELLE HORIZONTALE  
1 / 1000

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

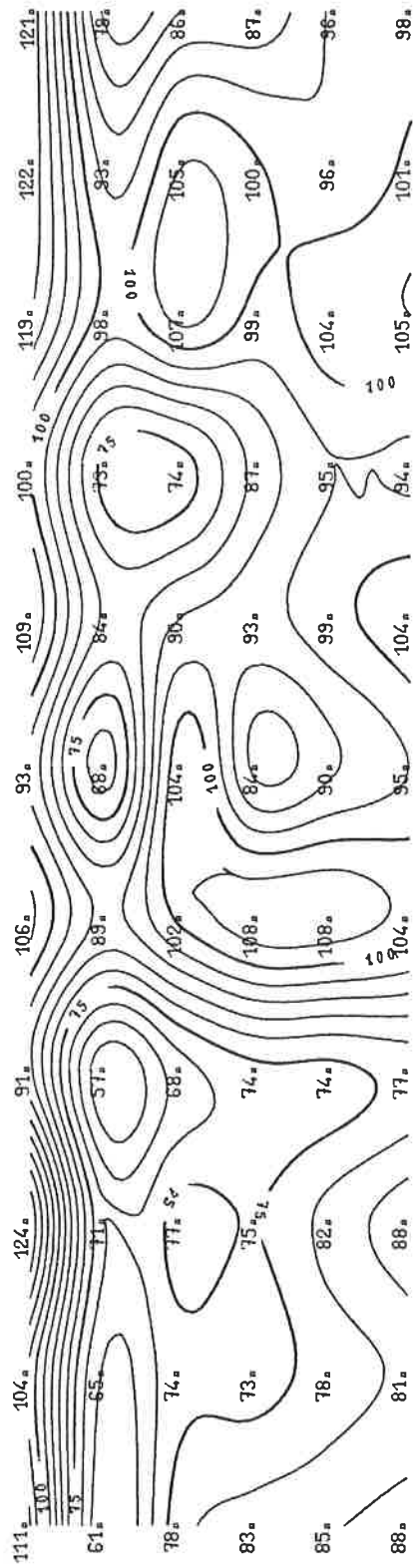


**ST MAMMES**

**DIFFERENCE GAUCHE - DROITE**

C.P.G.F. 4079      PANNEAU NO 1

ECHELLE HORIZONTALE  
1/1000



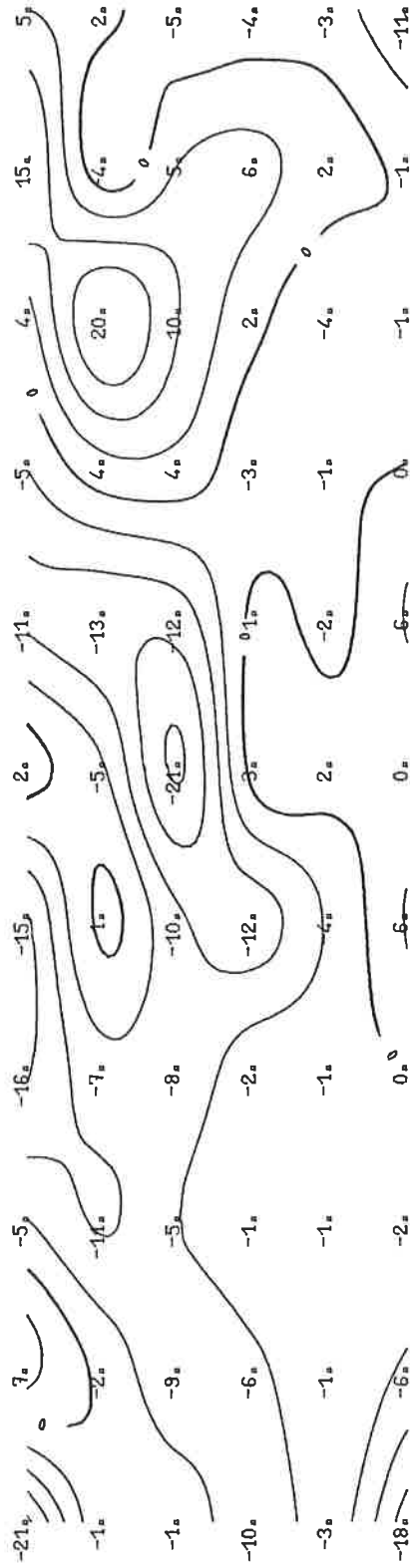
MORET/LOING

C.P.G.F. 4079

ECHELLE HORIZONTALE  
1/1000

REPRESENTATION SCHLUMBERGER

PANNEAU NO 2



MORET/LOING

C.P.G.F. 4079

ECHELLE HORIZONTALE  
1 / 1000

DIFFERENCE GAUCHE - DROITE

PANNEAU NO 2



#### IV. – CHOIX D'IMPLANTATION

Quatre sondages mécaniques de reconnaissance sont prévus.

Dans l'optique de forages sollicitant les alluvions et les calcaires de Champigny, les sondages électriques qui apparaissent comme les plus favorables sont les suivants : SE20, SE17, SE5, SE1, SE18, SE22 et SE8.

Cette sélection regroupant plusieurs allures de courbes situées dans des contextes environnementaux différents (plus ou moins éloignées de la rivière ou de la forêt), il pourrait être envisagé de réaliser dans un premier temps deux forages de reconnaissance sur deux secteurs caractéristiques différents :

- Secteur près des gravières : sondage SE17, ou SE5, ou SE18.
- Secteur amont (plus éloigné du Loing et près de la forêt) : sondages SE22 ou SE8.

Au vu des résultats obtenus, un réajustement des interprétations des sondages électriques serait, si nécessaire, effectué pour l'implantation des deux forages restants.

Dans le cas où l'on envisagerait de solliciter également l'aquifère de la craie, ce sont les sondages SE17 et SE5 qui apparaissent comme les plus favorables.

oOo

## V. – CONCLUSION

La prospection géophysique réalisée en vue de l'implantation de quatre sondages de reconnaissance a mis en évidence d'importantes variations latérales de faciès des calcaires de Champigny. Cela s'est traduit par des courbes de sondages électriques ayant des allures assez variables.

L'objectif premier étant de capter les aquifères des alluvions et des calcaires de Champigny, un certain nombre de courbes apparaissant comme favorables ont été sélectionnées (SE20, SE17, SE5, SE1, SE18, SE22, SE8).

Compte tenu de la remarque précédente, il semble souhaitable de réaliser dans un premier temps deux sondages mécaniques sur deux courbes favorables de types différents et dans des contextes différents :

- Contexte de gravière : SE17, ou SE5, ou SE18 ;
- Contexte éloigné du Loing : SE22 ou SE8.

C'est au vu de ces résultats et après une éventuelle réinterprétation des courbes que seront choisies les implantations des deux autres sondages.

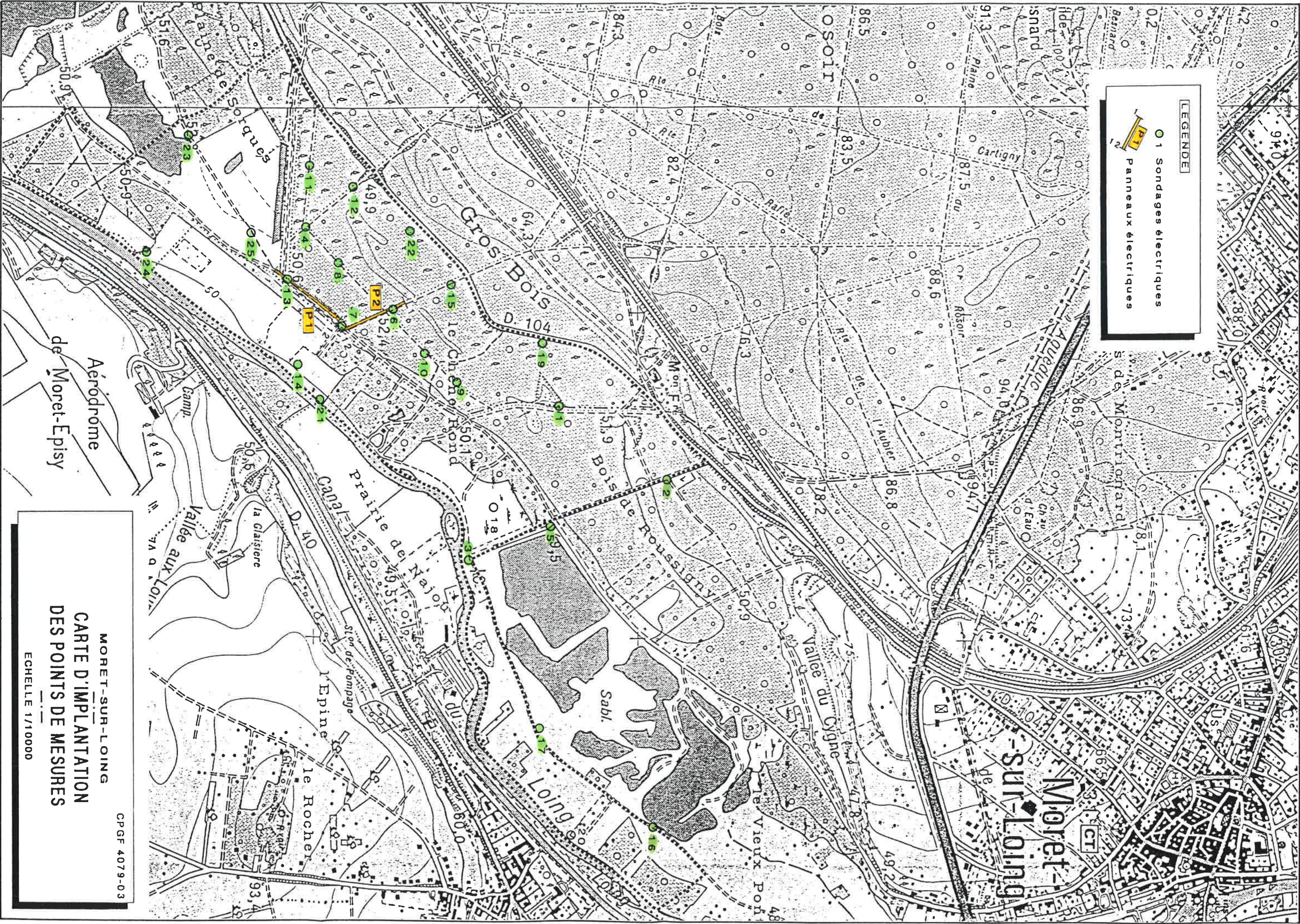
Si l'on envisageait de s'intéresser également à l'aquifère de la craie sous-jacente, ce sont les sondages SE17 et SE5 qui apparaissent comme les plus favorables.

La réalisation de deux panneaux électriques a également permis la localisation d'une zone fracturée à proximité de laquelle pourrait être implanté un sondage mécanique sollicitant l'aquifère crayeux.

Y. LEMOINE  
Ingénieur géologue ENSG

E. MALZIEU  
Ingénieur hydrogéologue

## **Principe de la méthode géoélectrique**



**LEGENDE**

- 1 Sondages électriques
- ▭ P1, P2 Panneaux électriques

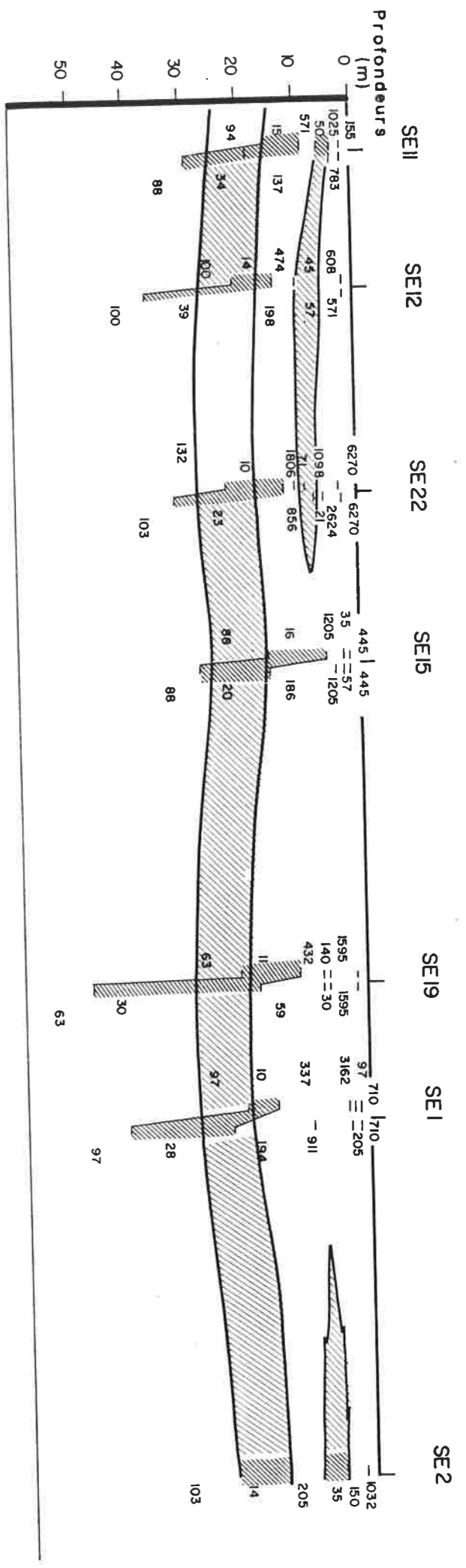
MORET-SUR-LOING  
 CARTE D'IMPLANTATION  
 DES POINTS DE MESURES  
 CPGF 4079-03  
 ECHELLE 1/10000

Aérodrome  
 de Moret-Episy

Moret-  
 sur-Loing

-N.E.-

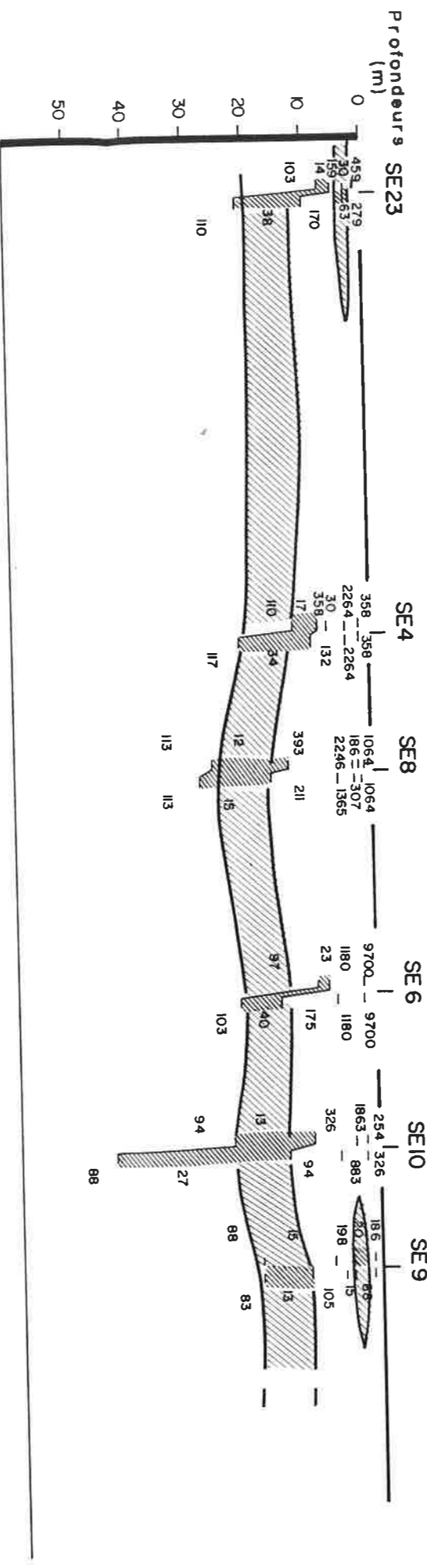
-S.W.-



COUPE N°3

-N.E.-

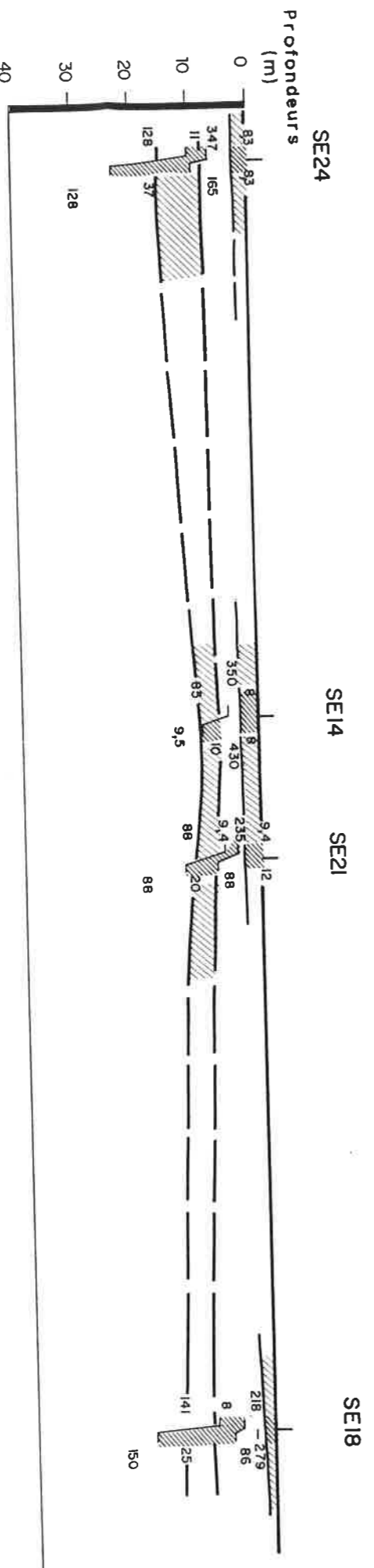
-S.W.-



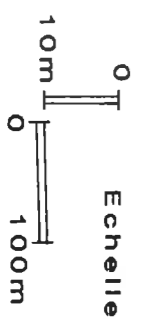
COUPE N°4

-N.E.-

-S.W.-



COUPE N°5



MORET-SUR-LOING  
 COUPES GEOELECTRIQUES  
 COUPES 3-4-5

CPGF 4079-04

## I. PRINCIPES DE LA METHODE GEOELECTRIQUE

La résistivité des sols et des roches, dépend principalement de trois facteurs :

- La teneur en eau et sa résistivité (très variable) ;
- La teneur en argile (de résistivité faible) ;
- La matrice de la roche en dehors de l'argile, généralement infiniment résistante.

Si on fait abstraction de la présence d'argile, une formation géologique sera d'autant plus résistante qu'elle aura une teneur en eau faible (calcaires massifs, schistes sains, formations non argileuses hors nappe ...).

D'autre part , lorsque la teneur en argile devient forte dans une formation, la résistivité de cette formation devient faible.

C'est ainsi qu'en fonction du contexte géologique on peut, à partir des valeurs de résistivité, apprécier la nature et l'état mécanique (fracturation, altération) des formations géologiques.

### EXEMPLES

- Dans une plaine alluviale, les résistivités fortes sous nappe caractérisent les sables et graviers transmissifs parce que non colmatés par de l'argile (ceci à résistivité d'eau d'imbibition constante) ;
- Dans une série sédimentaire calcaire, si on recherche la position d'un horizon calcaire marneux, on cherchera un marqueur électriquement conducteur (présence d'argile) ;
- La fissuration d'un calcaire se marquera par une baisse des résistivités (**présence d'eau ou argile dans les fissures**) ;
- D'une façon générale, les formations ou les parties supérieures des formations hors nappe, seront résistantes par rapport aux formations sous nappe.

-oOo-

## II. PRINCIPES DES SONDAGES ELECTRIQUES

On injecte le courant électrique (quelques dizaines de milliampères) dans le sol par un circuit (A, B) et on mesure entre deux électrodes M et N (pouvant être placées n'importe où) la différence de potentiel créée par ce courant.

La connaissance de V, de I et de la géométrie du dispositif AMNB (appelé quadripôle), permet de calculer la résistivité moyenne d'un certain volume de terrain, située approximativement suivant la verticale de MN. La profondeur intéressée dépend de la longueur AB, des résistivités des sols et de leur répartition.

Lorsque AB est très petit, cette résistivité "moyenne" appelée résistivité apparente, dépendra principalement des terrains superficiels.

Lorsque AB devient grand, l'influence des terrains superficiels s'estompe et ce sont les terrains plus profonds qui ont un poids de plus en plus grand dans la valeur de la résistivité apparente.

On conçoit dès lors que la connaissance de la loi : résistivité apparente en fonction de la longueur AB, peut conduire à déterminer, dans certaines limites, la fonction de répartition avec la profondeur. C'est sur ce principe qu'est basée l'exécution d'un sondage électrique :

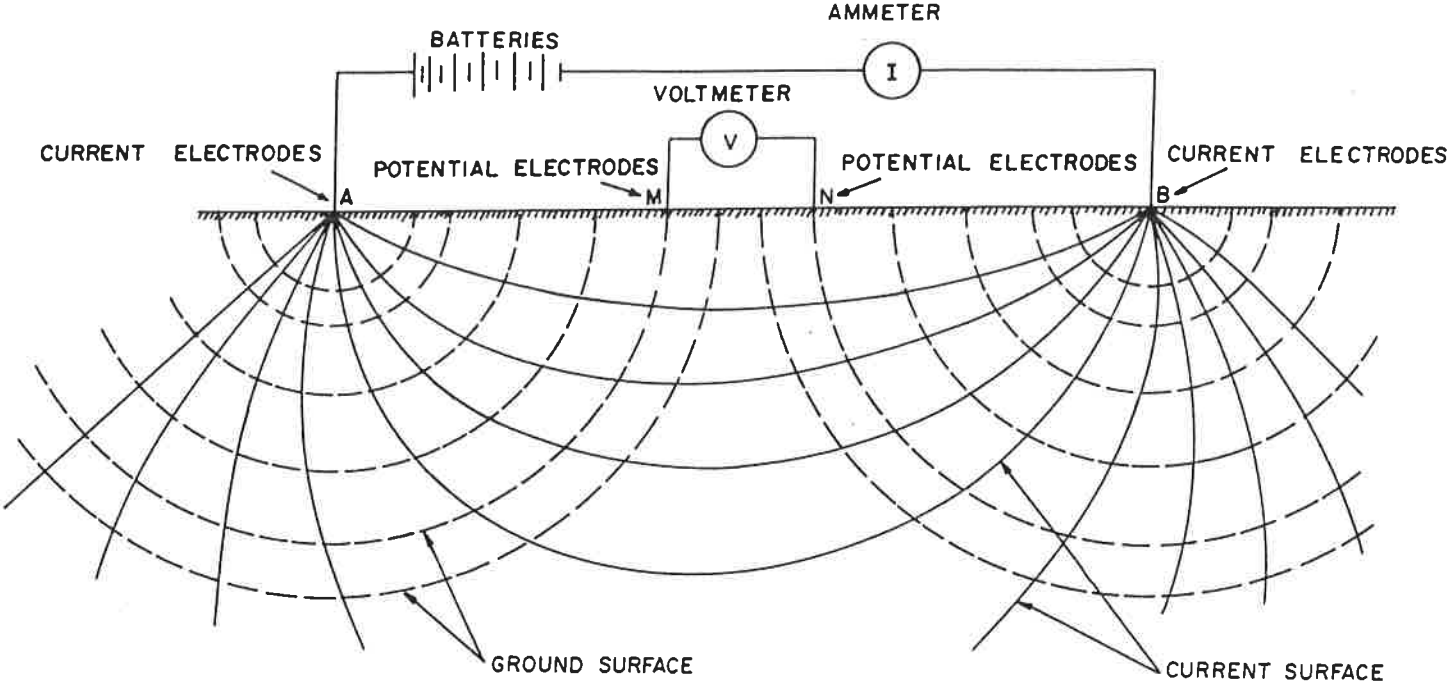
- Par commodité, on prend un quadripôle AMNB linéaire et symétrique (A et M ayant pour image B et N par rapport au centre 0 du dispositif). Dans le dispositif Schlumberger, MN est très petit par rapport à AB ;
- On fait varier la longueur AB de 0 mètre à x mètres, x dépendant du problème posé et suivant un pas de mesures croissant (par exemple A0 = 2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 50 m,...). Pour chaque longueur AB, on mesure I et V, la résistivité apparente étant égale à :

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \quad \text{avec } K = f(AMNB)$$

- Pour des raisons de commodité, on est amené aussi à faire croître la valeur de MN, ce qui est pratiquement sans influence sur  $\rho_a$ .

On a ainsi déterminé la courbe  $\rho_a = f \frac{(AB)}{2}$  qui est le document objectif soumis à l'interprétation, et appelé courbe de sondage électrique de terrain.

# SCHEMATIC ELECTRICAL CIRCUITS



- |      |                      |         |                       |
|------|----------------------|---------|-----------------------|
| I    | Ammeter              | -----   | Equipotential surface |
| V    | Voltmeter            | —————   | Current surface       |
| A, B | Current electrodes   | /////// | Ground surface        |
| M, N | Potential electrodes |         |                       |



### III. PRINCIPES DE L'INTERPRETATION

L'interprétation des sondages électriques suppose avant tout qu'on se place dans le cas d'un terrain tabulaire horizontal ou sub-horizontal, au sein duquel les diverses couches sont homogènes et isotropes. Dans la pratique, ces conditions sont peu restrictives et s'appliquent la plupart du temps aux divers problèmes traités.

#### 1. INTERPRETATION GEOPHYSIQUE

##### A. PRINCIPE

Le principe général de l'interprétation consiste à trouver ou à calculer une courbe modèle, superposable à la courbe de terrain. La superposition étant satisfaisante, les paramètres ayant servi au calcul de la courbe modèle constituent une solution de la courbe de terrain. Comme plusieurs solutions peuvent donner la même courbe, il s'ensuit plusieurs solutions géophysiques.

Le choix d'une courbe modèle se fait :

- Soit par sélection dans un catalogue de courbes pré-calculées ;
- Soit par sélection dans une série de courbes calculées à l'ordinateur pour le cas particulier étudié (programme CPGF ELECTRA 00) ;
- Soit directement par l'ordinateur, la sélection et l'optimisation se faisant au sein de programmes de calcul, de proche en proche, en faisant varier au cours d'itérations successives, les épaisseurs et résistivités (programme CPGF ELECTRA 05).

Ce dernier type de programme est très souple, puisqu'on peut guider le calcul vers une solution géologique acceptable en faisant varier sélectivement certains paramètres plus que d'autres, et en imposant des limites de variations à ces paramètres.

Les solutions trouvées restent multiples, mais se groupent suivant des lois bien connues, qui respectent la constance de certaines combinaisons de paramètres.

##### B. CAS GENERAL DE L'INDETERMINATION

D'une façon générale, moins une couche est épaisse et profonde et moins sa résistivité avec les terrains encaissants est contrastée, moins elle aura de chances de se voir sur une courbe de sondages électriques.

De plus, le sondage électrique peut ne faire apparaître que le groupement de plusieurs couches sans faire la part des unes et des autres, et ceci d'autant plus que leurs épaisseurs seront faibles et leurs résistivités peu contrastées.

En application de ce principe, dans une série marno-calcaire, les interbanes peu épais ne pourront être identifiés.

## 2. INTERPRETATION GEOLOGIQUE - SOLUTION PARTIELLE DES INDETERMINATIONS

Les indéterminations géophysiques peuvent être levées par l'apport d'éléments géologiques :

- Des coupes de sondages ou de puits ;
- Une bonne connaissance de la stratigraphie ;
- Une bonne connaissance générale de la géologie du site étudié.

La connaissance du niveau de la nappe apporte un élément pour la solution du problème sec-mouillé.

Dans le cas d'une étude en site sédimentaire, la géologie générale de la région, la connaissance approchée des épaisseurs de diverses couches, permettent d'établir des coupes géologiques où les couches caractérisées par leur résistivité sont ainsi déterminées en nature et en épaisseur. En général, un ou plusieurs sondages d'étalonnage, de préférence après l'étude géophysique, sont nécessaires.

Dans le cas de la recherche d'un substratum résistant surmonté d'argile ou limons, on détermine en chaque point de sondage électrique le quotient  $\frac{e}{\rho}$  de la couche d'argile. Un étalonnage est alors nécessaire pour déterminer au moins en un point la position du substratum ( $e$ ) et par la suite ( $\rho$ ). On peut déterminer ( $e$ ) en chaque point de sondage électrique, ( $\rho$ ) étant supposé constant et égal à la valeur donnée par l'étalonnage.

