

COMMUNE DE ST EGREVE

EDACERE



2-4, Allée de Lodz
(près avenue Tony Garnier)
69363 LYON CEDEX 07
Tél. 04 72 71 26 00
Document No

21871

Essais de pompages et de traçages
sur le puits des Mails
à St EGREVE (38)

ETUDE HC22
Juin-juillet 1998

HORIZONS
Ferme de la Croix - B.P. 69
38092 VILLEFONTAINE CEDEX
TEL. : 04.74.96.42.53
FAX : 04.74.96.29.35

CAF 98.1596

SOMMAIRE

1 Préambule.....	3
2 But de l'étude Moyens mis en oeuvre.....	4
3 Contexte hydrogéologique	6
3.1 Cadre géologique.....	6
3.2 Esquisse piézométrique	6
3.3 Essais de pompage antérieurs.....	7
4 Résultats des mesures de 1998.....	8
4.1 Les forages	8
4.2 Essais de perméabilité dans la zone non saturée	8
4.3 Essais de pompage sur le puits des Mails	9
4.3.1 Interprétation.....	10
4.4 Traçage radial convergent	10
5 Estimation des isochrones	12
6 Conclusions.....	14

FIGURES

HC22-01	Carte de situation générale
HC22-02	Esquisse piézométrique (juin 1998)
HC22-03	Implantation cadastrale des mesures
HC22-04	Diagramme d'essai de pompage sur le puits des Mails
HH22-05	Courbe caractéristique
HC22-06	Courbe rabattement - f (distance)
HC22-07	Essai de débit sur le puits des Mails (descente)
HC22-08	Essai de débit sur le puits des Mails (remontée)
HC22-09	Traçage radial convergent

ANNEXES

Annexe 1 - Coupes des forages et puits

Annexe 2 - Résultats des essais Lefranc

1

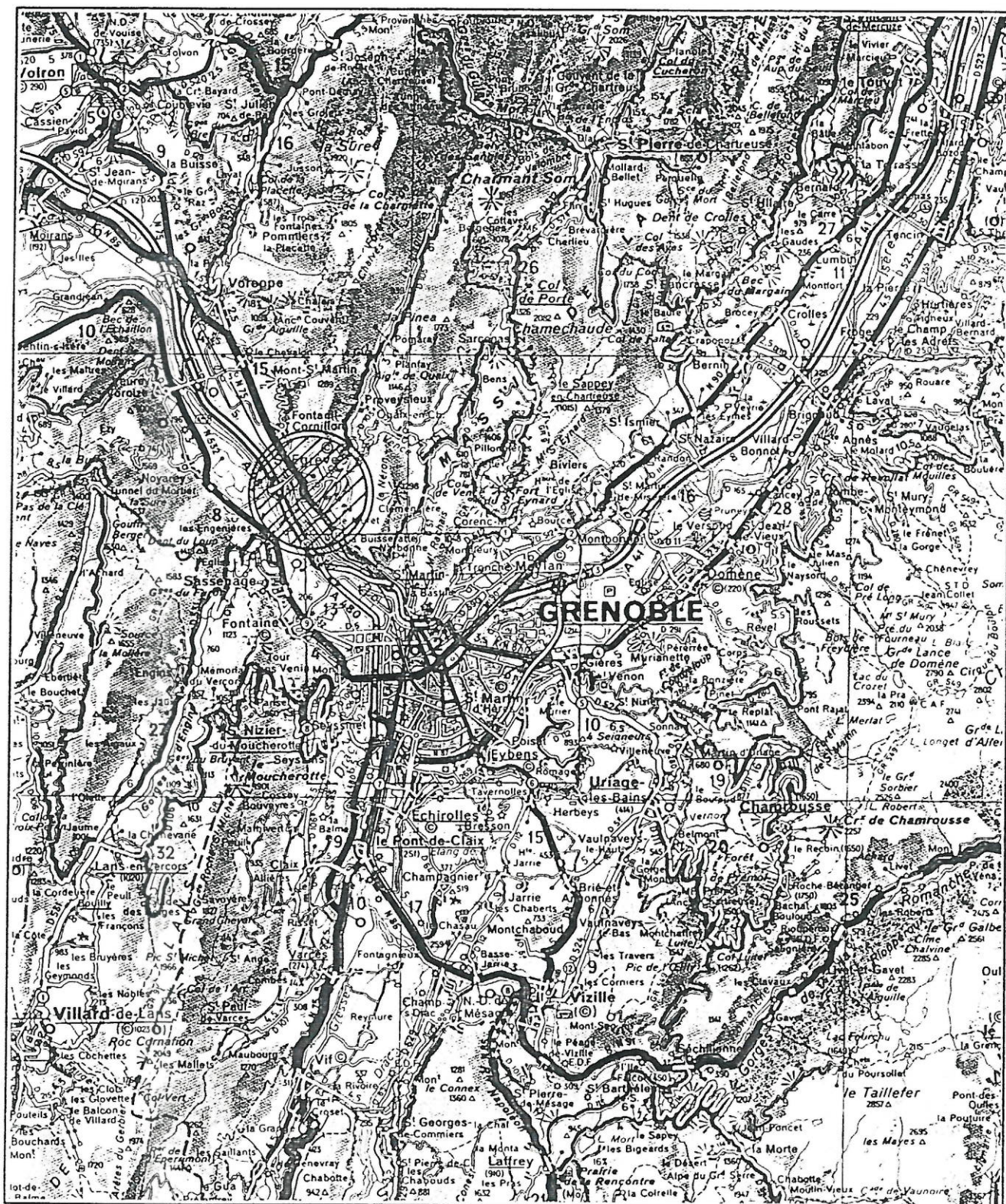
Préambule

A la demande de la commune de St Egrève (38) et dans le cadre de l'étude de détermination des périmètres de protection conduite par EDACERE, HORIZONS a réalisé une étude hydrogéologique sur le puits des Mails à St Egrève (figure HC22-01).

Des piézomètres de reconnaissance ainsi que des essais de perméabilité ont été réalisés par l'entreprise FONDASOL, sous la conduite d'HORIZONS.

Le suivi des travaux et la rédaction du présent rapport ont été assurés par Monsieur F. LENCLUD, ingénieur hydrogéologue.

CARTE DE SITUATION GENERALE



But de l'étude Moyens mis en oeuvre

La commune de St Egrève envisage la redéfinition des périmètres de protection de son captage d'eau potable des Mails.

Dans le cadre de cette procédure, la DDASS de l'Isère souhaitait disposer d'éléments complémentaires destinés à affiner la connaissance des paramètres hydrodynamiques de la nappe.

Ce captage n'est utilisé que très rarement (environ une semaine par an), mais permet, en cas de besoin (période estivale) de soutenir la production en eau potable provenant principalement de sources captées.

Les essais de pompage réalisés en 1985 à 186 m³/h n'apportent pas d'enseignement sur la capacité du puits. Trop courts (48 heures), ils ne permettent pas de statuer sur le potentiel de la nappe.

La détermination des isochrones nécessite la connaissance des paramètres suivants :

- * transmissivité de l'aquifère ;
- * gradient de la nappe au repos ;
- * porosité efficace

Le programme d'étude s'est décomposé en trois volets :

Volet 1 - Analyse de la documentation existante **Esquisse piézométrique de la nappe**

Les données issues des études hydrogéologiques EDF et des essais de pompage antérieurs ont été reprises, afin de caractériser le sens d'écoulement de la nappe, son gradient et éventuellement son potentiel aquifère (débit).

Volet 2 - Réalisation de 4 piézomètres et d'essais de perméabilité dans la zone non saturée

Préalablement à ces essais, quatre piézomètres ont été réalisés, afin de suivre l'évolution des rabattements sur la nappe. Ces piézomètres ont traversé la formation caillouteuse et argileuse de 30 m environ et atteint la formation aquifère.

La qualité du recouvrement a été caractérisée sur deux de ces piézomètres, en réalisant trois essais Lefranc par forage à 10, 20 et 30 m de profondeur.

Volet 3 - Les essais de pompage et traçage radial convergent, qui ont compris :

- des essais par paliers, à l'aide des installations en place ($197+205 \text{ m}^3/\text{h}$) ;
- des essais de pompage en continu, au débit de $200 \text{ m}^3/\text{h}$ environ, afin d'obtenir une réaction franche de la nappe.

Ces essais devaient permettre d'estimer la transmissivité de l'aquifère et le rayon d'influence du pompage. Ils devaient permettre en outre d'estimer le coefficient d'emménagement. Notons toutefois que ce coefficient, dans le cas d'une nappe captive, est généralement très faible, et par conséquent risquait de ne pas être du même ordre de grandeur que la porosité efficace.

C'est pourquoi un essai de traçage radial convergent a été réalisé au cours de ces essais de pompage.

Contexte hydrogéologique

3.1 Cadre géologique

Le forage des Mails est implanté dans la partie haute du cône de déjection torrentiel de la Vence, formé de matériaux alluviaux très hétérogènes et a priori peu perméables. Sous ces alluvions torrentielles, il atteint, vers -30 m, les alluvions fluviales de l'Isère constituant une importante nappe aquifère.

Coupe du puits

La coupe foreur du puits est consignée en annexe 1 du rapport.

0	- 27,50 m	Eboulis calcaires argileux
27,50	- 28,50 m	Graviers calcaires
28,50	- 32,00 m	Sable légèrement argileux, galets et graviers (NS = 31,50 m)
32,00	- 36,00 m	Sable, graviers et galets
36,00	- 40,00 m	Peu de sable, graviers et galets

3.2 Esquisse piézométrique

L'esquisse piézométrique présentée sur la figure HC22-02 a été établie à partir des levés réalisés en juin 1998 en s'inspirant des résultats du rapport EDF - EM DT GC/97 072 A concernant l'aménagement de St Egrève - Suivi piézométrique 1996.

Dans le secteur du puits des Mails, la nappe subit des battements interannuels de l'ordre de 2 m et la piézométrie présente un gradient général de l'ordre de 2 à 2,5 ‰ de l'est vers l'ouest.



