E.P.A.R.E.B

RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE POUR LE PLAN D'EAU DE FONT BLANCHE

(SECTEUR DE VITROLLES)

(Bouches du Rhône)

par

G.DUROZOY _ A. SYSSAU

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional PROVENCE-CORSE

Domaine de Luminy _ Route Léon Lachamp

13009 _ Marseille

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

75 SGN 076 PRC

Mars 1975

RESUME

L'étude qui suit a été effectuée pour le compte de l'Etablissement public d'aménagement des rives de l'Etang de Berre (E.P.A.R.E.B.)

Les travaux exécutés, destinés à préparer un projet de création d'un plan d'eau de loisirs dans la plaine alluviale de Font-Blanche près de Vitrolles, comprennent:

- des travaux de sondages (1 sondage de reconnaissance et 4 forages avec piézomètres)

- des essais de pompages sur les 4 forages

Les résultats des forages et des essais sont donnés dans le rapport).

Les conclusions sont favorables à la création du plan d'eau, dans des conditions satisfaisantes.

Ingénieur responsable de l'opération et rédaction du rapport — G. DUROZOY

Chargé des opérations de terrains — A. SYSSAU

Dessin — D. FERLAY

Secrétariat — E. BRUNET

Ce rapport contient 14 pages, 2 figures et 7 annexes

NOMENCLATURE B.R.G.M.

DES SONDAGES PRIS EN REFERENCE

DANS LE PRESENT RAPPORT

INDICES B.R.G.M.	NUMEROTATION DES SONDAGES
1020-7X-98	H
1020-7X-153	H 15
1020-7X-154	P 42
1020-7X-155	SC
1020-7X-165	B1
1020-7X-157	B2
1020-7X-158	B3
1020-7X-159	B4

S O M M A I R E

Résumé	page 2
1 - Introduction	5
2 - Travaux antérieurs	5
3 - Hydrogéologie sommaire	5
4 - Travaux exécutés	6
4.1. - Résultats des sondages	7
4.2. - Chimies des eaux	7
4.3. - Essais de pompage	8
4.3.1 - Résultats des essais	8
5 - Hydrodynamique de la nappe	9
6 - Réalisation de l'ouvrage	10
6.1. - Drainage amont	10
6.2. - Pertes par infiltrations	11
7 - Conclusions	14

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Carte de situation - échelle 1/25 000

Annexe 2 - Plan de situation des ouvrages - échelle 1/5 000

Annexe 3 - Forages - coupe des terrains et caractéristiques des ouvrages

Annexe 4 - 4a et 4b - profils N-S

Annexe 5 - Essais de débit - graphiques et interprétation

Annexe 6 - Diagramme d'analyses d'eau.

Annexe 7 - Etude de surélévation du lac

1 - INTRODUCTION

Le projet d'aménagement d'un plan d'eau dans la zone de confluence de la Cadière et du Bondon, dans la plaine de la Cadière au Sud de Vitrolles (cf. carte de situation annexe 1) nécessite une bonne connaissance de la perméabilité des terrains concernés et du débit de la nappe aquifère en vue de son drainage.

2 - TRAVAUX ANTERIEURS

Dans la zone du futur plan d'eau les travaux suivants ont été réalisés antérieurement dans le cadre de la reconnaissance préliminaire du secteur de Vitrolles et de l'étude hydrogéologique de la plaine de la Cadière:(1) (cf. annexe 2: carte d'implantation)

- un sondage de 4,5o m de profondeur (H 15) (C.E.T.E.)
- un essai de débit dans un puits (P 42) non concluant (puits colmaté)(1)
- deux creusements à la pelle mécanique (profondeur 2,80 m) (C.E.T.E.)

3 - HYDROGEOLOGIE SOMMAIRE

A la confluence de la Cadière et du Bondon la profondeur du substratum sous les alluvions (Eocène inférieur continental) est de l'ordre de 4 - 5 m; le pendage des couches constituant celui-ci est faible (de l'ordre de 5°) et orienté vers l'ENE.

---

(1) EPAREB - Etude hydrogéologique de la plaine de la Cadière - Secteur de Vitrolles (13) - 74 SGN 089 PRC - février 1974

Dans la zone du futur plan d'eau le substratum se trouvant sous la formation alluviale, intéresse la zone de contact entre les "argilites inférieures" (argiles rouges, plus ou moins sableuses, à niveaux de grès ou de conglomérats) et les "marnes blanches"; au contact se situe un banc de calcaire pisolithique (2 - 4 m d'épaisseur) dont des blocs (remaniés) ont été trouvés dans un trou à la pelle (T 1).

Les formations alluviales sont constituées de limons rouges, puis gris ou gris jaunâtre, plastiques, à petits gastéropodes; ces limons sont généralement peu sableux mais se chargent, en descendant dans la série, de cailloutis calcaires (voire de blocs) et de galets et sont gorgés d'eau. Vers la base de la formation alluviale l'on trouve généralement des niveaux de graviers à liant sableux ou limoneux qui sont le siège de circulations d'eau.

La surface piézométrique de la nappe circulant dans les alluvions s'équilibre vers 3 mètres de profondeur (P 42) et l'amplitude de la variation du niveau de la nappe est très faible (30 cm dans l'ouvrage P 42).

4 - TRAVAUX EXECUTES (cf. annexe 2 carte d'implantation)

Forages: (Entreprise GAILLARD - Z.I. de Vitrolles)

- 1 forage carotté (S.C.) 15 - 18 janvier 1975
- 4 forages Benoto B 1 à B 4 - 27 - 31 janvier 1975

Les ouvrages ont été développés après exécution.

Piézomètres: (B.R.G.M.)

- 3 piézomètres sur B1
- 2 " sur B2
- 2 " sur B3
- 3 " sur B4

Piézomètres 1 et 2 sur chaque forage, tubés acier, crépinés
Piézomètres 3 sur B1 et B4, tubés plastique

Les caractéristiques de tous les ouvrages et la description des terrains traversés figurent à l'annexe 3.

4.1. - Résultats des sondages

Le sondage carotté a montré que l'épaisseur des alluvions pouvait être plus grande que prévue car on a encore des marnes plastiques avec quelques cailloutis jusqu'à 7,90 m mais, de toute façon, en-dessous de 6,20 m les terrains sont très peu perméables.

Le sondage B3 semble avoir touché le substratum à 5,70 m (marne rouge avec quelques nodules calcaires).

Le sondage B1 est bien dans le substratum à 3,95 m (argilite rouge).

Les coupes annexe 4 montrent les faits suivants:

- le forage B1 met en évidence une zone haute du substratum (argilite rouge) à l'Ouest de laquelle le drainage de la nappe est bien marqué. Une crête piézomètrique existe en B1.

- les niveaux graveleux sont développés dans le secteur B1 - H 15 - B2 et l'ensemble de la couverture alluviale devient plus argileuse à l'Est et au Sud, les niveaux de graviers lenticulaires étant absents ou très argileux.

4.2. - Chimie des eaux

Résultats des analyses en mg/l (cf. annexe 6)									
	Ca	Mg	Na	K	HCO^3	So^4	Cl	No^3	résidus secs
forage 1	159	7,7	23	1,6	351,36	138	25	4,6	566
forage 4	163	14,9	31	17,2	352,58	178	47	10,3	658

Les eaux sont bicarbonatées calciques mais à teneur assez élevée en So^4Ca et ClNa caractéristiques de circulations en alluvions.

La concentration en sels est plus élevée au F4 ce qui s'explique par la plus faible perméabilité dans ce secteur et les vitesses de circulations plus lentes.

La nature chimique des eaux ne pose pas de problème particulier concernant les projets soumis à notre examen.

4.3. - *Essais de pompage*

Ils ont été effectués par le B.R.G.M. du 4 au 12 février. Toutes les données relatives aux essais figurent dans les fiches de pompage archivées au B.R.G.M. et dont une copie sera remise séparément à EPAREB.

4.3.1. - *Résultats des essais*

Ils sont synthétisés dans le tableau joint.

Les graphiques relatifs aux essais sont rassemblés dans l'annexe 5 où est aussi résumée la méthode d'interprétation. D'après les coupes, il apparaîssait que les sondages B1 et B2 devaient avoir les meilleures perméabilités (ancien cours du Bondon?). C'est ce que confirment les résultats des essais. La valeur de la transmissivité est plus élevée en B2 ($2 . 10^{-3}$ m^2/s) qu'en B1 ($3{,}50\ 10^{-4}$ m^2/s).

Les coefficients d'emmagasinement sont très variables, traduisant aussi bien des états captifs que des états libres ($2{,}5\ 10^{-3}$ et $6. 10^{-2}$).

Comme il fallait s'y attendre, les valeurs de transmissivité des terrains traversés par B3 et B4, pourtant proches du cours de la Cadière, sont faibles: de l'ordre de $7{,}5\ 10^{-5}$.

Le coefficient d'emmagasinement a une valeur très faible en B3: 2.10^{-4} (nappe captive ou semi-captive), plus élevée en B2 ($3{,}4\ 10^{-2}$).

RESULTATS DES ESSAIS DE POMPAGE

OUVRAGE	DISTANCE A L' OUVRAGE	PROFONDEUR	T m^2/s DESCENTE	S	T m^2/s REMONTEE	CREPINAGE	Ø mm	K m/s
B1	0	4,45 m	$4,4.10^{-4}$		$3,50.10^{-4}$	0,95 - 4	150	1 à 6.10^{-4}
P1 (B1)	4,80	3,90 m	$2,5.10^{-3}$		$1,9.10^{-3}$	2,90 - 3,90	33	
P2 (B1)	8,90	3,85	$1,7.10^{-3}$	$2,8.10^{-3}$		2,88 - 3,88	33	
P3 (B1)	2,40	1,55	$1,9.10^{-3}$	$2,5.10^{-3}$	$5,9.10^{-4}$	0 - 1,55	57	
B2	0	4,20	1.10^{-3}		2.10^{-3}	2,9 - 3,4	150	4.10^{-3}
P1 (B2)	3,25	3,40	$1,1.10^{-3}$	1.10^{-1}	$1,7.10^{-3}$	2,4 - 3,4	33	
P2 (B2)	3,40	8,25	1.10^{-3}	6.10^{-2}	$1,7.10^{-3}$	2,4 - 3,4	33	
B3	0	5,10	$7,7.10^{-5}$		$7,7.10^{-5}$	1,5 - 4,6	150	$2,1.10^{-5}$
P1 (B3)	3,70	3,80	9.10^{-5}	2.10^{-4}	$5,6.10^{-4}$	2,8 - 3,8	33	
P2 (B2)	8,80	3,80				2,8 - 3,8	33	
B4	0	4,70	$1,5.10^{-5}$		$7,3.10^{-5}$	2 - 4,20	150	$3,6.10^{-5}$

5 - HYDRODYNAMIQUE DE LA NAPPE

La surface piézométrique figurée sur l'annexe 1 montre un écoulement de la nappe des alluvions de la Cadière du NE vers le SW avec un rôle drainant des parties aval des talwegs de la Cadière du Bondon.

Le gradient moyen, mesuré sur la carte piézométrique est de 15.10^{-3}.

L'amplitude de fluctuation est de l'ordre du mètre.

6 - REALISATION DE L'OUVRAGE

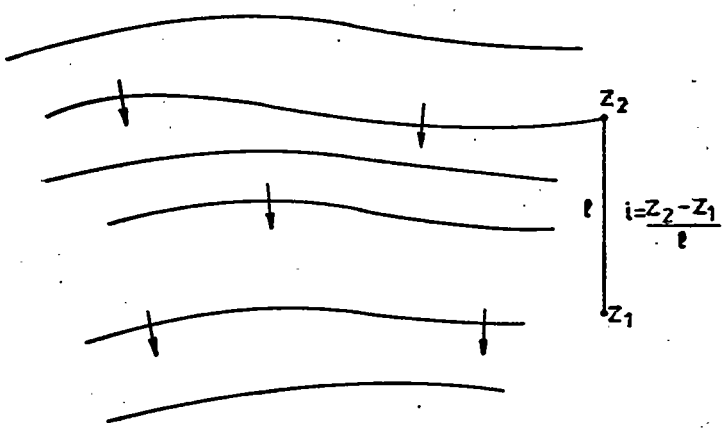
Le plan d'eau prévu doit être aménagé dans la partie aval de la zone étudiée par excavation des alluvions jusqu'au substratum; (1) le niveau d'eau qui s'établirait, sans alimentation extérieure, serait en liaison avec la nappe des alluvions entourant le plan d'eau et drainé par les deux rivières.