Dans le cas d'un résistant intercalé entre deux horizons conducteurs, on détermine, pour chaque sondage électrique, le produit ( $e\rho$ ) de la couche résistante, qui est sensiblement constant, dans certaines limites, quelles que soient les valeurs des épaisseurs et les résistivités réelles de la couche considérée. Un étalonnage sur sondage mécanique permet la détermination objective de ( $\rho$ ) connaissant ( $e$ ), et d'appliquer ensuite cette valeur sur tout ou partie de la zone prospectée.

Les forages d'étalonnage qui sont toujours nécessaires, le sont d'autant plus que le problème est géologiquement complexe, et qu'est demandée la précision à grande profondeur. Il est nécessaire de poser avec le maximum de soin le problème géologique, pour voir suivant chaque cas d'espèce, s'il est soluble par la méthode des sondages électriques.

## CONCLUSION SUR LA METHODE

Les sondages électriques sont un moyen de prospection très puissant et peu onéreux. Ils permettent d'avoir une vue synthétique d'une structure géologique. Lorsque l'étalonnage n'est pas disponible, ou lorsqu'il est différé, on peut considérer en première approximation que les coupes géophysiques fournies sont proches de la réalité, à l'échelle verticale près. Un ou plusieurs étalonnages permettent par la suite de caler en profondeur les structures trouvées.

En France, où la géologie est en général assez bien connue, on a tendance à admettre que les divers éléments connus sont des étalonnages suffisants. Cette façon de voir n'est valable que pour les études couvrant une grande superficie et lorsqu'il est possible de se raccrocher à des forages dont la coupe est connue. Lorsqu'on demande des études dans un périmètre restreint, la précision demandée ne peut pas s'accommoder des simples connaissances de géologie régionale.

L'enquête devant aboutir à l'étalonnage, fait partie intégrante de l'étude géophysique, et en est indissociable.

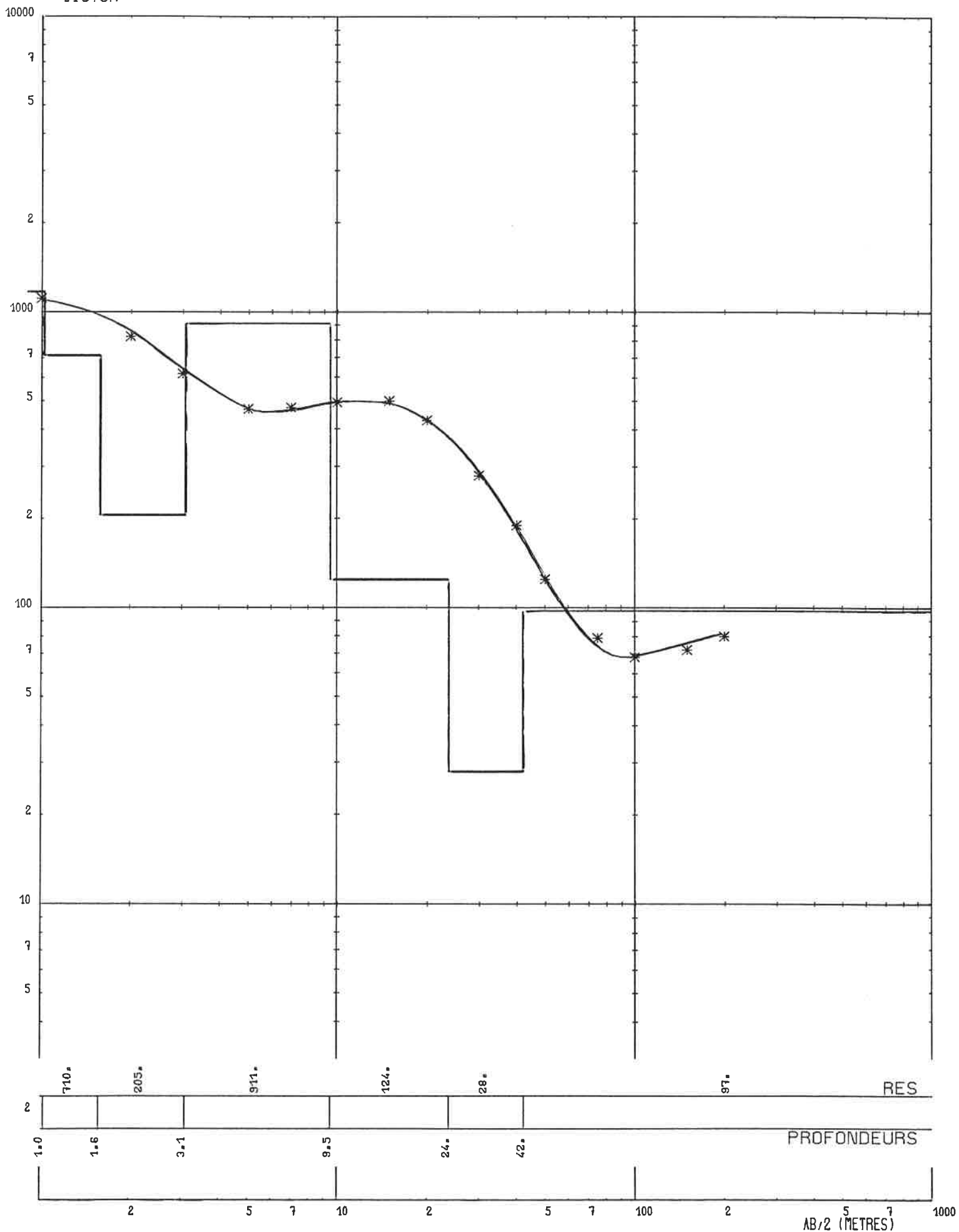
Lorsque l'enquête n'amène à aucune connaissance meilleure du site, un étalonnage par au moins un sondage mécanique devient indispensable.