LEGENDE

- 74 Ouvrages (N° de point, cote piézométrique en m.)
- Courbes piézométriques en mètres
- Isochrones pour 22 % < w < 38 %
- Cones d'appel

Commune de St EGREVE

Essais de pompages et de traçages
sur le puits des Mails

Echelle 1 / 10 000

HORIZONS HC22 Figure N°02

ESQUISSE PIEZOMETRIQUE (Juin 1998)

Lors des mesures de juin 1998, les cotes piézométriques dans les différents ouvrages étaient les suivantes :

Ouvrages éloignés (piézomètres EDF) du puits des Mails (Cf planche HC22-02) :

	Pz75	Pz74	Pz77	Pz71
Cote repère	213.85	208.23	200.12	214.08
Niveau statique/repère	13.73	8.3	2.25	14.01
Cote nappe	200.12	199.93	197.87	200.07

Ouvrages proches du puits des Mails (Cf planche HC22-03) :

	Puits	DES2	DES1	DES3	DES4
Cote repère	225,76	229,35	229.88	227.56	229.96
Niveau statique/repère	24,61	28,29	28,85	26,51	28,86
Cote nappe	201,15	201,06	201.03	201.05	201.10

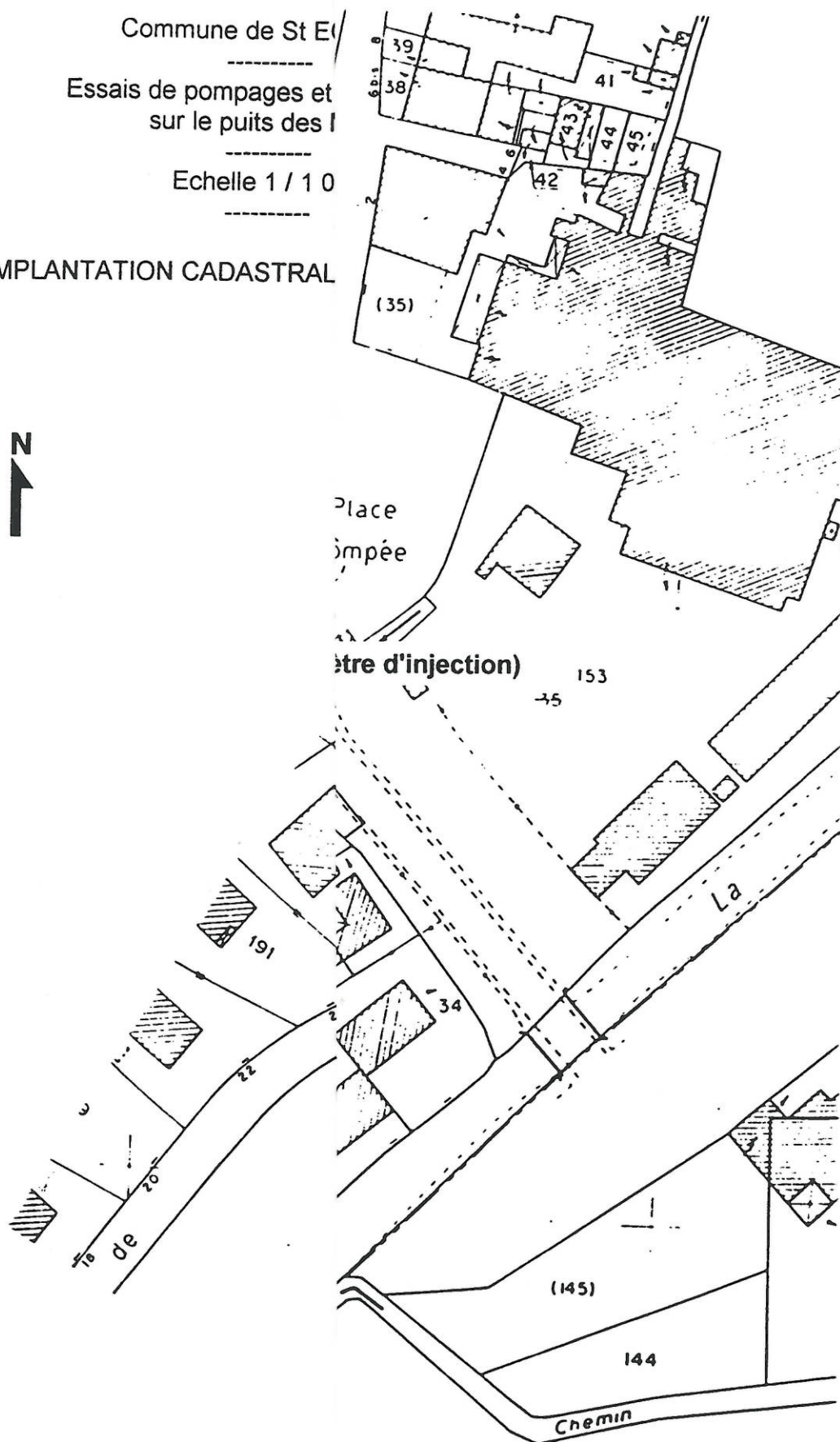
3.3 Essais de pompage antérieurs

Dans son rapport du 27 avril 1965, le Professeur MICHEL évoque un essai de débit réalisé le 8 mars 1965, d'une durée de 15 heures. Un débit de 184 m³/h n'aurait provoqué aucun rabattement de la nappe (?).

Ces données ne sont pas exploitables, c'est pourquoi de nouvelles mesures ont été réalisées lors de la présente étude.

En juin 1996, l'entreprise ETIP a réalisé une inspection vidéo de ce puits (suivi de travaux de décolmatage). Il n'existe malheureusement pas d'essais de pompage avant et après ces travaux, permettant de juger du bien fondé et de leurs résultats.

IMPLANTATION CADASTRAL



- Puits de captages
- ▲ Piézomètres

4

Résultats des mesures de 1998

4.1 Les forages

L'entreprise FONDASOL a réalisé, sous contrôle HORIZONS, quatre forages équipés en piézomètres, de 35 à 38 m de profondeur. Leur implantation figure sur la planche HC22-03.

On trouvera les coupes de ces forages en annexe 1 de ce rapport.

Le tableau suivant en résume les grandes lignes :

	DES2	DES1	DES3	DES4
Eboulis calcaires à sableux irrégulièrement argileux (m)	0 - 0,70	0 - 1,50	0 - 1,50	0 - 1,50
Sable, graviers et galets (m)	28,00 - 35,10	29,00 - 38,20	28,00 - 35,20	29,50 - 35,20
Niveau d'eau rencontré (m)	29	33	28,50	29,50
En fin de forage (m)	28,45	28,60	26,40	29,80

La nappe serait légèrement en charge au niveau des piézomètres DES1 (0,40 m) et DES3 (1,60 m).

4.2 Essais de perméabilité dans la zone non saturée

Des essais de perméabilité ont été réalisés sur les piézomètres DES2, à 12,5 m du puits des Mails, et DES4, à 40 m en amont du puits.

Les résultats (FONDASOL) de ces essais sont réunis en annexe 2 de ce rapport, et sont résumés dans le tableau suivant :

Profondeur	Nature des terrains	Perméabilité en m/s	
		DES2	DES4
11 - 12 m	Eboulis calcaire	5.10^{-5}	7 ± 1.10^{-5}
20 - 21 m	dans matrice argileuse	(2.10^{-4} Nasberg)	7.10^{-6}
31 - 32 m	Sable, graviers et galets	4 à 16.10^{-3}	14 à 16.10^{-3}

On retiendra, pour les éboulis calcaires, des perméabilités comprises entre 7.10^{-6} et 10^{-4} m/s.

Il en résulte qu'une pollution superficielle mettrait entre 6 ± 2 jours et 1 mois pour atteindre la nappe vers -28 m de profondeur, selon la perméabilité retenue.

L'absence de contamination historique du captage semblerait privilégier l'hypothèse de transfert long, de l'ordre du mois ($K = 10^{-5}$ m/s).

4.3 Essais de pompage sur le puits des Mails

Les essais de pompage se sont déroulés entre le 15 juin 1998 et le 24 juin 1998 (cf planche HC22-04).

Les essais ont été lancés au moyen de deux pompes de $200 \text{ m}^3/\text{h}$, le 15 juin à partir de 10h00 du matin.

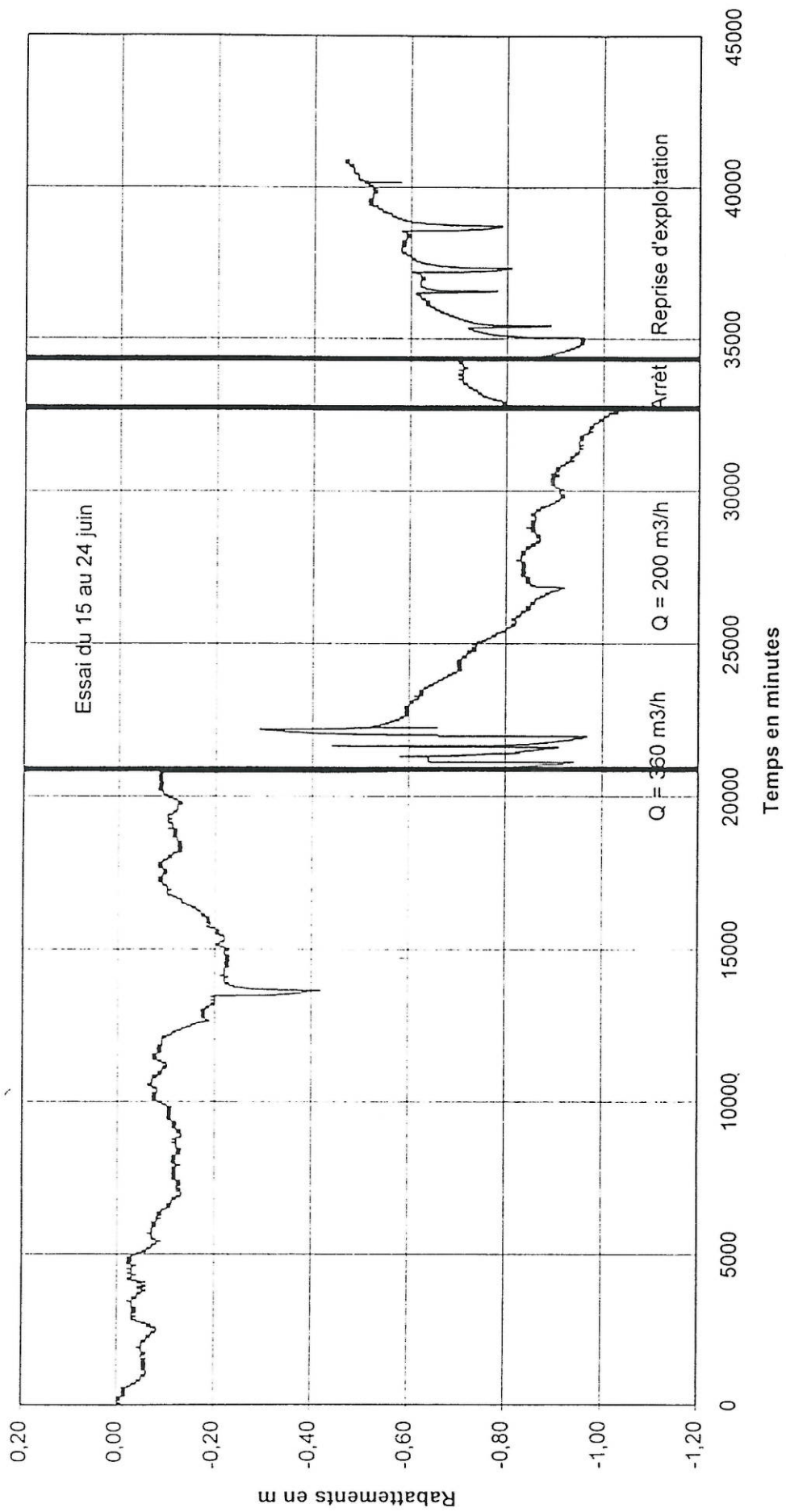
Les pompes ont fonctionné durant 5h50 (de 10h00 à 15h50), puis ont disjoncté. Les pompes ont été relancées à 19h00, et le compteur a de nouveau disjoncté à 23h55 (4h55 de fonctionnement), relancé à 0h35 avant de disjoncter à nouveau à 5h50 (4h50), le 16 juin. En tout, les pompes ont tourné 10 heures sur 22h00 (Débit moyen : $170 \text{ m}^3/\text{h}$).