6.1. - Drainage amont

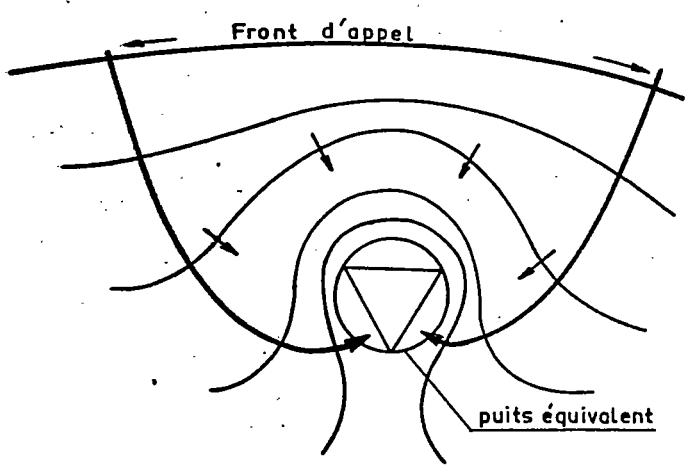
Mais, on veut se protéger contre une éventuelle remontée de nappe à l'amont de la retenue. L'alimentation par dérivation de la Cadière, seule rivière pérenne, est donc nécessaire. Dès lors se pose le problème des fuites possibles. La profondeur des drains sera en définitive commandée par la pente nécessaire à l'évacuation vers les points bas de restitution dans le réseau hydrographique (Bondon et Cadière).

Le débit de drainage que peut recueillir un drain sommairement triangulaire, dans une nappe inclinée, à substratum lui-même incliné ne paut^être calculé par des solutions analogiques rigoureuses. Seul un modèle permettrait, par discrétisation, d'approcher la solution.

En première approximation, on assimilera le drain à un très grand puits circulaire de même périmètre.



Piézomètrie initiale



Piézomètrie avec ouvrage en service

(1) voir page suivante.

En assimilant le triangle à un grand puits on peut alors appliquer les formules données par la littérature (SCHOELLER donne $Q = 2\pi K\ Ro\ Hi$) soit encore $Q = 2\ \pi\ Ti\ Ro$

Ro étant le rayon correspondant à la zone d'appel avec F, front d'appel= $2\pi Ro$, soit $Q = F \times i \times T$

C'est à dire que tout le débit transitant par le fond d'appel parvient à l'ouvrage d'exhaure.

Le front d'appel, dans une nappe de grandes dimensions par rapport à l'ouvrage de captage, serait lui-même très supérieur à cet ouvrage.

Toutefois, dans le cas de la région de Font Blanche, le front d'appel ne peut se développer largement. En première analyse, on admettra qu'il ne peut être guère supérieur à deux fois la longueur du drain prévu, allant du Nord-Ouest du Griffon à la Billane.

Ce faisant, on néglige également le rôle de réalimentation possible par les rivières mais les pompages d'essai n'ont guère montré de relations entre cours d'eau et nappe, la rivière étant contenue dans un lit argileux isolé du matériau aquifère avec un gradient de la nappe $i = \frac{dh}{dl}$ (valeur moyenne pour la zone de 15.10^{-3}):

soit $Q = 4\ 000 \times 15.10^{-3} \times T$

$Q = 60 \times T$

pour $T = 1.10^{-4}$ $\quad Q = 6.10^{-3}\ m^3/s$ ou 6 l/s

pour $T = 8.10^{-4}$ $\quad Q = 4.8.10^{-3}\ m^3/s$ ou 48 l/s

Pour conserver la marge de sécurité nécessaire il serait bon de considérer que le débit du drain, éventuellement soutenu par les infiltrations des cours d'eau puisse atteindre la valeur moyenne de 50 l/s soit 25 l/s par branche de drain.

---

(1) La cote du fond n'est pas encore exactement définie: vraisemblablement 51,30: le substratum ne serait alors atteint que dans le secteur de B1, mais on se situerait dans des limons très peu perméables en-dessous des niveaux graveleux.

T n'est connu que dans la zone aval où les valeurs sont comprises entre 1.10^{-3} et 5.10^{-4} dans un secteur et 5.10^{-4} et 7.10^{-5} dans l'autre. On peut admettre que les valeurs moyennes seraient comprises entre 8.10^{-4} et 1.10^{-4}.

6.2. - *Pertes par infiltrations*

Le fond du lac ne pourra pas être établi dans les alluvions au-dessous des niveaux graveleux dans des marnes à très rares graviers dont la perméabilité (verticale) est très inférieure à 10^{-7} m/s. Pour une telle valeur les pertes par le fond seraient très faibles: si on suppose une superficie S de 30 000 m^2, une charge h de 3 mètres et une épaisseur de formation à traverser verticalement de un mètre (cas pessimiste), la valeur des pertes serait voisine de:

$$Q = K.S.\frac{h}{l} \quad \text{(formule de Darcy)}$$

$$= \frac{1.10^{-8} . 30.10^{3}.3}{1} = 0{,}90 \text{ l/s}$$

Les pertes latérales (le long des rives du Bondon et de la Cadière) peuvent être estimées (en supposant l'alimentation amont par la nappe supprimée par l'effet des drains). Si la hauteur du plan d'eau correspond à celle de la surface piézomètrique de la nappe, le débit peut être calculé, d'après la formule de Darcy:

$$Q = T.L.i$$

i = gradient de la nappe = 0,017

pour le côté ouest (Bondon) on a T de l'ordre de 7.10^{-4} m^2/s

si L = 200 m Q = 2,4 l/s

pour le côté est (Cadière) on a T de l'ordre de 1.10^{-4} m^2/s

si L = 150 m Q = 0,34 l/s

Par contre, si le niveau du plan d'eau est supérieur à la surface piézomètrique avant creusement de la cuvette, la charge sera supérieure et le drainage vers les ruisseaux de la Cadière et du Bondon serait plus important.

Pour une charge d' un mètre au-dessus du lit des rivières et une berge à 20 mètres de celles-ci, le gradient est égal à 1/20 et on aurait dans les mêmes conditions que précédemment:

$$Q = 7.10^{-4} \cdot 0{,}05 \cdot 200 = 7 \text{ l/s}$$

$$\text{et } Q = 1.10^{-4} \cdot 0{,}05 \cdot 150 = 1 \text{ l/s}$$

De toute façon, du fait du damage des terrains qui se produira lors du creusement, l'étanchéité du fond se trouvera quasi totalement réalisée et il se produira ultérieurement un colmatage des berges.

Les pertes totales (fond et berges) paraîssent donc devoir être voisines de (0,90 + 7,00 = 1,00) c'est à dire de l'ordre de 9 l/s.

7 - CONCLUSIONS

Les sondages et essais de débit sur forages effectués sur l'emplacement du futur plan d'eau de Vitrolles ont montré les faits suivants:

Sous la couverture végétale cultivée peu épaisse, l'épaisseur des alluvions varie de 4 à 6 mètres, le substratum (marnes ou argiles rouges ou blanches de l'Eocène inférieur continental)pouvant être altéré sur une certaine épaisseur (marne claire altérée).

Les alluvions sont dans l'ensemble très argileuses. Des intercalations graveleuses toujours argileuses et peu épaisses (0,30 à 0,50 m) ne sont développées que dans les secteurs ouest et Nw du futur plan d'eau.

Les valeurs de la transmissivité des alluvions sont faibles, allant de $2.\ 10^{-3}$ à $7,7\ .\ 10^{-5}$ m^2/sec.

Le substratum très argileux peut être considéré comme imperméable.

La nappe circulant dans les alluvions s'écoule du NE vers le SW sous un gradient de 15.10^{-3}, le drainage par les deux ruisseaux de la Cadière et du Bondon étant bien marqué; les axes de drainage correspondant sont provoqués essentiellement par le creusement topographique des talwegs car les lits de rivière paraissent colmatés.

En fonction des perméabilités calculées d'après les essais et des valeurs de pente, le débit total des drains prévus à l'amont de la retenue pour dériver vers les deux rivières le flux de la nappe alluviale venant de l'amont serait compris entre 6 et 50 l/s selon les valeurs effectives de la transmissivité, très variables selon les points, le débit diminuant après effet de rabattement sur la nappe.

Les valeurs des pertes par les berges , même en admettant une charge de 1 m au-dessus de la surface piézométrique avant creusement, seraient de l'ordre de 10 l/sec. Il devrait se produire ultérieurement un colmatage des berges et du fond.

BRGM

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

Reconnaissance hydrogéologique pour le plan d'eau de Font Blanche

(secteur de Vitrolles)

Bouches du Rhône

Carte de situation

Annexe 1

EPAREB

75 SGN 076 PRC

Date Mars 1975

Echelle 1/25.000

Carrefour du Griffon_Route d'Aix_13_Vitrolles_Tel 02.81.03 +

LEGENDE

B	Boues rouges	Epandage artificiel	
C	Cailloutis	Colluvions de pente	QUATERNAIRE
A	Limon, sable et gravier	Alluvions	QUATERNAIRE
e2b	Calcaire beige ou blanc, compact et fissuré		THANETIEN
e2a	Alternance de calcaire, de calcaire marneux et de marne		THANETIEN
e1d	Marne calcaire, rognoneuse, rouge	Argilites supérieures	VITROLLIEN
e1c	Calcaire blanc fracturé ; passées de marne à la base	Calcaire de Vitrolles	VITROLLIEN
e1b	Argilites rouges; quelques intercalations de grès et de conglomérats	Argilites inférieures	VITROLLIEN
+e1a	Calcaire pisolithique 2-3 m		VITROLLIEN
c8	Calcaire blanc compact, quelques passées de marnes		ROGNACIEN

- Limite de bassin versant
- Limite de sous bassin
- Source
- Sens des circulations souterraines
- Sens des circulations souterraines hors du bassin versant
- Vallon drainant
- 45 Coupe hydroisohypse nappe des alluvions (fin janvier 1974)
- Plan d'eau projeté
- Drainage prévu



B.R.G.M. / SGR
PROVENCE CORSE

Reconnaissance hydrogéologique du plan d'eau de Font Blanche (secteur de Vitrolles 13)