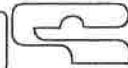
-oOo-

Interprétation des sondages électriques

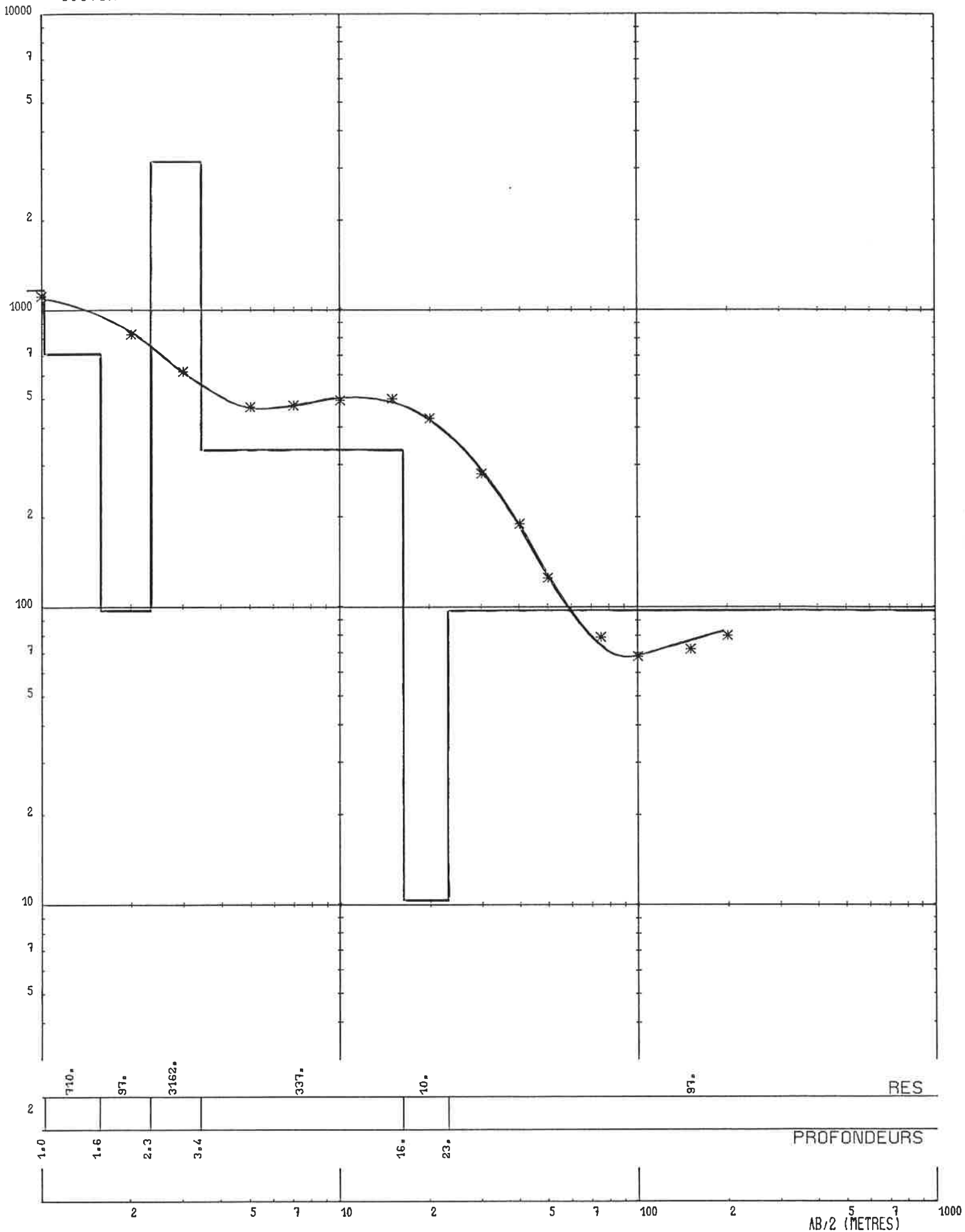


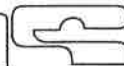
VICTOR



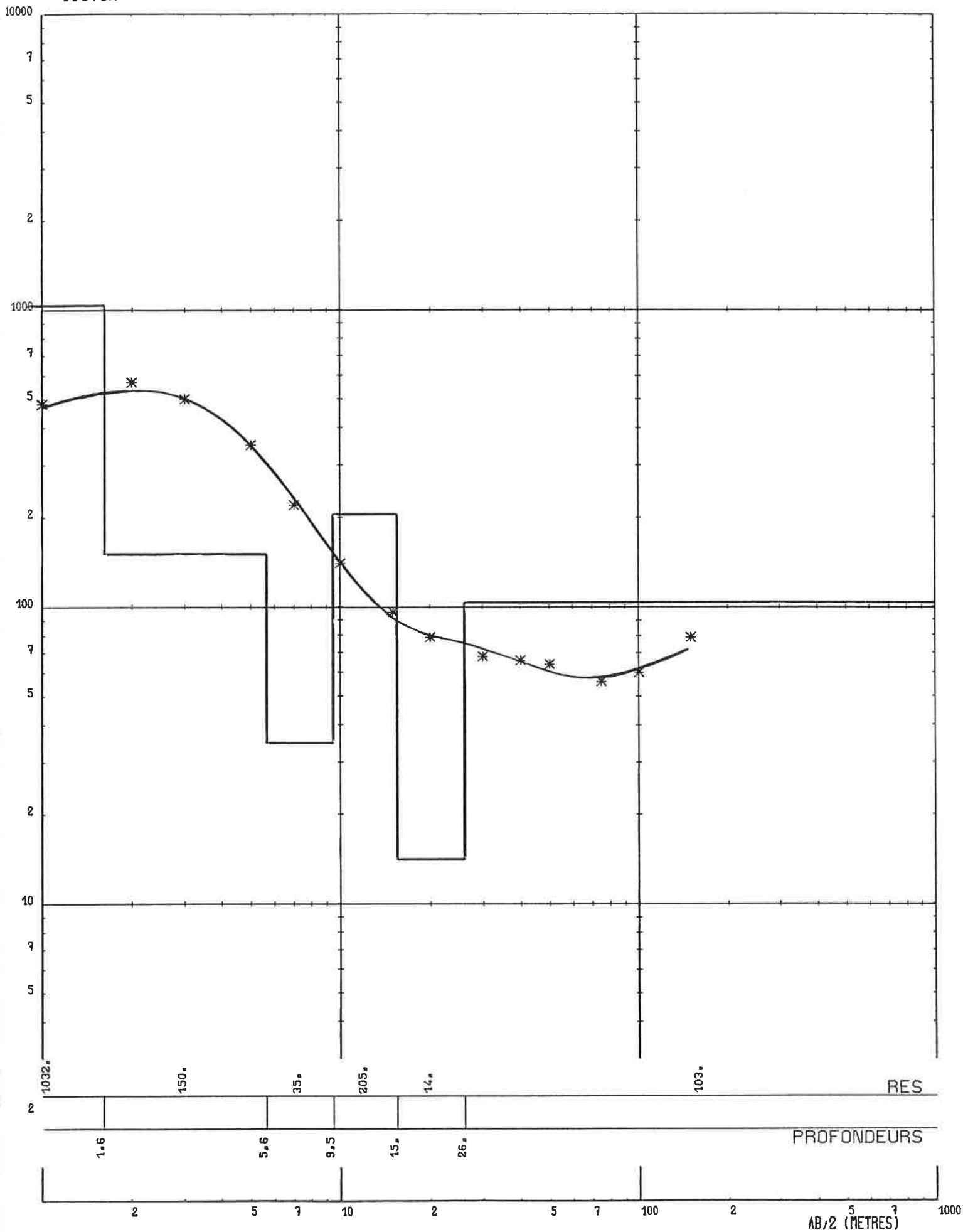


VICTOR



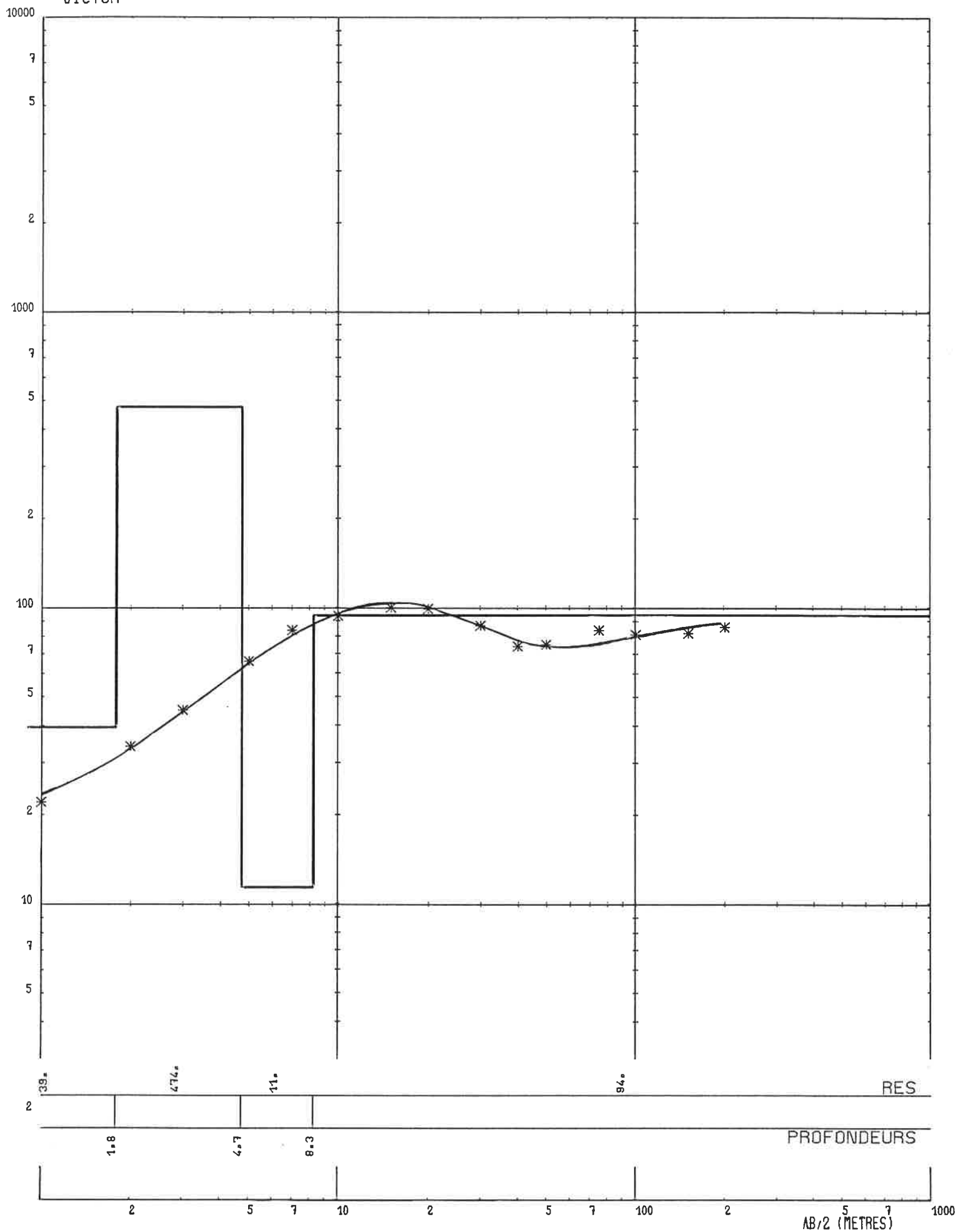


VICTOR





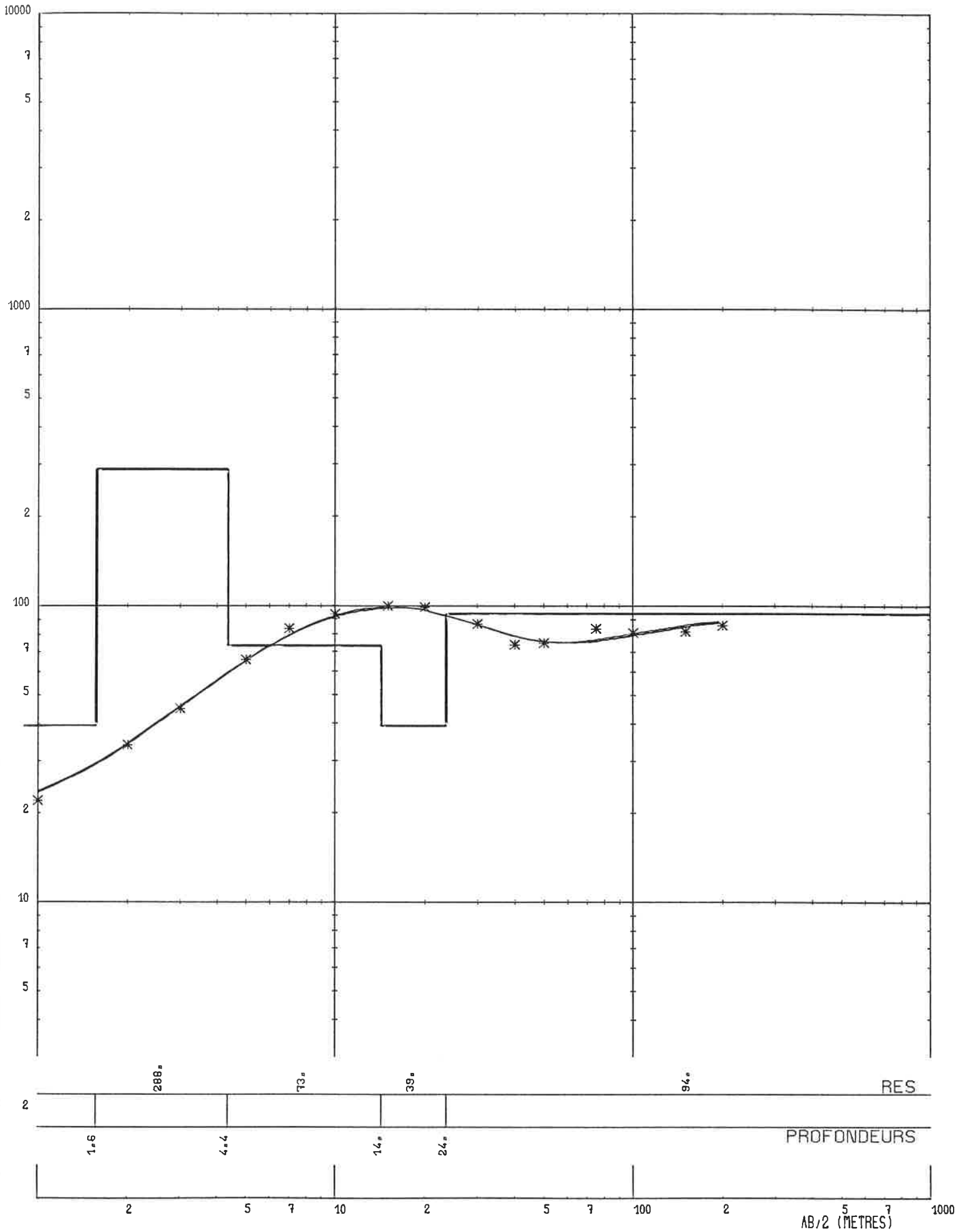
VICTOR





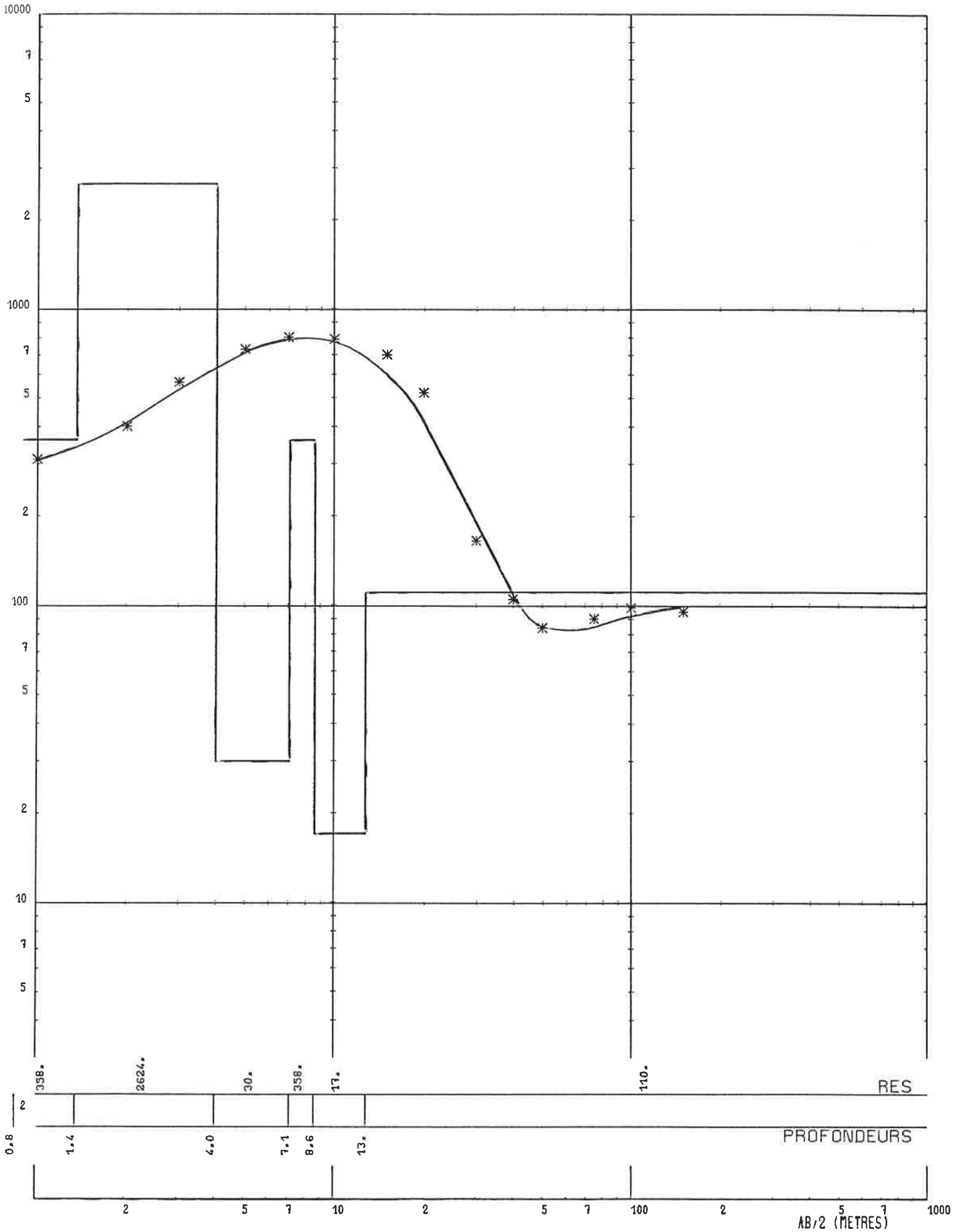


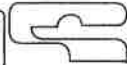
VICTOR



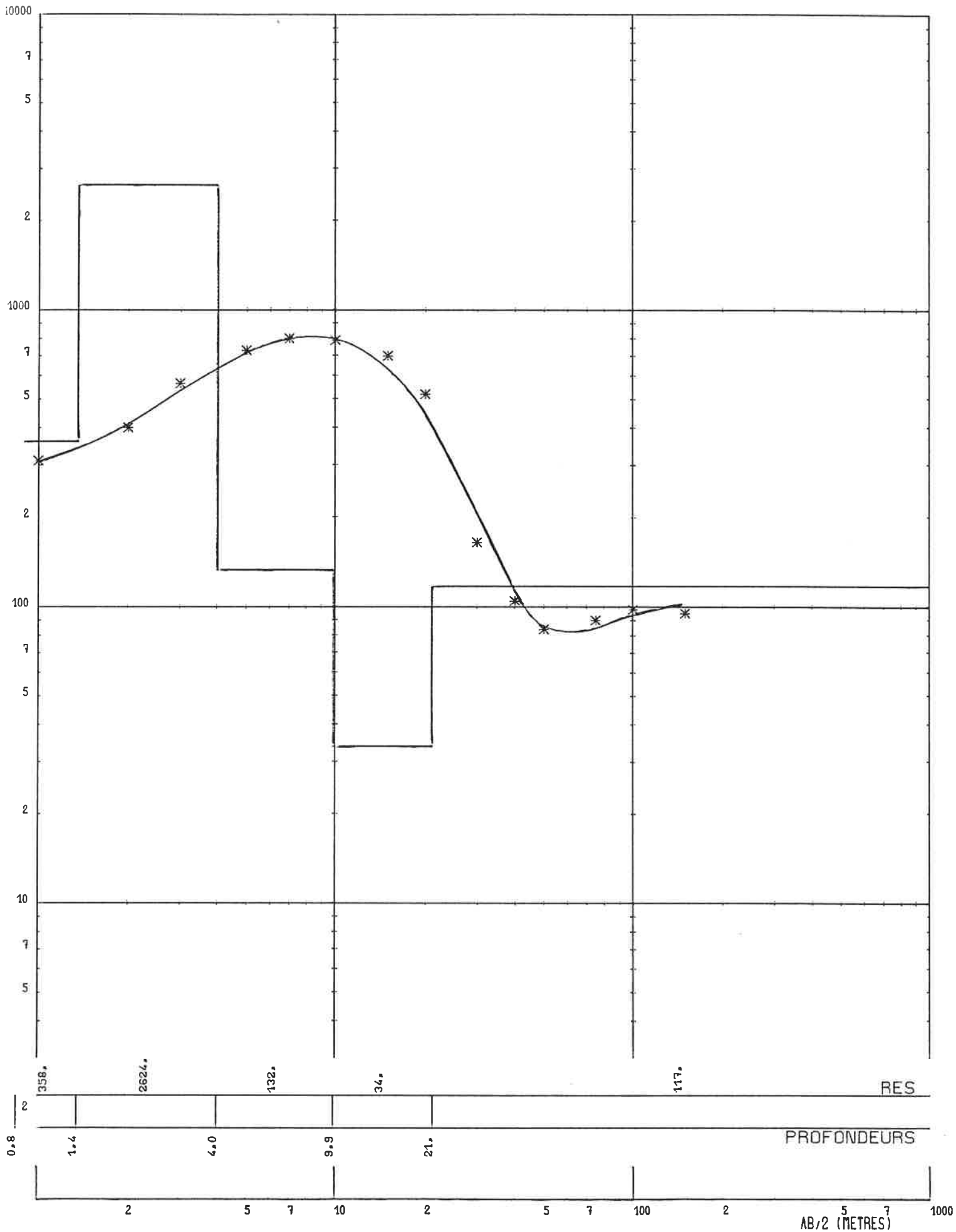


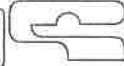
VICTOR



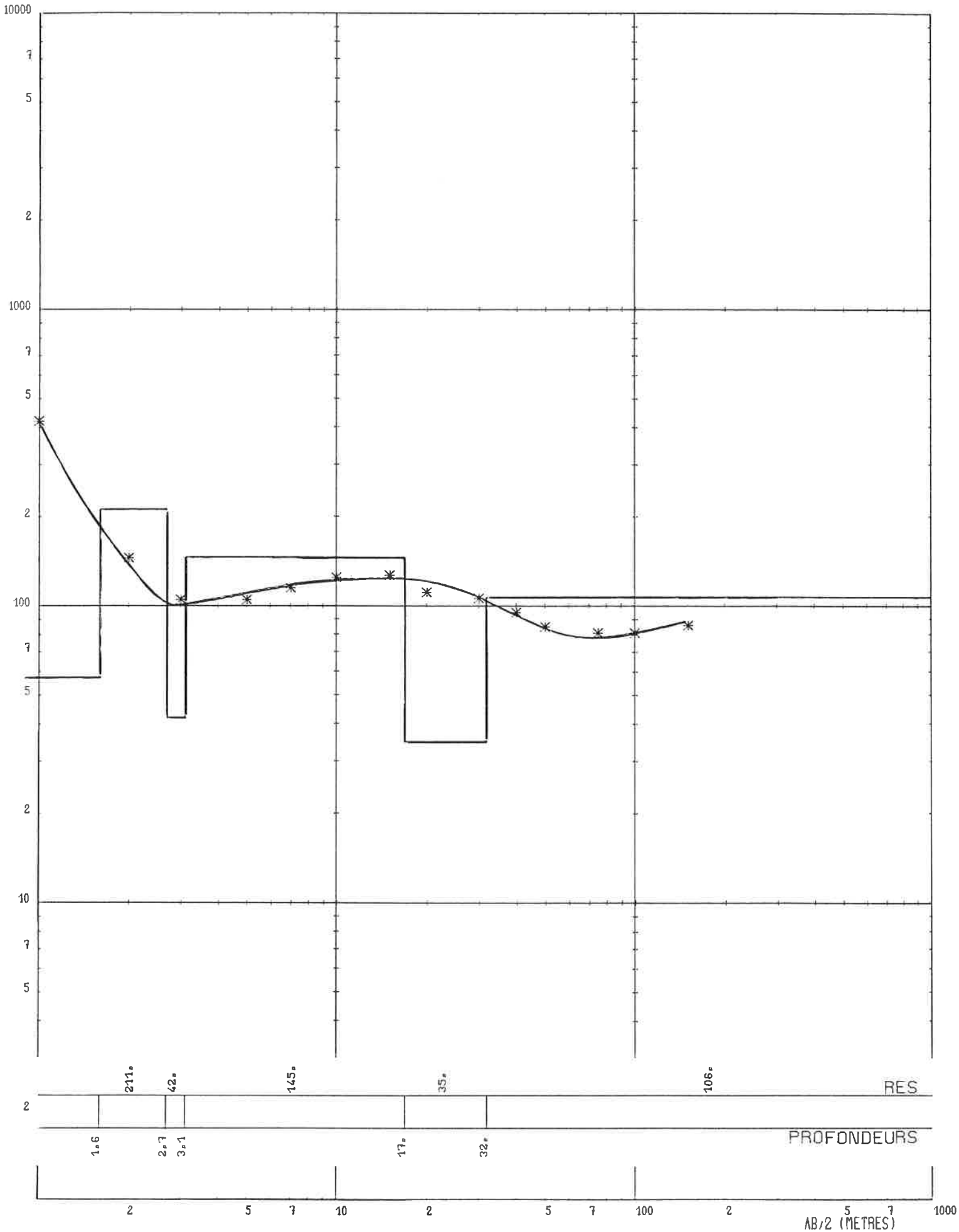


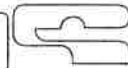
VICTOR



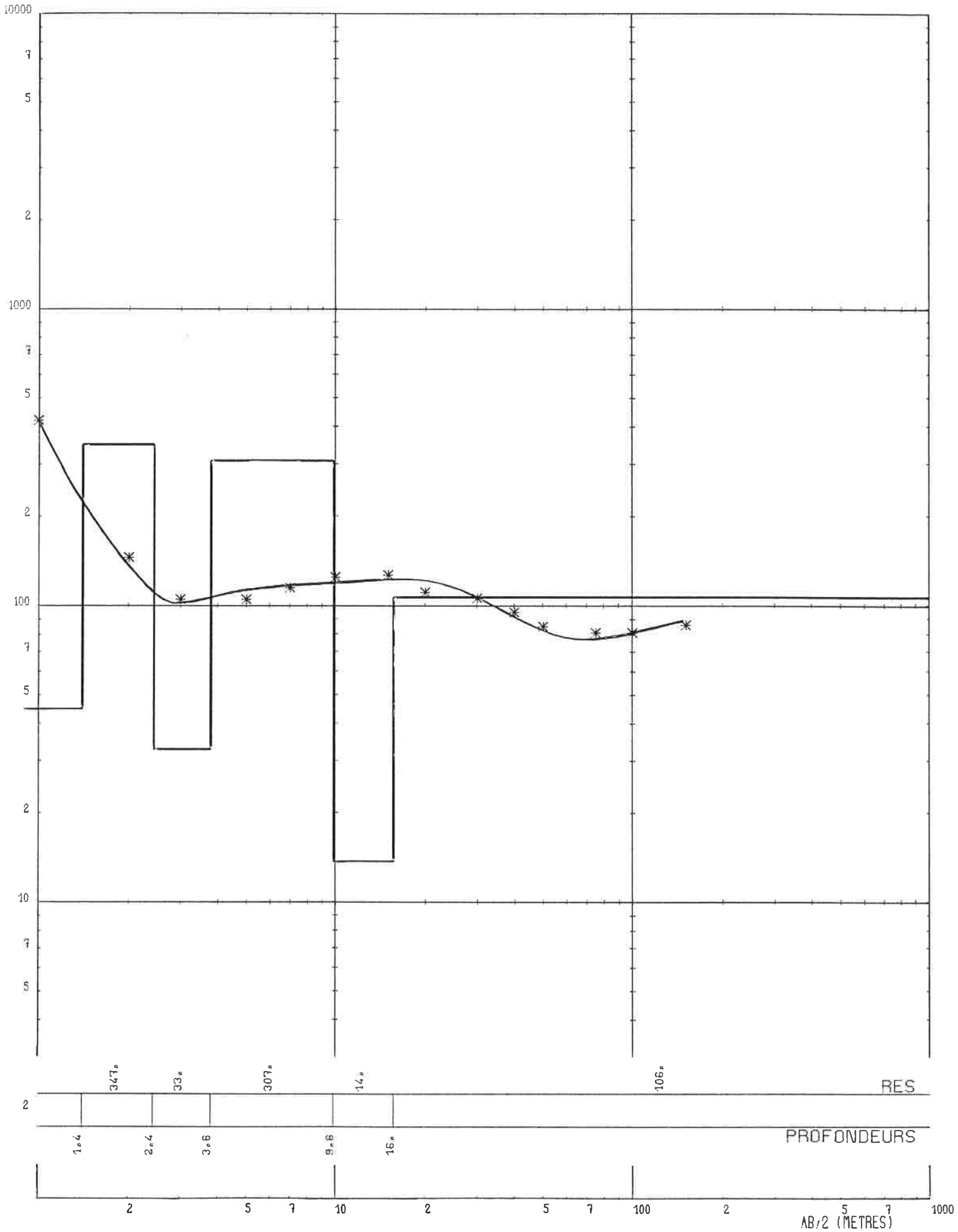


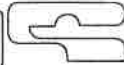
VICTOR



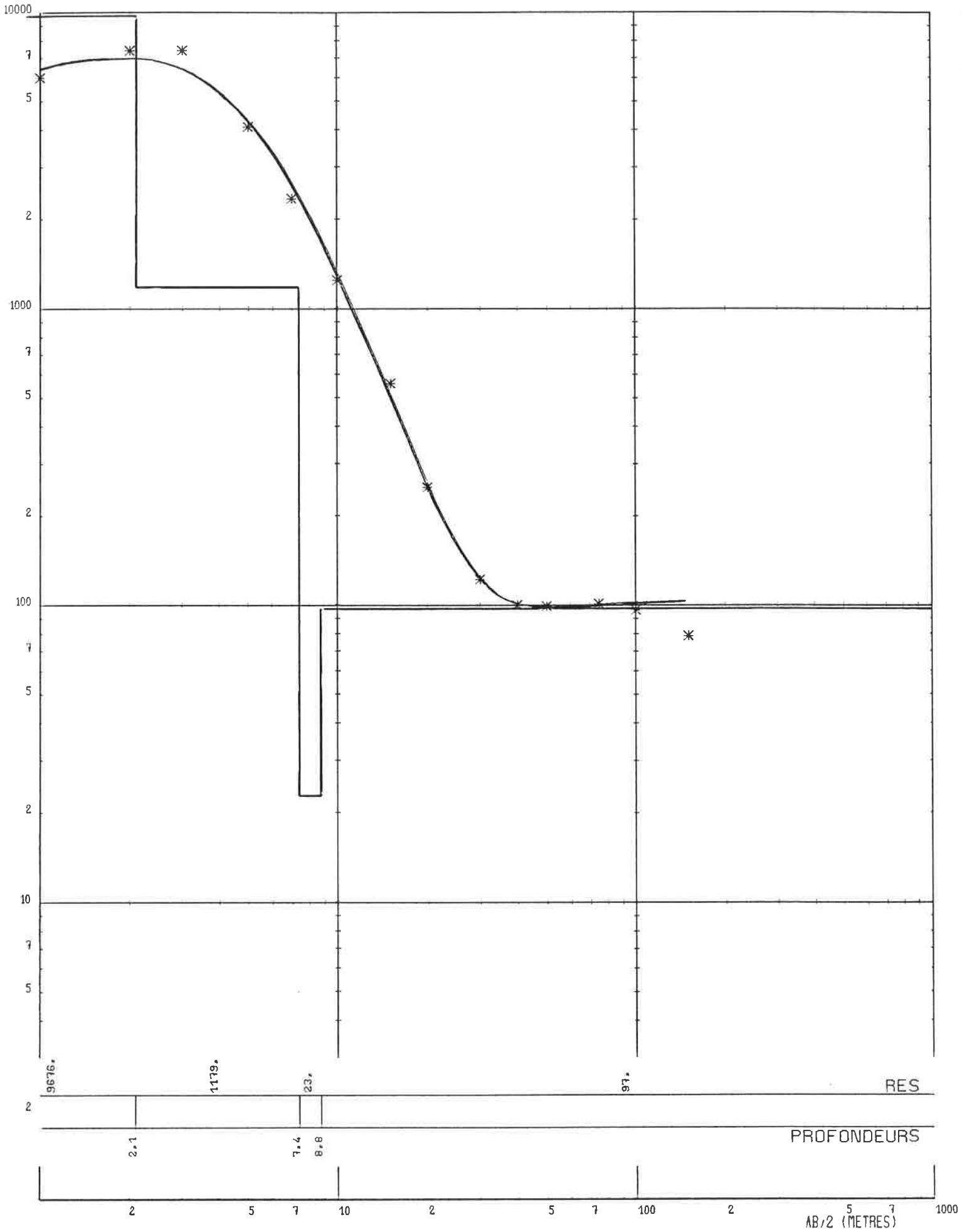