En fait, le compteur EDF ne permettait pas la mise en œuvre simultanée de deux pompes. Il a par conséquent été décidé de relancer le test de pompage à l'aide d'une seule pompe, le 16 juin à 9h40 du matin.

Le tableau suivant résume les résultats de ces essais :

Temps	Débit	Rabattements (m)				
		Puits 1 NS = 24,61	DES2 (10 m) NS = 28,29	DES1 (40 m) NS = 28,85	DES3 (40 m) NS = 26,51	DES4 (40 m) NS = 28,86
1h30	2 x 200	0,85	0,48	0,20	0,28	0,42
16 juin		NS =	NS = 28,64	NS = 29,19	NS = 26,85	NS = 29,23
3H00	200	0,27	0,18	0,05	0,08	0,16
186H00		0,95	0,65	0,54	0,56	0,63

Diagramme d'essai de pompage dans le puits des Mails en juin 1998



4.3.1 Interprétation

Courbes caractéristiques

La courbe caractéristique du puits des Mails, illustrée par la figure HC22-05, montre que ce puits a un débit spécifique supérieur à $800 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, et que son débit critique serait limité à $200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Courbe rabattement - f (distance)

A partir des rabattements mesurés dans les différents piézomètres, on constate une forte anisotropie du cône de rabattement (liée à la pente naturelle de la nappe) en début de pompage. Par la suite, le cône de rabattement vient très étale et s'étend plus particulièrement en direction du versant (R supérieur à 8000 m).

Cette méthode permet également d'apprécier une transmissivité de l'aquifère de l'ordre de $180.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (planche HC22-06).

Paramètres de l'aquifère

En régime permanent, les formules de Dupuit ($R = 8000 \text{ m}$) et de Porchet permettent d'obtenir la perméabilité de la formation aquifère entre $1,4$ et $1,6.10^{-2} \text{ m/s}$. Ce qui correspondrait à une transmissivité de 110 à $130.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

En régime transitoire, la méthode d'approximation logarithmique de Jacob et Theiss permet d'estimer la transmissivité entre 80 et $160.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (planches HC22-07 et 08). Le coefficient d'emménagement est compris entre 15 et 40% .

4.4 Traçage radial convergent

Le traçage radial convergent a été réalisé à l'aide de chlorure de lithium (1 kg). Le traceur a été injecté une heure après le début des pompages ($2 \times 200 \text{ m}^3/\text{h}$), soit à $11\text{h}00$ le $15 \text{ juin } 1998$. Il a été « poussé » dans le terrain à l'aide de 2000 litres d'eau.

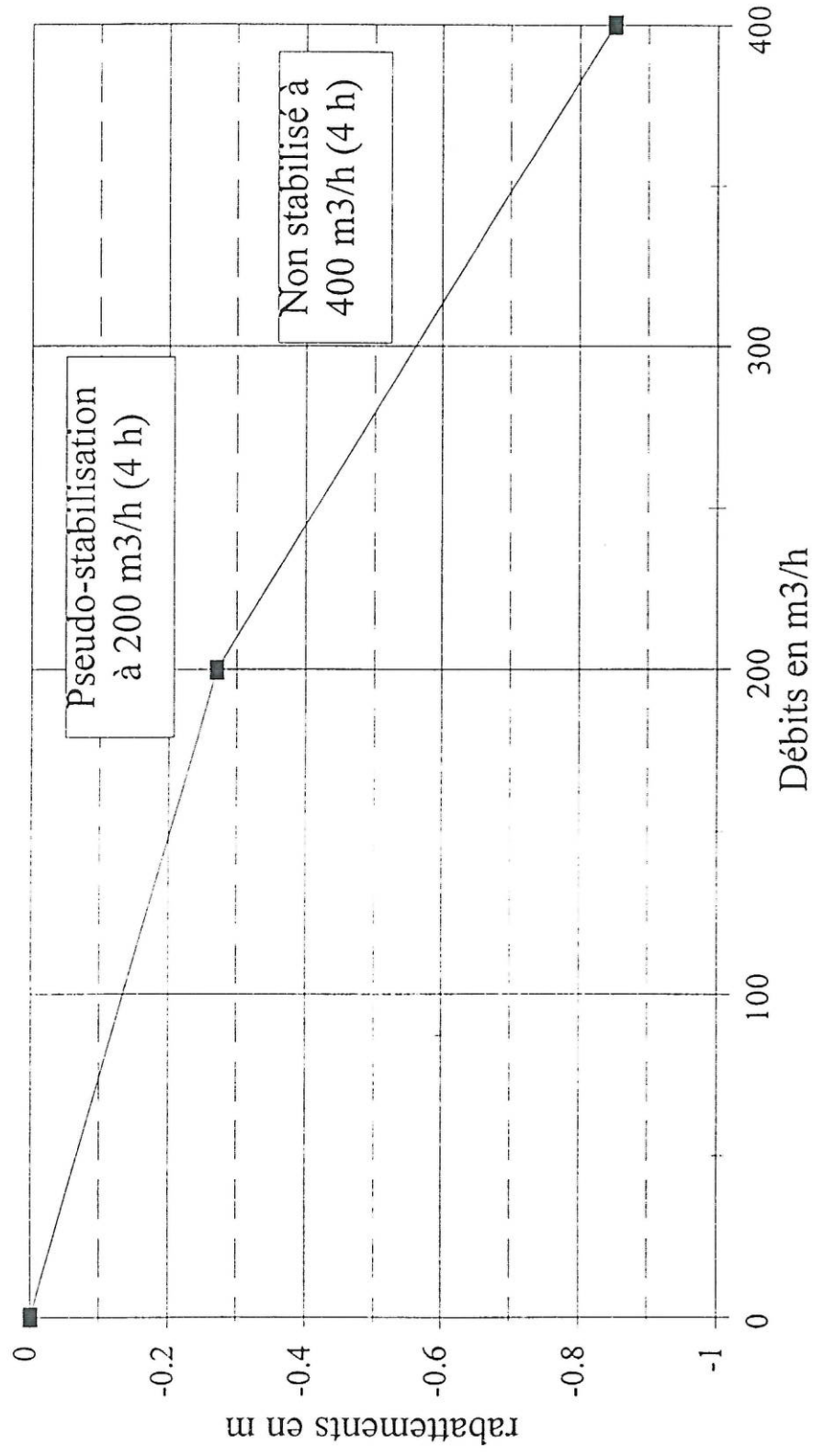
Ce traçage a pu être perturbé par les différentes interruptions du régime de pompage décrit précédemment.

On a toutefois retenu un débit de pompage moyen durant le premier jour à environ $170 \text{ m}^3/\text{h}$ (10 heures approximatives de fonctionnement). Les 6 jours suivant, le pompage a été maintenu à $200 \text{ m}^3/\text{h}$ ($195 \text{ m}^3/\text{h}$ en moyenne et $185 \text{ m}^3/\text{h}$ en moyenne sur les 2 premiers jours).

Les résultats de ce traçage radial convergent sont illustrés par la figure HC22-08.