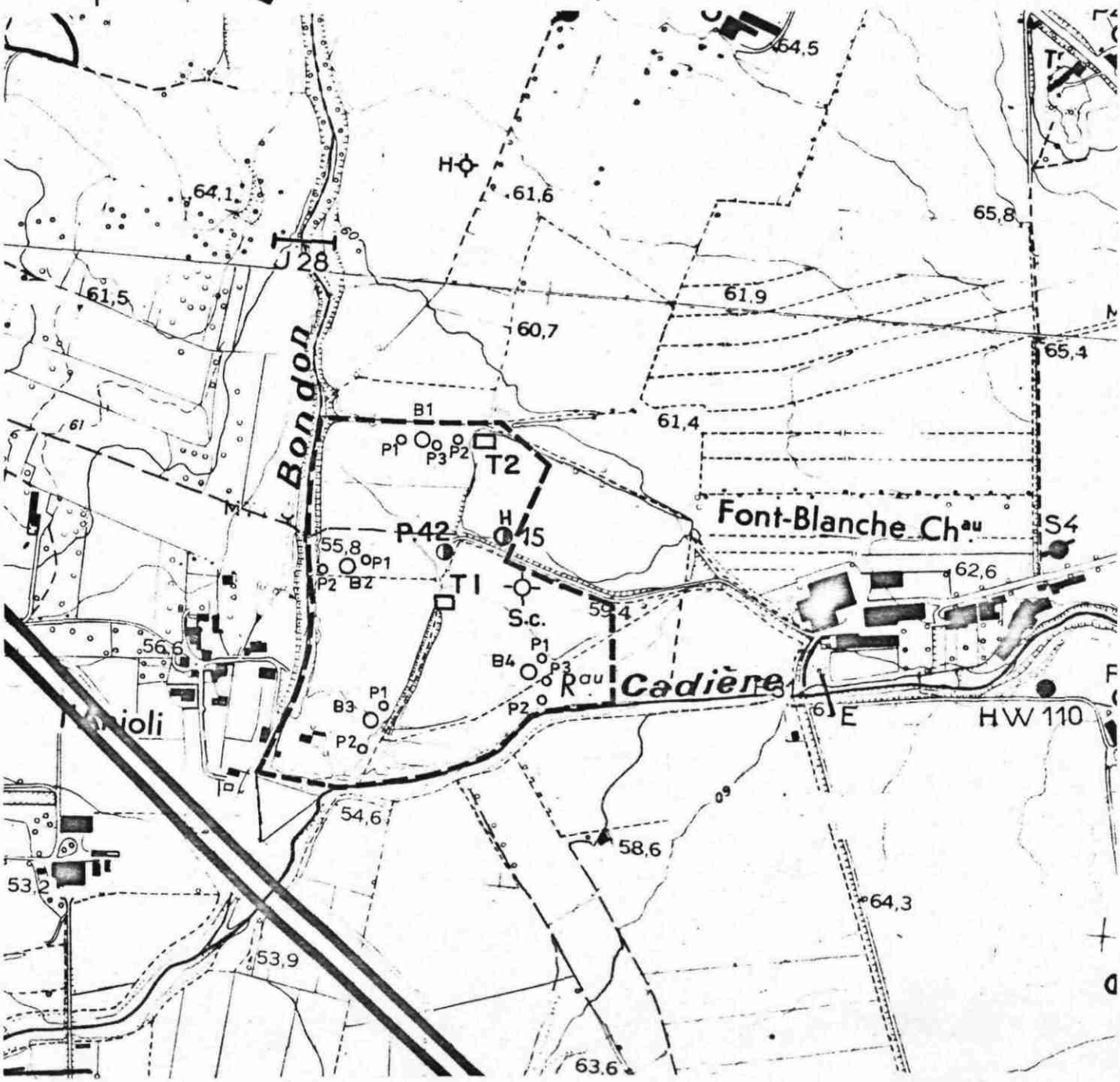
Echelle 0 — 100 — 200 m

Plan de situation des ouvrages

ANNEXE 2

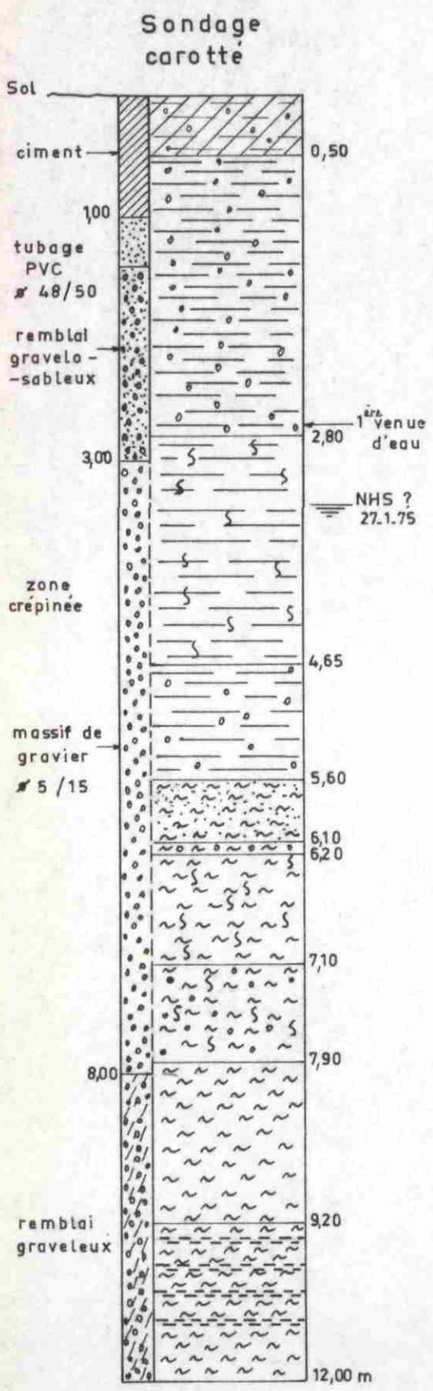
LEGENDE

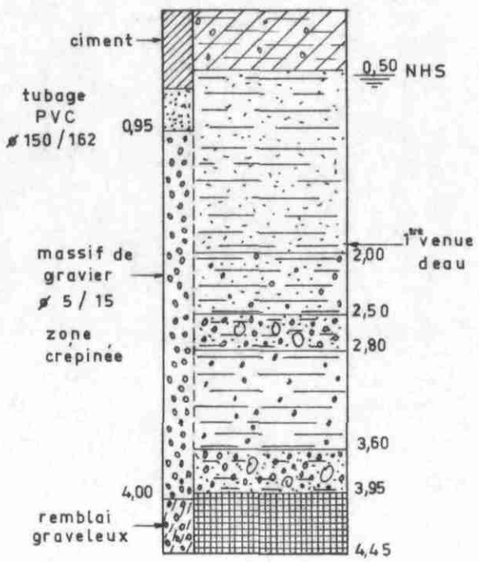
- sondages Highway anciens
- T trou à la pelle mécanique
- sondage carotté
- sondages en vue d'essais de débit (projet)
- piézomètres à poser
- limite de l'étude

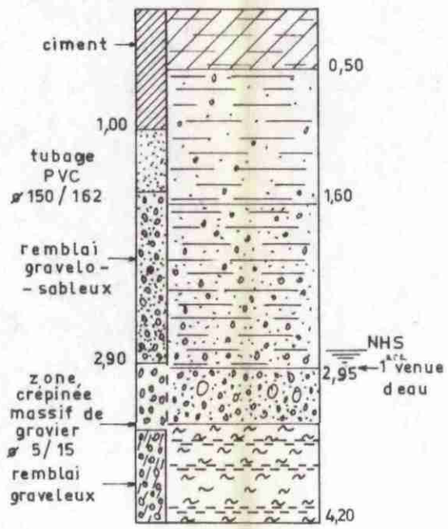


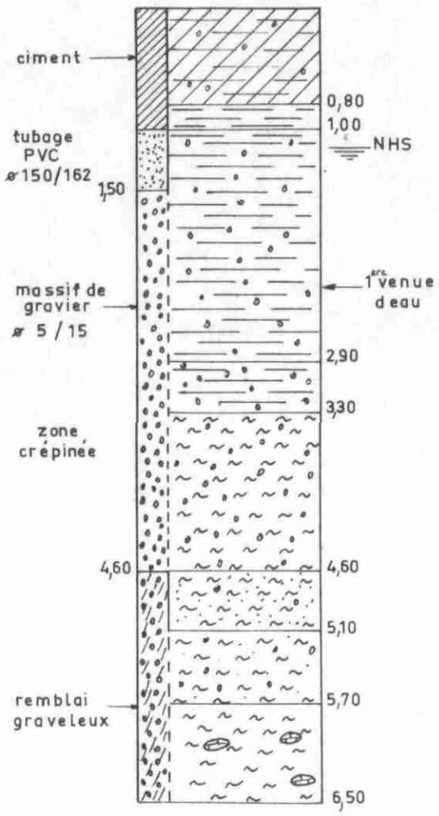
75 SGN 076 PRC

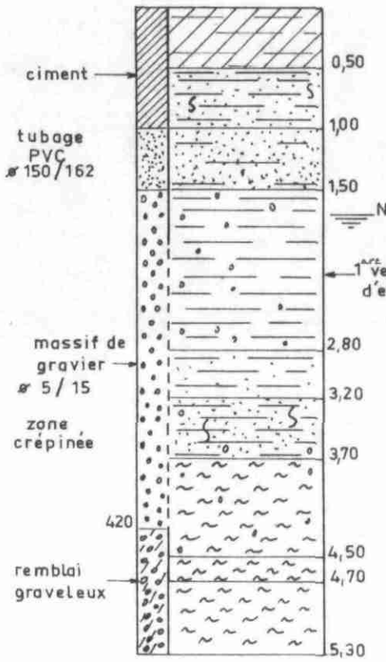
Coupes des terrains et caractéristiques des ouvrages











Légende

- Terre végétale cailloux, graviers
- Limon argileux ± graveleux sec
- Limon argileux fluide
- Limon argileux ± sableux à silteux
- Gravier sableux avec q.q. galets
- Graviers et galets à liant argilo-sableux
- Sable à silt argileux
- Marne compacte finement sableuse
- Marne plastique ou fluide
- Marne ± graveleuse
- Marne avec inclusions d'argile rouge
- Marne avec nodules de calcaire
- Argilite rouge

Coupes géologiques et techniques des sondages de reconnaissance hydrogéologique

Echelle : 0 — 1,00 — 2,00 m

BRGM

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

Reconnaissance hydrogéologique pour le plan d'eau de Font Blanche

(secteur de Vitrolles)

Bouches du Rhône

Profil Nord et Sud

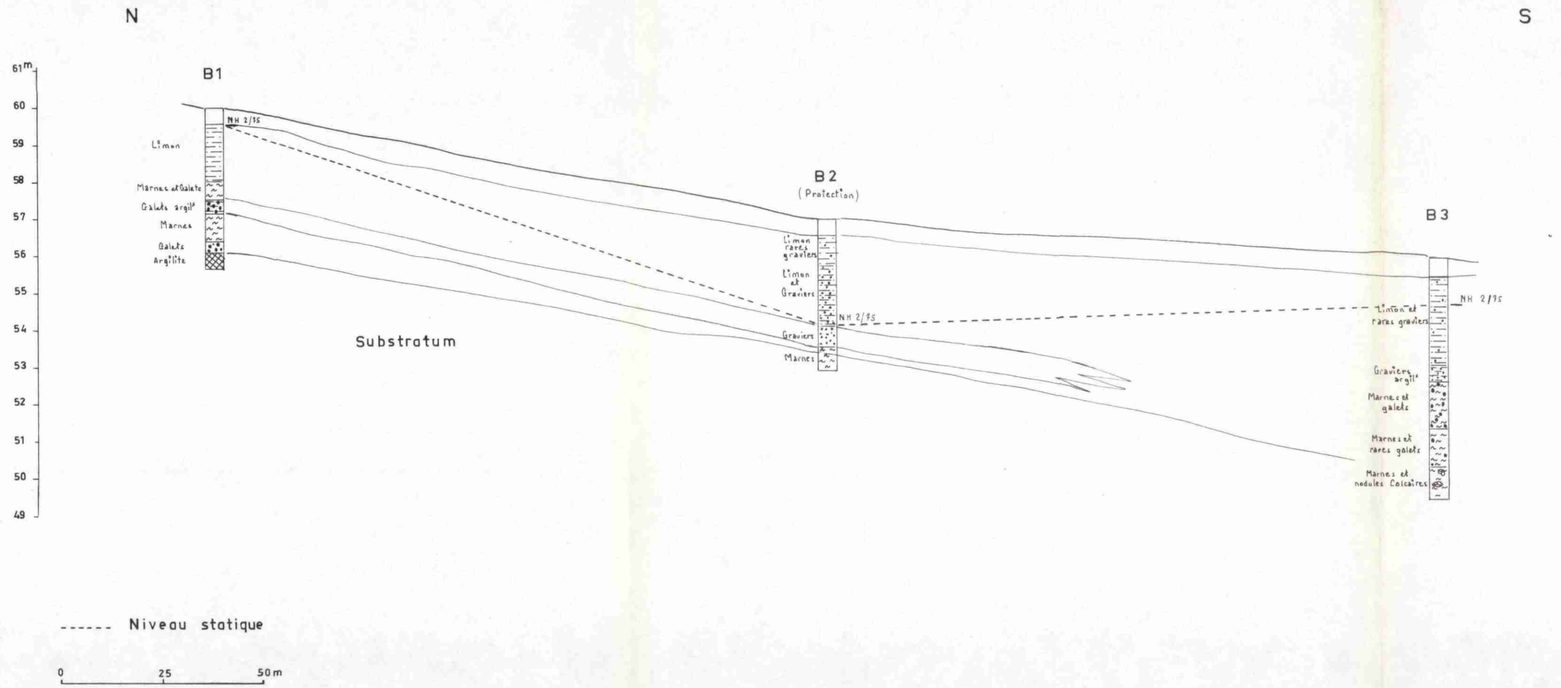
Annexe 4 a

EPAREB

75 SGN 076 PRC

Date Mars 1975

Carrefour du Griffon_Route d Aix_13_Vitrolles_Tel 02.81.03 +



BRGM

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

Reconnaissance hydrogéologique pour le plan d'eau de Font Blanche

(secteur de Vitrolles)

Bouches du Rhône

Profil Nord et Sud

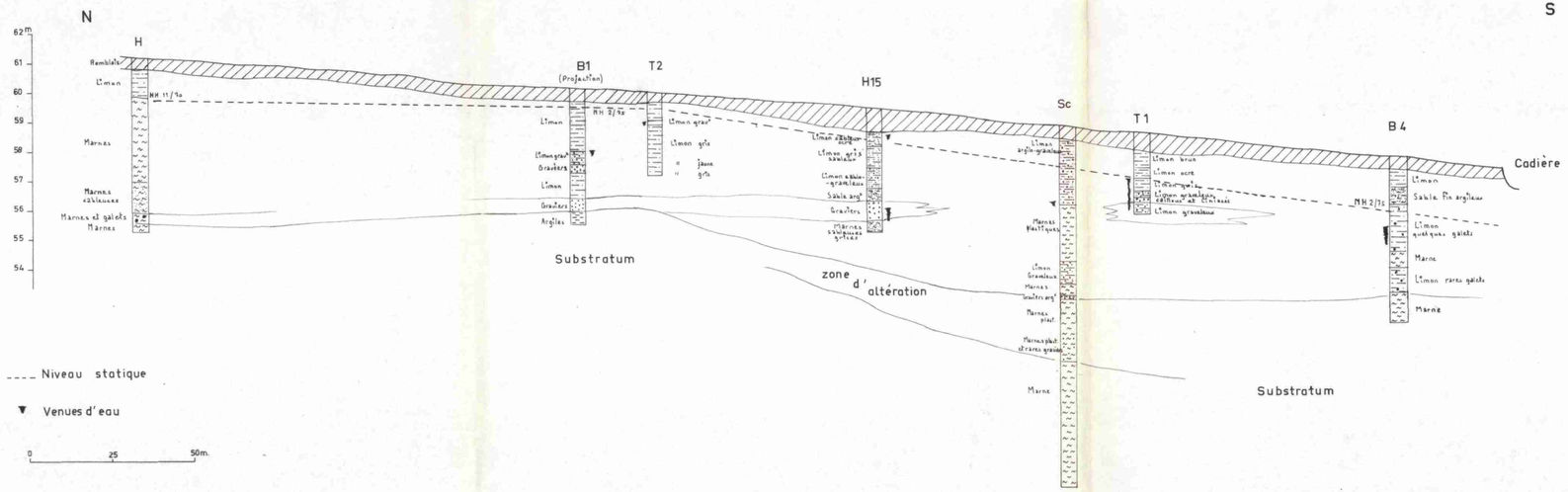
Annexe 4 b

EPAREB

75 SGN 076 PRC

Date Mars 1975

Carrefour du Griffon_Route d'Aix_13_Vitrolles_Tel 02 81 03 +



BRGM

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

Reconnaissance hydrogéologique pour le plan d'eau de Font Blanche

(secteur de Vitrolles)

Bouches du Rhône

Essais de débit
Graphiques et interprètation

Annexe 5

EPAREB

75 SGN 076 PRC

Date Mars 1975

Echelle 1/25.000

Carrefour du Griffon_Route d'Aix_13_Vitrolles_Tel 02.81.03 +

INTERPRETATION DES ESSAIS DE POMPAGE, METHODE DE NON EQUILIBRE.