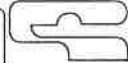
VICTOR



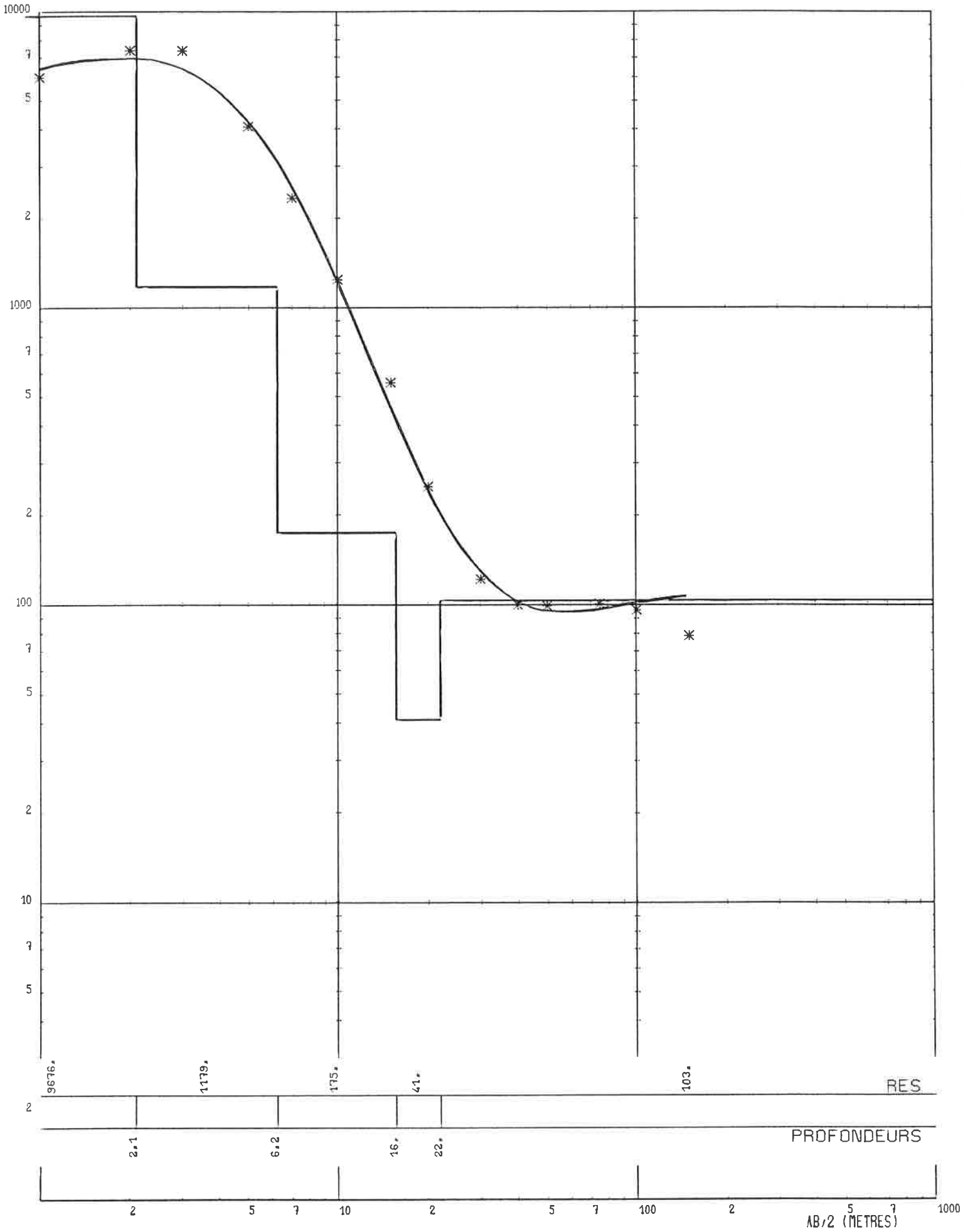


VICTOR



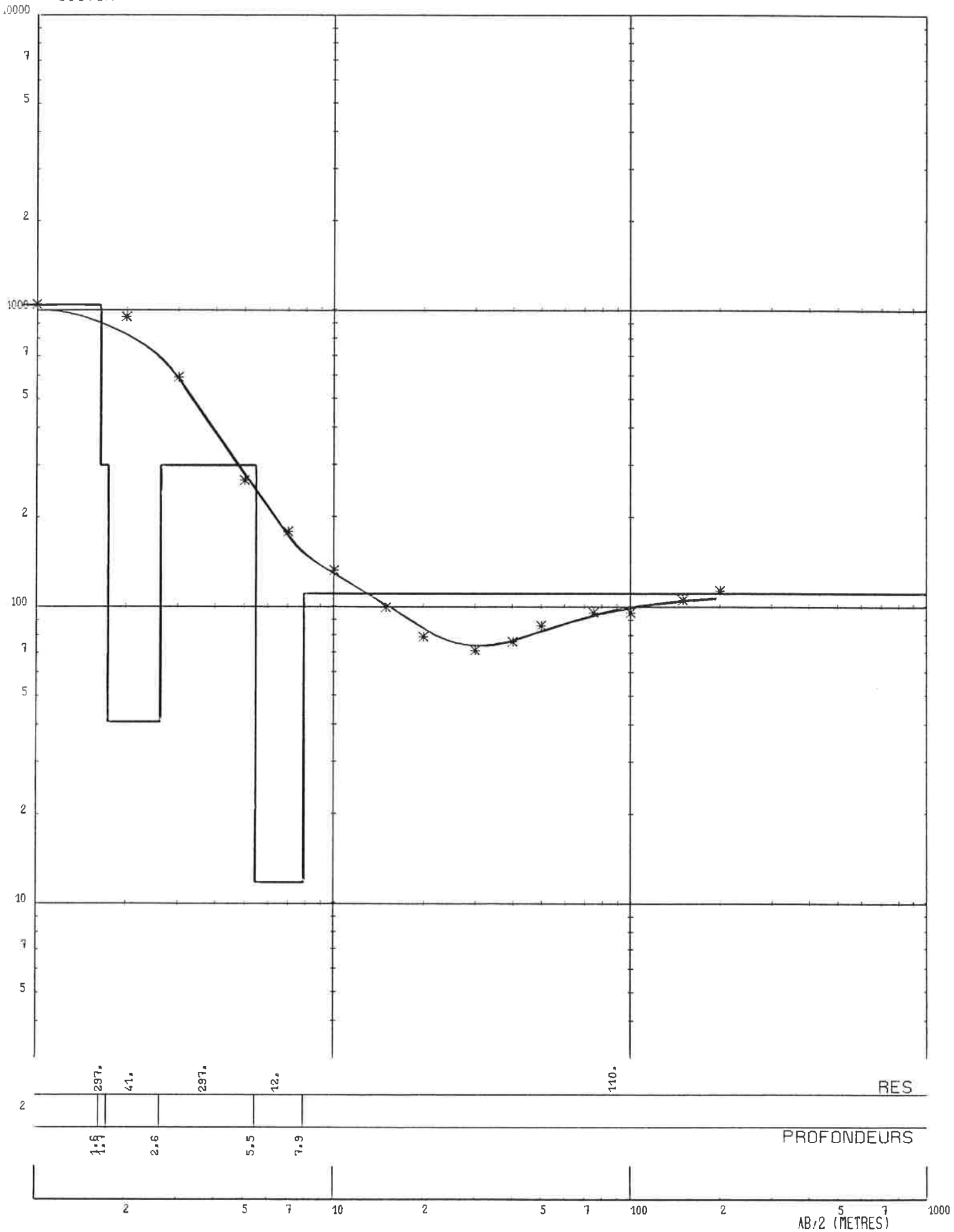


VICTOR

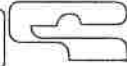




VICTOR

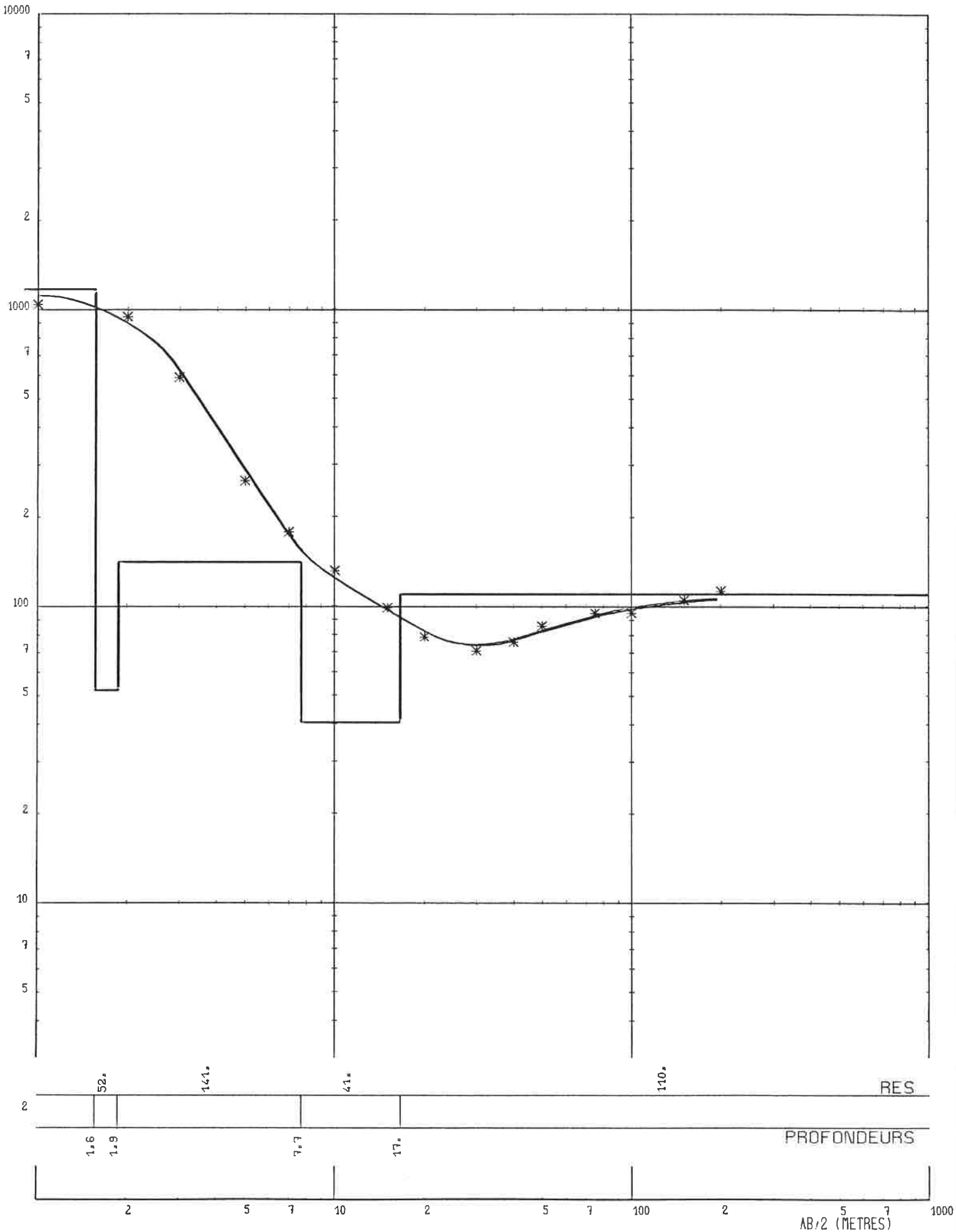






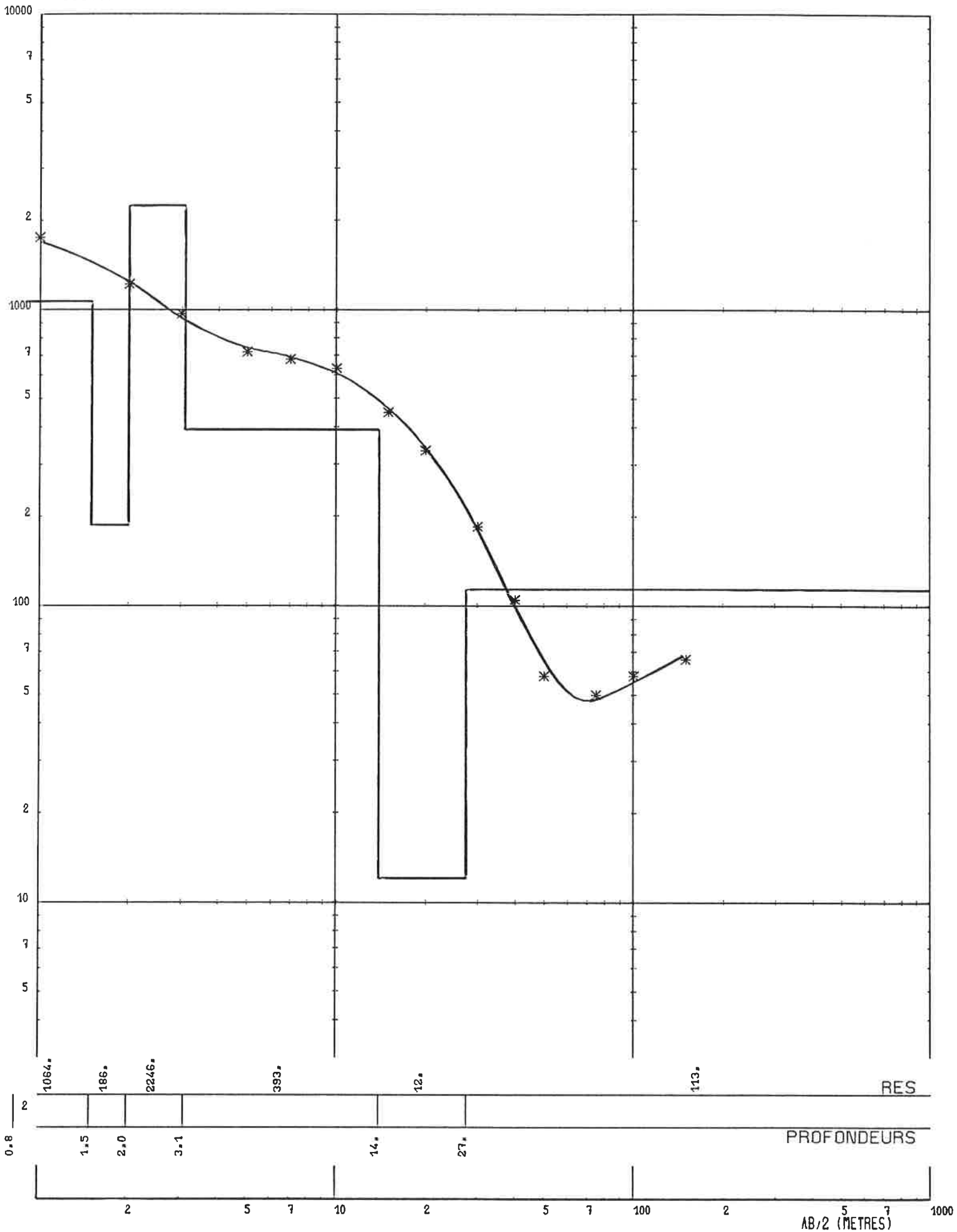
COURBE IDENTIFIEE \_\_\_\_\_

VICTOR



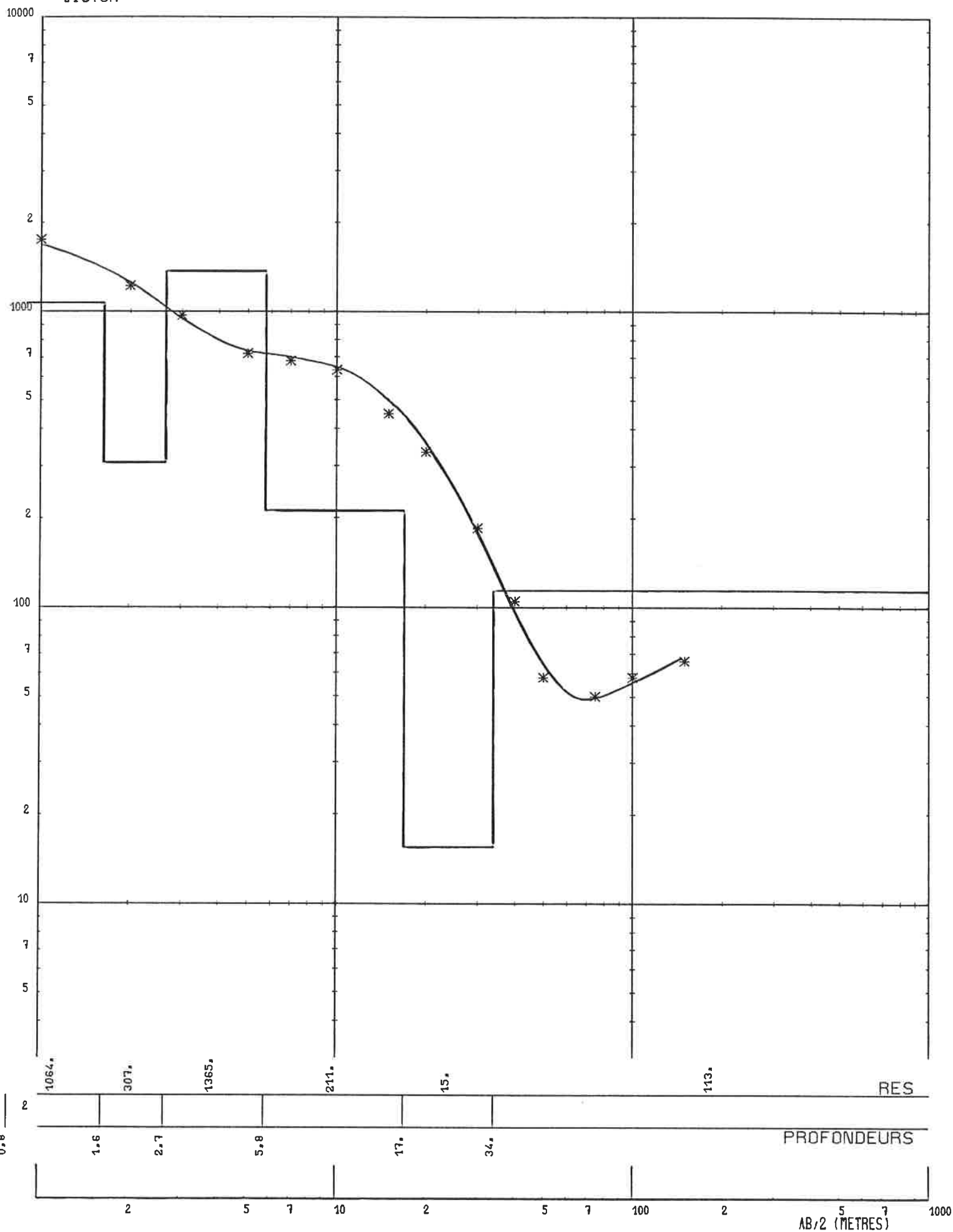


VICTOR



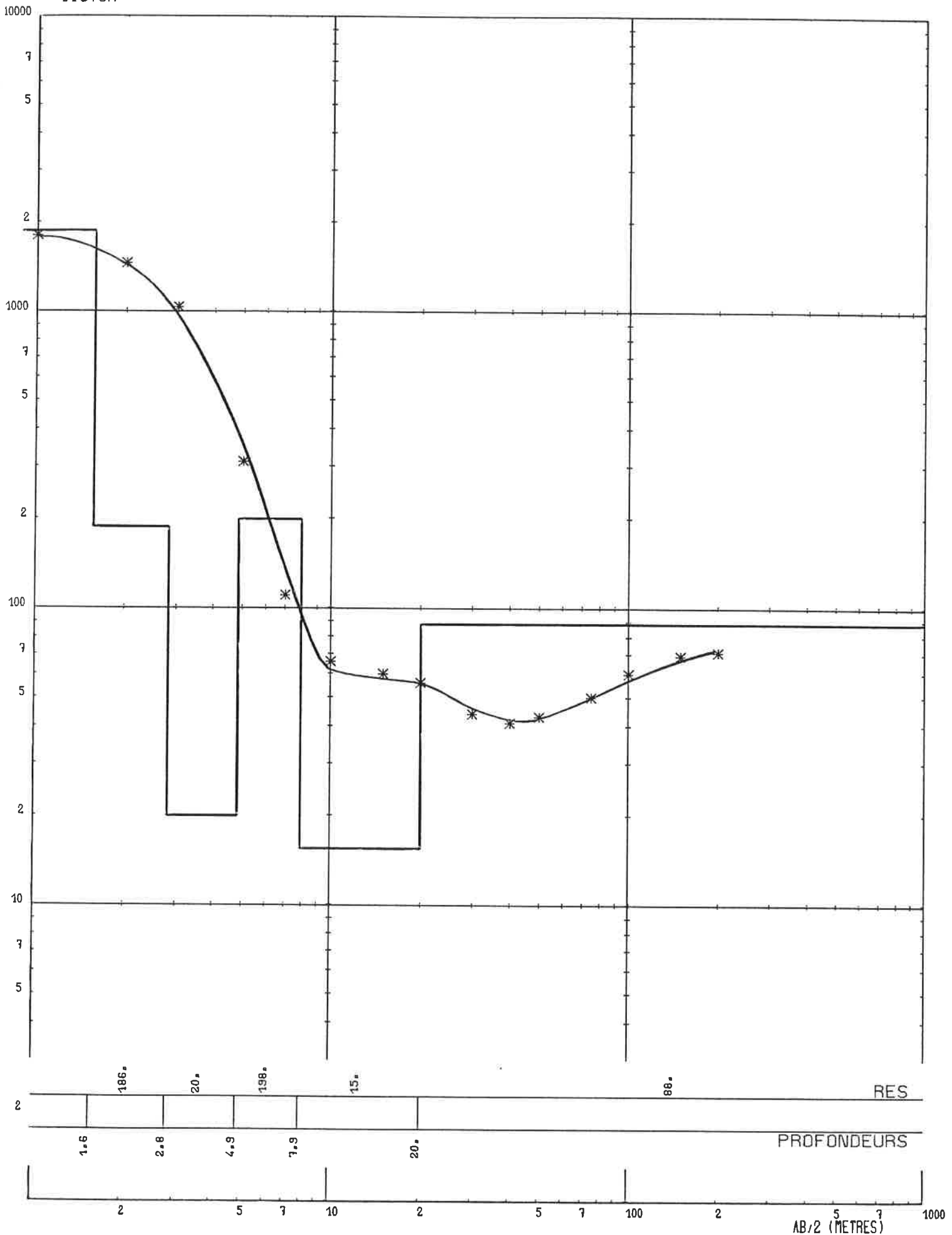


VICTOR



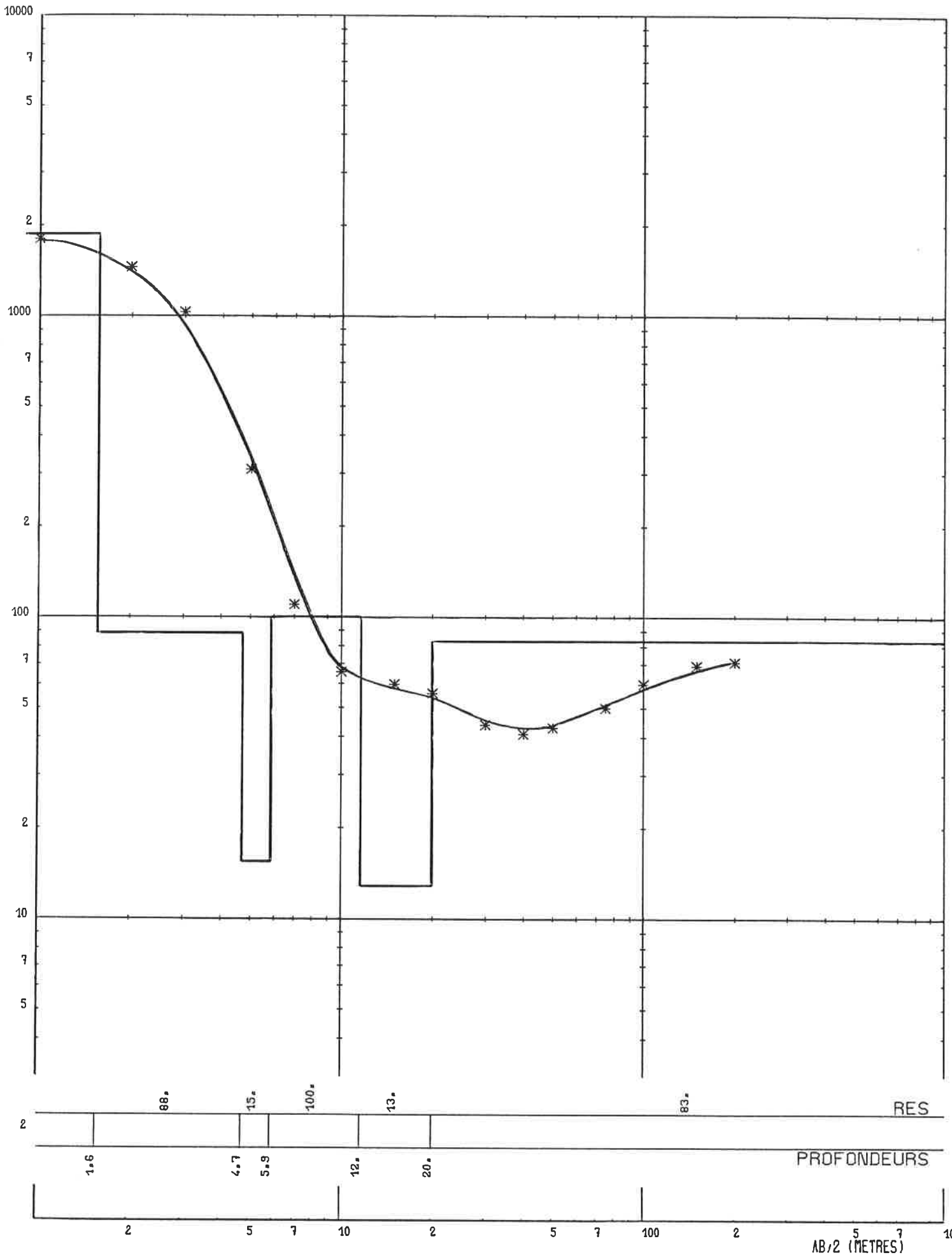


VICTOR



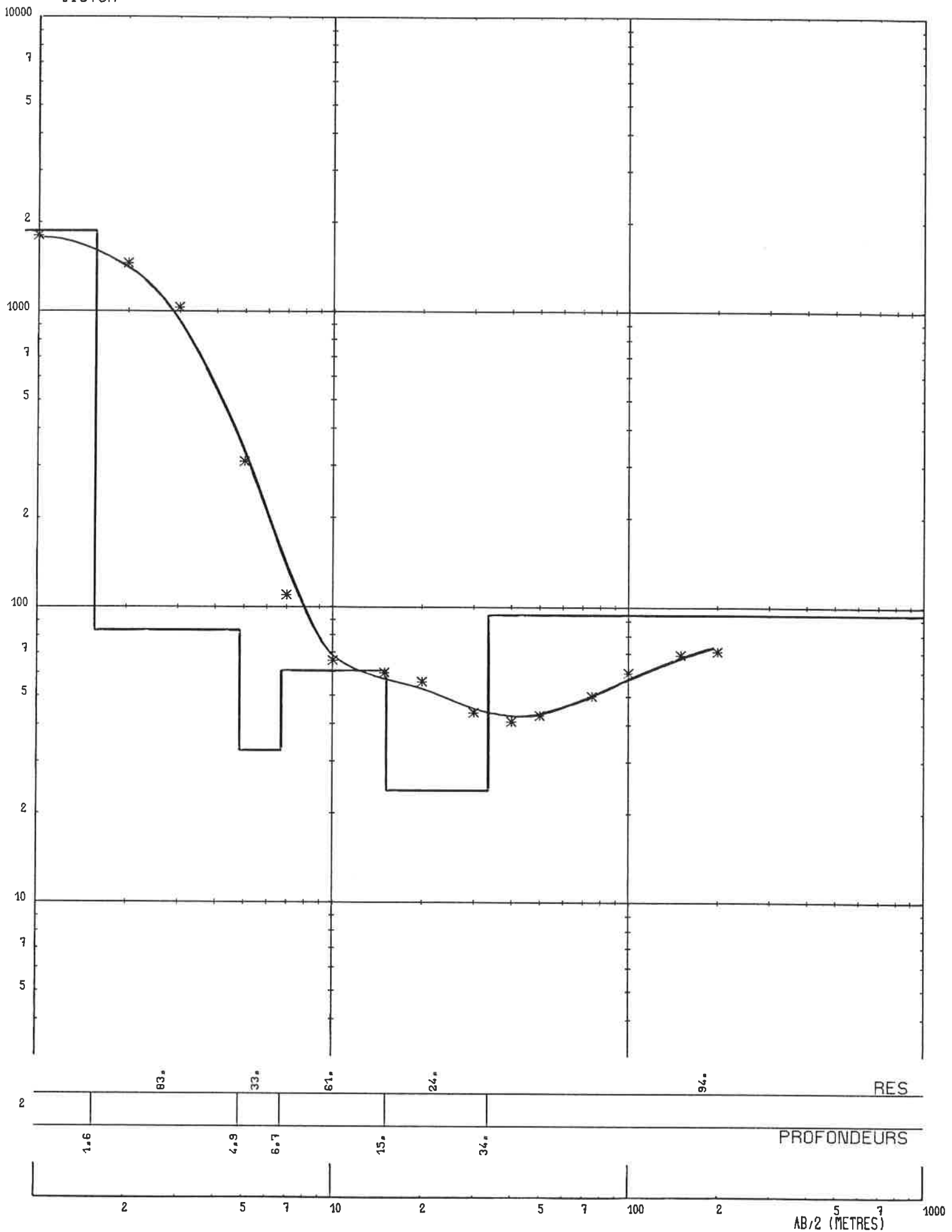


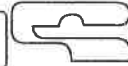
VICTOR



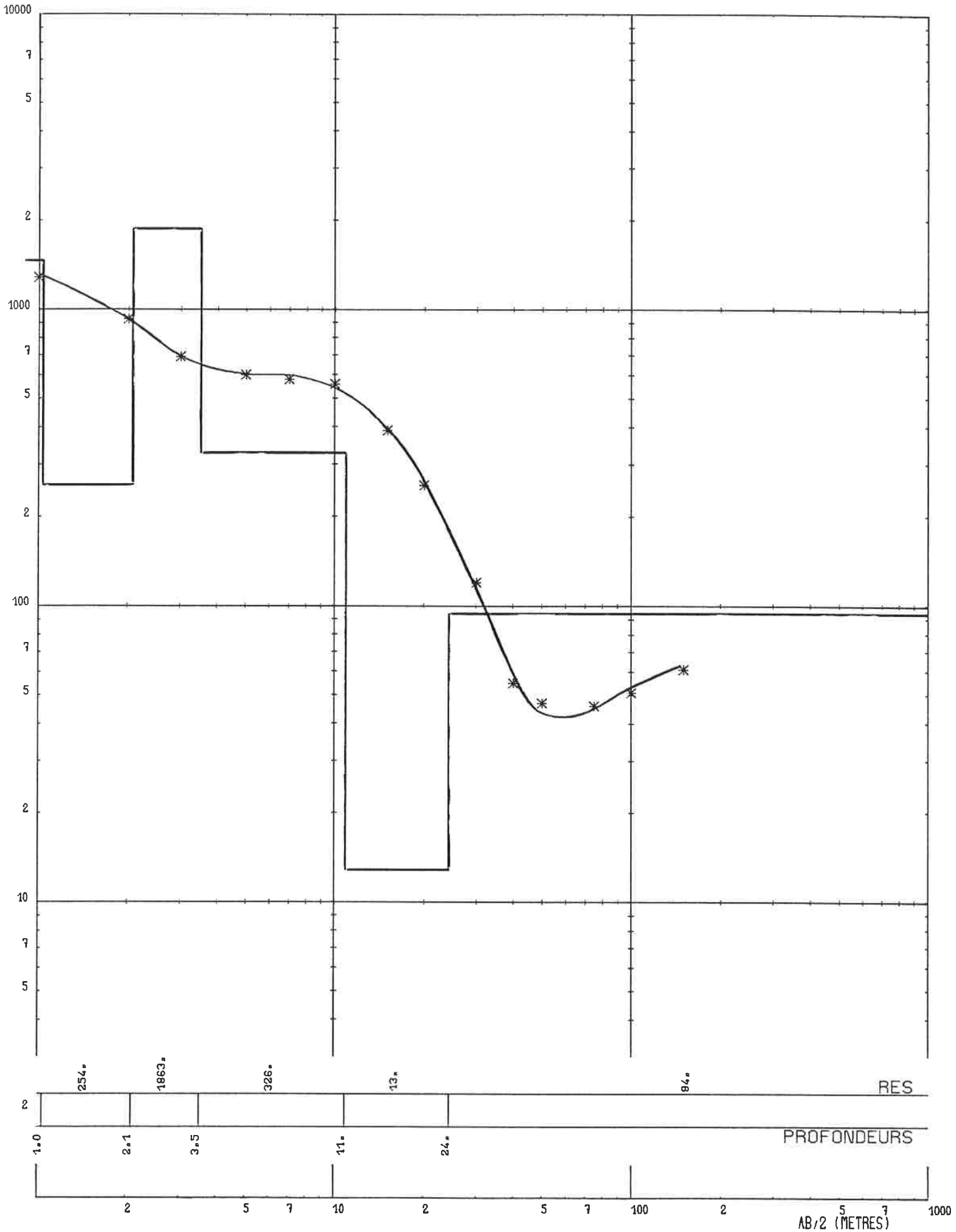


VICTOR



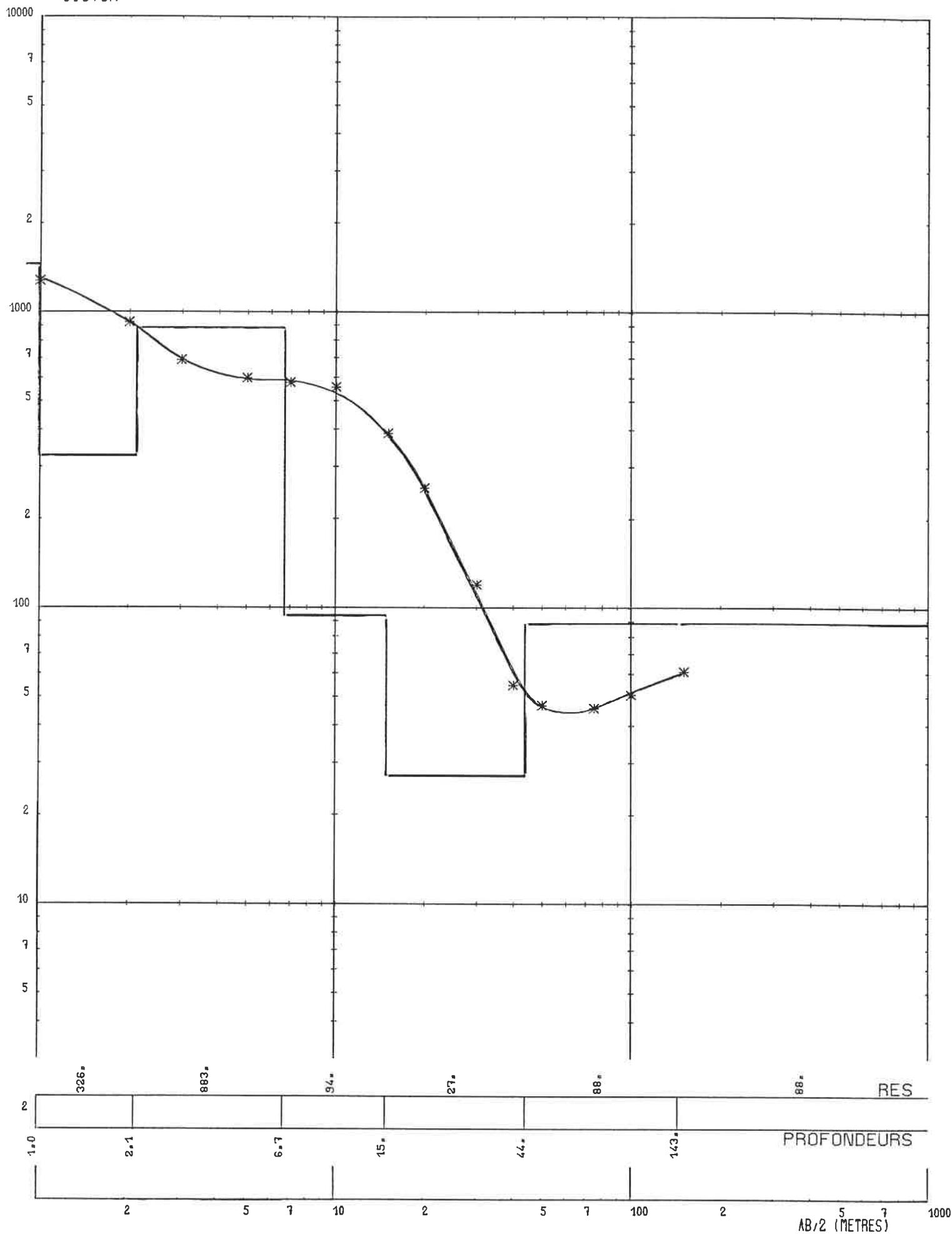


VICTOR





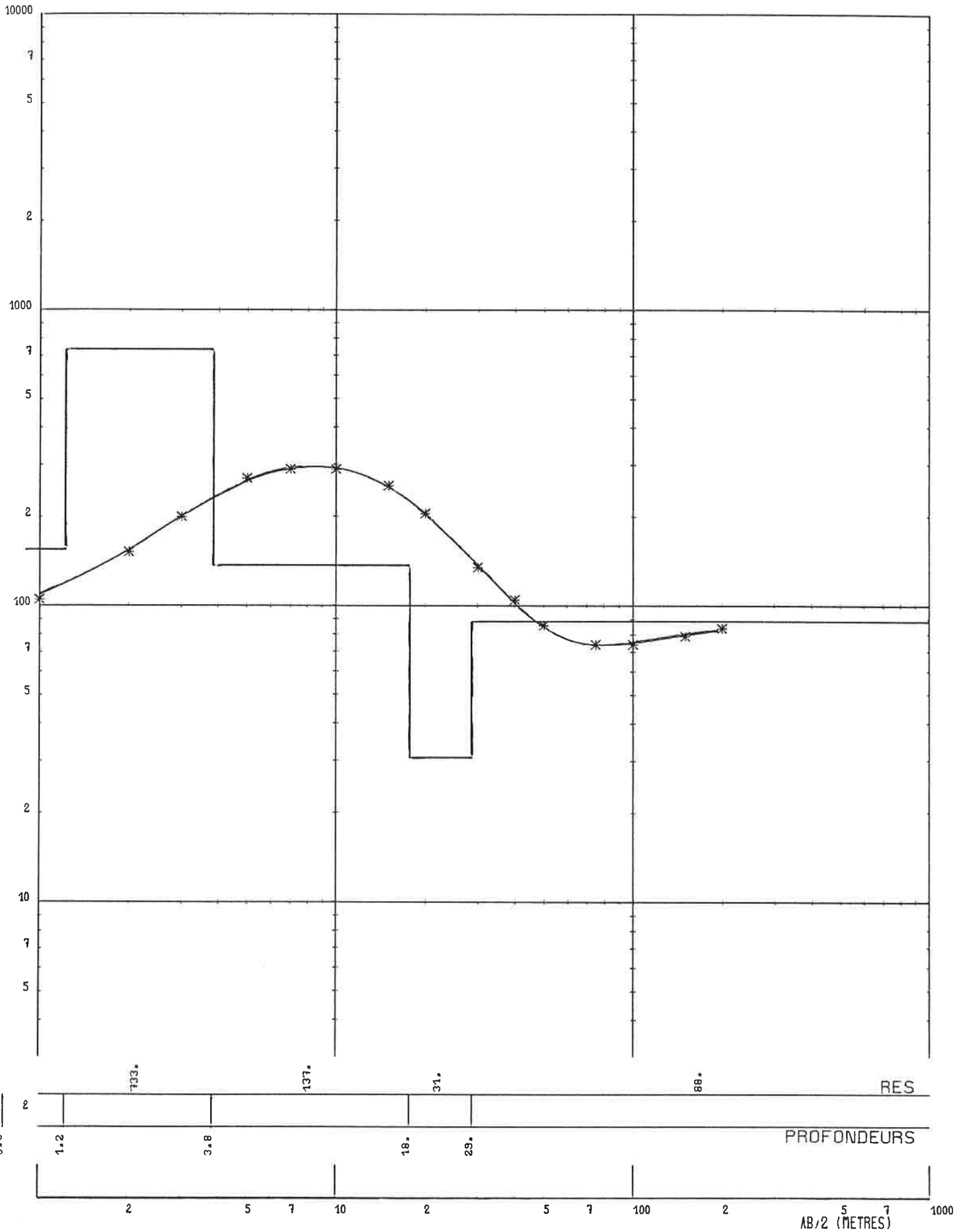