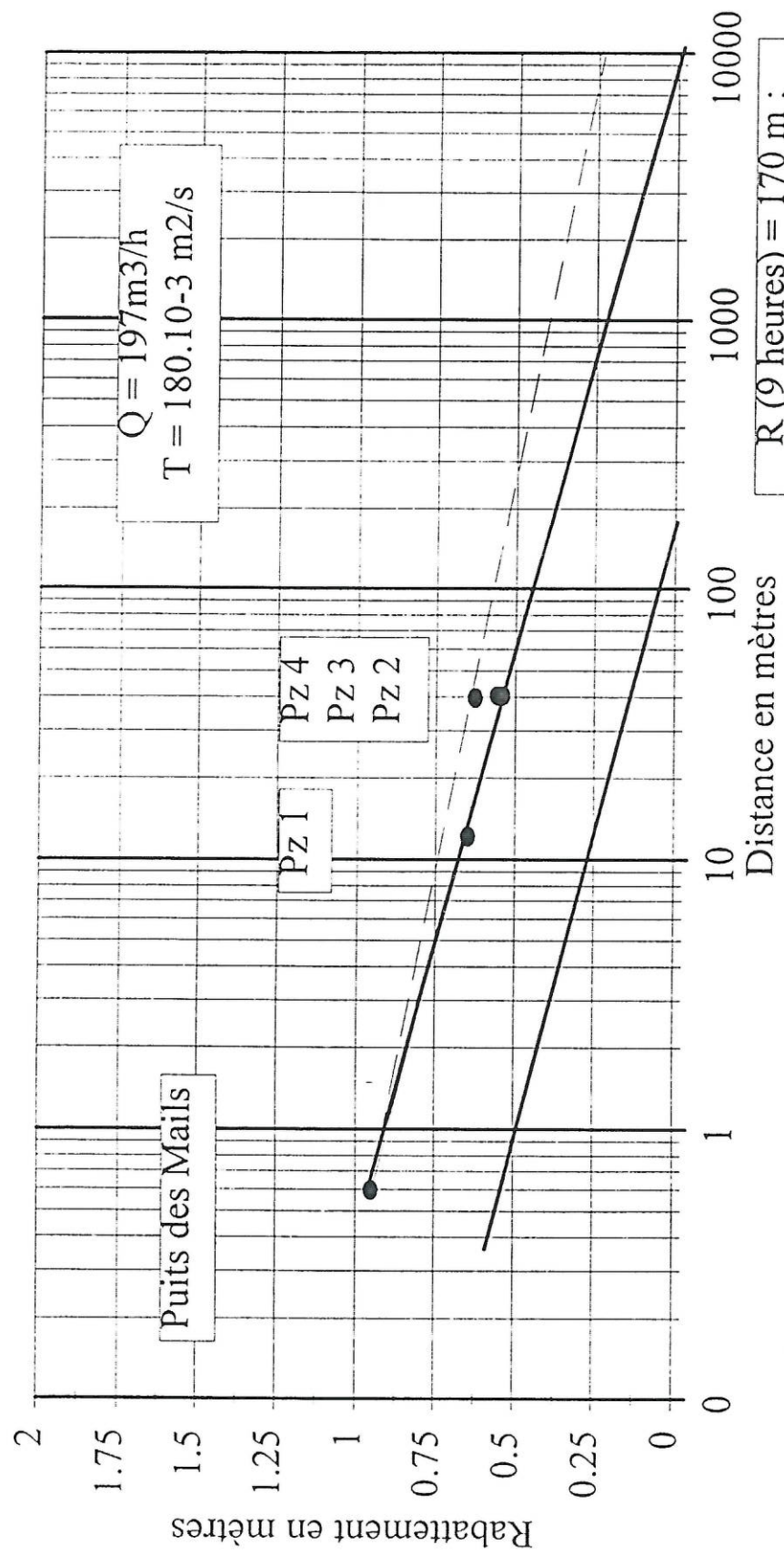
COURBE CARACTERISTIQUE

St Egrève-Puits des Mails

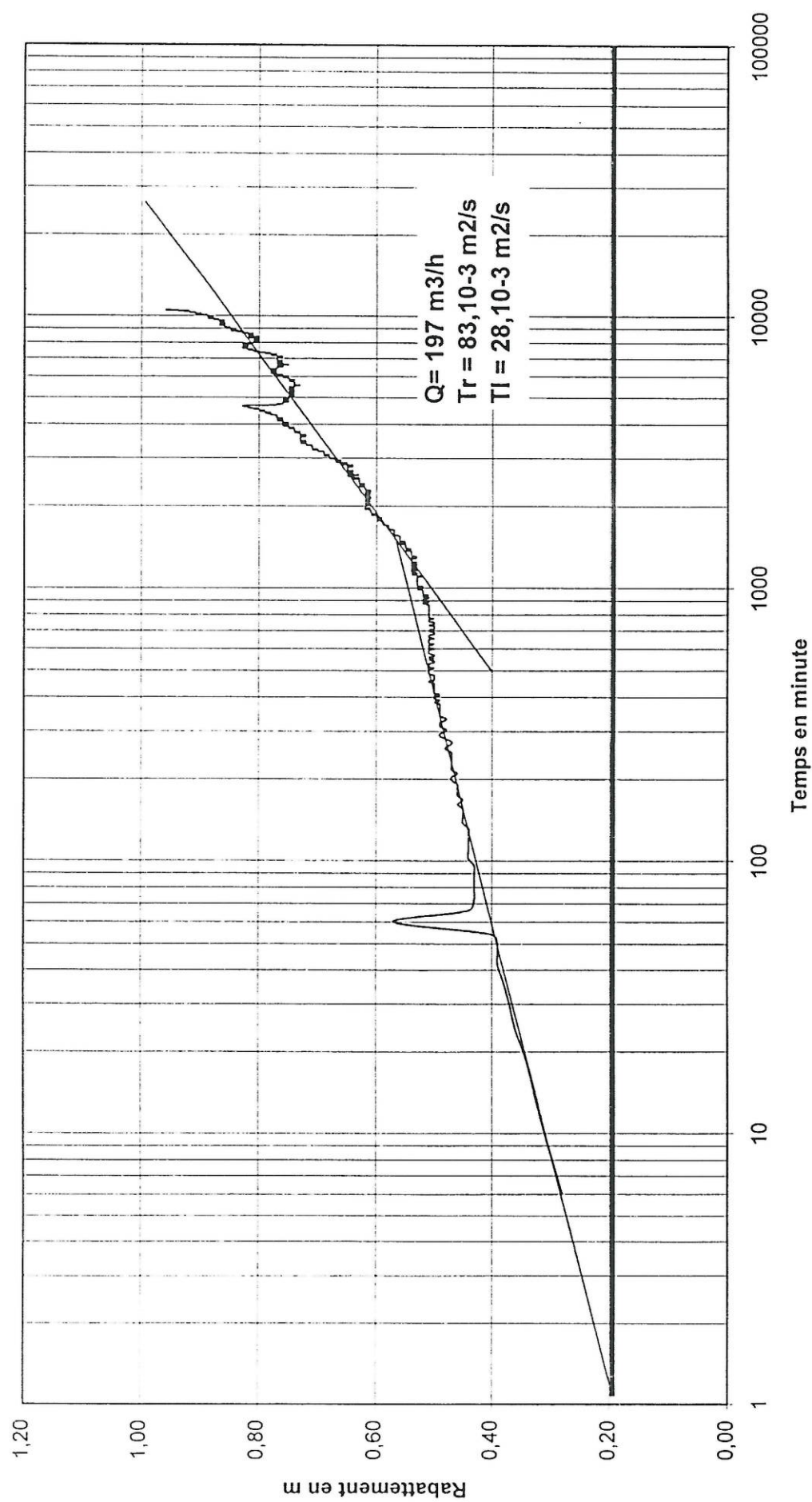


COURBE RABATTEMENT=F(DISTANCE)

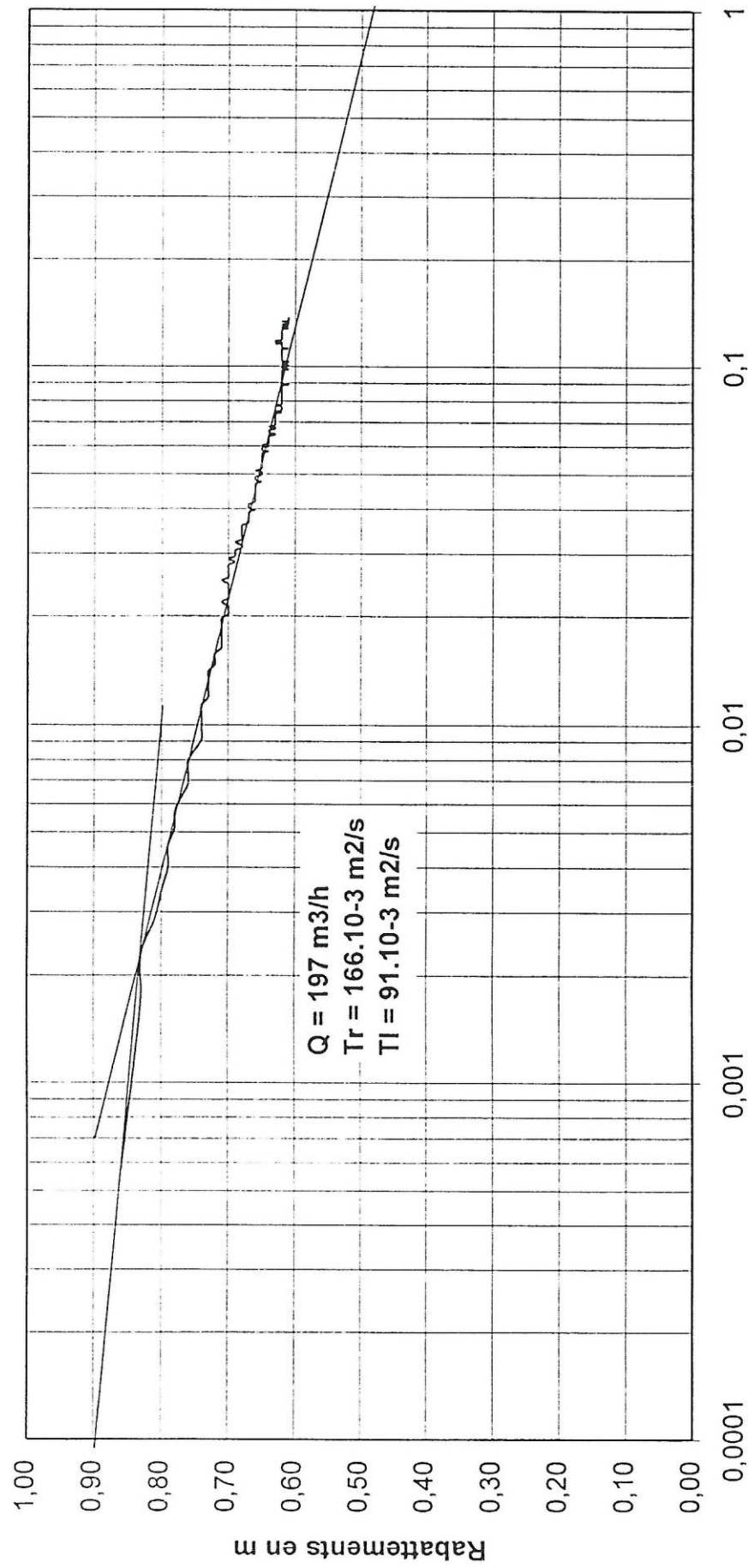
St Egrève-Puits des Mails



**Essai de débit sur le Puits des Mails
descente du 16 au 24 juin 1998**



Essai de débit sur le Puits des Mails remontée du 24 au 25 juin 1998



Temps de pompage/temps de remontée

Le pic de traceur est parvenu au puits le 16 juin entre 21h et 23h, soit en 35 heures environ après l'injection dans la nappe. On a retrouvé le 18 juin vers 11h00, des teneurs en traceur proches de la situation initiale, soit 3 jours après l'injection.

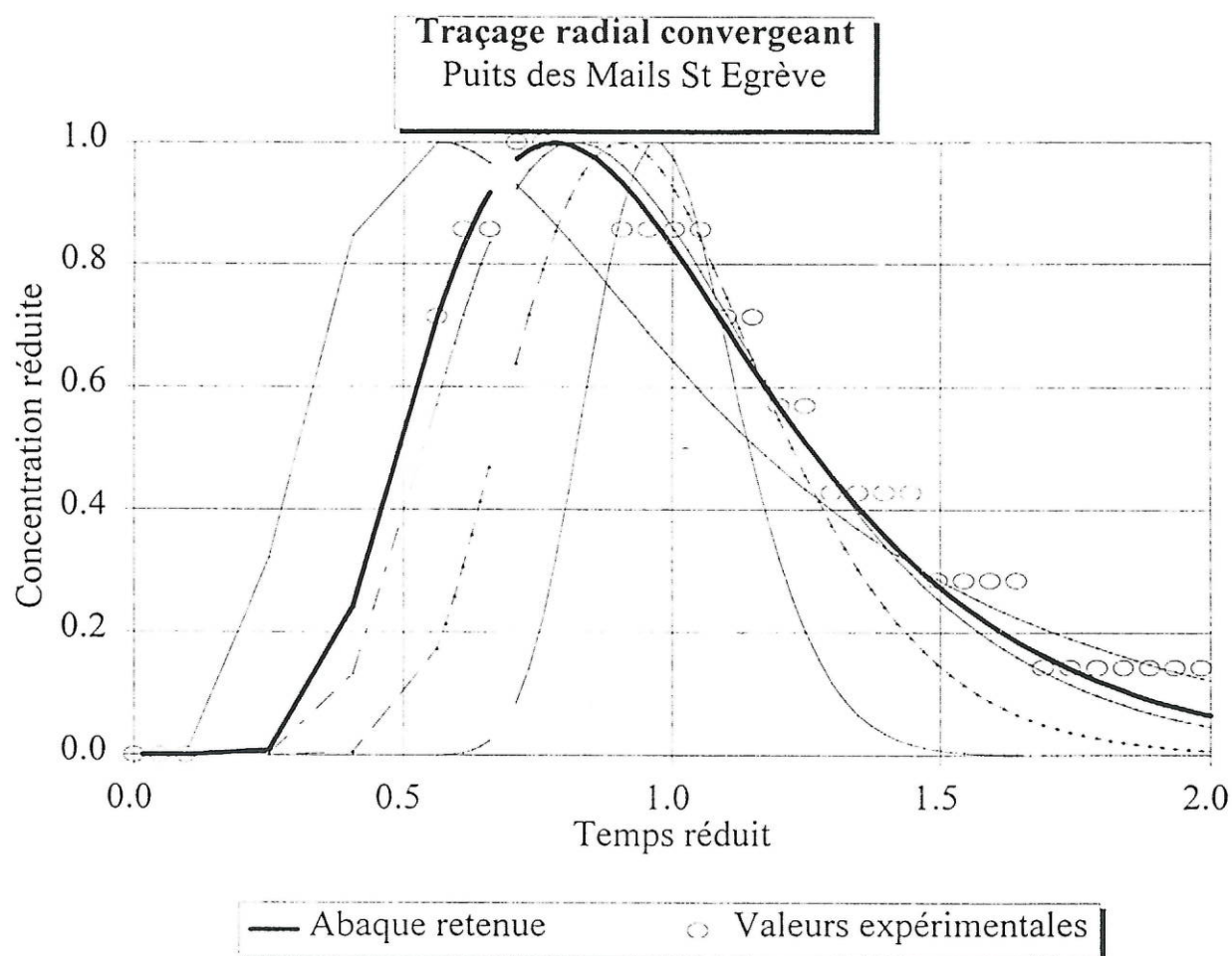
Ce traçage permet d'appréhender une porosité cinématique de 22% et une dispersivité longitudinale sur 40 m de 3,30 m.