Le pompage déclenche dans la nappe un phénomène dit transitoire (équilibre non permanent) se traduisant par l'extension du cône d'influence. Le débit étant constant les rabattements sont mesurés en fonction du temps. Après l'arrêt du pompage la remontée est observée de même en fonction du temps.

L'interprétation est faite selon la méthode de JACOB : on porte sur un diagramme semi logarithmique le log du temps en abcisses et les rabattements en ordonnées. La méthode de JACOB est valable à 5 % près dès que :

$$\frac{4Tt}{r^2 s} \geqslant 10 \qquad \text{ou} \quad t \geqslant \frac{2{,}5\ r^2 s}{T}$$

T = Transmissivité = K (perméabilité). H (épaisseur de l'aquifère) en m^2/s

r = distance du piézomètre au puits

S = coefficient d'emmagasinement : volume d'eau libéré par un prisme vertical de la nappe, de section unité, pour une baisse unité du niveau piézométrique, nombre sans dimension.

On calcule la transmissivité par l'équation :

$$T = \frac{0{,}183\ Q}{i}$$

i = pente de la droite sur le graphique (valeur du rabattement correspondant à un cycle logarithmique sur le graphique)

Q = débit de pompage en m^3/s

Lorsque le débit n'est pas constant, on porte en ordonnées le rabattement résiduel spécifique ($m/m^3/s$) et la transmissivité est donnée par

$$T = \frac{0{,}183}{Q}$$

Le coefficient d'emmagasinement s'obtient par expression :

$$S = \frac{2,25\ Tt_o}{r^2}$$

t_o = point où la droite recoupe l'axe des temps sur le graphique.

Les résultats sont reportés sur le graphique ci-joint

B 1 - Le forage a traversé deux niveaux aquifères. La courbe de descente montre deux alignements de points distincts. Etant donné la limite théorique de l'effet de capacité, le deuxième alignement peut seul être utilisé. Les courbes de remontée, tant dans le forage que dans le piézomètre, sont très régulières. Tout se passe comme s'il n'y avait qu'un aquifère unique.
La valeur moyenne calculée de la transmissivité n'est pas très élevée, de l'ordre de 4.10^{-4} m^2/s.
Rabattement atteignant 1,10 m pour un débit de 0,130 l/sec.
Epaisseur de la tranche mouillée : 3,5 m
d'où $K = 1,1 ; 10^{-4}$ m/s

Perméabilité des couches aquifères seules (épaisseur : 0,65) $6,1.10^{-4}$ m/s.

La valeur du coefficient d'emmagasinement est faible : $2,5.10^{-3}$.

B 2 - Le forage n'a traversé qu'un niveau aquifère, mais bien individualisé.
Rabattement de 0,22 m pour un débit de 0,28 l/sec
La limite théorique de l'effet de capacité correspond à un décrochement de la courbe de descente du forage, mais on a ensuite une droite bien marquée qui prolonge la droite correspondant au début du pompage.
Il y a ensuite une accentuation de la pente (transmissivité plus

faible).

La courbe de remontée présente deux droites distinctes dont la seconde dans le temps correspond à la transmissivité vraie de la couche aquifère.

La valeur de la transmissivité correspondant à cette droite est assez élevée : 2.10^{-3} m^2/sec

La valeur de la perméabilité est de 4.10^{-3} m/sec (épaisseur de l'aquifère : 0,50)

Le coefficient d'emmagasinement est voisin de 0,10

Bien que le forage soit situé à 30 m du lit du Bondon, on n'observe pas de réalimentation à partir du ruisseau (lit colmaté).

B 3 - Le forage n'a pas rencontré de niveau aquifère bien caractérisé (marne plus ou moins granuleuse avec cailloutis plus nombreux entre -2.90 et -3.30)

Rabattement de 0,55 pour un débit de 0,150 l/sec

Les courbes de descente et de remontée sont très régulières.

La courbe de descente en "S" parait mettre en évidence un phénomène de drainance des couches moins perméables surincombantes par le niveau plus perméable.

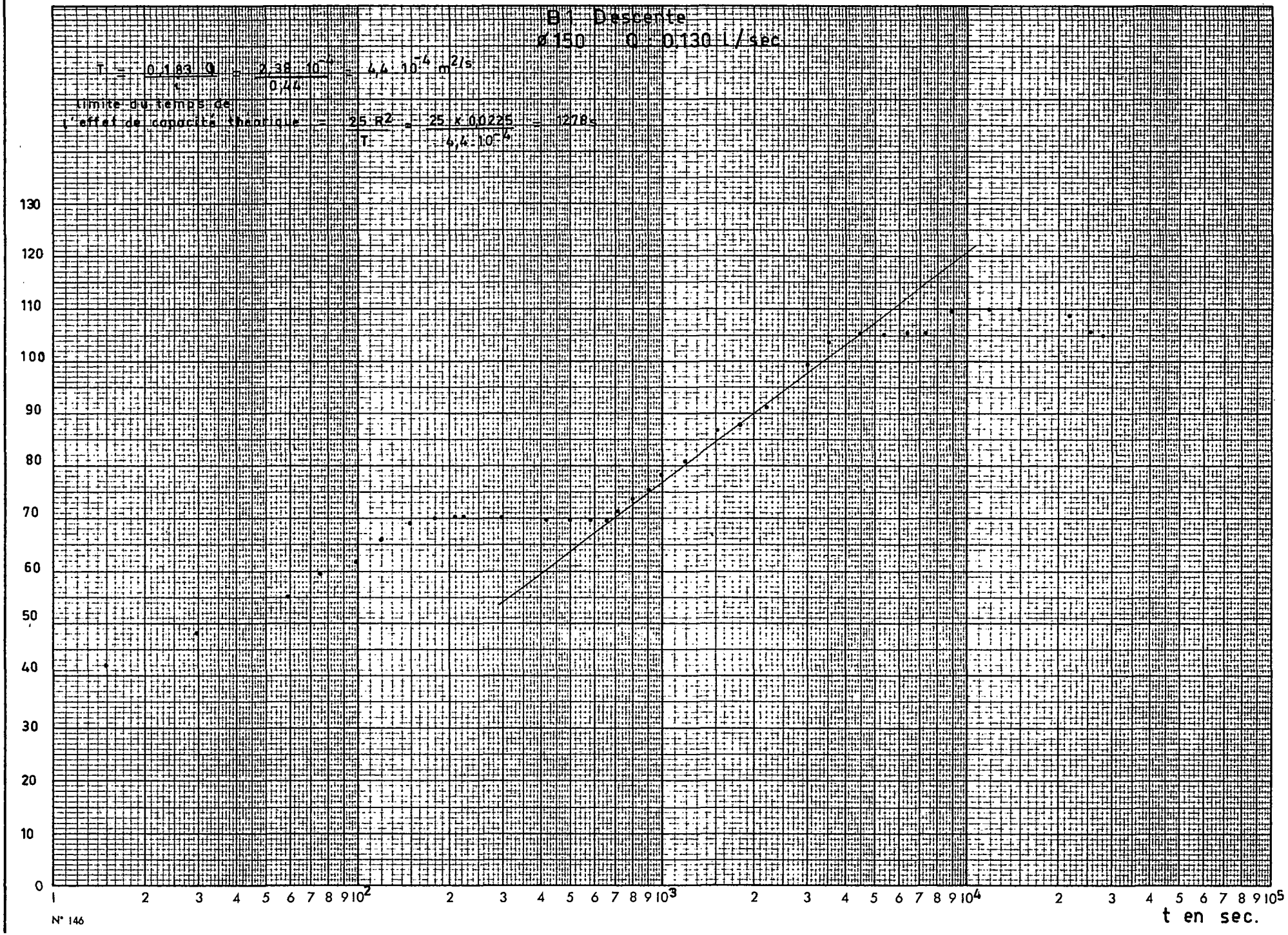
La valeur de la transmissivité est faible : $7{,}70.10^{-5}$ m^2/sec et donc celle de la perméabilité : $2{,}1.10^{-5}$ (épaisseur de l'aquifère 3,50)

B 4 - Le forage n'a pas traversé de niveaux graveleux

La perméabilité est très faible. La courbe de remontée, très régulière permet de calculer une valeur de transmissivité égale à $7{,}3.10^{-5}$. Perméabilité : $3{,}6.10^{-5}$ (épaisseur de l'aquifère : 2 m).

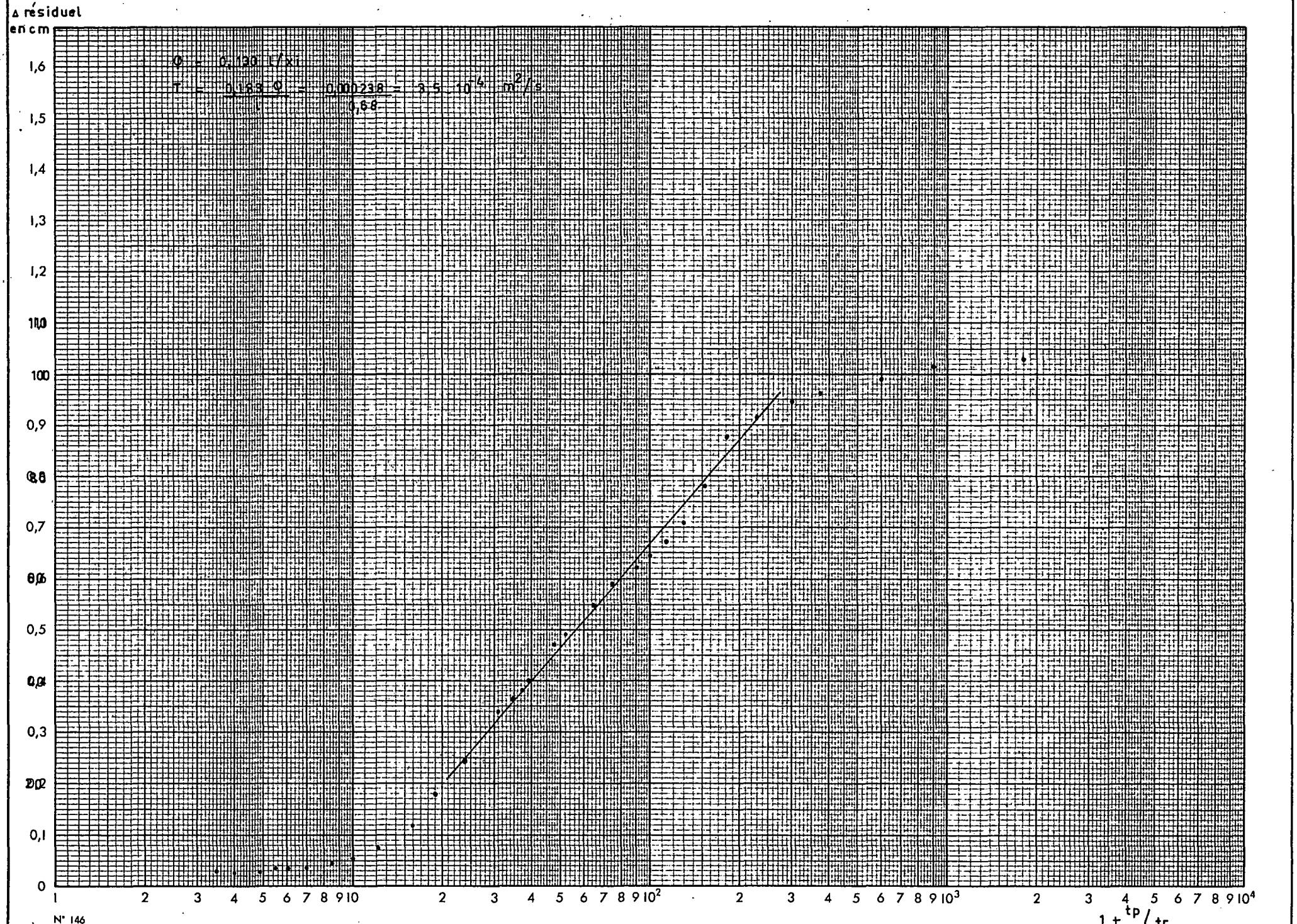
Rabattement de 1,60 m pour un débit de 0,65 l/sec

Ce forage est situé à 40 m du ruisseau de la Cadière mais aucune influence de celui-ci n'est décelable.