VICTOR





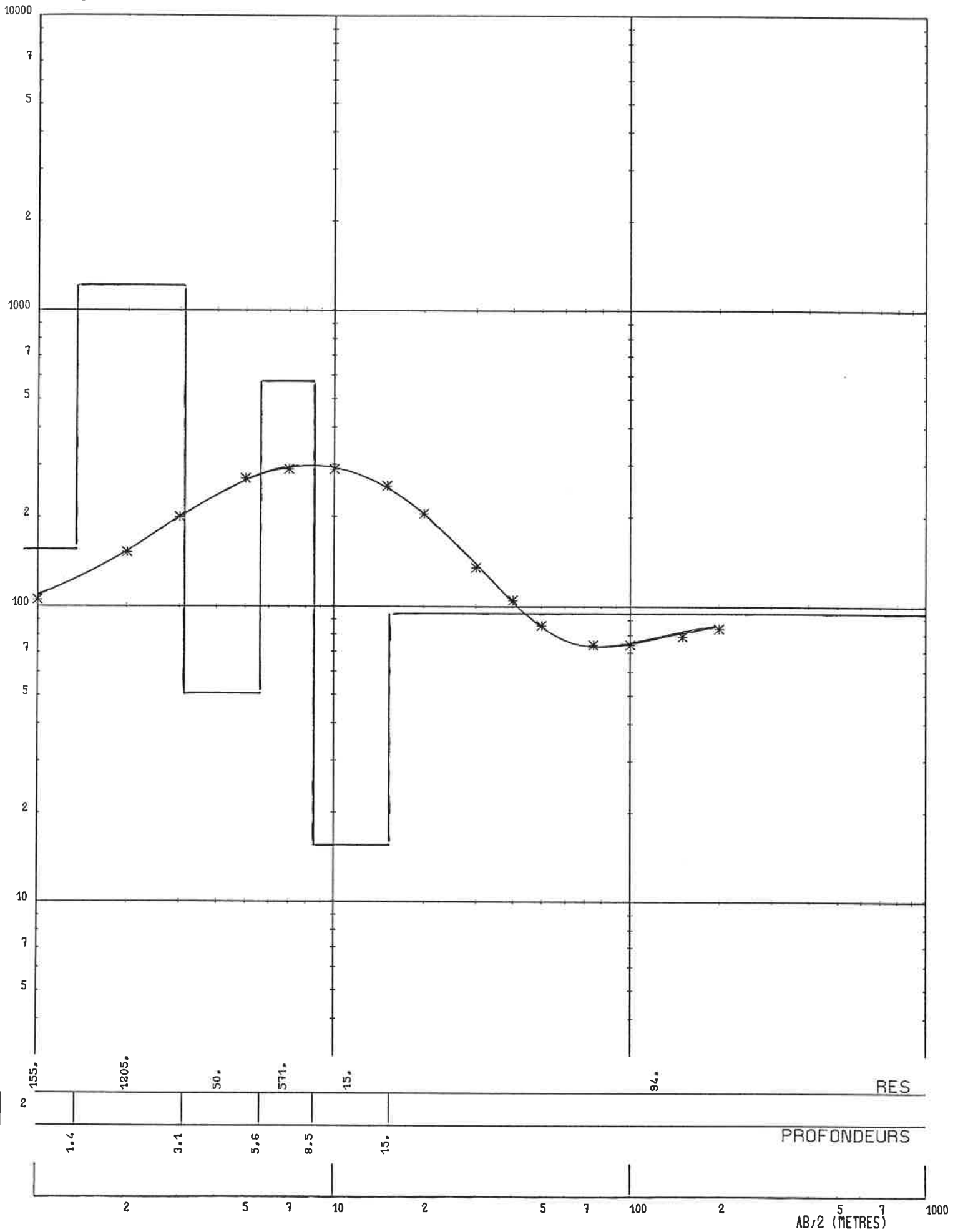


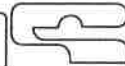
VICTOR



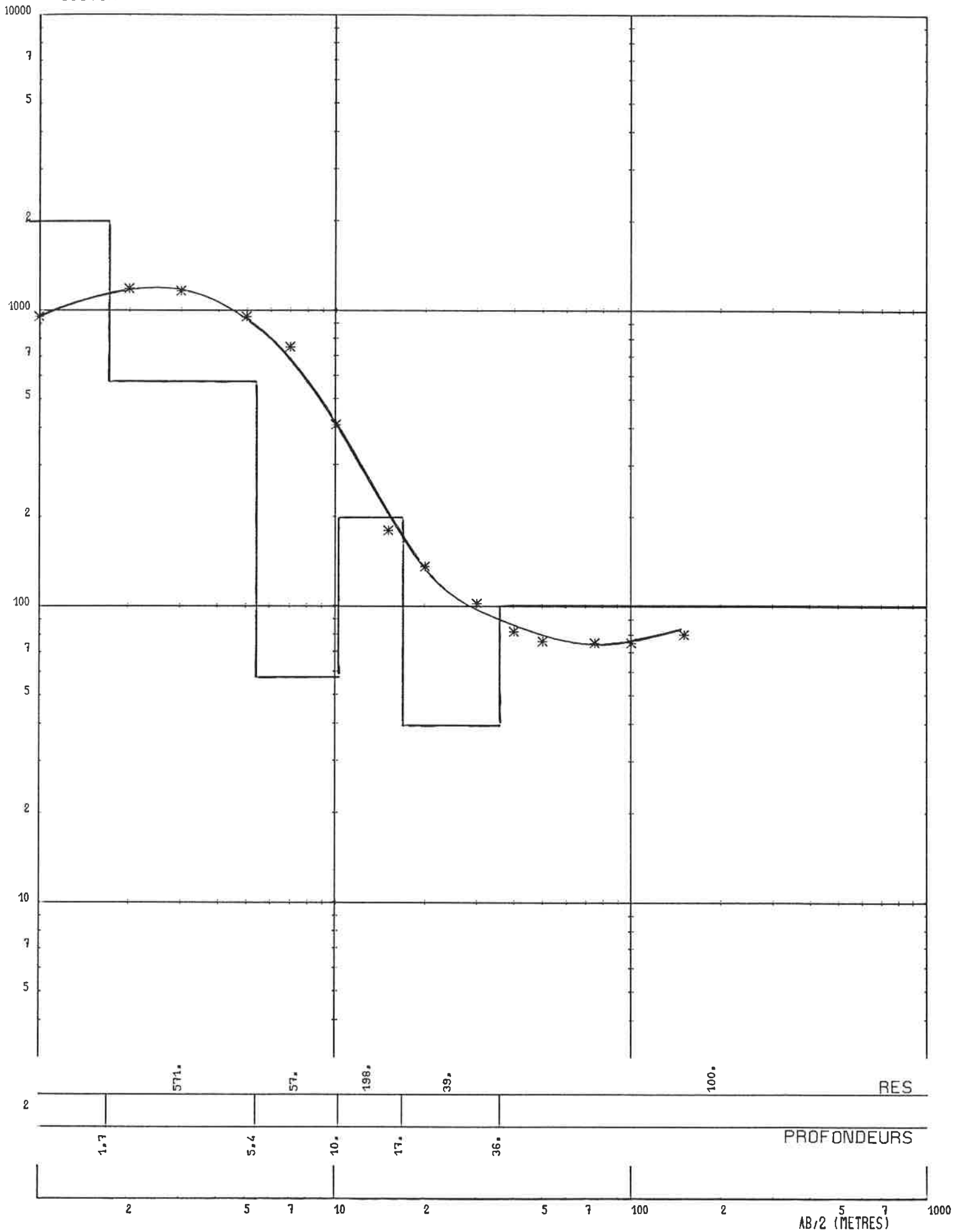


VICTOR



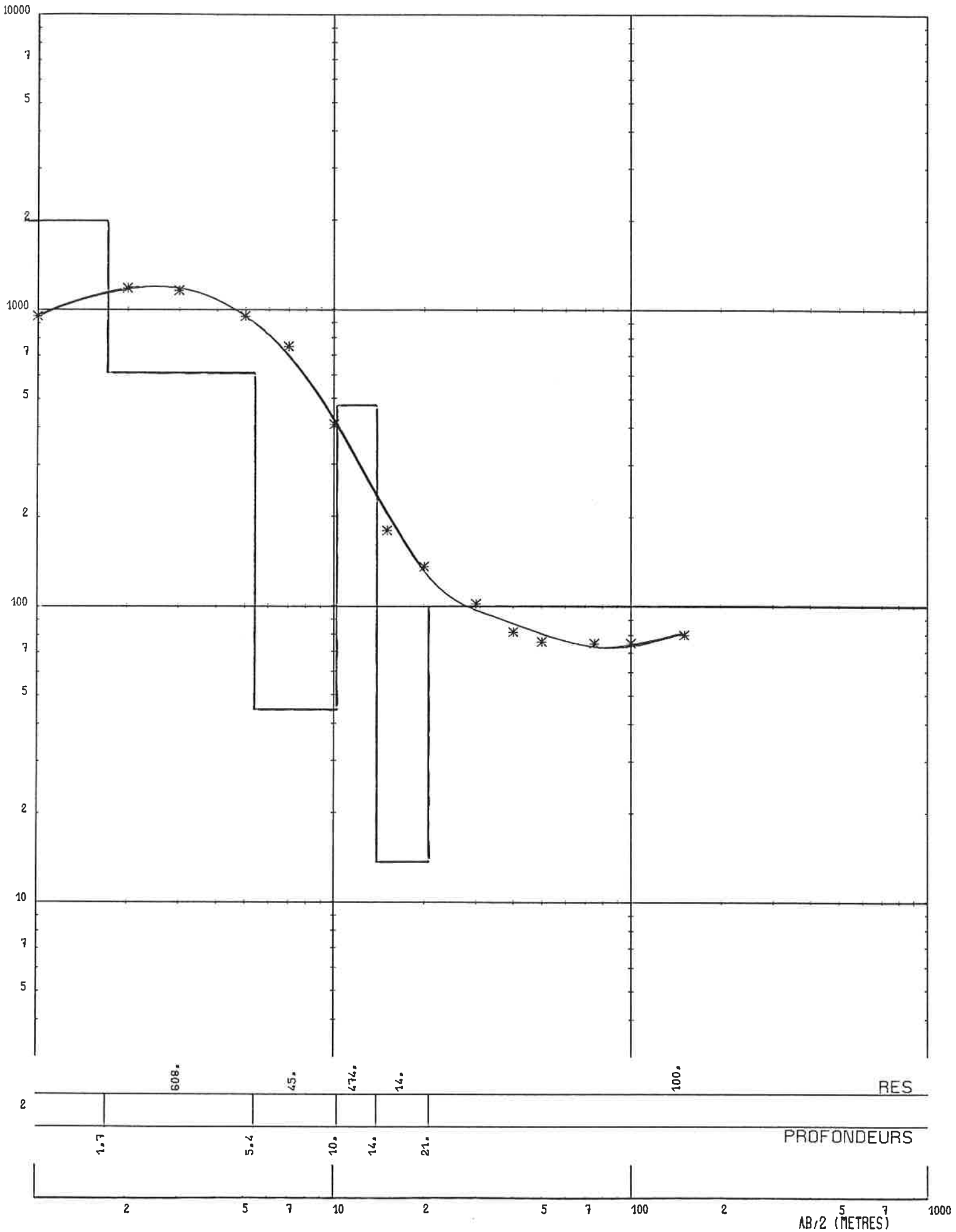


VICTOR



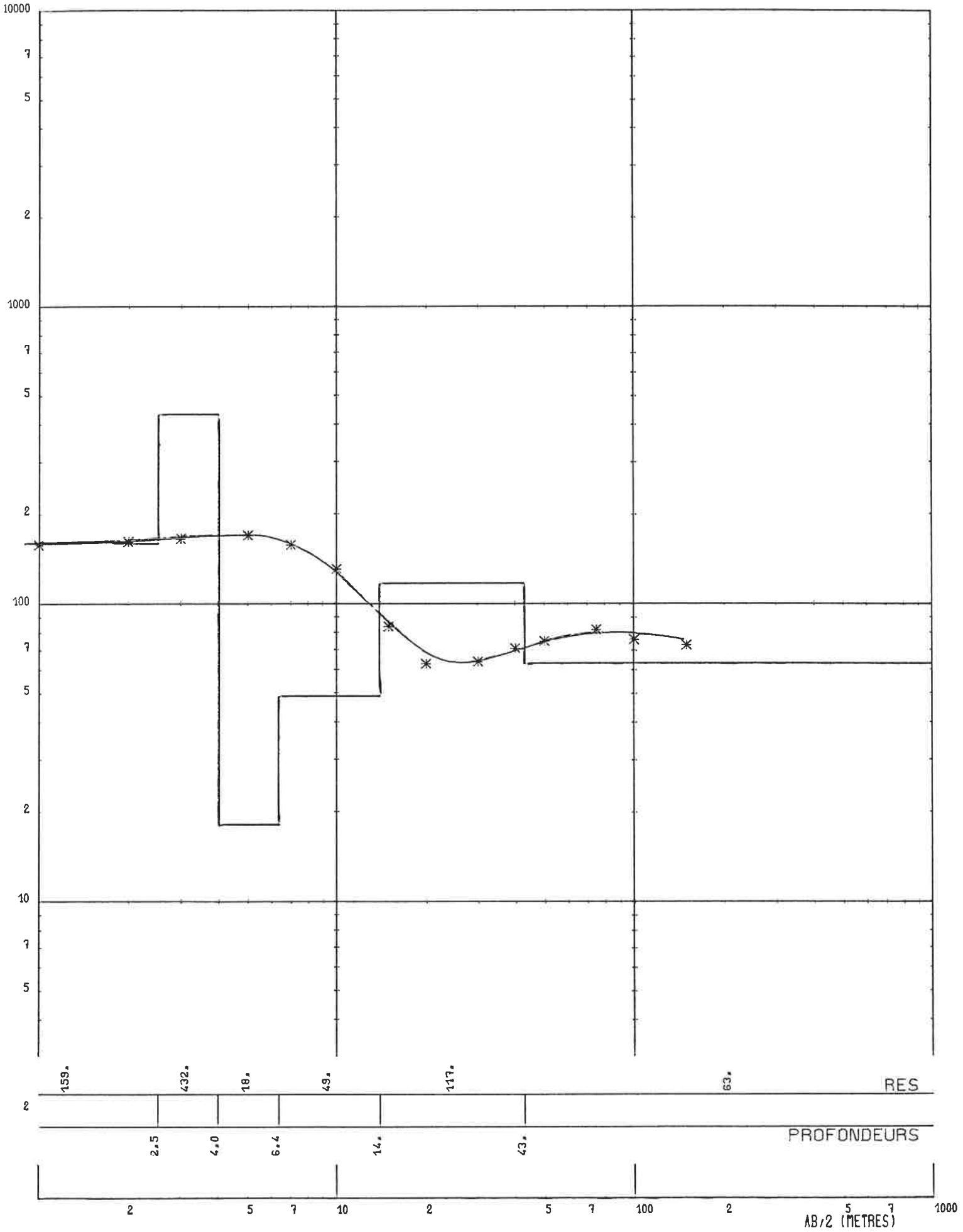


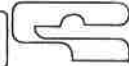
VICTOR



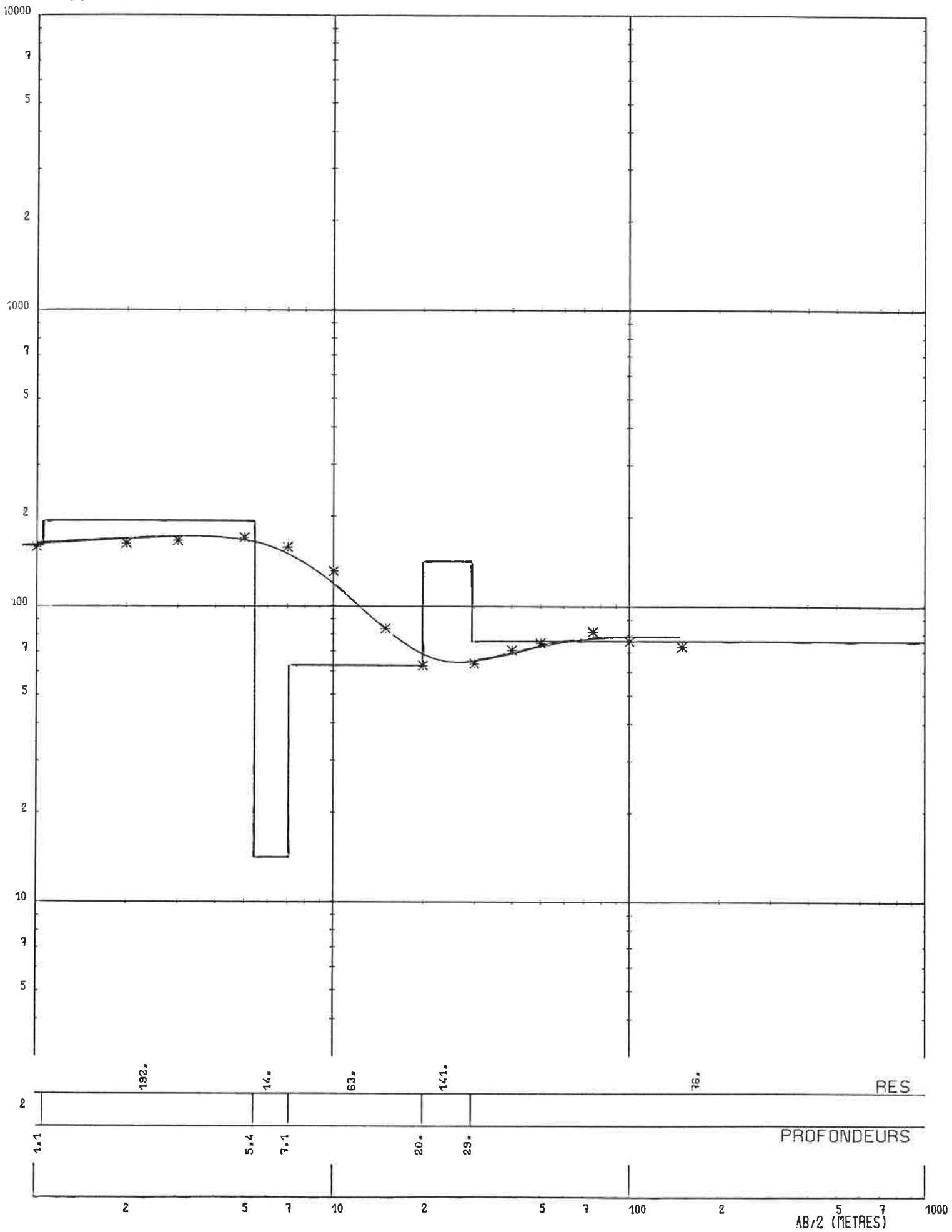


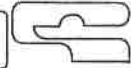
VICTOR



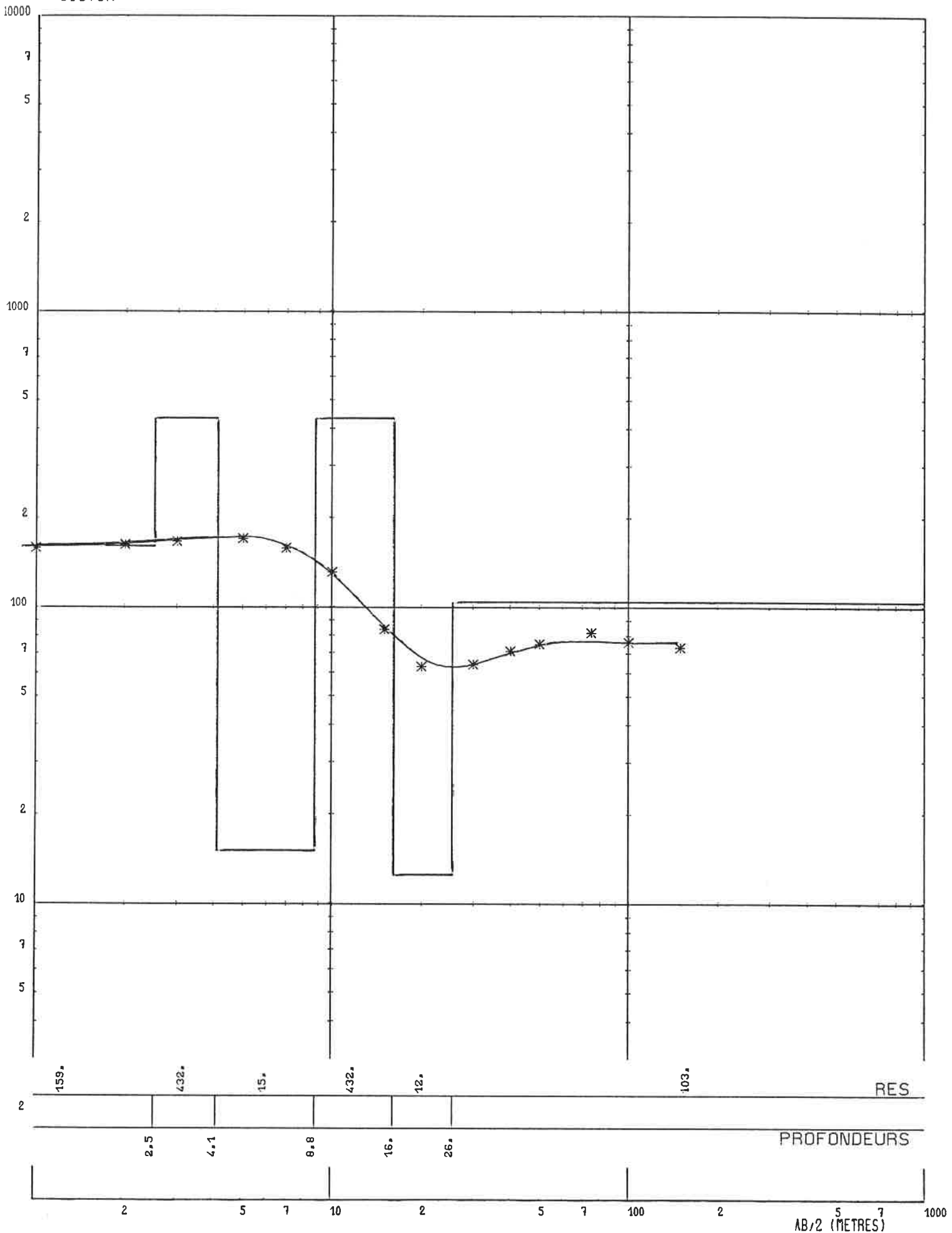


VICTOR



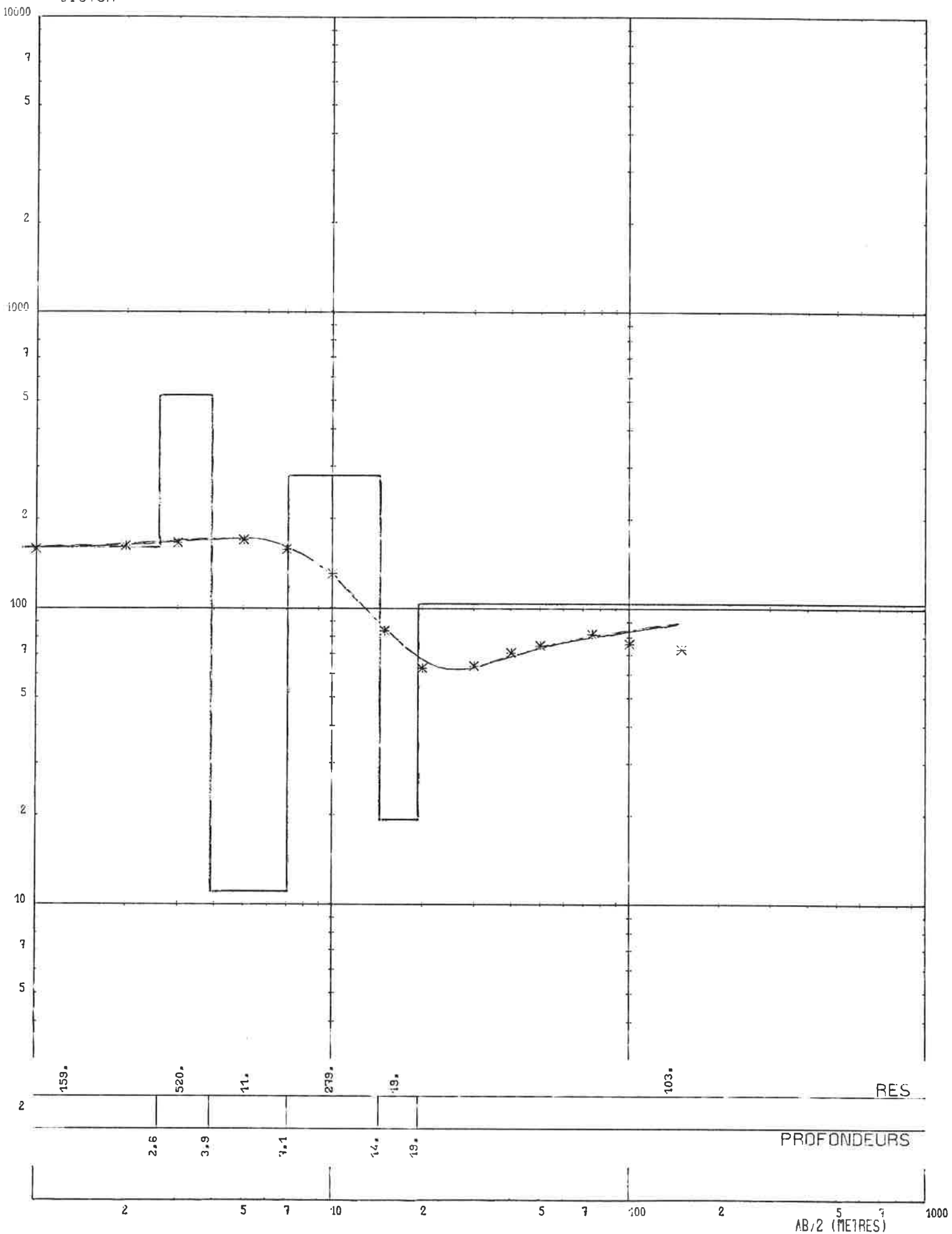


VICTOR

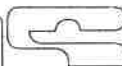




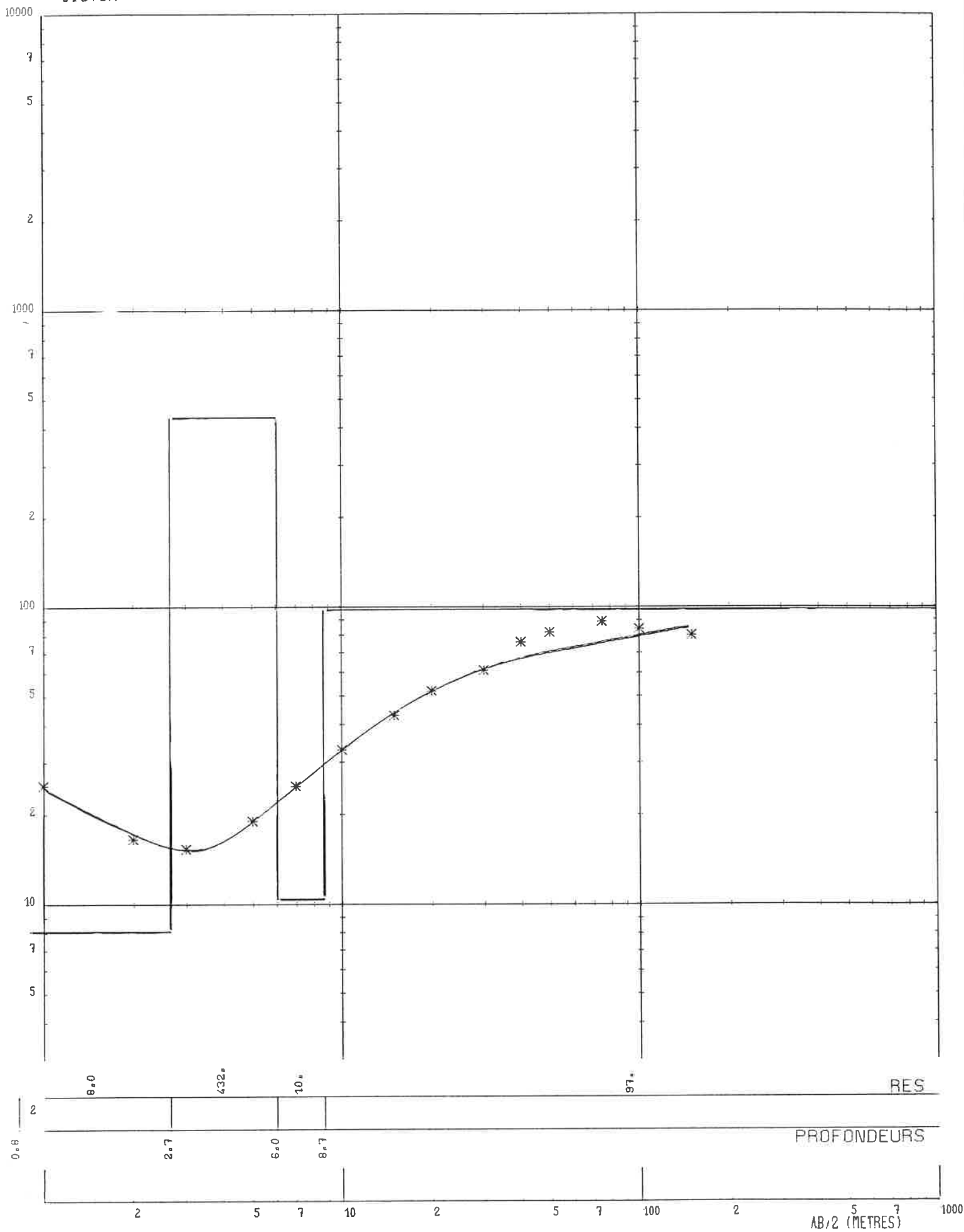
VICTOR

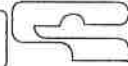




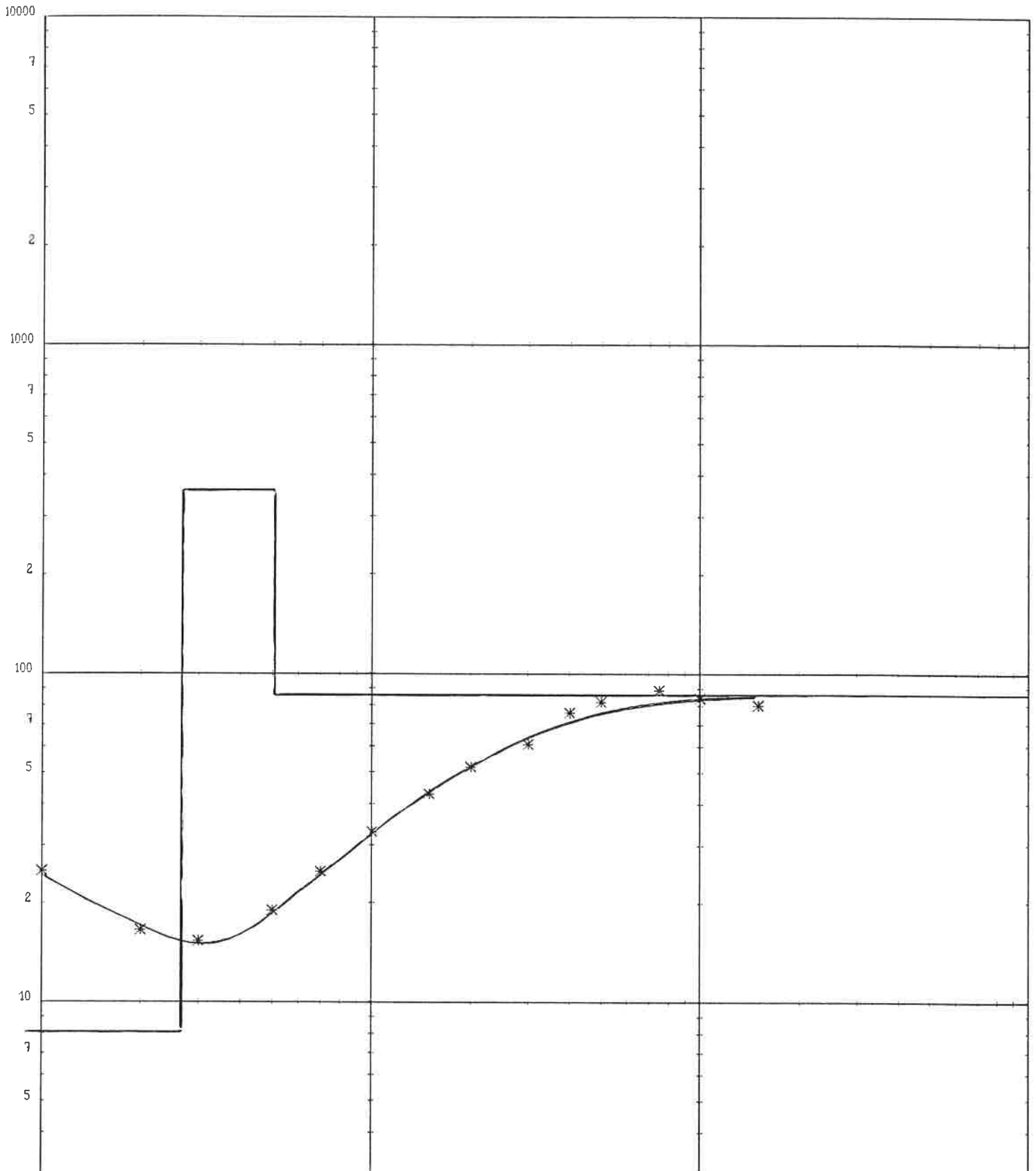


VICTOR





VICTOR



8.0

358.

86.