TRACAGE RADIAL CONVERGENT

Identification du traçage : Puits des Mails St Egrève

Distance puits d'injection / puits de prélèvement :	40 m
Hauteur d'eau dans la nappe :	8 m
Débit de pompage :	197 m ³ /h
Concentration initiale en traçeur :	0.008
Concentration maximale en traçeur :	0.015
Date du début de traçage :	16/06/98
Heure du début du traçage :	12:00

Porosité cinématique :	20 %
Dispersivité longitudinale :	3.33 m



5

Estimation des isochrones

Les paramètres retenus pour le calcul des isochrones sont les suivants :

- Transmissivité : $160 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Gradient de la nappe : 2 ‰
- Débits : (1) $200 \text{ m}^3 \times 24 \text{ heures}$
(2) $200 \text{ m}^3 \times 9 \text{ heures}$
- Puissance de l'aquifère : 8 m
- Porosité cinématique : 22 à 38%

Le cône d'appel

Pour un pompage moyen à $200 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant 9 heures/jour, la largeur du cône d'appel au forage serait de 260 m environ, sa largeur maximum de 520 m et sa longueur aval de 85 m.

Pour un pompage à $200 \text{ m}^3/\text{h}$ 24h/24h, la largeur du cône au forage serait de 700 m, sa largeur maximum de 1400 m et sa longueur aval de 220 m.

Les isochrones

Le tableau suivant présente l'extension des isochrones 20, 50 et 100 jours pour les deux hypothèses de débits retenues :

Débit en m^3/j	Temps de pompage	20 jours		50 jours		100 jours	
		$\omega = 20\%$	$\omega = 40\%$	$\omega = 20\%$	$\omega = 40\%$	$\omega = 20\%$	$\omega = 40\%$
1800	9h	100 300	120 430	130 600	140 920	140 1100	150 1700
4800	24h	200 400	250 560	280 730	310 1100	320 1250	360 1900

isochrone aval/isochrone amont.

On retiendra, pour une exploitation moyenne du puits à 200 m³/h pendant 9 heures par jour, des longueurs d'isochrone 50 jours aval de l'ordre de 200 m et d'isochrone amont de 600 m. La largeur de l'isochrone au forage est de 520 m (1250 m pour un pompage de 24h).

Nous avons reporté sur la planche HC22-02, les limites du cône d'appel du puits et celles des isochrones 20 jours et 50 jours qui intègrent en fait les deux bornes fixées par le temps de transfert vertical d'une pollution. Ceci afin d'intégrer un temps de transfert global (transfert vertical (Tv) + transfert horizontal (Th)) de 50 jours minimum.

En effet, si on retient l'hypothèse pessimiste de perméabilité des formations non saturées ($K = 10^{-4}$ m/s et $T_v = 6 \pm 2$ jours), on devra appliquer l'isochrone 50 jours.

Si on retient une hypothèse plus raisonnable de 10^{-5} m/s ($T_v = 1$ mois) pour les perméabilités de la zone non saturée, l'isochrone 20 jours pourra alors être appliquée pour aboutir à un temps de transfert global de 50 jours.

6 Conclusions

L'étude hydrogéologique complémentaire réalisée sur le puits des Mails à St Egrève a permis de préciser les conditions hydrogéologiques environnantes.

Le recouvrement est constitué d'éboulis calcaires noyés dans une matrice argileuse à argilo-sableuse. Cette formation a une épaisseur de 25 à 28 m et présente des perméabilités (essais Lefranc) de 10^{-5} à 10^{-4} m/s.

Le transfert vertical théorique d'une éventuelle pollution vers la nappe se ferait entre 6 ± 2 jours et 1 mois. Le puits n'ayant historiquement jamais été pollué, on sera amené à retenir la seconde hypothèse.

L'aquifère présente une épaisseur de l'ordre de 8 m. Il s'agit de sables et graviers très grossiers. Le substratum se situerait vers 40 m de profondeur.

La nappe fluctue de l'ordre de 2 mètres en cours d'année. Lors des essais de juin 1998, elle se situait vers - 29 m.

Les caractéristiques hydrodynamiques retenues sont les suivantes :

Perméabilité :	20.10^{-3} m/s
Transmissivité :	160.10^{-3} m ² /s
Rayon d'influence (9 heures)	~200 m
Rayon d'influence (7 jours)	>8000 m
Longueur du cône d'appel aval	85 à 200 m
Largeur maximum du cône d'appel amont	500 à 1500 m

Compte tenu de ces paramètres et d'une porosité cinématique évaluée par traçage à 22%, l'isochrone amont 20 jours aura une longueur de 400 m et l'isochrone 50 jours de 920 m. Ces isochrones correspondent aux temps de transfert horizontal dans la nappe.

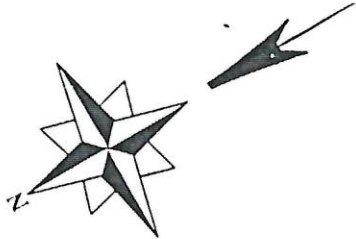
On retiendra donc la première hypothèse pour obtenir un temps de transfert global ($T_v + T_h$) de 50 jours.



Frank LENCLUD

Ingénieur Hydrogéologue

Annexe 1 Coupes des forages et puits



CGR 98 020

ST EGREVE
PIEZOMÈTRES

IMPLANTATION DES SONDAGES

FONDASOL

SON BH

863.300

DES4/

863.200

BH

Viallet

DES2

DES3

DES1

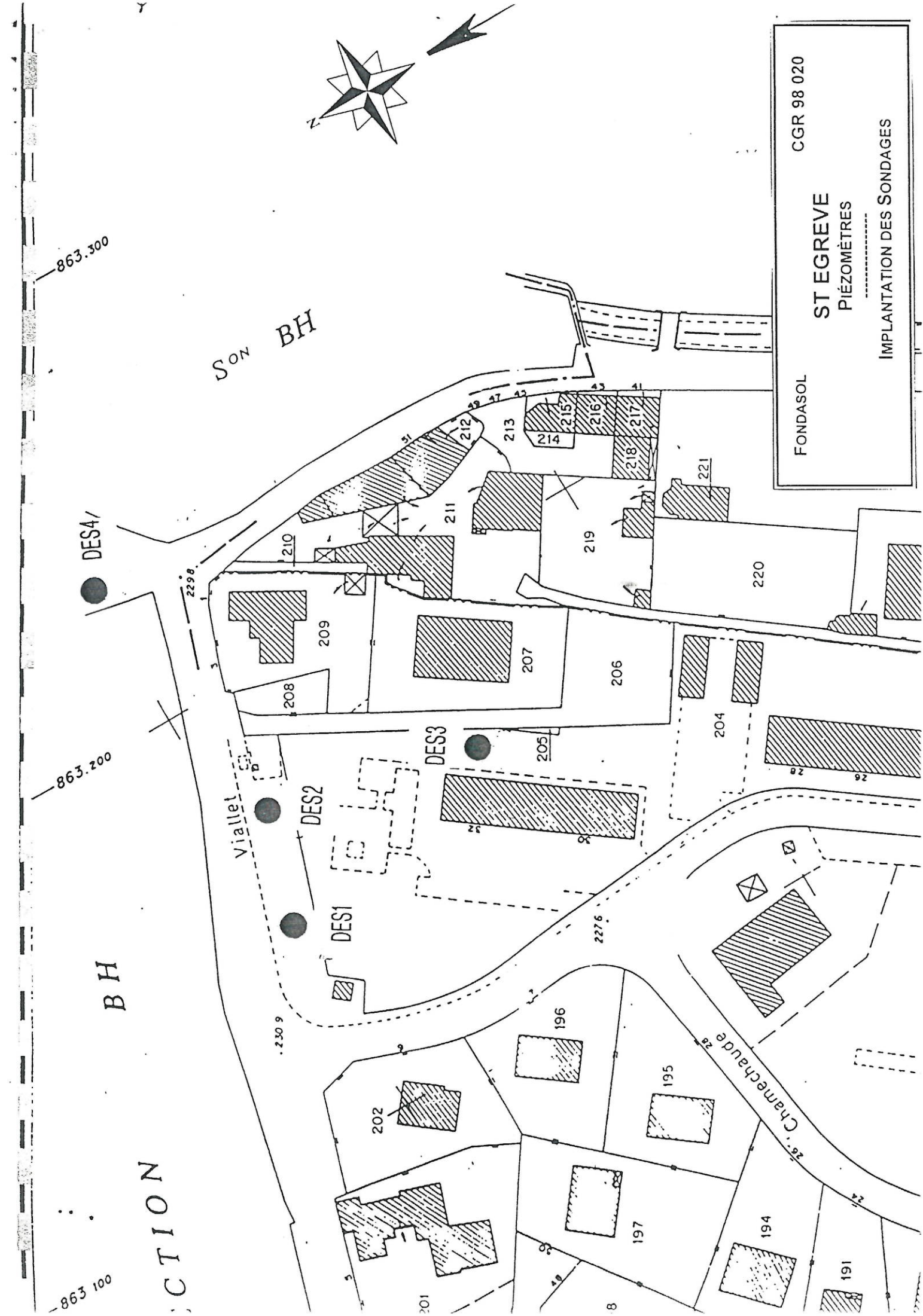
230 9

227 6

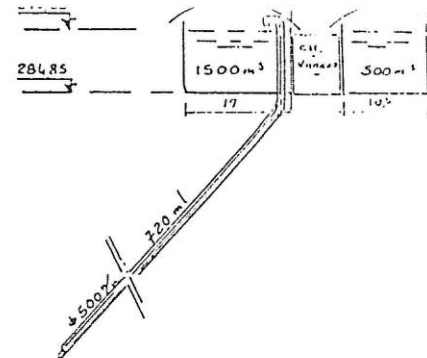
26 Cramechaude

CTION

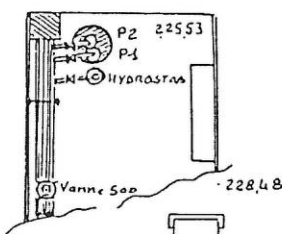
863 100



STATION DE POMPAGE - DES MAILS -



228.48 228.53



Dalle Puits
(ds station)