Δ cm
B 1 - Descente
ø 150 Q = 0,130 l/sec
T = 0,183 Q / Δ = 2,38 10⁻⁴ / 0,44 = 4,4 10⁻⁴ m²/s
limite du temps de l'effet de capacité théorique = 25 R² / T = 25 x 0,0225 / 4,4 10⁻⁴ = 1278 s
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁵
t en sec.

N° 146

B 1 Remontée



N° 146

B1 Descente

Q = 0,130 l/sec

..... P1 (B1)

x x x x x P2 "

o o o o o P3 "

Δ en cm

$T = \frac{0,183\ Q}{s}$

(P1) $T = \frac{2,38 \cdot 10^{-4}}{0,095} = 2,5 \cdot 10^{-3}$

(P2) $T = \frac{2,38 \cdot 10^{-4}}{0,14} = 1,7 \cdot 10^{-3}$

$S(P1) = \frac{2,25\ T\ t_o}{r^2}$ $r = 3,25$ $t_o = 40$ $T = 2,5 \cdot 10^{-3}$

$= \frac{0,225}{10,56} = 0,021$

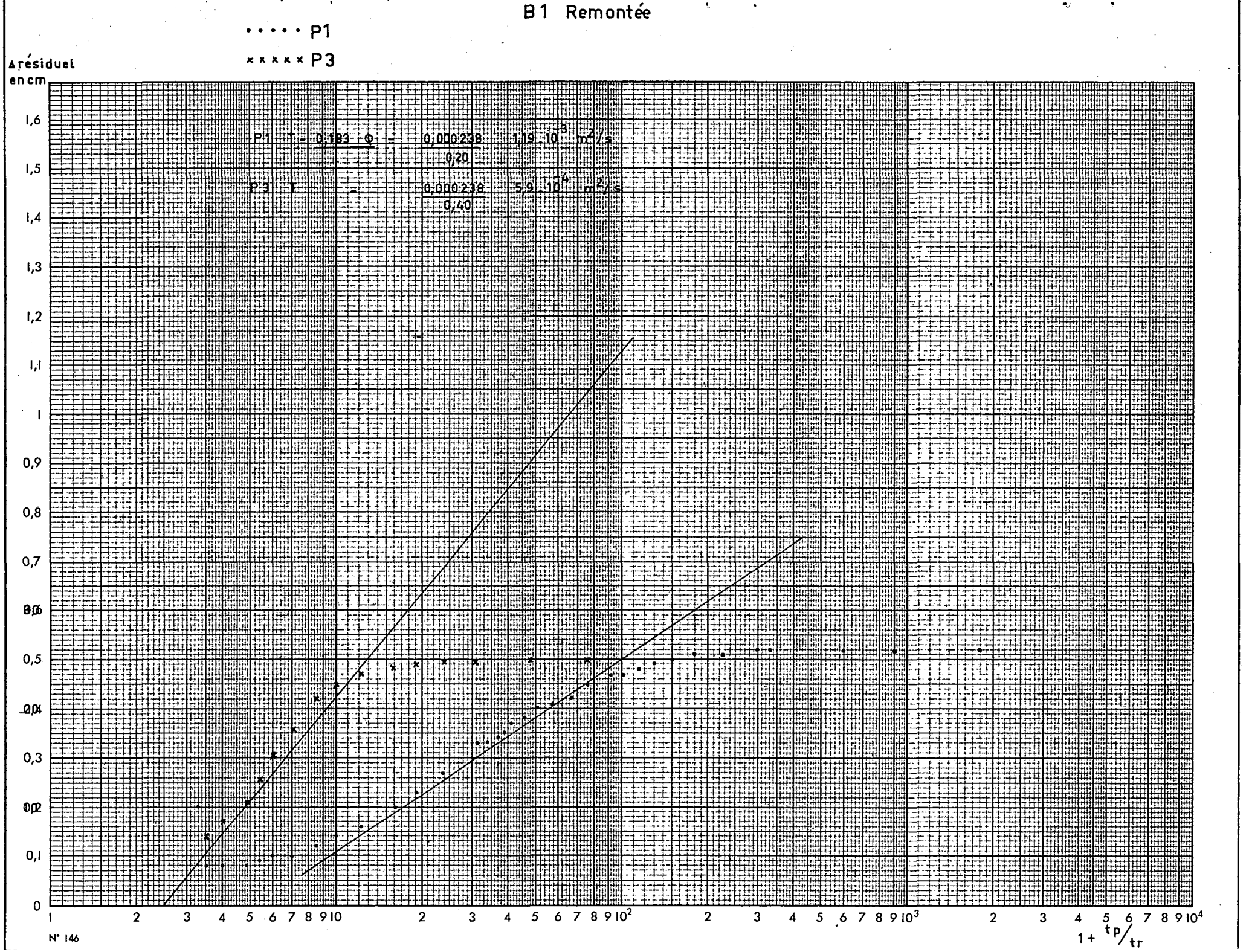
$S(P2) =$ $r = 8,25$ $t_o = 450$ $T = 12 \cdot 10^{-3}$

$= \frac{1,72}{68} = 0,025$

$T(P3) = \frac{2,38 \cdot 10^{-4}}{0,12} = 1,9 \cdot 10^{-3}$

t en sec.

N° 146


B1 Remontée
• • • • • P1
× × × × × P3
Δ résiduel en cm
P1 T = 0,183 Φ = 0,000238 / 0,20 = 1,19 10^-3 m²/s
P3 T = 0,000238 / 0,40 = 5,9 10^-4 m²/s
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
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 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
1 + tp/tr
N° 146

B2 Descente

ø 150cm_Q = 0,28 l/sec

····· B2
xxxxx P1
ooooo P2

effet capacité $t = \frac{2,5\ R^2}{T} = \frac{0,56}{0,001} = 560$

B2 $T = \frac{0,183 - \Phi}{L} = \frac{5,2 \cdot 10^{-5}}{0,05} = 1,10^{-3}$

P1 $T = \frac{5,12\ 10^{-5}}{0,045} = 1,1\ 10^{-3}$

P2 $T = \frac{5,12\ 10^{-5}}{0,05} = 1\ 10^{-3}$

$SP1 = \frac{2,25\ T\ t^*}{r^2}$ $r = 3,25$ $t^* = 500$

$= \frac{1,175}{10,56} = 0,10$

$SP2 = \frac{1,05}{69} = 0,04$ $r = 8,25$

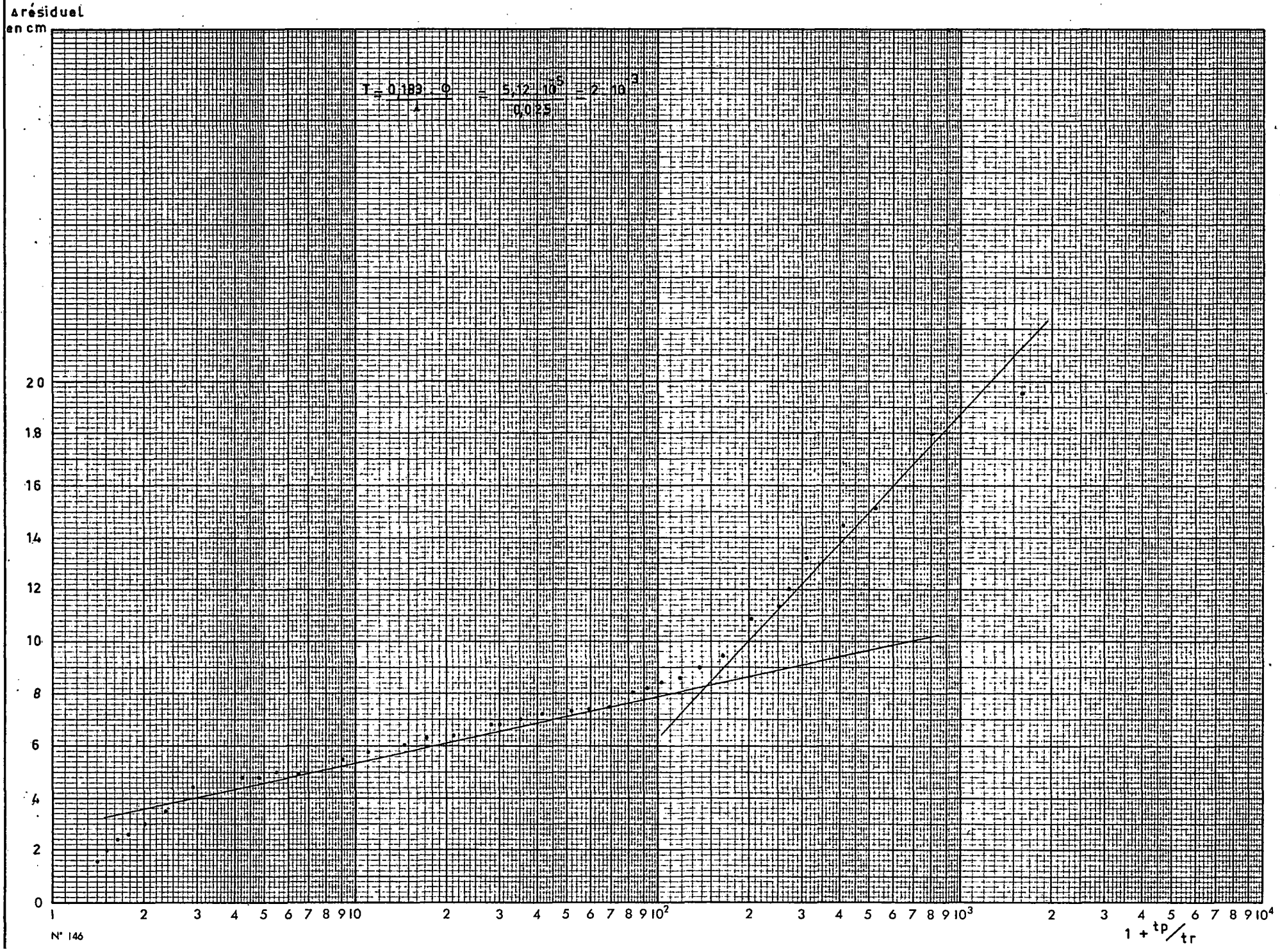
$t = 13\,00$

Effet de capacité théorique

t en sec.