RES

0.8

2.7

5.1

PROFONDEURS

2

5

7

10

20

50

70

100

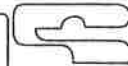
200

500

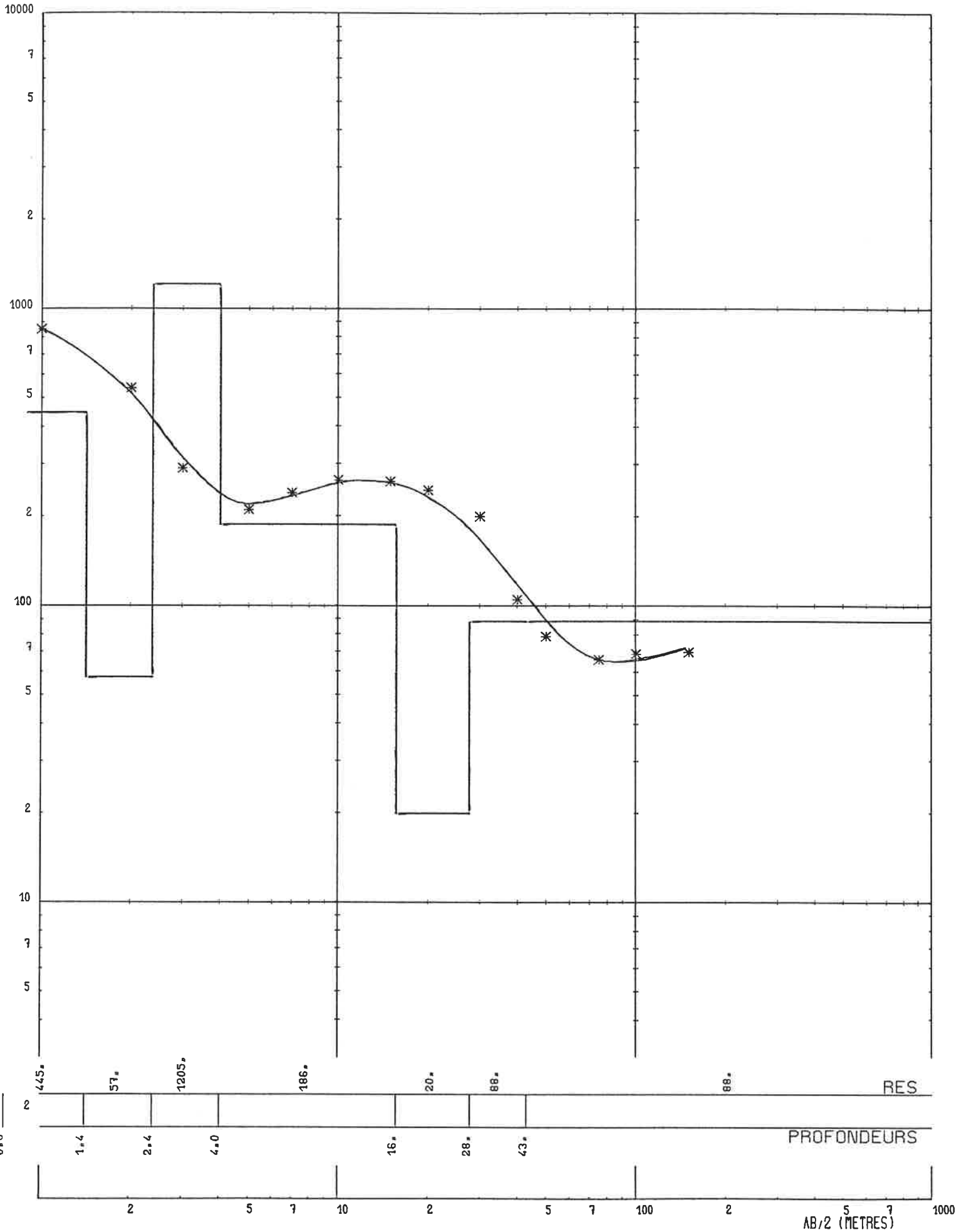
700

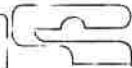
1000

AB/2 (METRES)

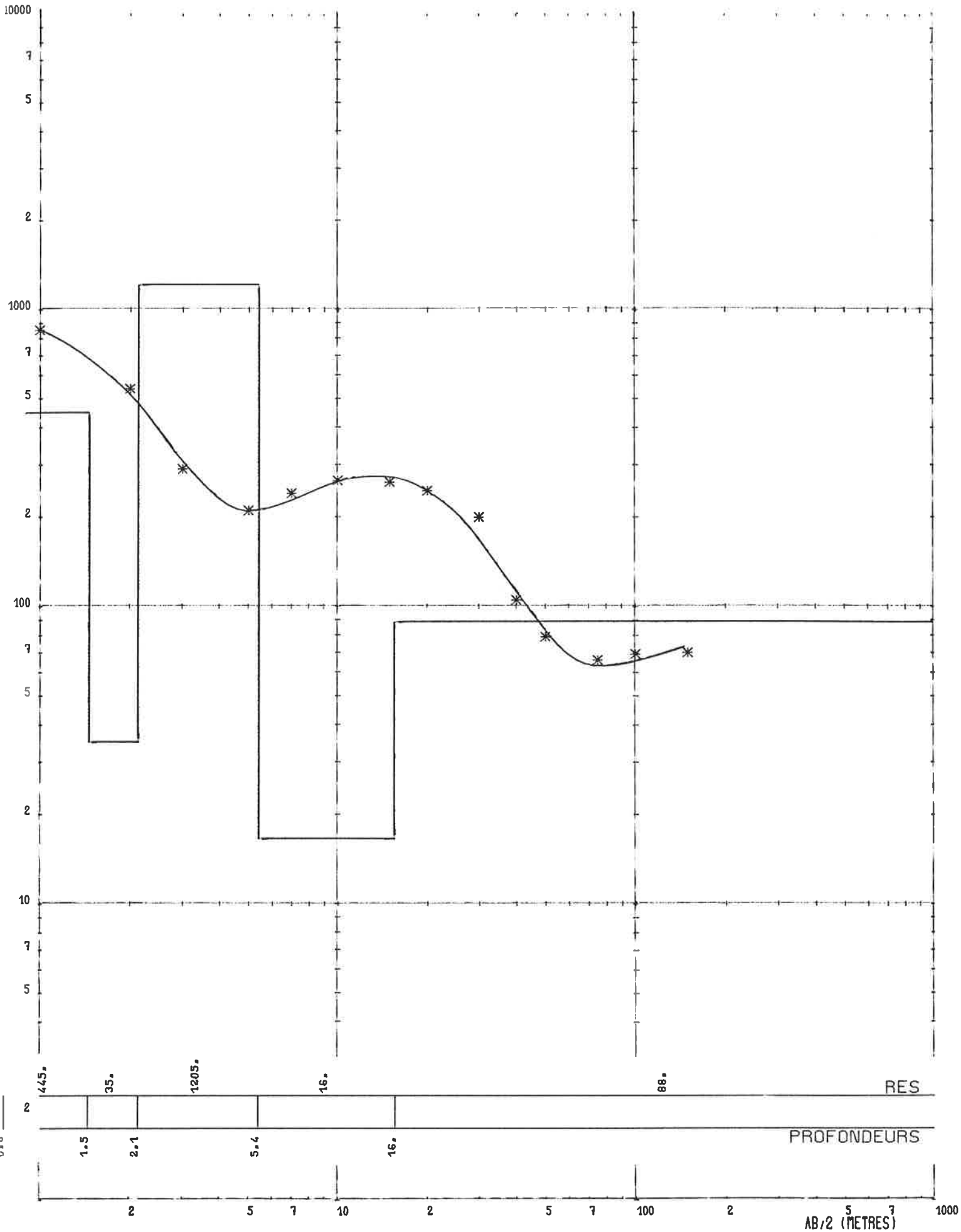


VICTOR



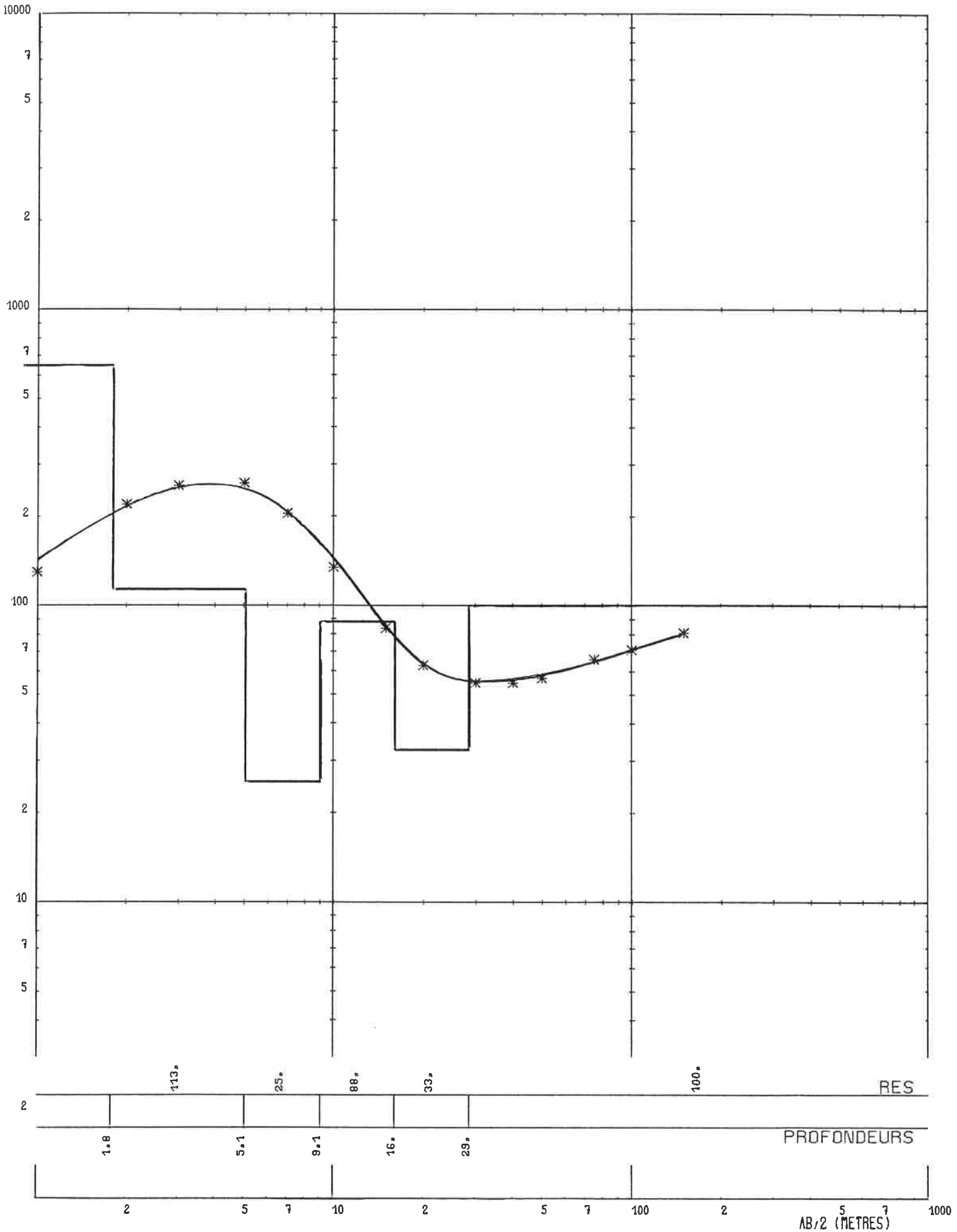


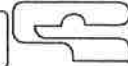
VICTOR



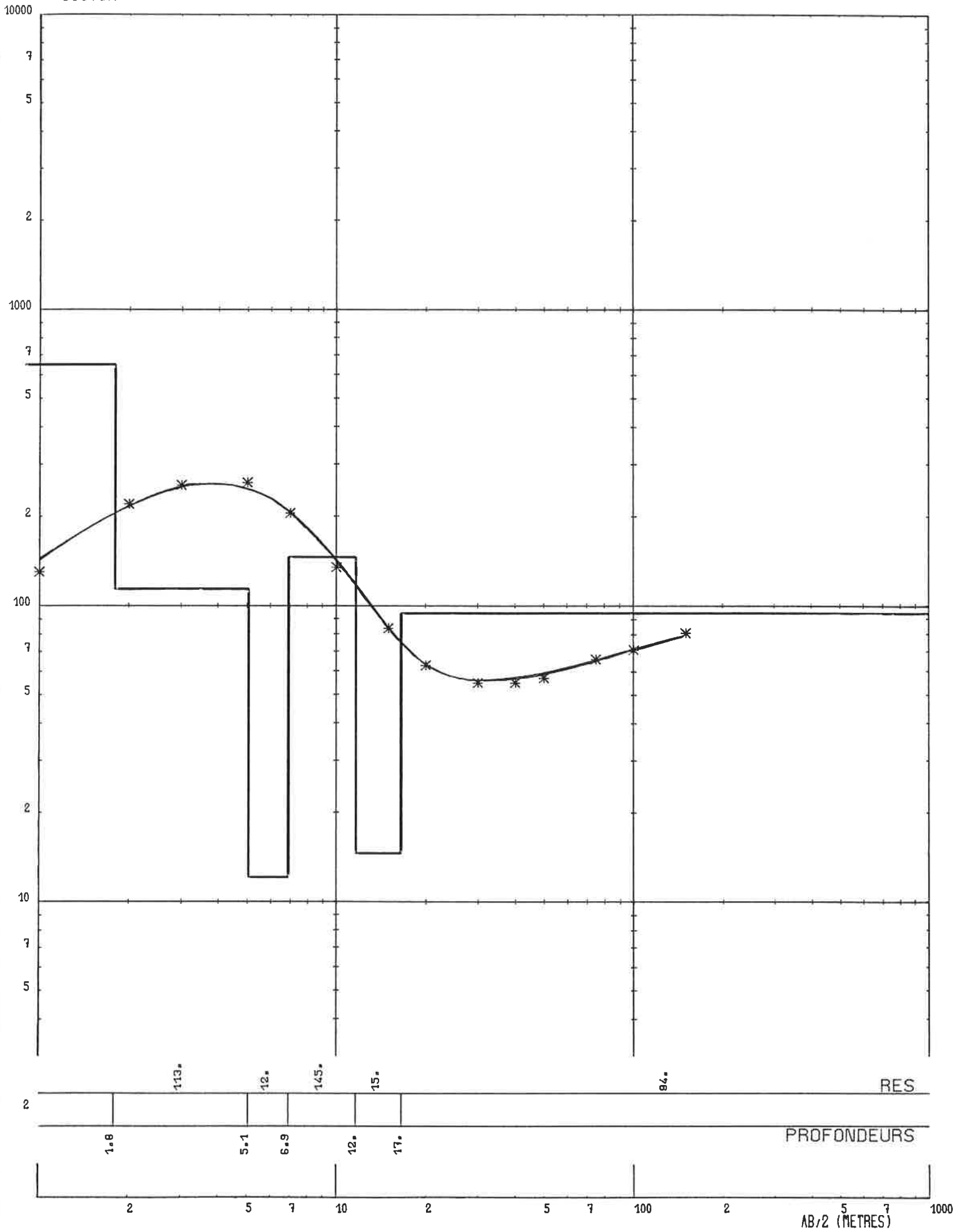


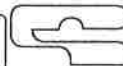
VICTOR



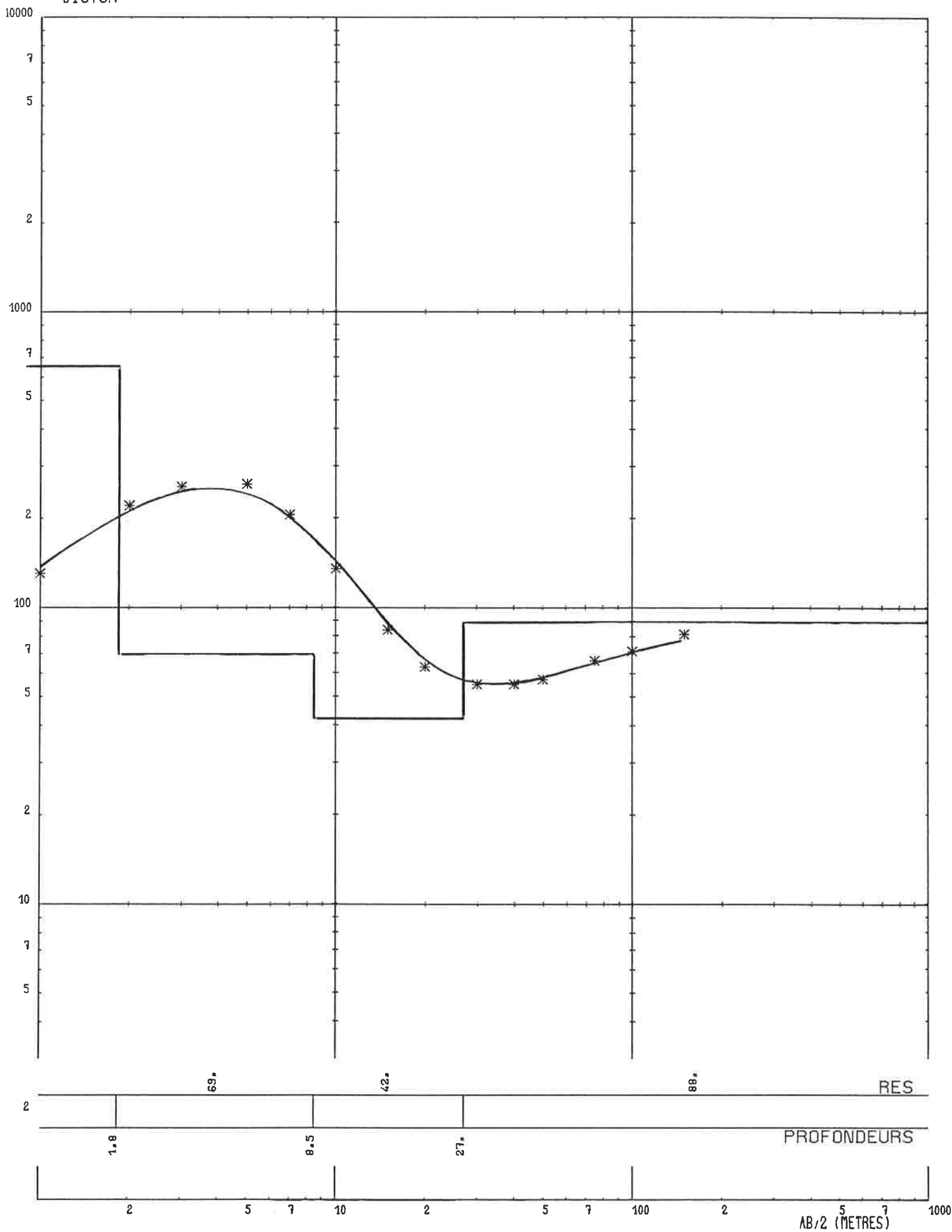


VICTOR



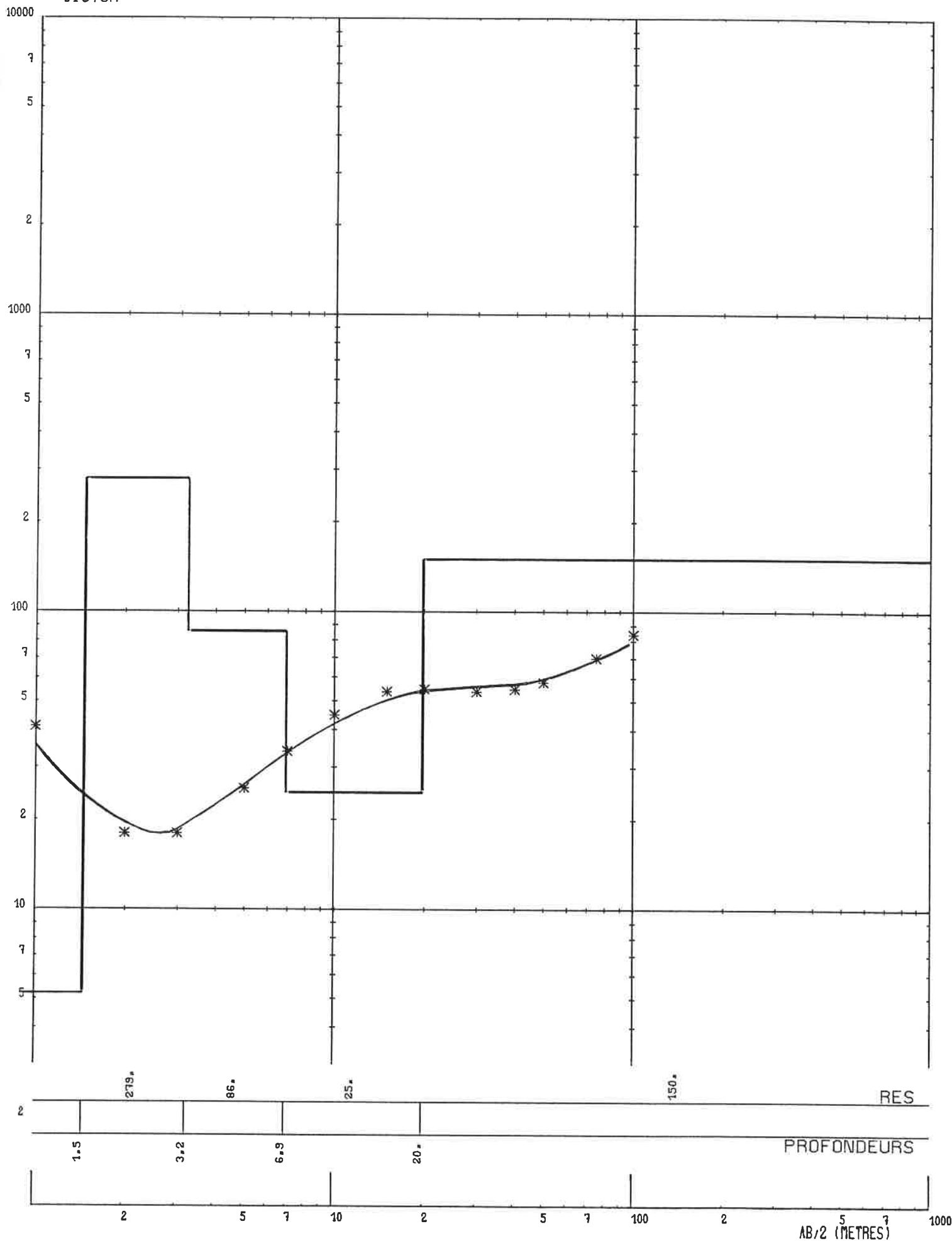


VICTOR





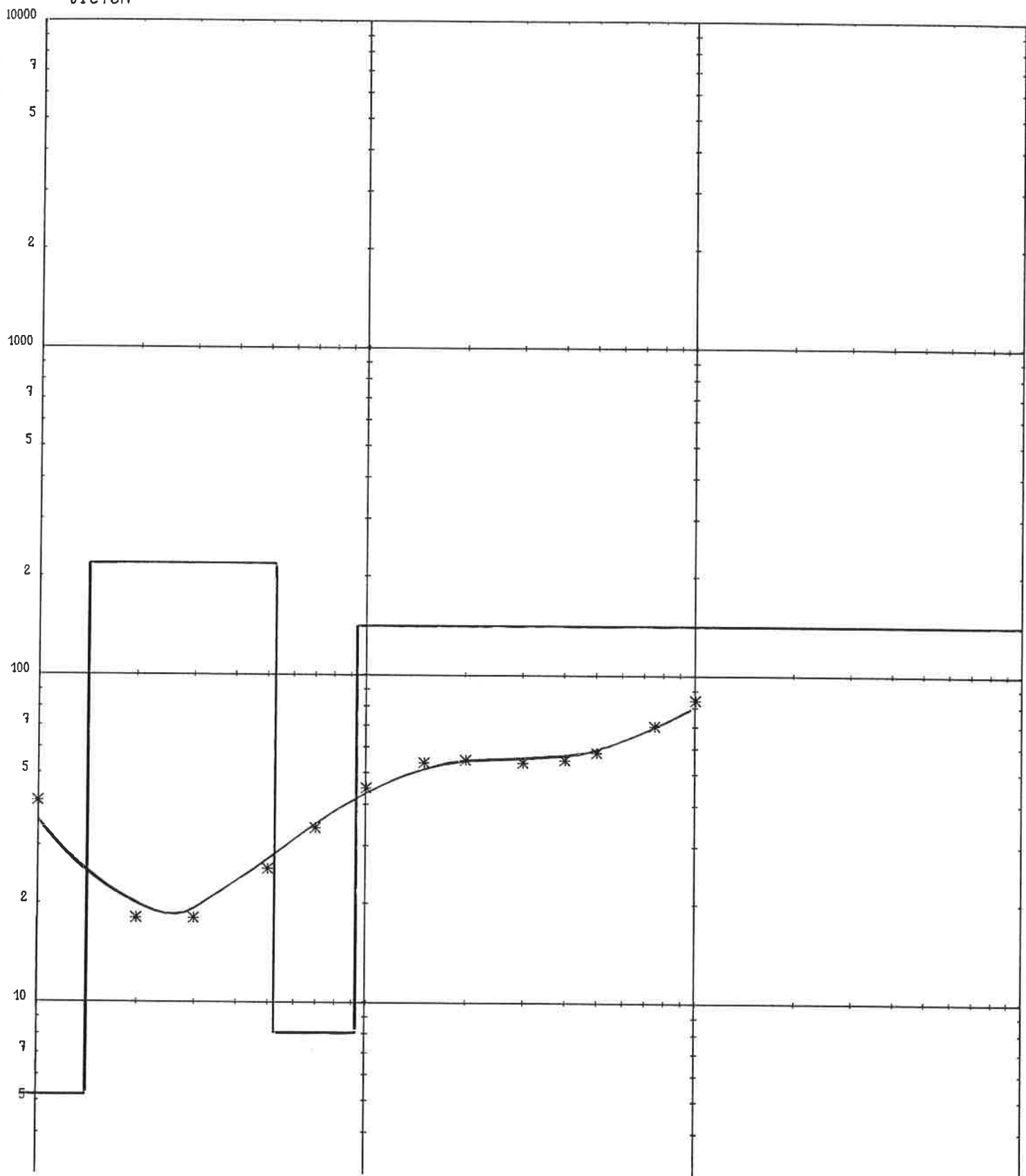
VICTOR







VICTOR



2 \_\_\_\_\_ RES

PROFONDEURS

1.4

5.3

9.3

2

5

7

10

20

50

70

100

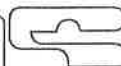
200

500

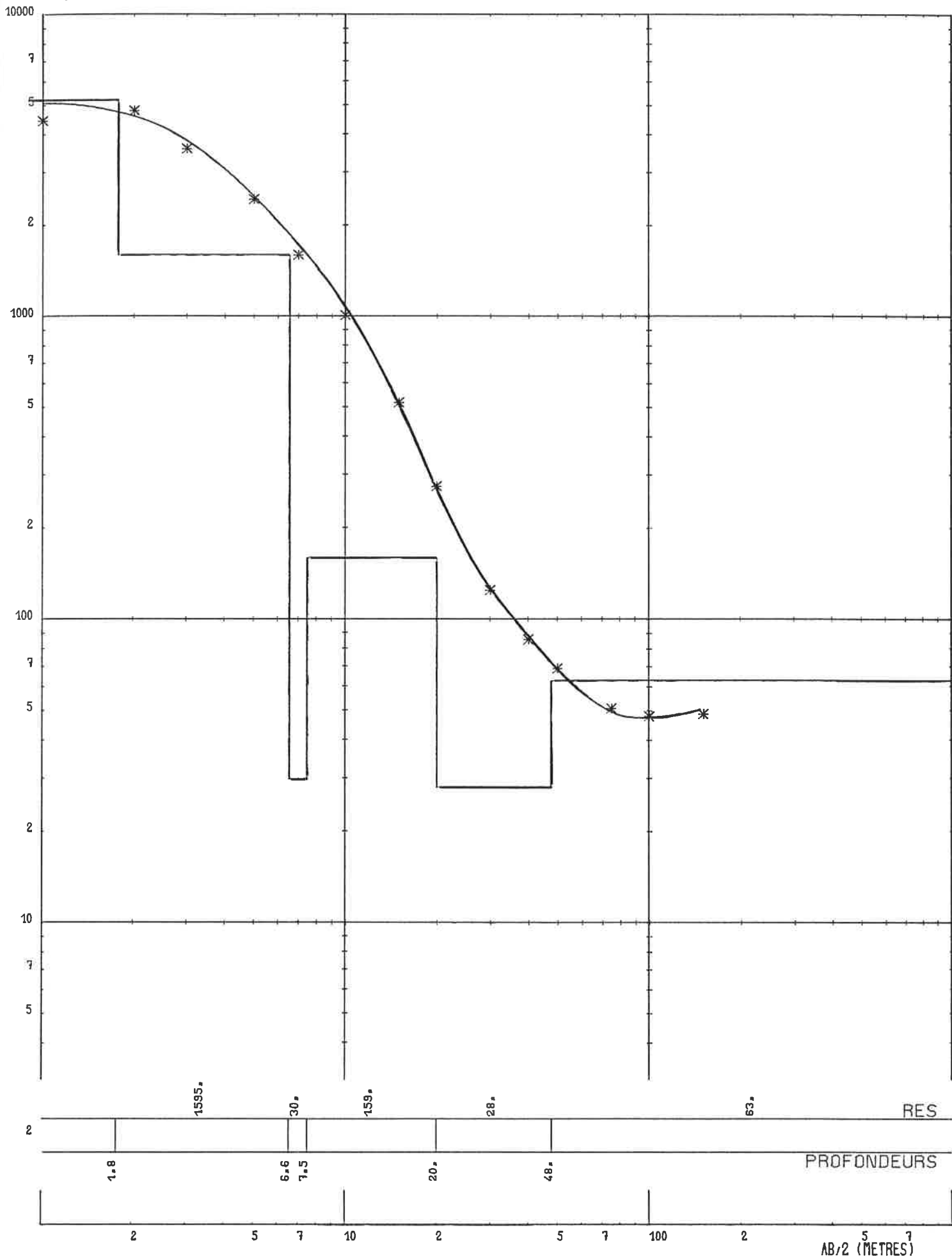
700

1000

AB/2 (METRES)