228.53

± 0.00

225.53

-3.00

-5

-10

-15

-20

-25

-30

-35

-40.00

Eboulis
Calcaire
Argileux

Graviers
Calcaire

Sable légèrement
argileux
Graviers
Galets

Sable
Graviers
Galets

Peu de sable
Graviers
Galets

TETE P2
(7.10.89)

TETE P1
(7.10.89)

FOND PUITS

194.53

192.93

188.53

Forage du 14/11/03.65 Par SONDARALP -

P2 à 34.00m

P1 à 35.60

- TUBE CALPINE 10m -

VARIATION DE LA NAPPE

ANNEE: MOIS:

DATE	NIVEAU NAPPE NGF	POMPAGE			
		P1 INDEX	H	P2 INDEX	H
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
TOTAL					

Niveau 31.50 (7/10/89) (P2) - Niveau 27.12.89

31.00

32.60

"Elements 2m rajoutés le 7.10.89"

POMPES PLEUCER

P1 - HMT 120m 80 KW . 110 CV P1044 V1090 180m³/h n°164828
P2 - HMT 105m 75 KW 100 CV P1044a V1080 180m³/h n°281732

JN 9 OCTOBRE 1989

FONDASOL CGR 98 020

SAINT EGREVE - Piézomètres






Rev.: 1.45

Sondage : DES 1

Date: 19/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES1

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	0.		Limon sableux brun et éboulis calcaires						
	1.50		Eboulis calcaires à matrice sableuse gris beige						
	4.50		Eboulis calcaires à matrice sableuse et argileuse beige						
	12.00		Eboulis calcaires à matrice sableuse gris beige						
	20.00								

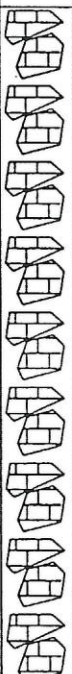
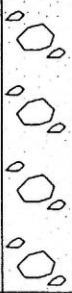
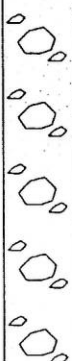
FONDASOL CGR 98 020 SAINT EGREVE - Piézomètres

Sondage : DES 1 Suite

Date: 19/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES1S

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	20.00		Eboulis calcaires à matrice sableuse gris beige						
	29.00		Sable beige, éboulis calcaires, graviers et galets		28.6	ODEX Ø115	Ø115/140		
	33.00		Sable beige abondant, graviers et galets		33.0				
	38.20		PIEZOMETRE PVC Ø60 mm - crépiné de -38.15 à -29.15 m - longueur dans sol : 38.15 m - Protection : bouche à clé NIVEAUX EAU : - rencontre à 33.0 et 36.3 m - fin de forage : 28.6 m - humide à 29.00 m		36.3				

FONDASOL CGR 98 020

SAINT EGREVE - Piézomètres

Sondage : DES 2

Date: 25/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES2

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	0.								
	0.70		Sable limoneux brun et éboulis calcaire						
			Eboulis calcaires à matrice sableuse gris beige						
	5.00								
			Argile sableuse beige et qq éboulis calcaires						
	7.50								
			Eboulis calcaires à matrice sableuse, irrégulièrement argileuse, beige						
	20.00								

ODEX Ø115

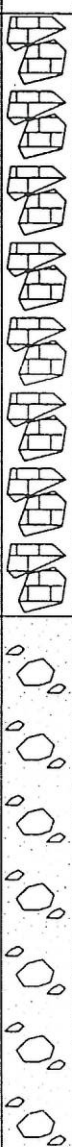
Ø115/140

Sondage : DES 2 Suite

Date: 25/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES2S

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	20.00		Eboulis calcaires à matrice sableuse, irrégulièrement argileuse beige						
	28.00		Sable beige, lgt argileux, graviers et galets		28.5 29.0	ODEX Ø115	Ø115/140		
	35.10		PIEZOMETRE PVC Ø60 mm - crépiné de -35.00 à -29.10 m - longueur dans sol : 35.00 m - protection : bouche à clé NIVEAUX EAU : - rencontre : 29.0 m - fin de forage à : 28.45 m MESURES DE PERMEABILITE A : 11.05m, 20.05m, 30.45m						

FONDASOL CGR 98 020





SAINT EGREVE - Piézomètres

Sondage : DES 3

Date: 28/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES3

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	0.		Sable limoneux brun beige et blocs						
	1.50		Eboulis calcaires à matrice sableuse, lgt argileuse beige						
	4.00		Eboulis calcaires à matrice argileuse et sableuse beige						
	20.00								

ODEX ø115

ø115/140





FONDASOL CGR 98 020 SAINT EGREVE - Piézomètres

Sondage : DES 4 Suite

Date: 27/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES45

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	20.10		Eboulis calcaires						
	21.30		Eboulis calcaires à matrice sableuse et argileuse beige						
	29.50		Sable beige, graviers et galets						
	35.20		PIEZOMETRE PVC ø60 mm - crépiné de -29.30 à -35.20 m - longueur dans sol : 35.20 m - protection : bouche à clé NIVEAUX EAU : - rencontre : 29.50 m - fin de forage : 28.80 m MESURES DE PERMEABILITE A : 11.34m, 21.33m, 30.85m						

|| 28.8

|| 29.5

ODEX ø115

ø115/140

FONDASOL CGR 98 020

SAINT EGREVE - Piézomètres

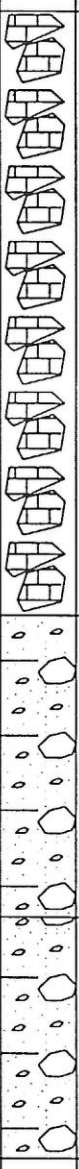
Rev.: 1.45

Sondage : DES 3 Suite

Date: 28/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES3S

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE.	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	20.00		Eboulis calcaires à matrice argileuse et sableuse beige		26.4 28.5	OOEX Ø115	Ø115/140		
	28.00		Sable, graviers, galets et éboulis calcaires						
	32.00		Sable, graviers et galets						
	35.20		PIEZOMETRE PVC Ø60 mm - crépiné de -35.10 à -29.20 m - longueur dans sol : 35.10 m - protection : bouche à clé NIVEAUX EAU : - rencontre : 28.50 m - fin de forage : 26.40 m				32.2		

FONDASOL CGR 98 020

SAINT EGREVE - Piézomètres

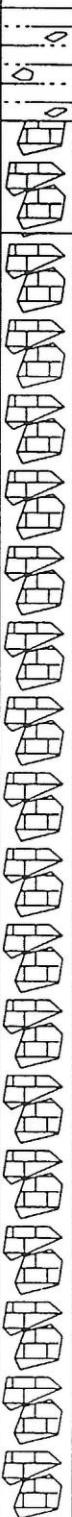
Rev.: 1.45

Sondage : DES 4

Date: 27/05/98

Inclinaison°: 0.

Fichier: DES4

COTES	PROFONDEUR	SCHEMA	COUPE LITHOLOGIQUE	ATTRIBUTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHANTILLONS	PIEZOMETRE
	0.		Limon brun et blocs						
	1.50		Eboulis calcaires à matrice sableuse						
	3.00		Eboulis calcaires à matrice sableuse et argileuse beige						
	20.10								

Résultats des essais Lefranc (Fondasol)

ESSAI D'EAU LEFRANC

1 - DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Après réalisation d'une cavité, l'eau est injectée dans celle-ci à débit constant.

A l'intérieur du tube, la variation du niveau d'eau est suivi en permanence à l'aide d'une sonde piézométrique.

1.1 - DANS LES MATÉRIAUX GRAVELEUX :

- La cavité est réalisée par battage d'un tube jusqu'à la base de celle-ci. Le tubage est curé à l'aide d'un outil désagrégateur et rempli par de la gravette calibrée, de forte perméabilité. Le tubage est ensuite remonté sur une hauteur L .
- 3 débits d'injection sont testés durant 20 mn chacun ; après arrêt de chaque injection, la descente est suivie durant 10 mn.

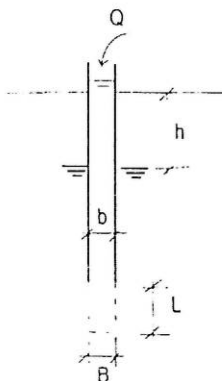
1.2 - DANS LES MATÉRIAUX ARGILEUX :

- Après battage d'un tube à la cote désirée, la cavité est aménagée, à l'aide d'un outil désagrégateur, sur une hauteur L sous la base du tube ; elle est ensuite remplie d'une gravette calibrée de forte perméabilité.
- Le tube est entièrement rempli d'eau ; la descente est suivie durant 45 minutes.

2 - INTERPRETATION DES ESSAIS

Les essais sont interprétés différemment selon qu'ils sont en régime transitoire ou permanent ; selon qu'ils sont réalisés au-dessus ou sous la nappe.

2.1 - ESSAI SOUS LA NAPPE



* En régime stationnaire :

La perméabilité K est liée au débit d'injection Q par la formule :

$$K = \frac{Q}{m.B.h}$$

où m est un coefficient de forme fonction du rapport L/B.

* En régime transitoire:

La variation de charge hydraulique dans le tube peut être modélisée par l'équation différentielle suivante :

$$S.(dh/dt) + m.K.B.h = Q$$

$$\text{Où } S : \text{section du tube} : S = \pi \frac{b^2}{4}$$

La solution de l'équation est de la forme :

$$h = \frac{Q}{m.K.B} - \left(\frac{Q}{m.K.B} - h_0 \right) e^{-\frac{m.K.B}{S}.t}$$

Où h_0 : Charge hydraulique au temps $t_0 = 0$.

L'outil informatique avec écran graphique permet de superposer les points expérimentaux de coordonnées (h,t) aux courbes théoriques paramétrées par K.

Notons au passage, que lorsque t tend vers l'infini, on retrouve la formule du régime permanent :

$$K = \frac{Q}{m.h.B}$$

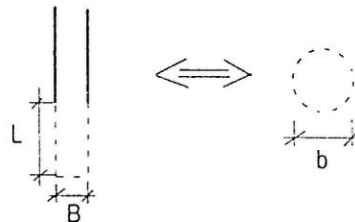
2.2 - ESSAI EN TERRAIN SEC :

Dans ce cas, l'essai s'interprète selon la théorie Nasberg.

Les principes de calcul sont les mêmes que pour le cas sous la nappe (superposition des points expérimentaux et des courbes théoriques paramétrées par K).