N° 146

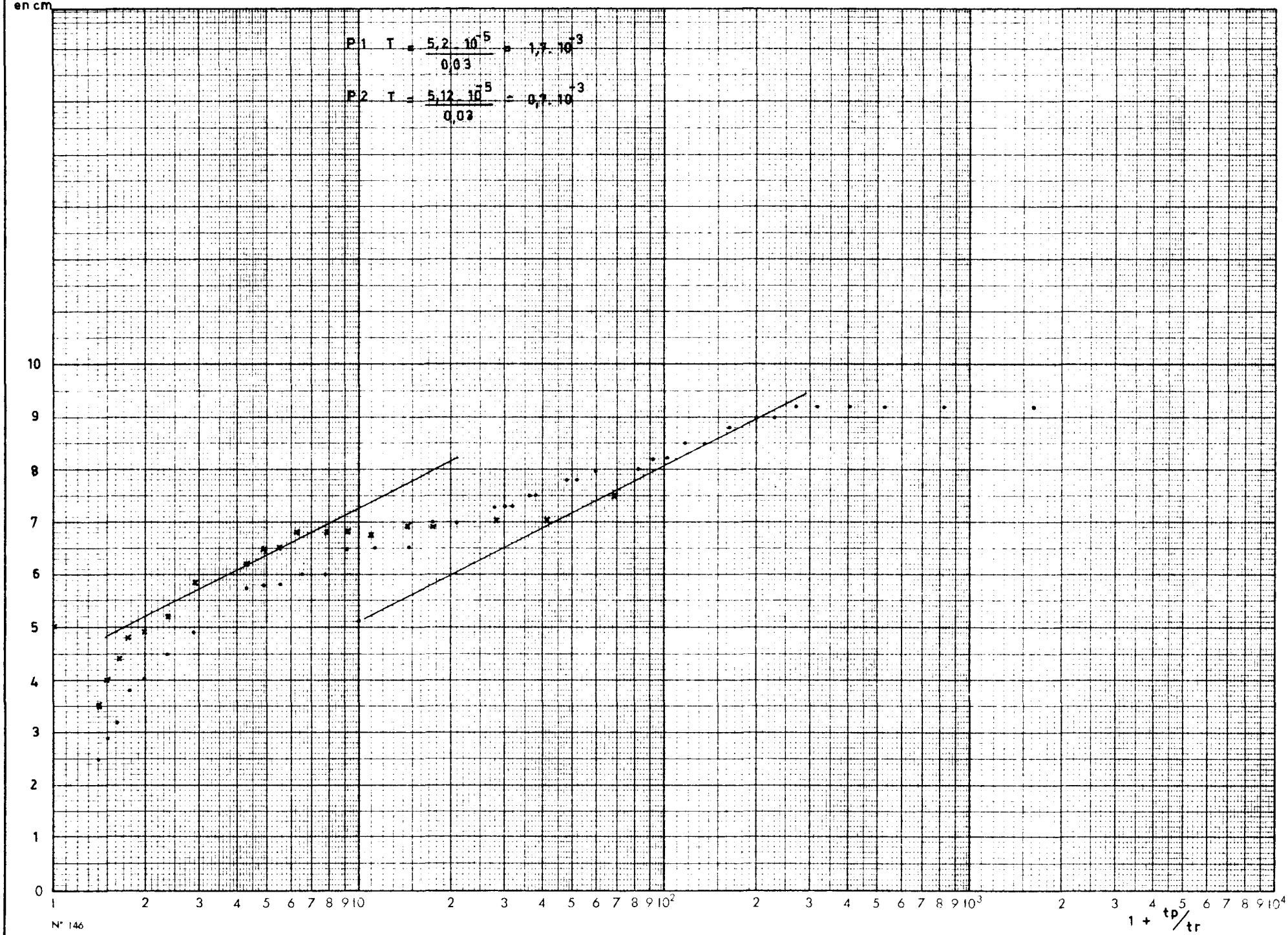
B 2 Remontée


Δ résiduel en cm
$T = \frac{0{,}183 \cdot Q}{\Delta} = \frac{5{,}12 \cdot 10^{-3}}{0{,}025} = 2 \cdot 10^{-3}$
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10^2 2 3 4 5 6 7 8 9 10^3 2 3 4 5 6 7 8 9 10^4
$1 + tp/tr$
N° 146