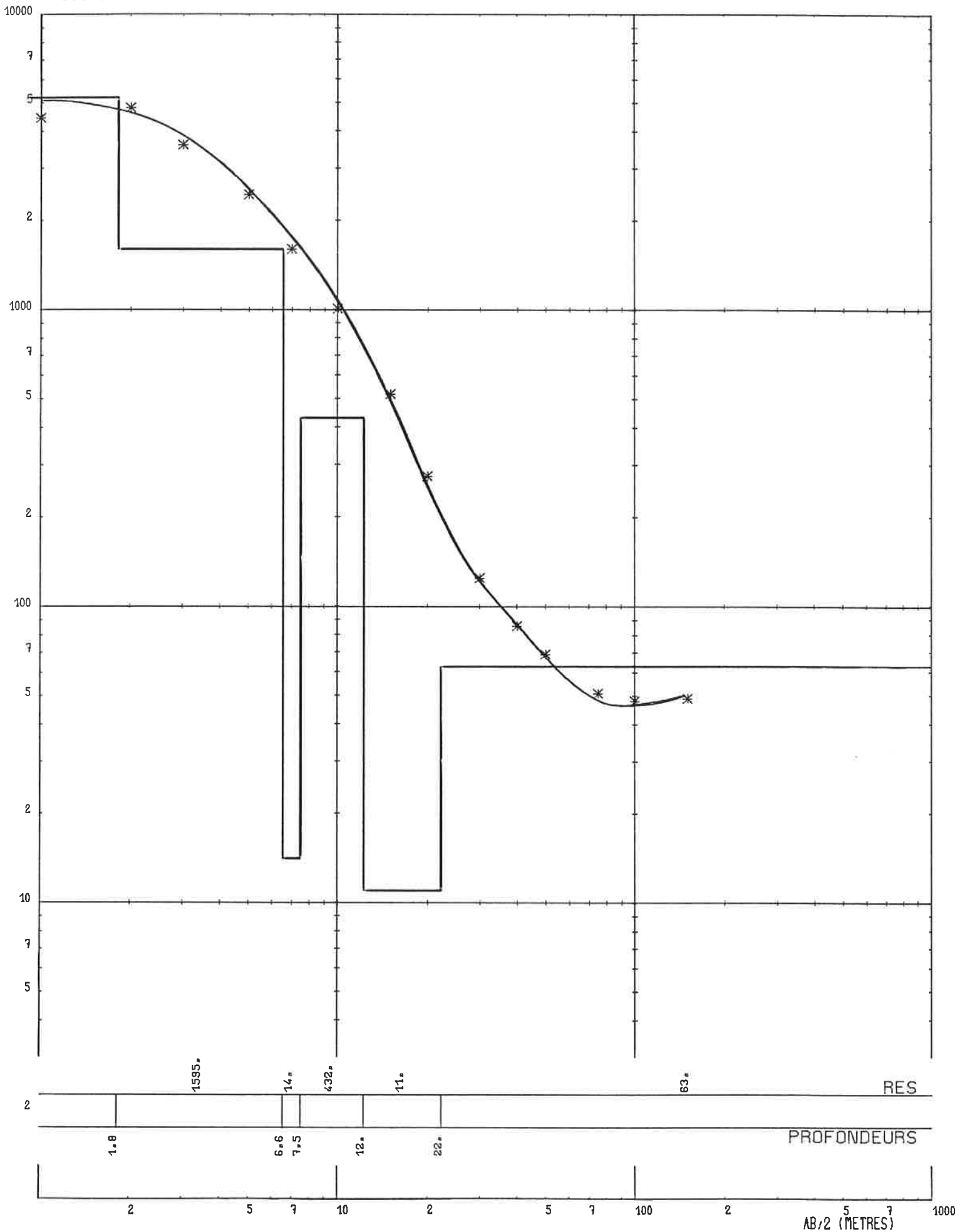


VICTOR





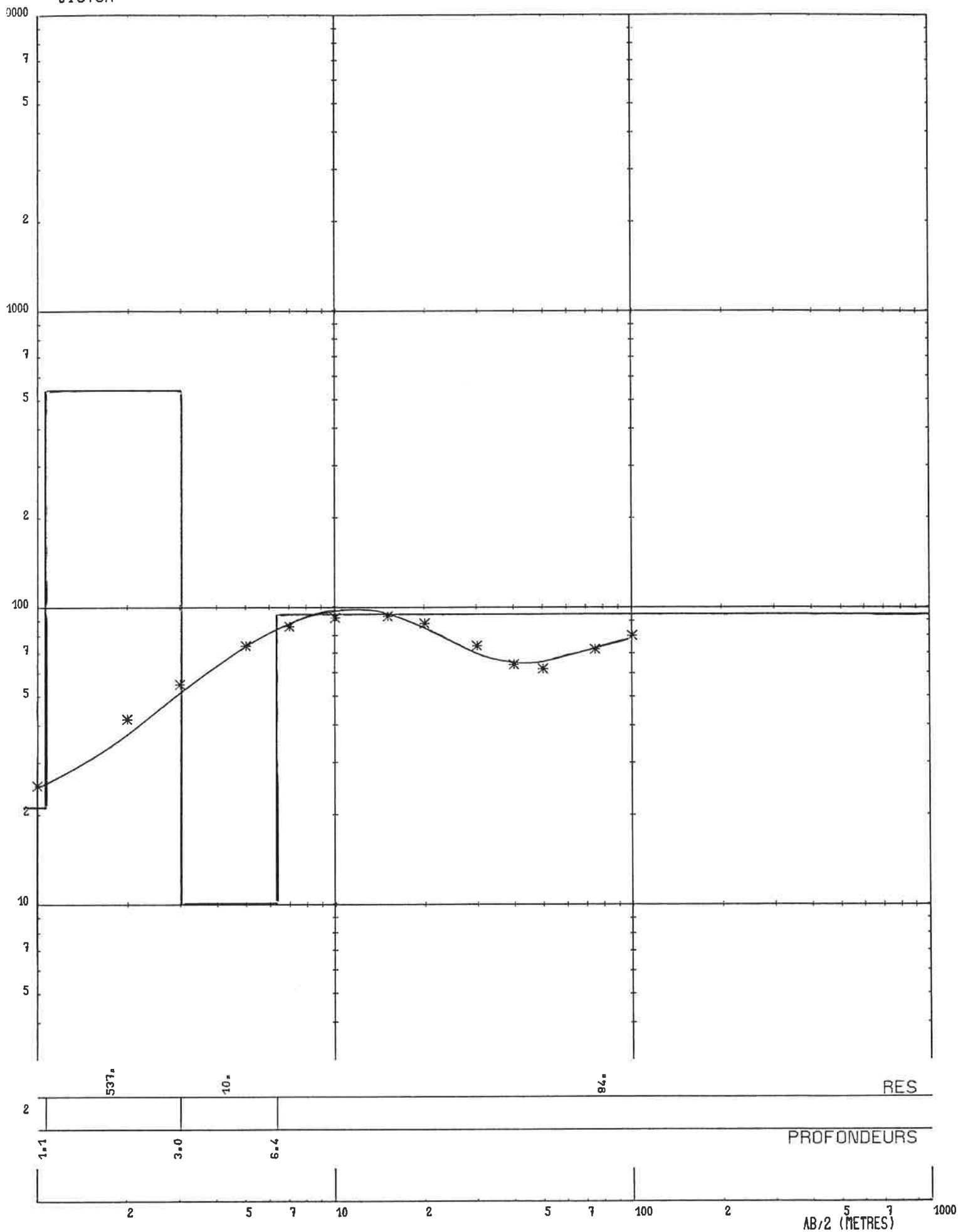
VICTOR





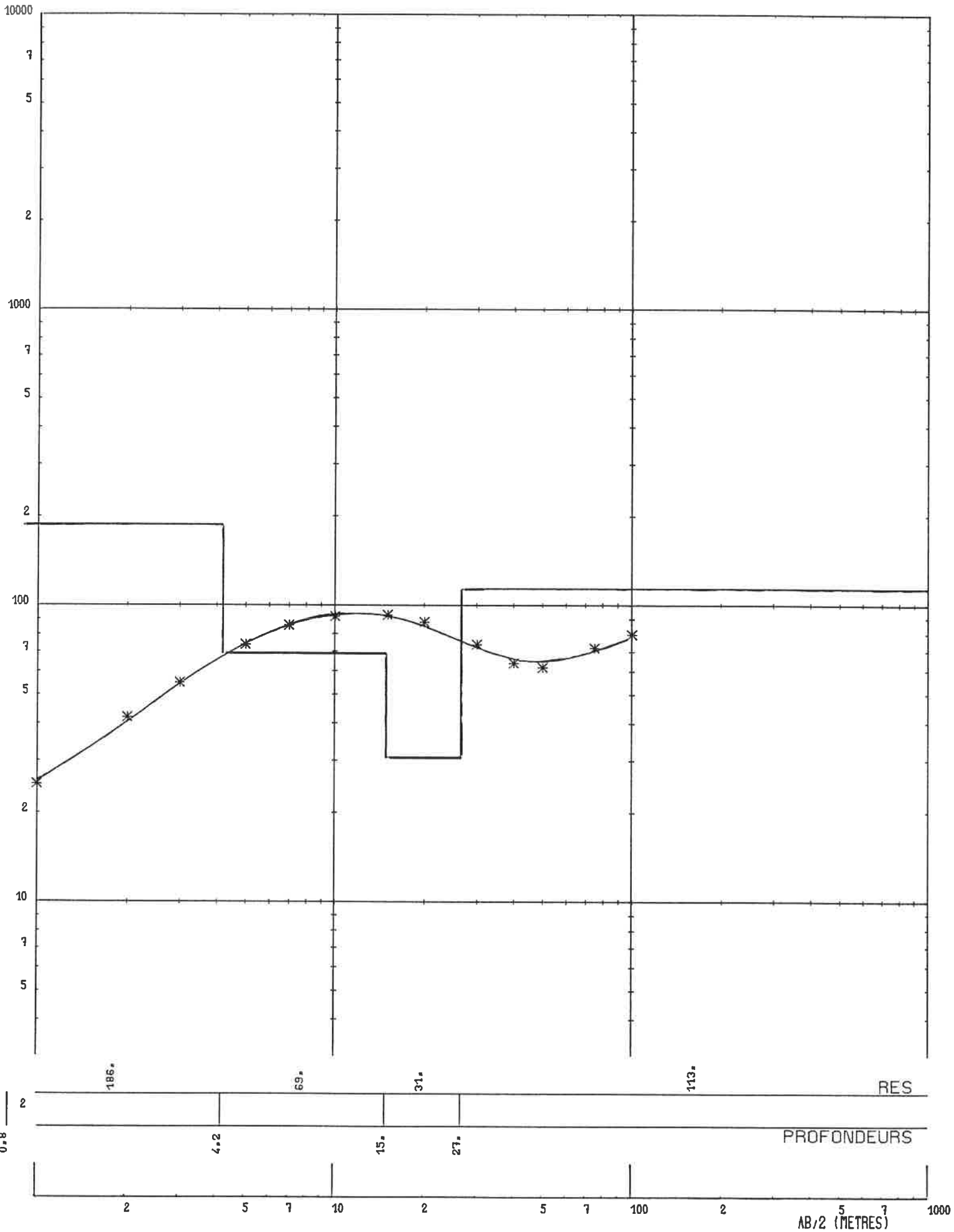
COURBE IDENTIFIEE \_\_\_\_\_

VICTOR



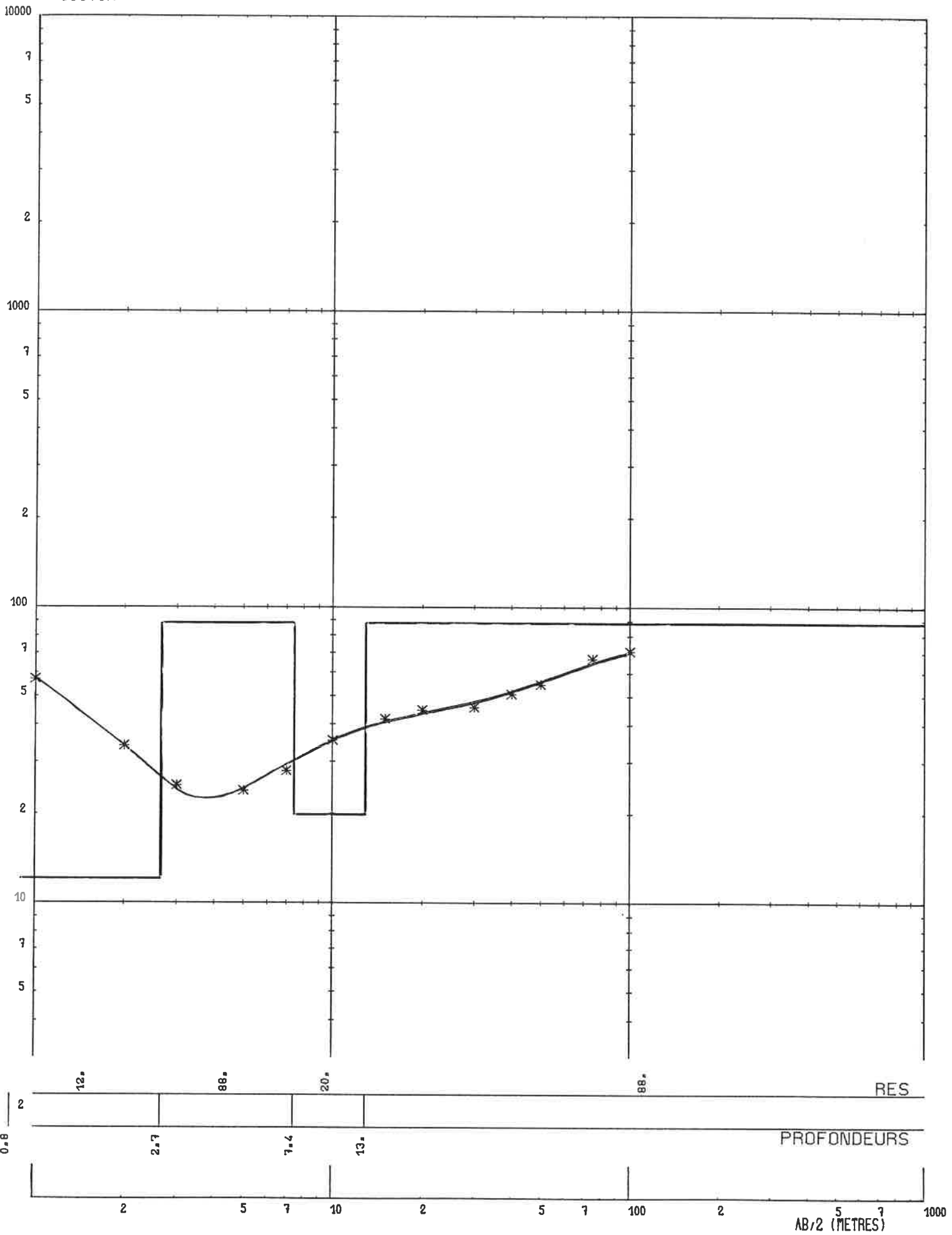


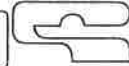
VICTOR



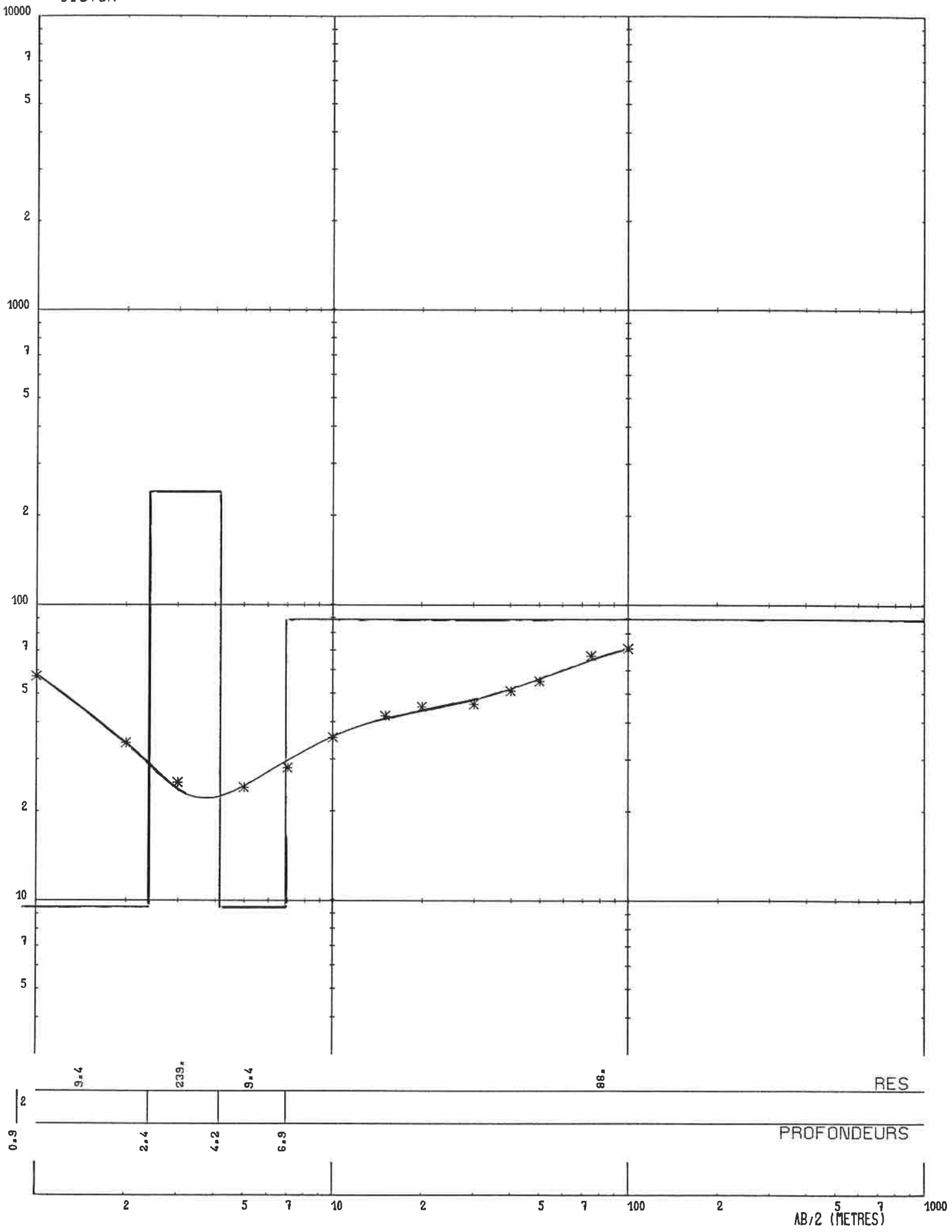


VICTOR



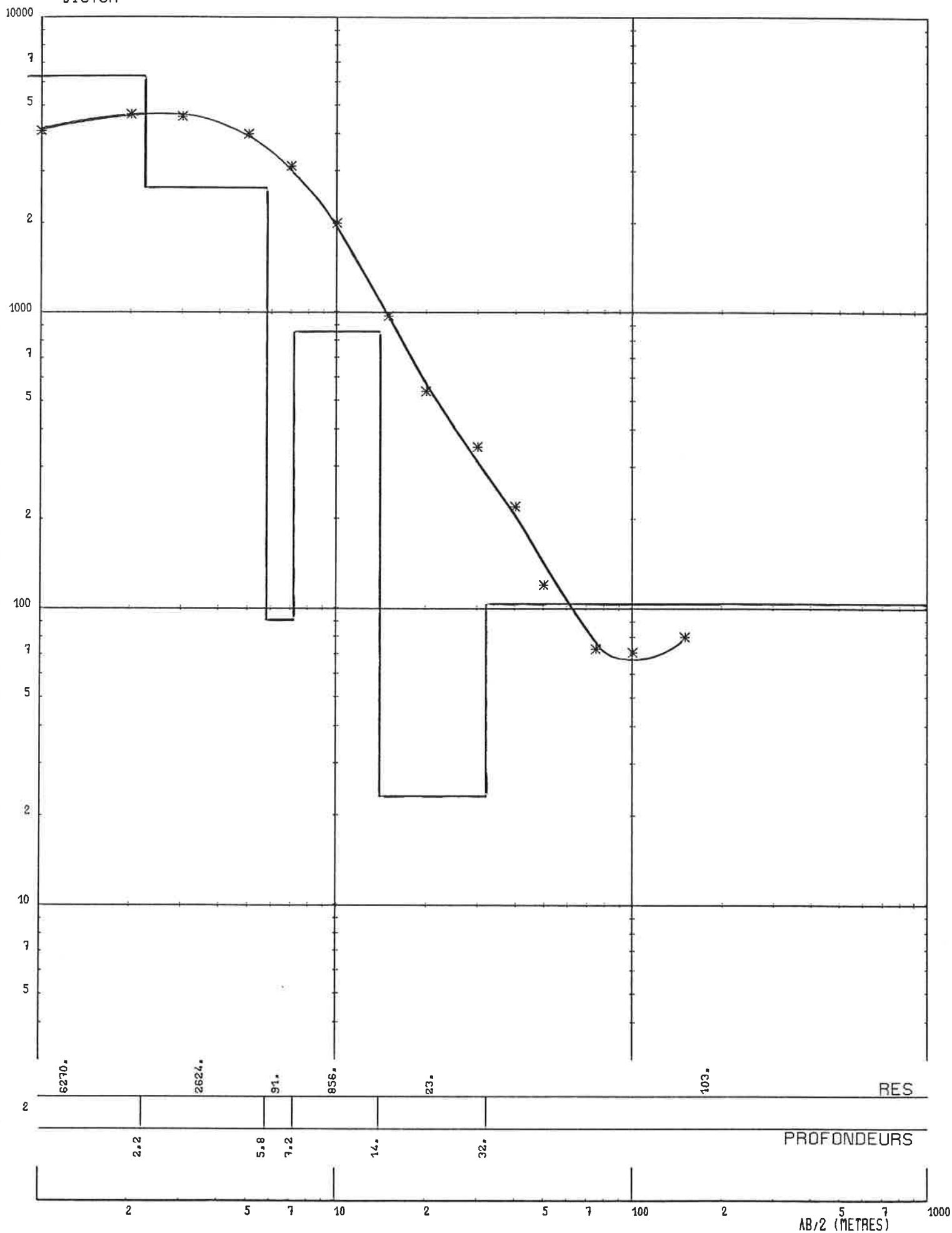


VICTOR





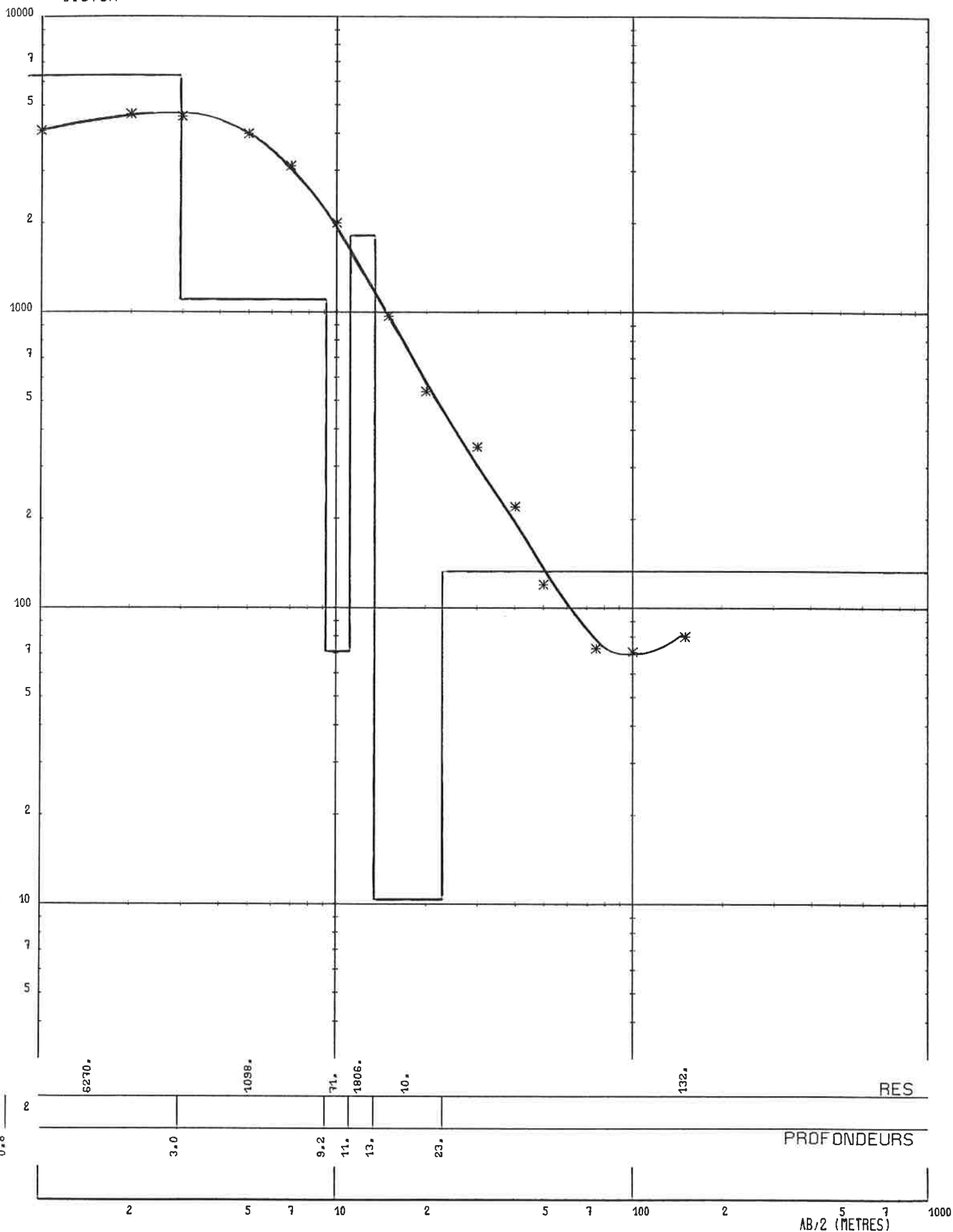
VICTOR





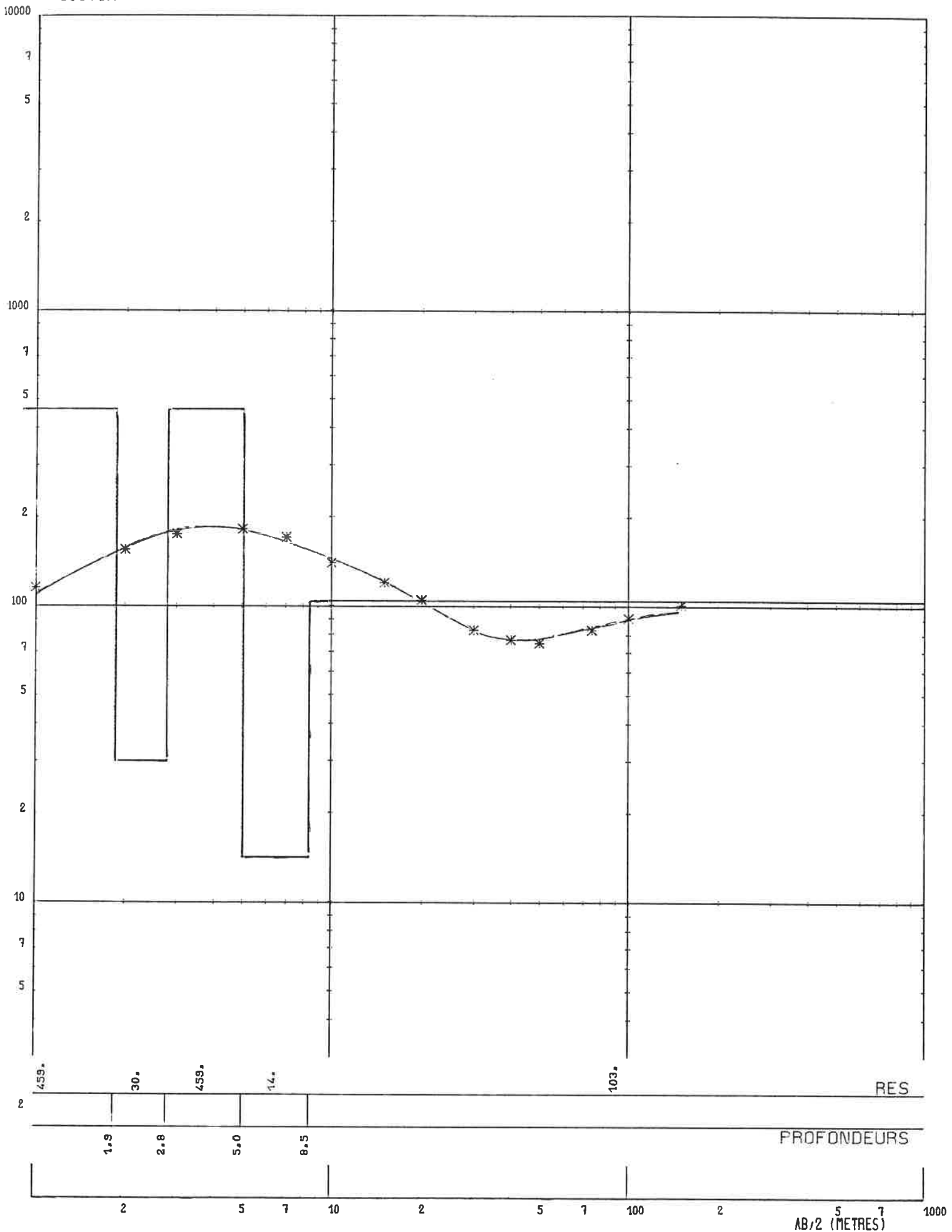