Les différences résident en :

- L'approximation de la cavité cylindrique en une cavité sphérique de même surface :



$$b = \frac{B}{2} \sqrt{4 \frac{L}{B} + 1}$$

- L'équation différentielle modélisant l'essai est de la forme :

$$Q = S \cdot \frac{dh}{dt} + \frac{\pi \cdot k \cdot b^2}{8} \left(1 - \sqrt{16 \frac{h}{b} + 1} \right)^2$$

Si l'on pose :

$$X = \left(1 - \sqrt{16 \frac{h}{b} + 1} \right)^2$$

$$\alpha = \frac{\pi \cdot b \cdot K}{S}$$

$$\beta = \frac{8Q}{b \cdot S}$$

La solution théorique de l'équation est :

$$t = \frac{1}{2\alpha} \left[\operatorname{Ln} \frac{\beta - \alpha x_0^2}{\beta - \alpha x^2} + \frac{1}{\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}} \operatorname{Ln} \frac{\left(x - \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right) \left(x_0 + \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right)}{\left(x + \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right) \left(x_0 - \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right)} \right]$$

où X_0 est la valeur de X pour $t = 0$

Ce qui revient à écrire que pour $Q = \text{Constante}$, on a :

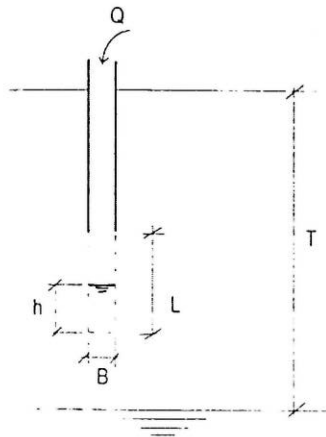
$$t = f(h, K)$$

* En régime stationnaire :

Nous avons une solution approchée avec un écart inférieur à 10% qui donne K par inversion :

$$Q = \frac{\pi \cdot K \cdot b^2}{8} \left[1 - \sqrt{16 \frac{h}{b} + 1} \right]^2$$

2.3 - CAS OÙ LE NIVEAU D'EAU INJECTÉ RESTE AU DROIT DE LA CAVITÉ :



Ce type de configuration ne peut s'interpréter qu'en régime stationnaire ; nous devons sa solution à WINGER ; deux cas sont étudiés :

* Cas de la nappe infiniment profonde ($T > 3h$)

k est obtenu par la formule :

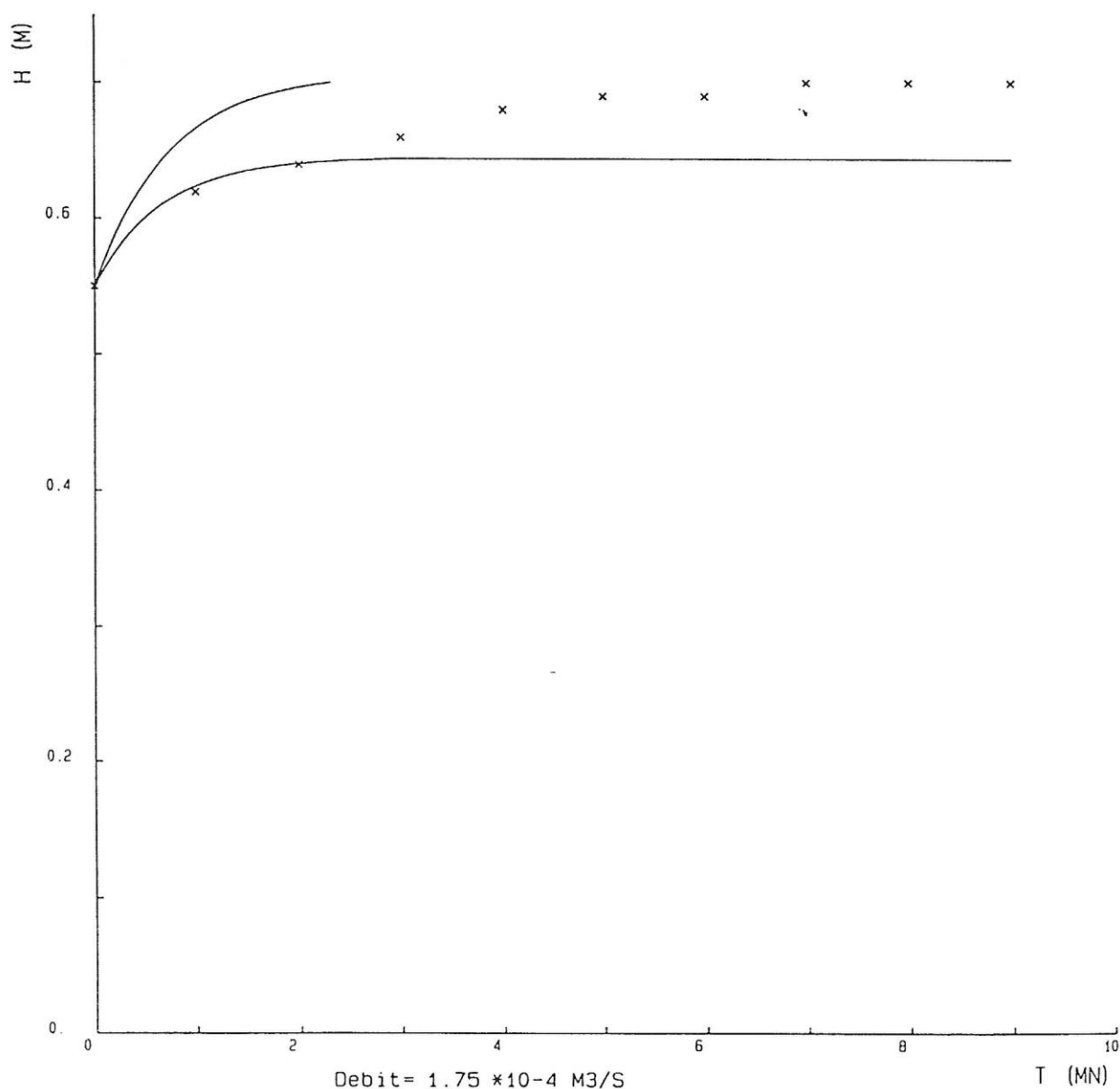
$$K = \frac{Q}{2\pi \cdot h^2} \left[\ln \left(\frac{2h}{B} + \sqrt{4 \frac{h^2}{B^2} - 1} \right) - 1 \right]$$

* Cas de la nappe à profondeur finie ($T \leq 3h$)

$$K = \frac{3Q \cdot \ln \frac{2h}{B}}{\pi \cdot h \cdot (h + 2T)}$$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES2 11.05m $Q=1.75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $1.75 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

$B= 0.303 \text{ METRE}$

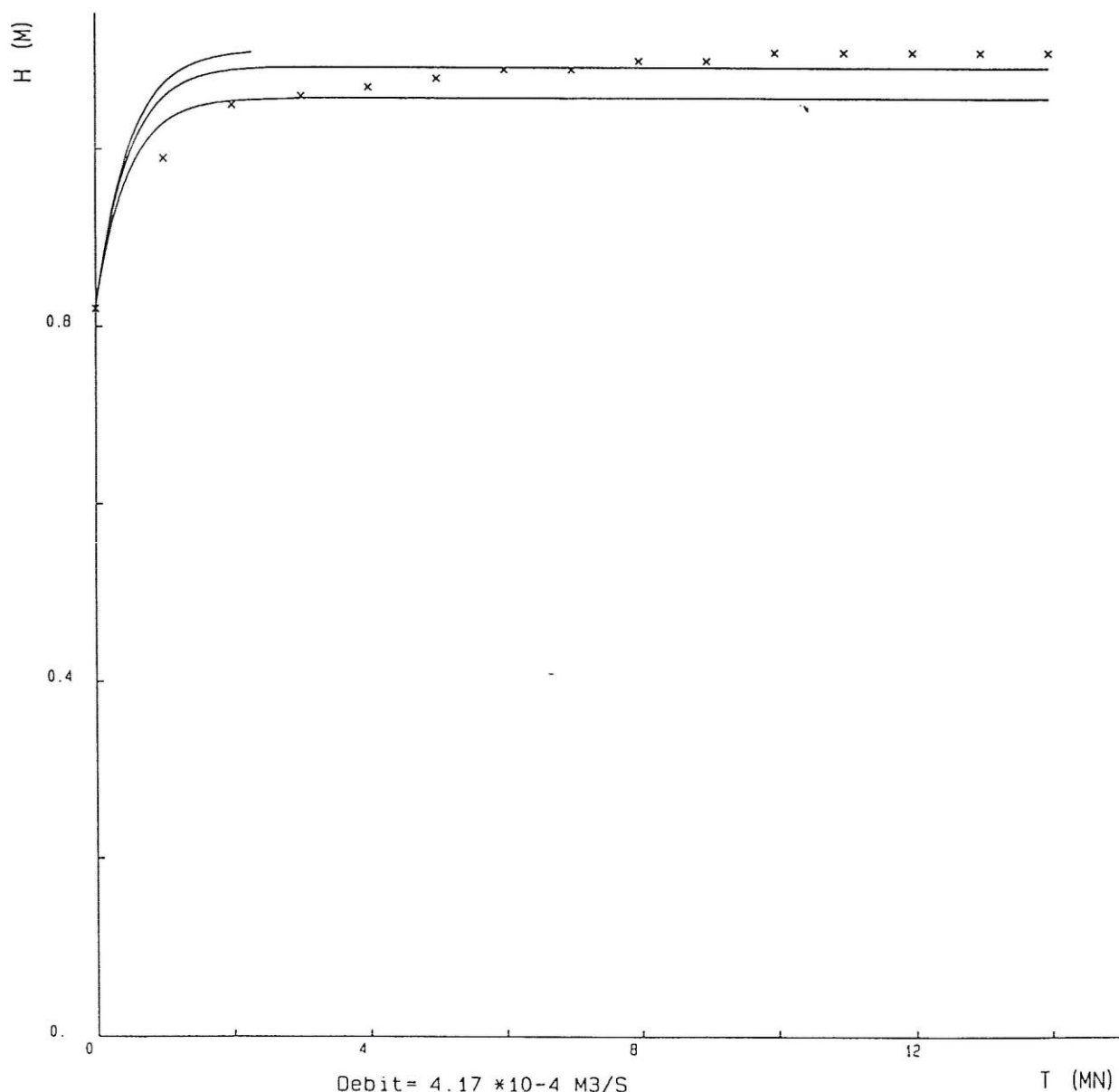
$M= 0.39$

COURBE THEORIQUE $K= 1.800 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

COURBE THEORIQUE $K= 2.000 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES2 11.05m $Q=4.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $4.17 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