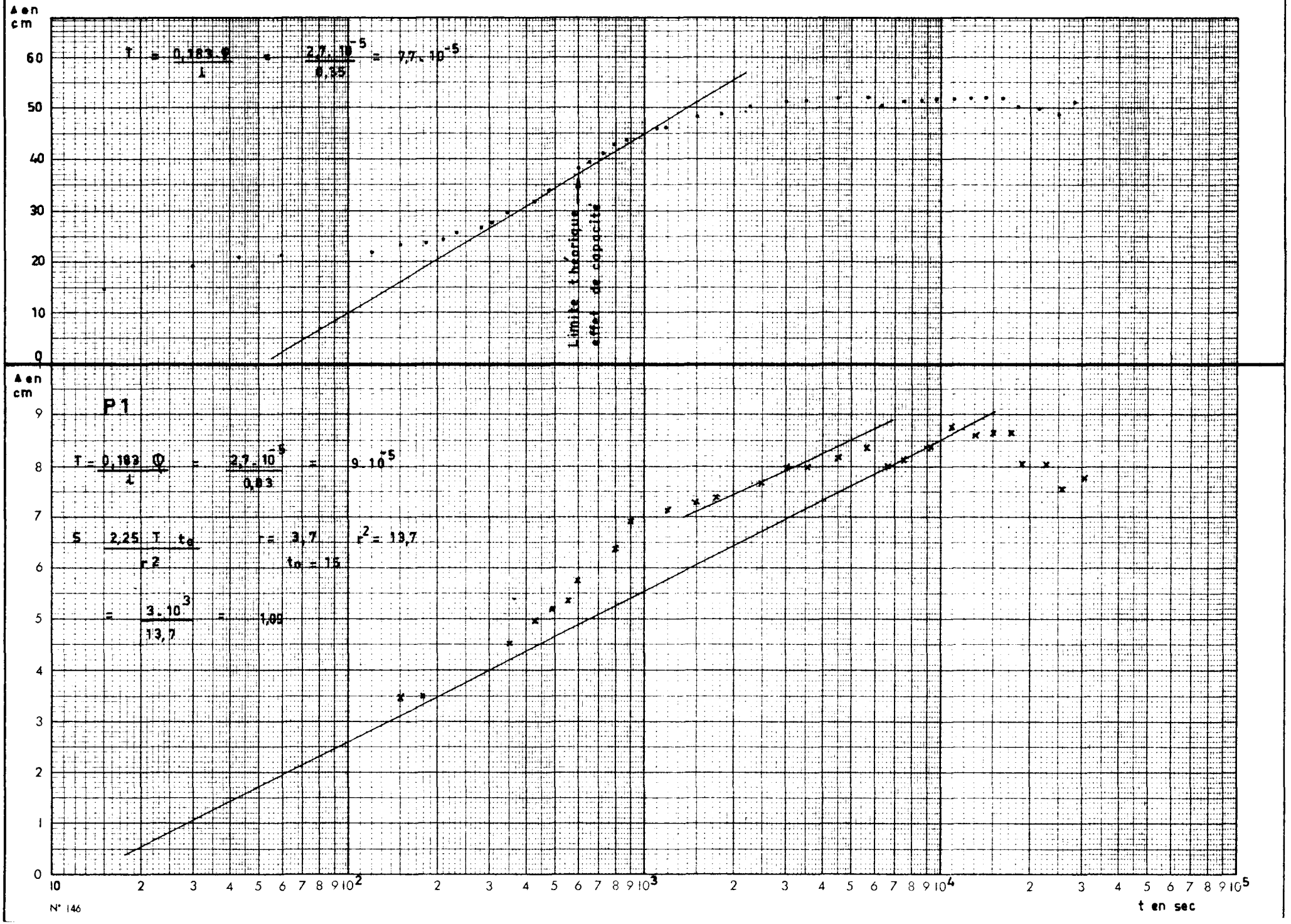
B 2 Remontée

····· P1 prof. 3,25

×××× P2 prof. 8 25

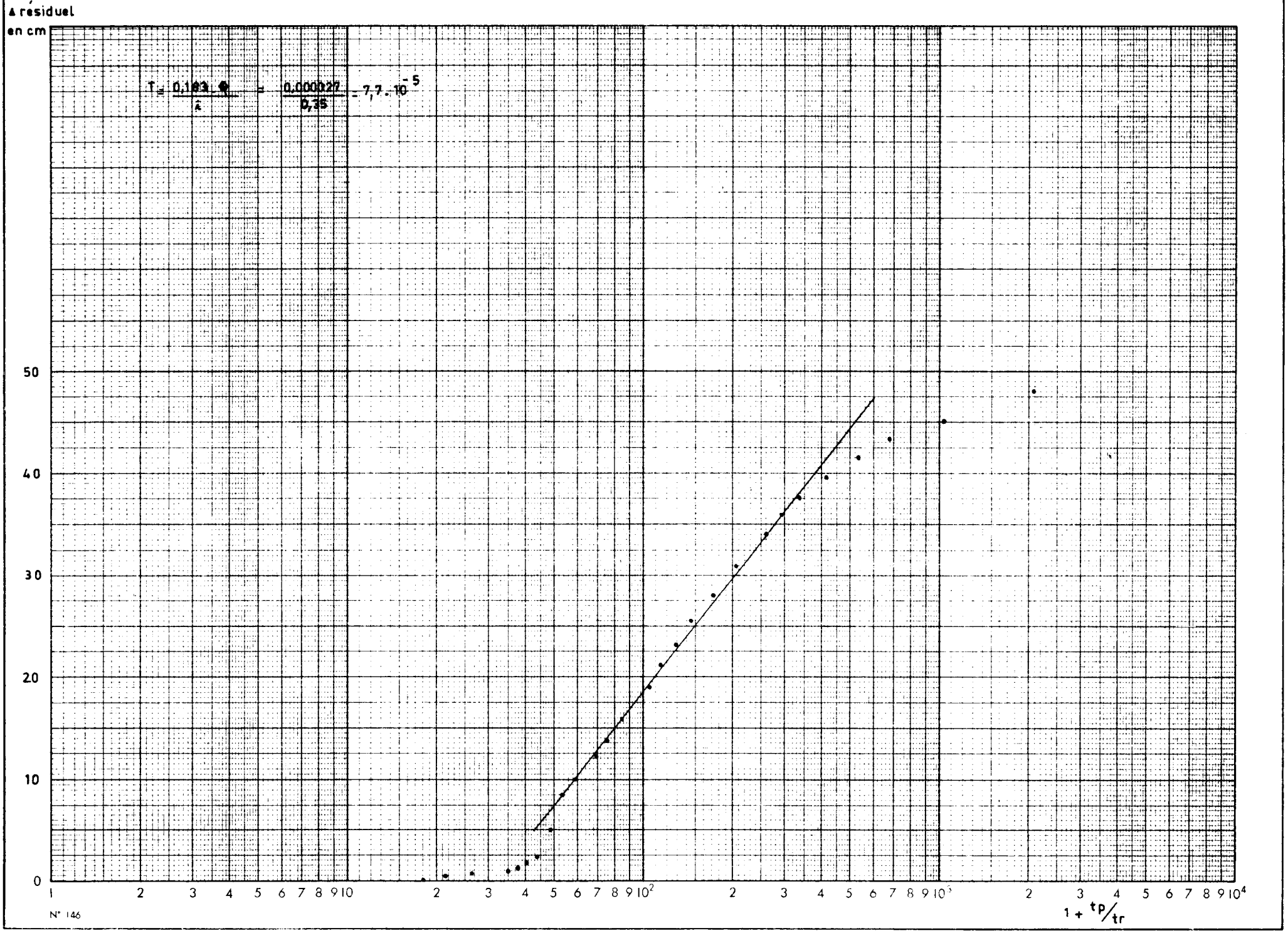


B 3 Descente
Q = 0,150 l/sec



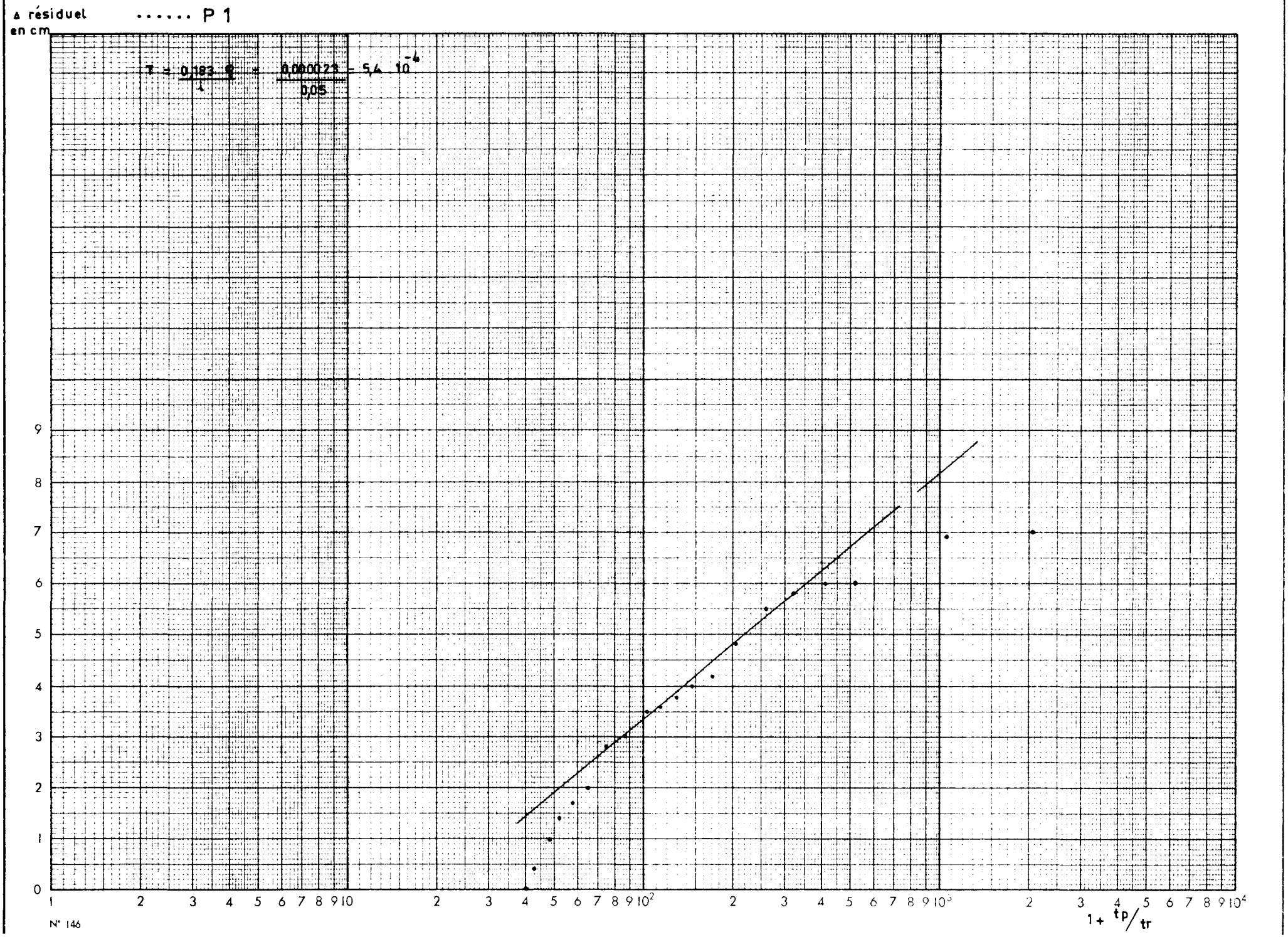
N° 146

B 3 Remontée

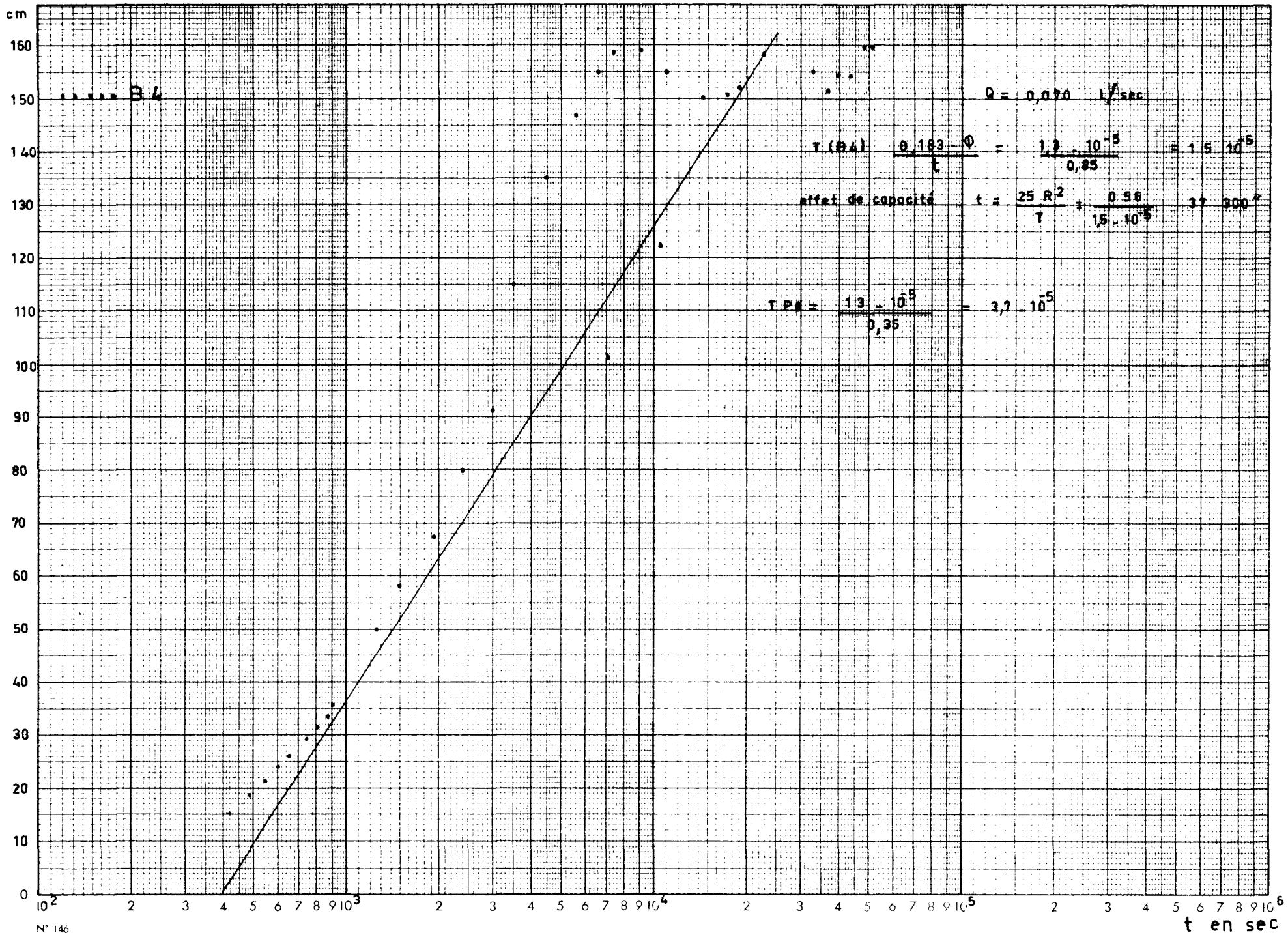


Δ résiduel
en cm
$T = \frac{0{,}183\ Q}{\lambda} = \frac{0{,}000027}{0{,}35} = 7{,}7 \cdot 10^{-5}$
50
40
30
20
10
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10^2 2 3 4 5 6 7 8 9 10^3 2 3 4 5 6 7 8 9 10^4
$1 + t_p/t_r$
N° 146

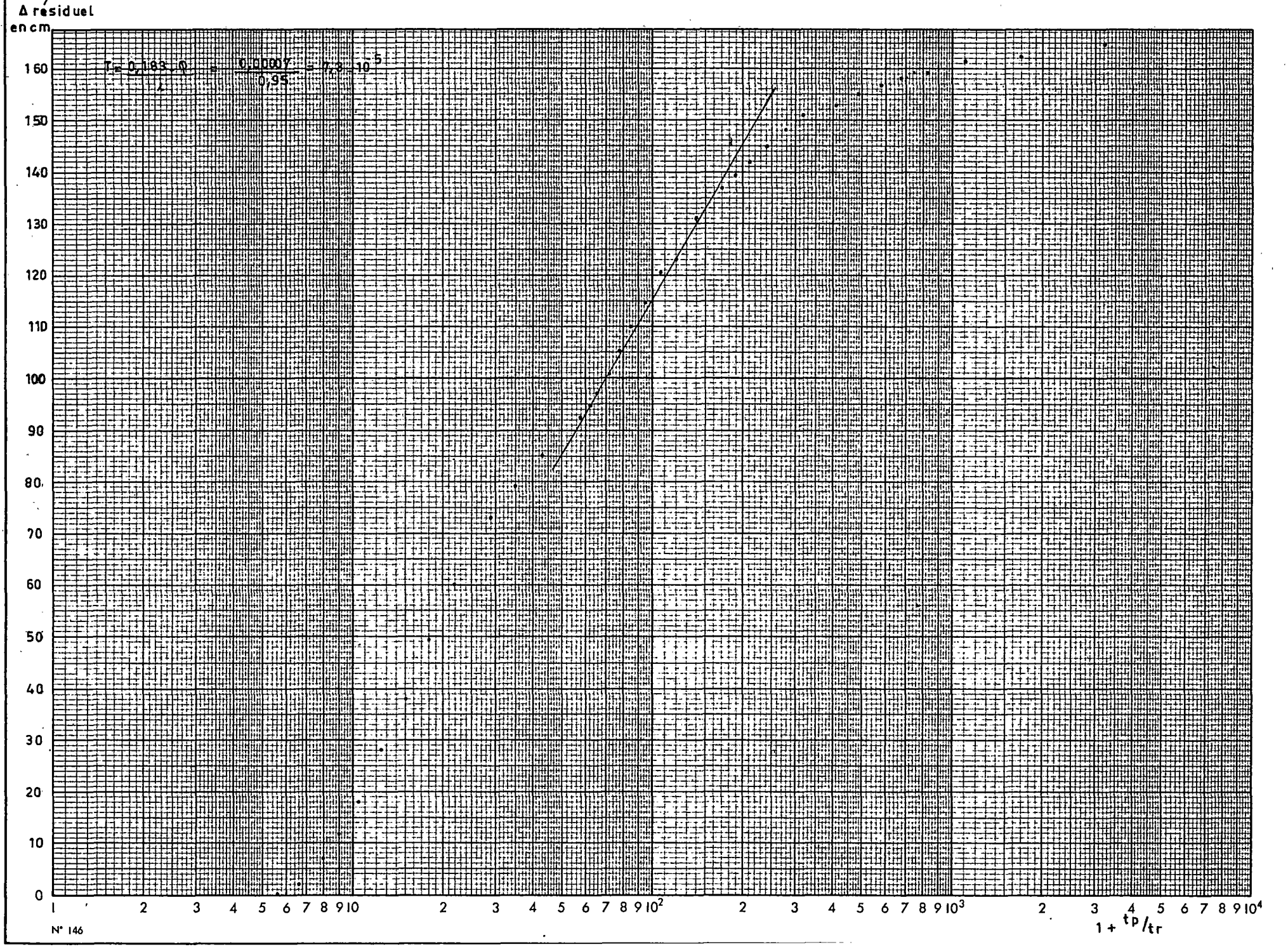
B 3 Remontée


Δ résiduel en cm
..... P 1
T = 0,183 Q/i = 0,000023/0,05 = 5,4 10⁻⁴
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
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 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴
1 + tp/tr
N° 146

B4 Descente

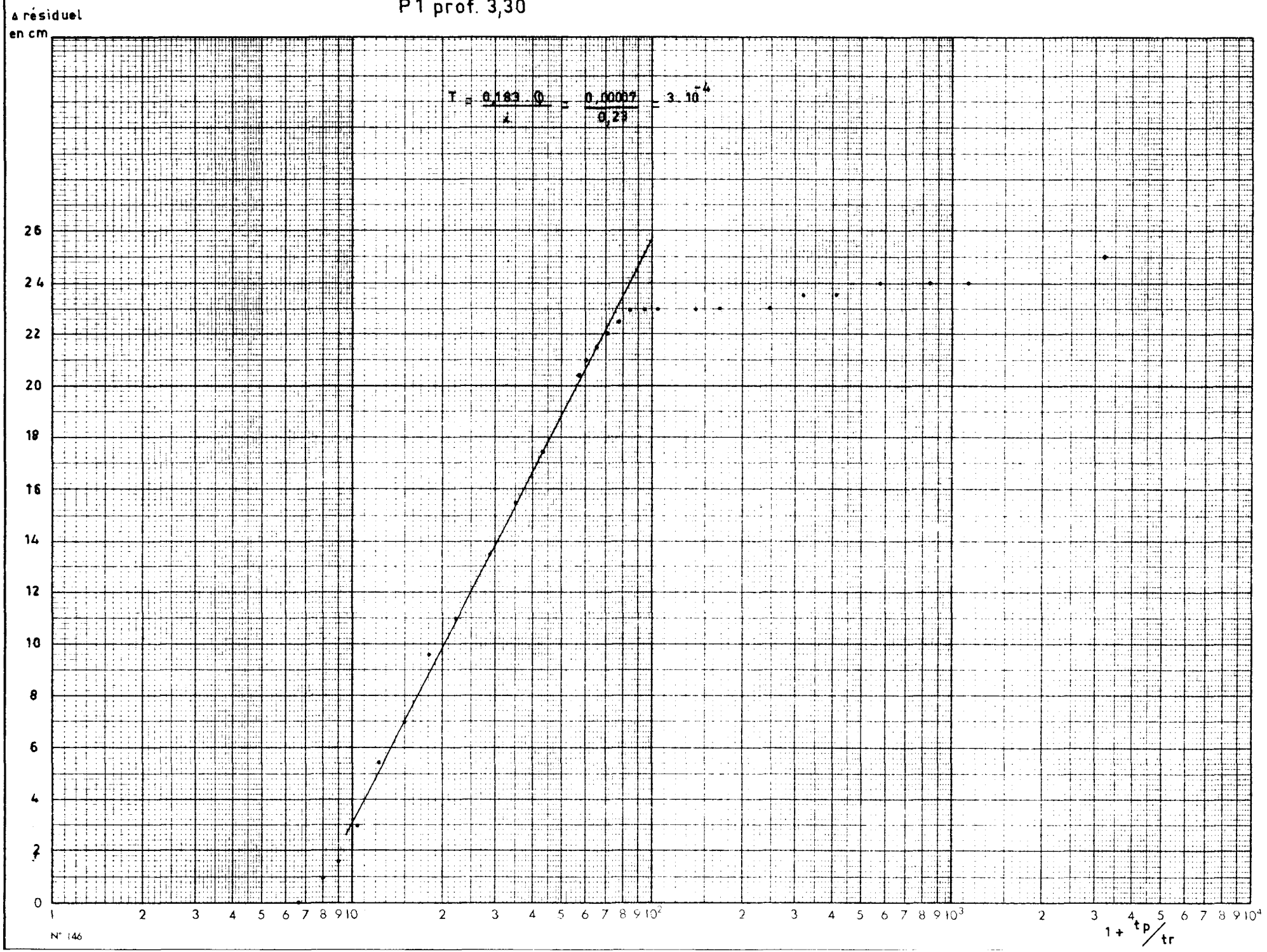

cm
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
B4
Q = 0,070 l/sec
T (B4) = 0,183 · Φ / t = 13 · 10⁻⁵ / 0,85 = 15 10⁻⁵
effet de capacité t = 25 R² / T = 0,56 / 15 · 10⁻⁵ = 37 300 s
T PB = 13 · 10⁻⁵ / 0,35 = 37 10⁻⁵
10² 2 3 4 5 6 7 8 9 10³ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁴ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁵ 2 3 4 5 6 7 8 9 10⁶
t en sec
N° 146