VICTOR



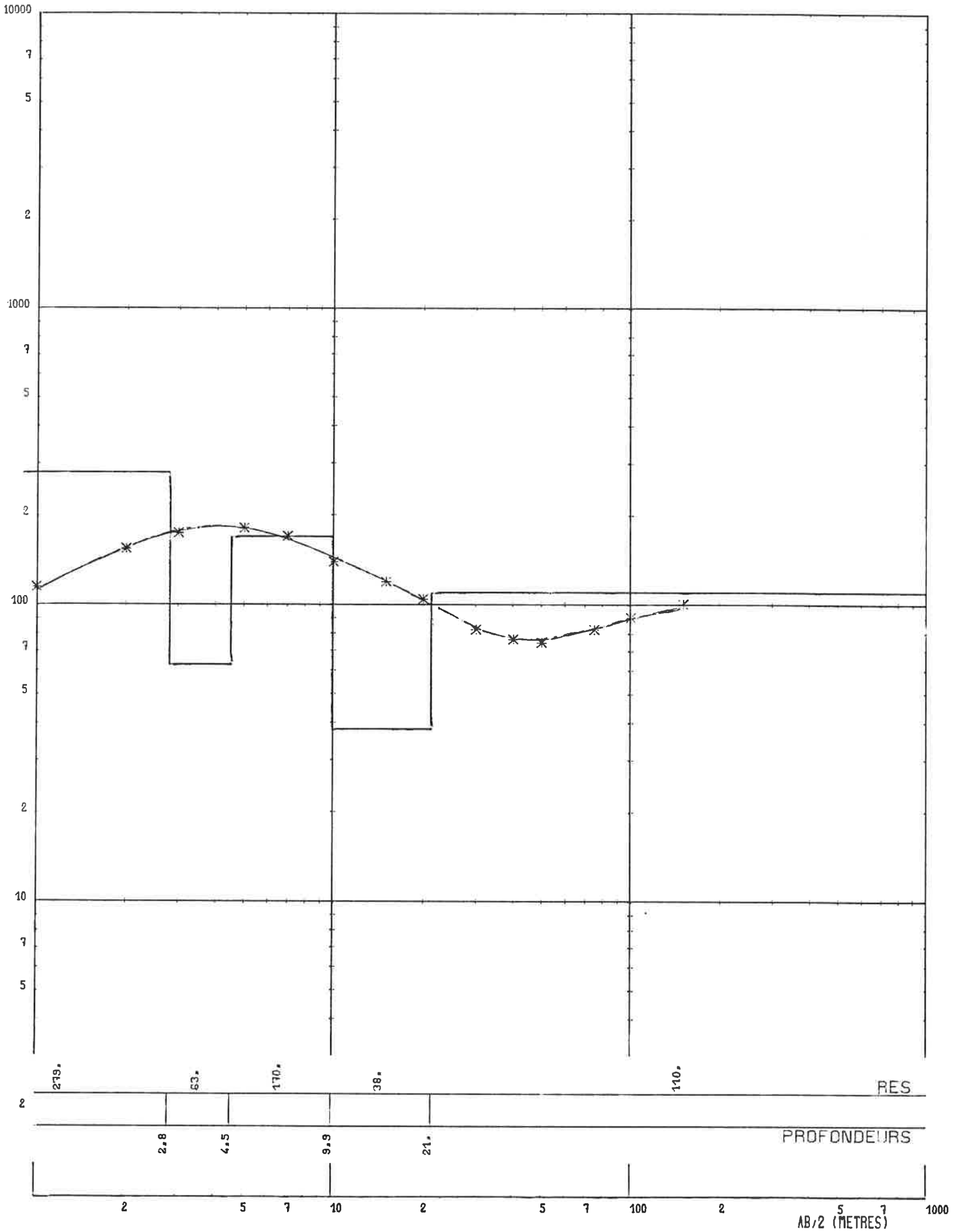


VICTOR



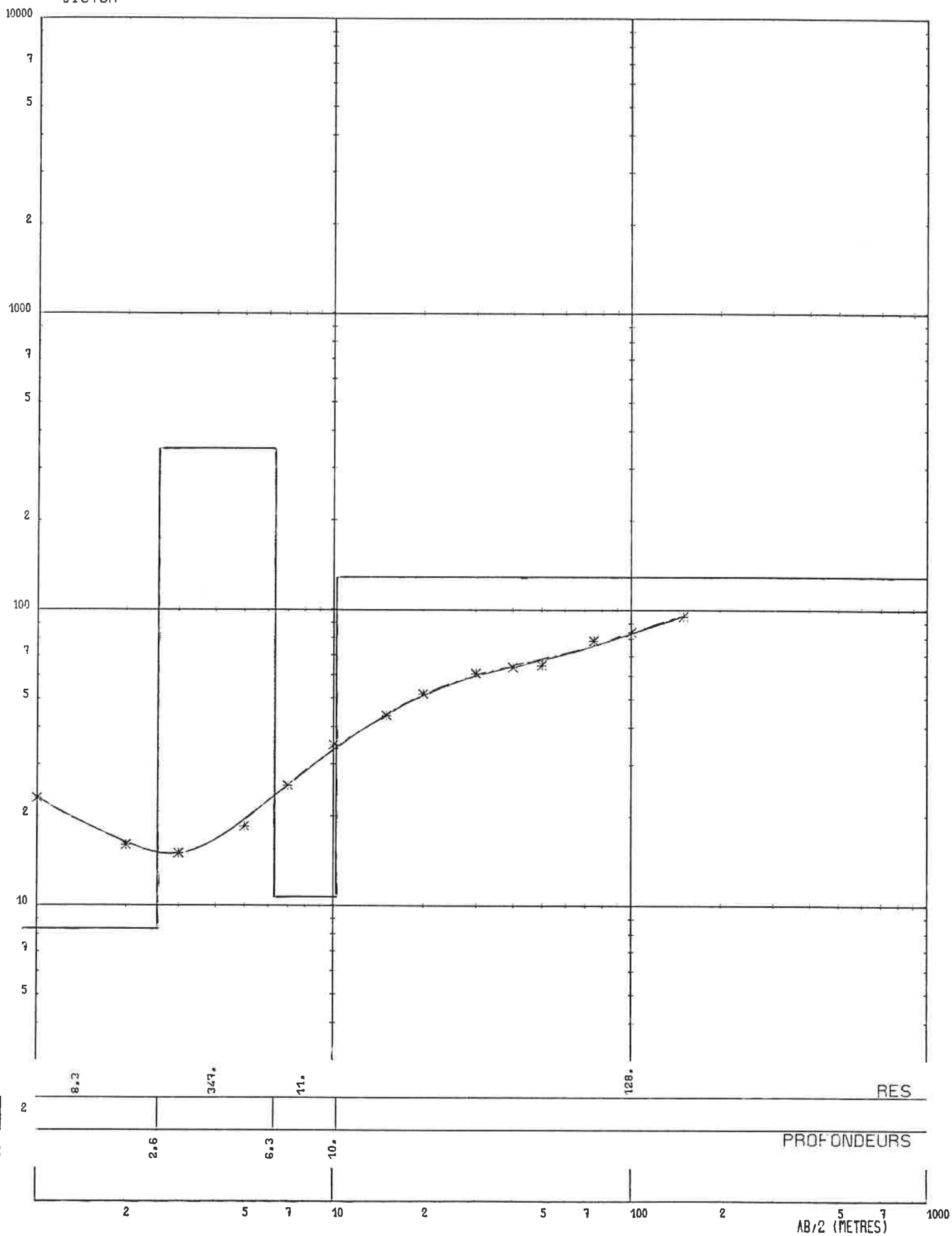


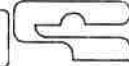
VICTOR



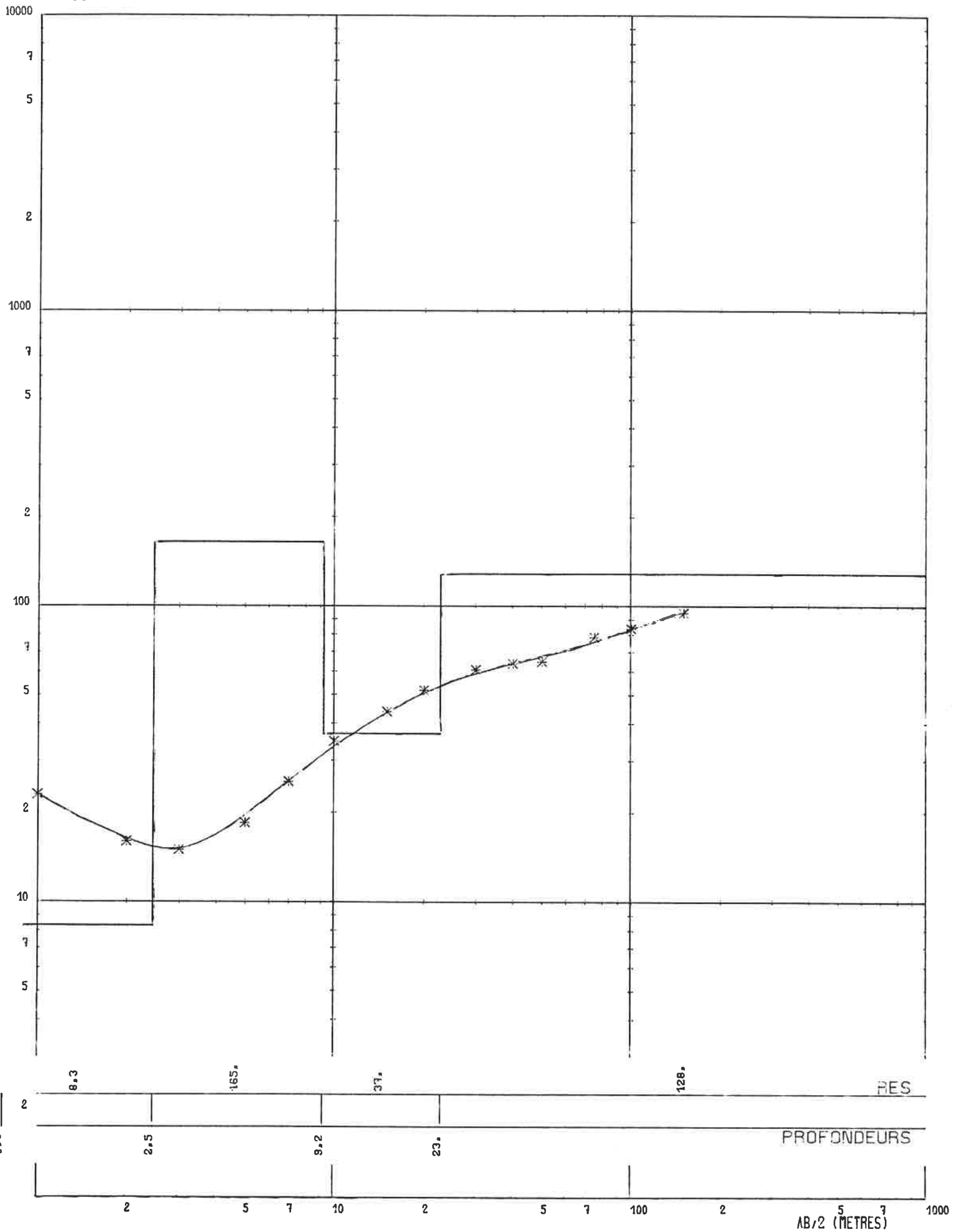


VICTOR



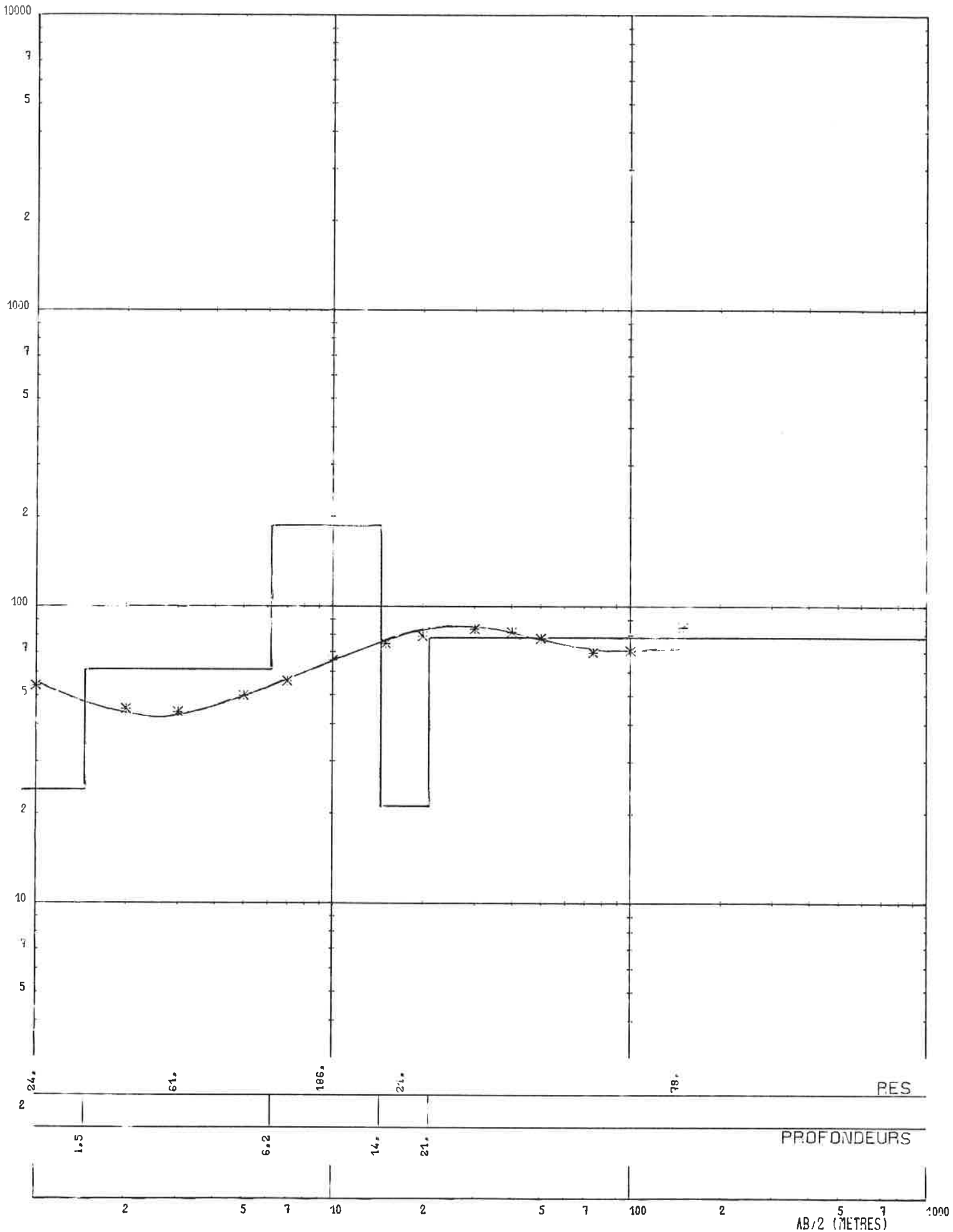


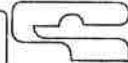
VICTOR



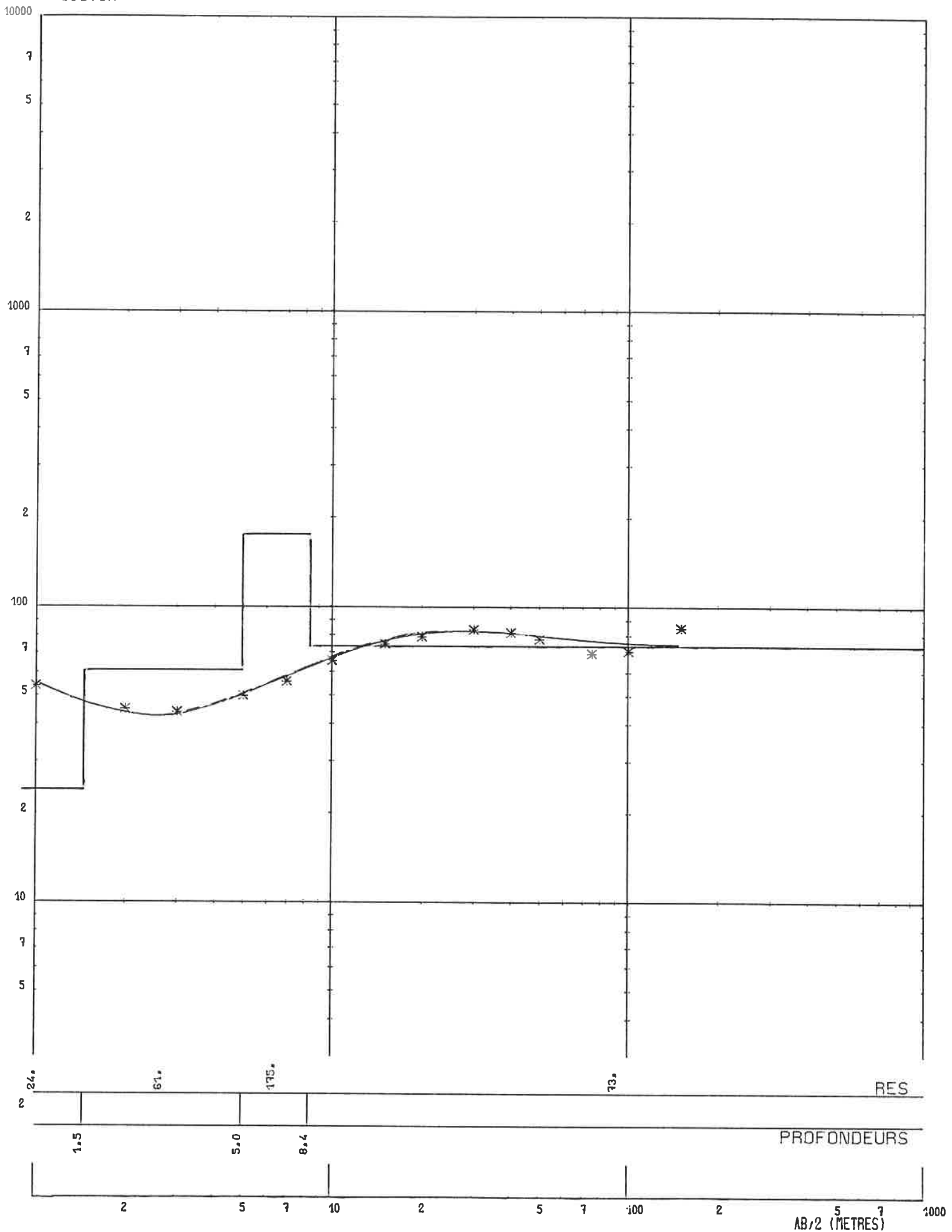


VICTOR



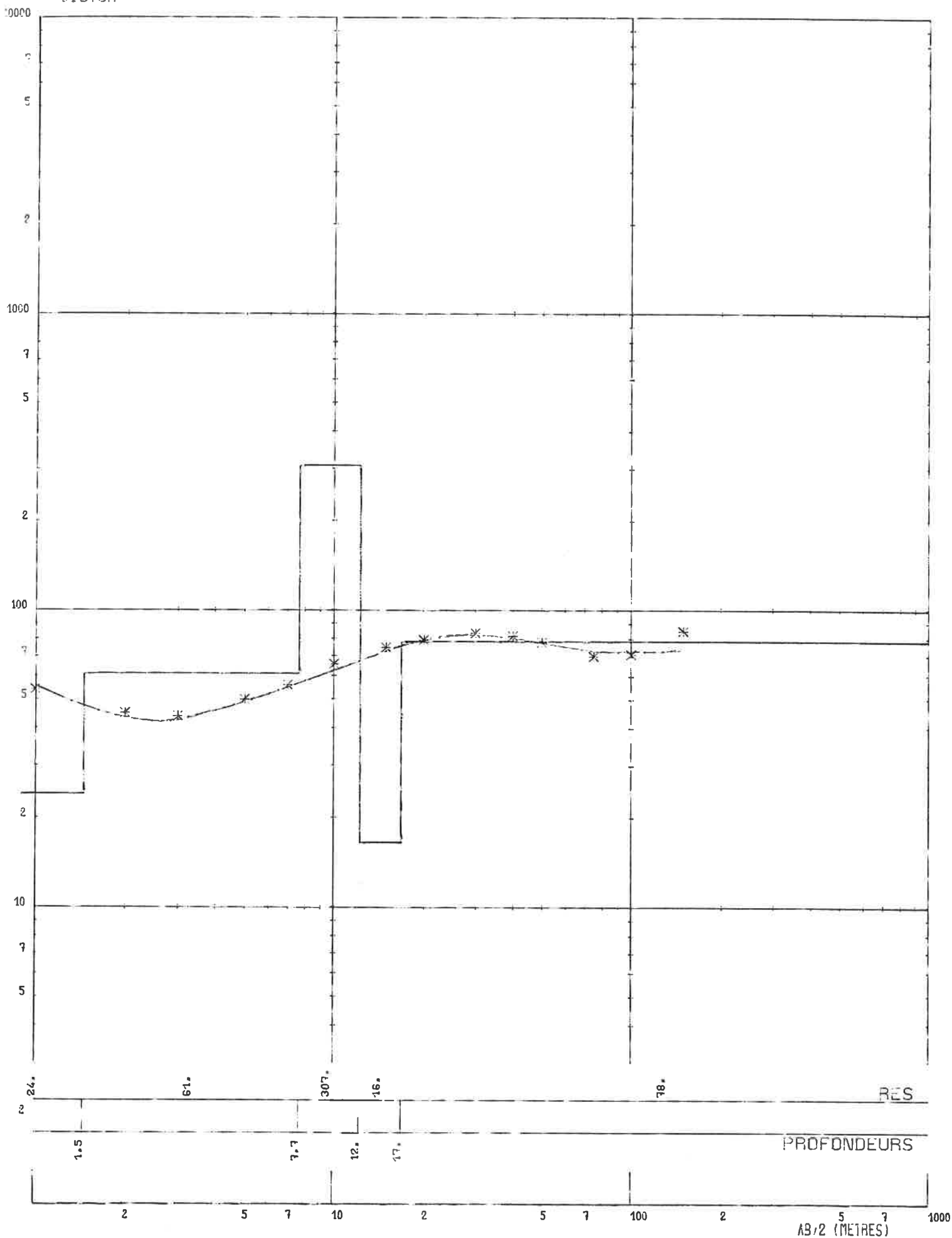


VICTOR





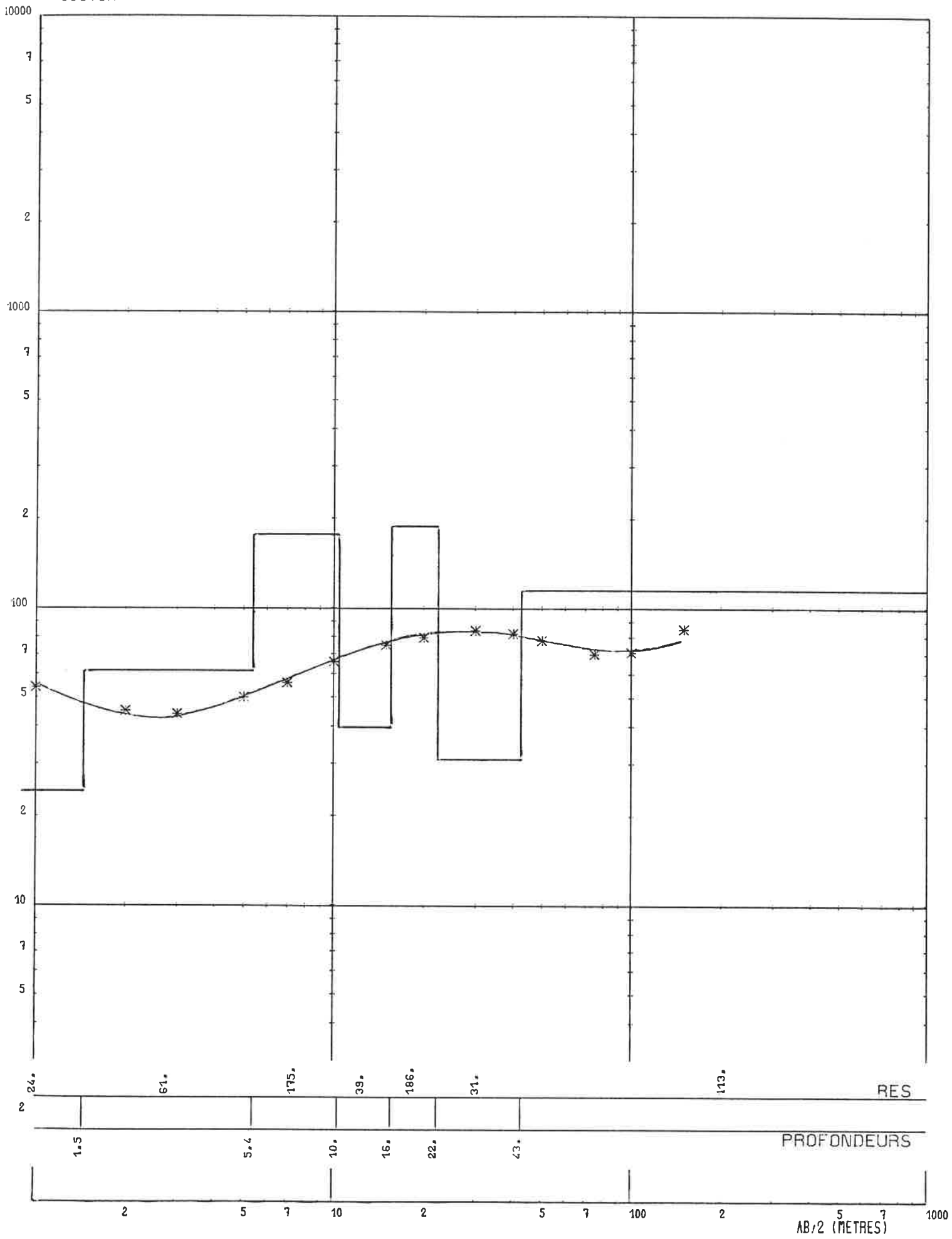
VICTOR







VICTOR





VICTOR