B4 Remontée


Δ résiduel en cm
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
$T = \frac{0,183 \cdot Q}{i} = \frac{0,0007}{0,95} = 7,3 \cdot 10^{-5}$
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10^2 2 3 4 5 6 7 8 9 10^3 2 3 4 5 6 7 8 9 10^4
$1 + t_p/t_r$
N° 146

B 4 Remontée

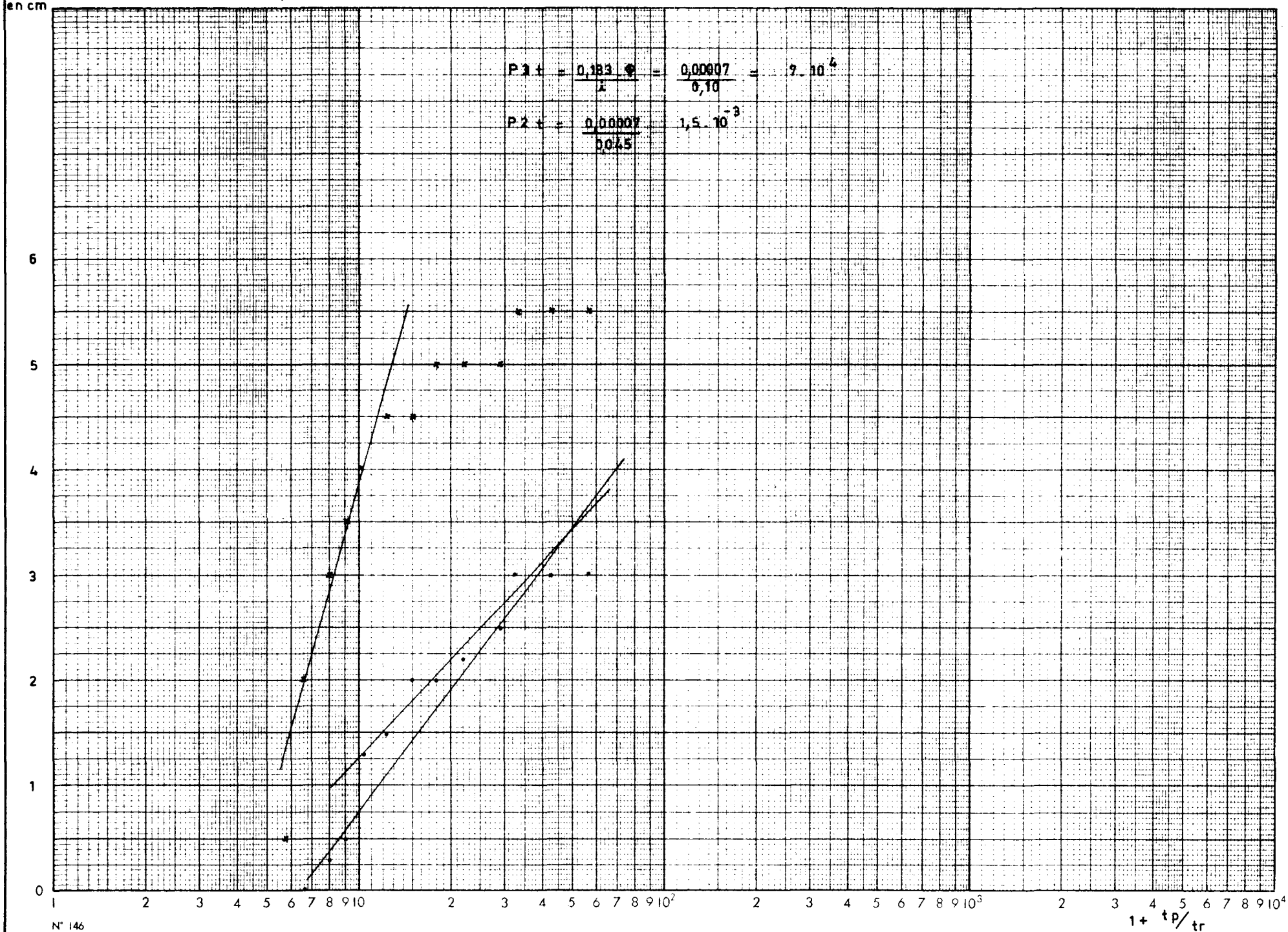
P 1 prof. 3,30



B4 Remontée

····· P2 prof. 3,30

× × × × P3 prof. 1,80



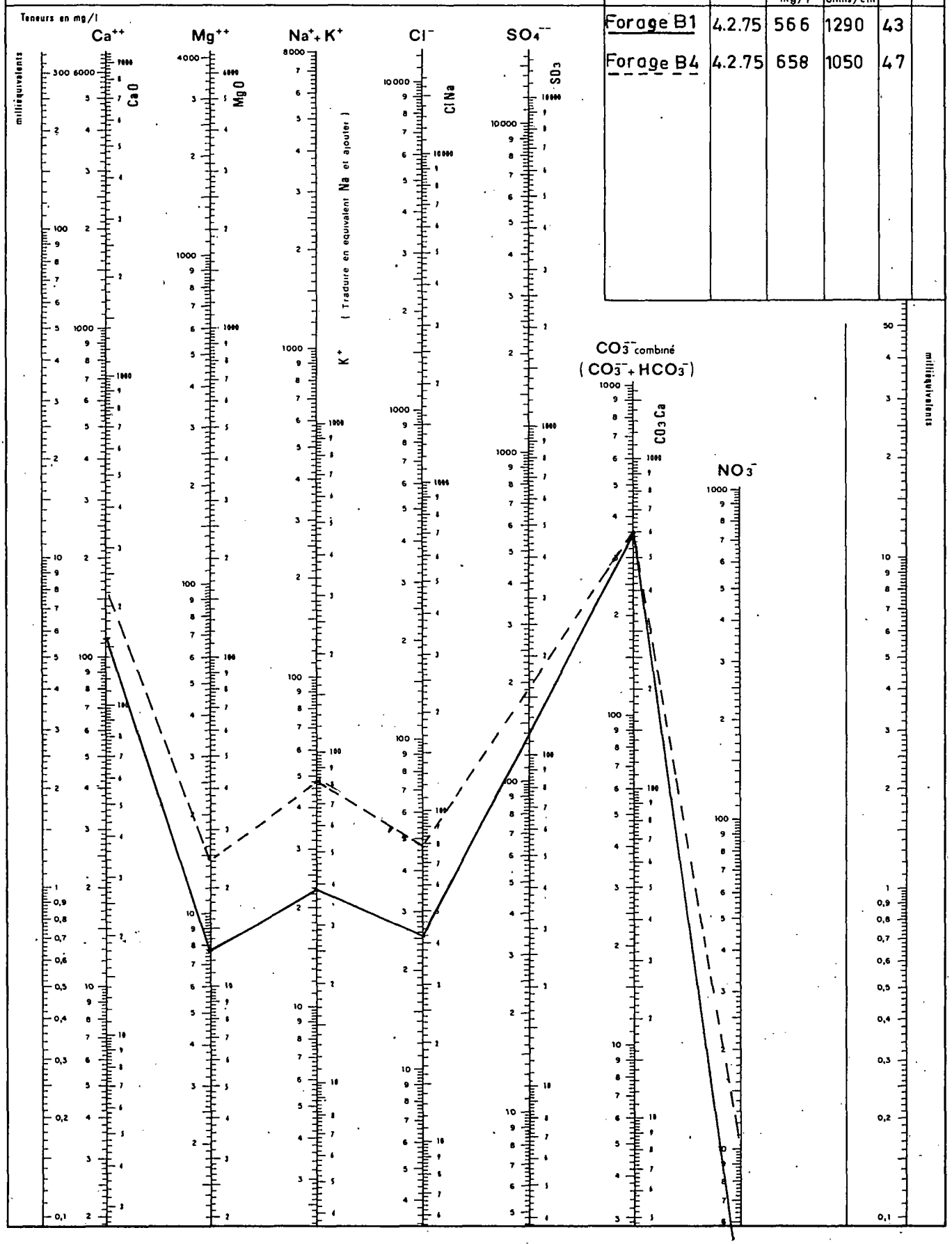
N° 146

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

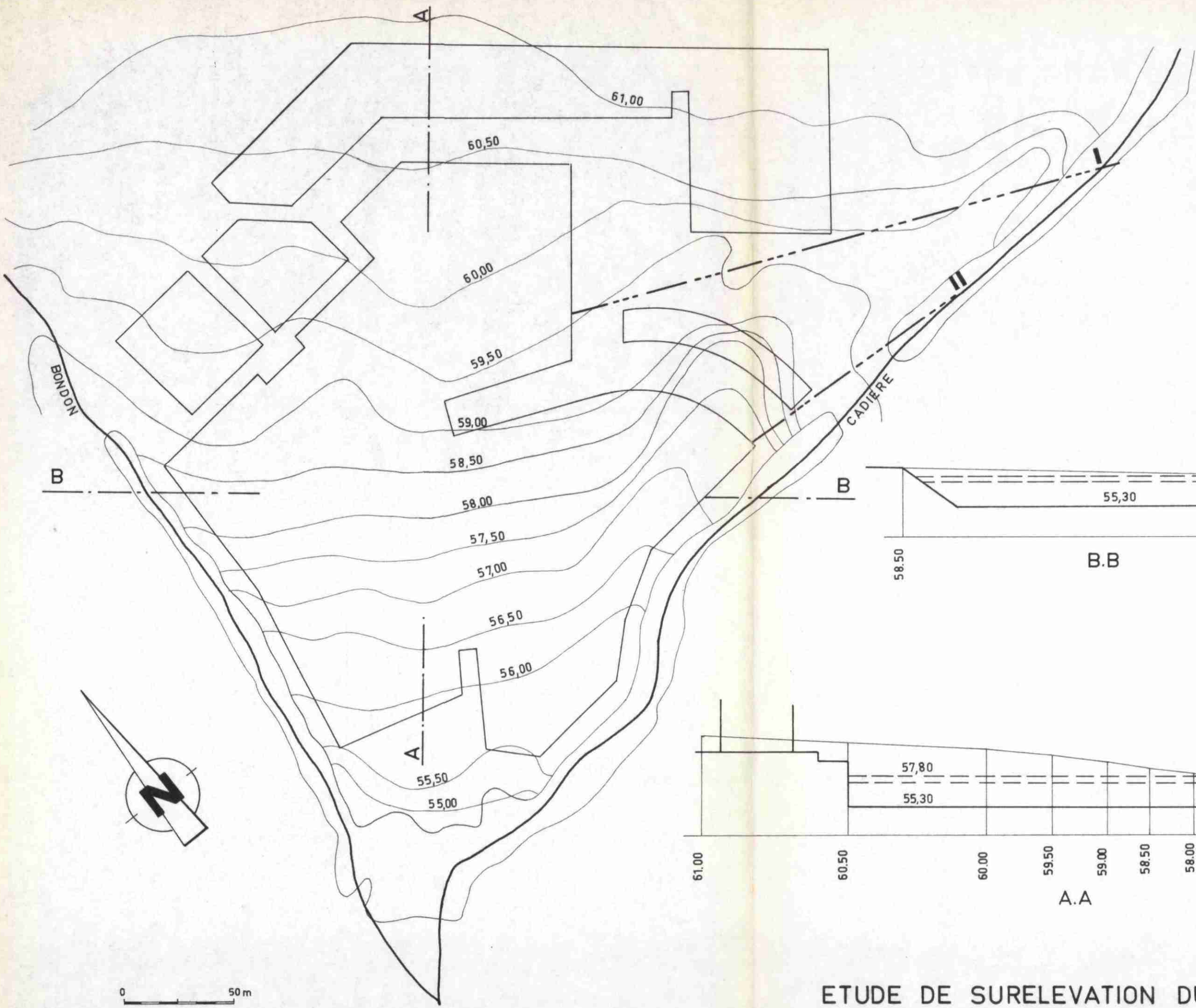
L É G E N D E					
Figuré	n°	Rés sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
Forage B1	4.2.75	566	1290	43	
Forage B4	4.2.75	658	1050	47	



PROJET INITIAL DU LAC 53.30

HYPOTHESE I.I 53.30

HYPOTHESE II.II 54.30



B.B

A.A

ETUDE DE SURELEVATION DU LAC
par SCET BETEREM

B.R.G.M
SGR. PRC

75 SGN 076 PRC