$B= 0.303 \text{ METRE}$

$M= 0.39$

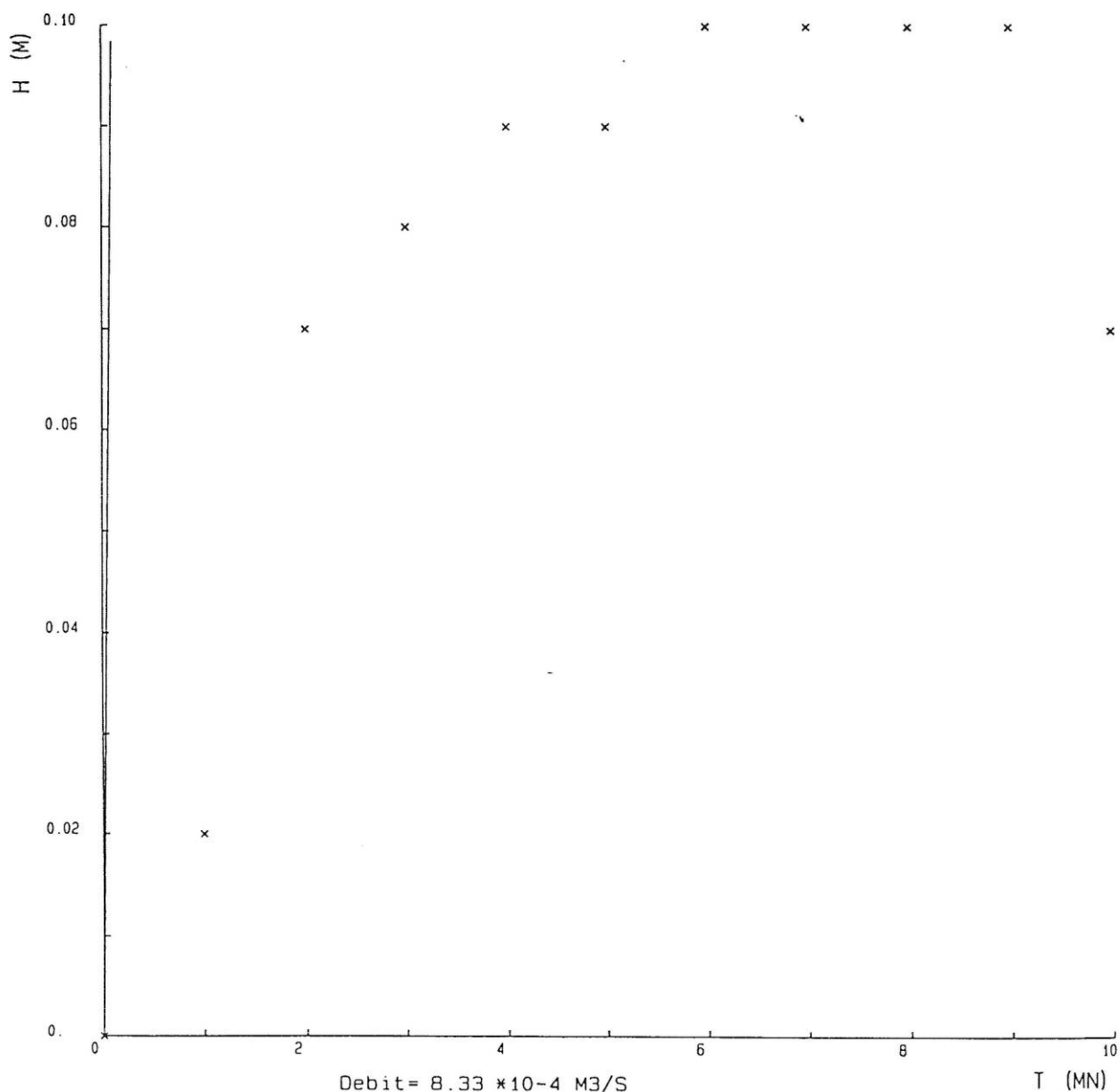
COURBE THEORIQUE $K= 2.700 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

COURBE THEORIQUE $K= 2.600 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

COURBE THEORIQUE $K= 2.550 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES2 -30.45m $Q=8.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $8.33 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

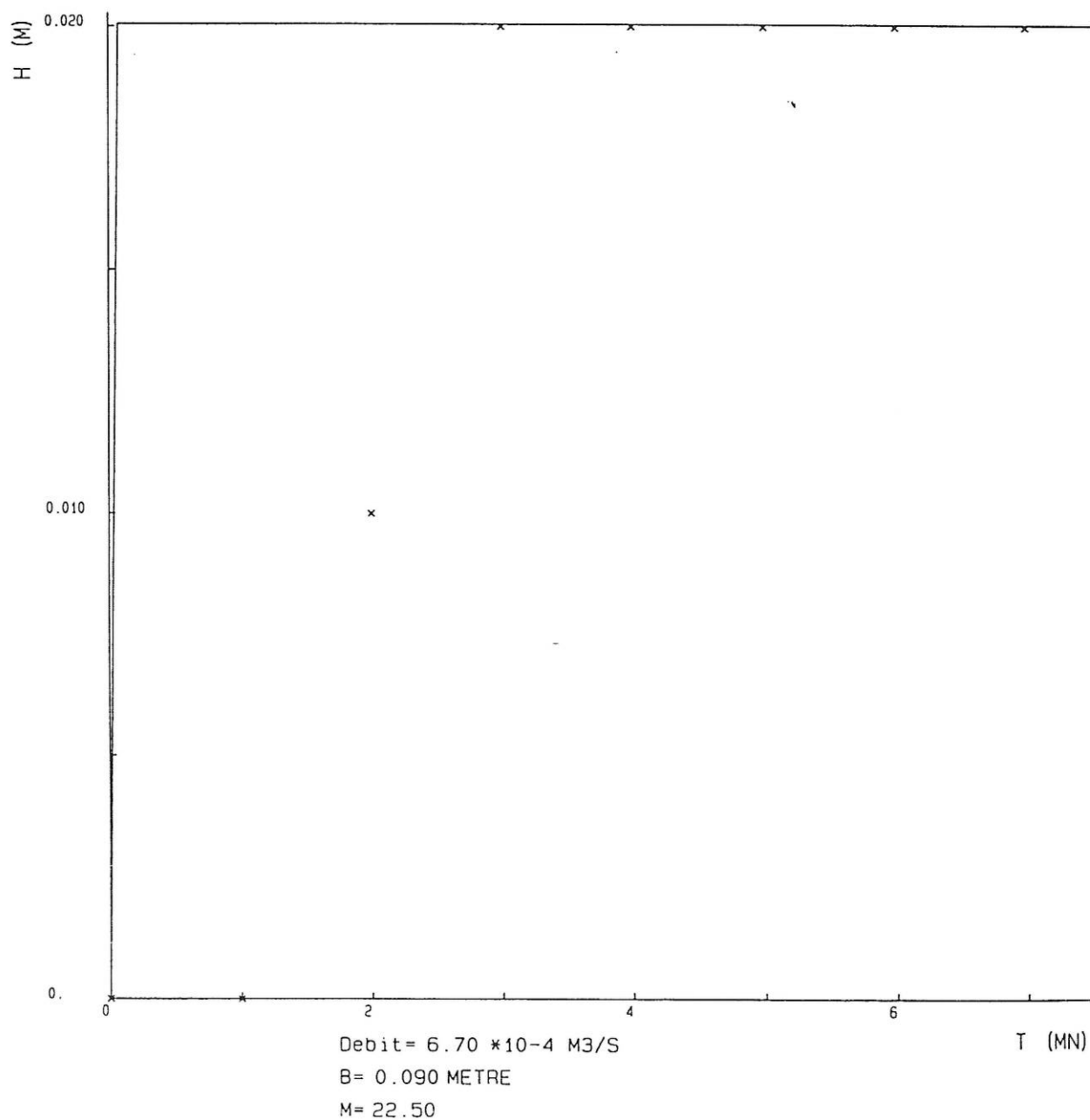
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE K= 41.000 $10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

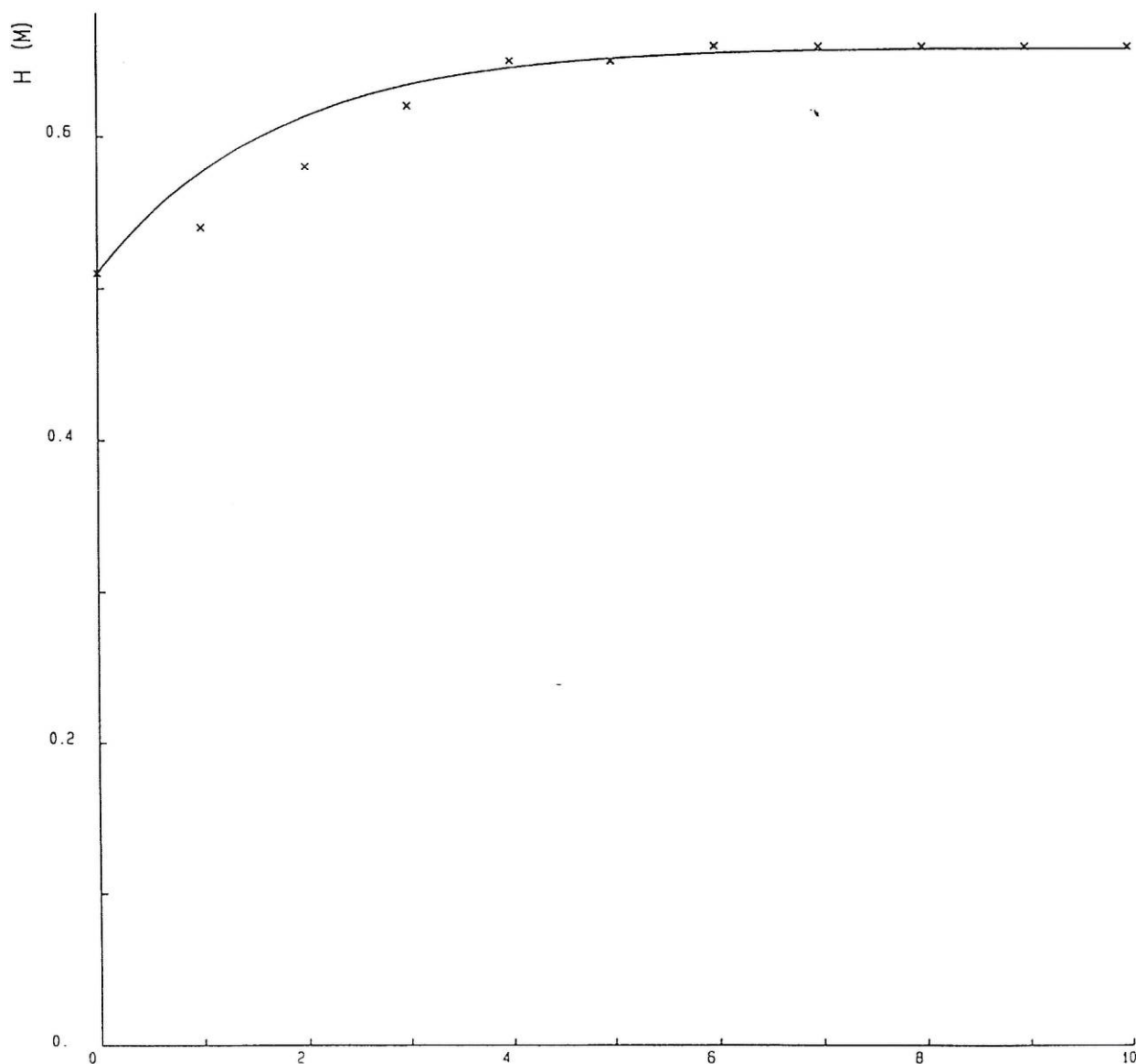
DES2 -30.45m $Q=6.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



COURBE THEORIQUE $K= 165.000 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 -11.34m $Q=0.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $0.70 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

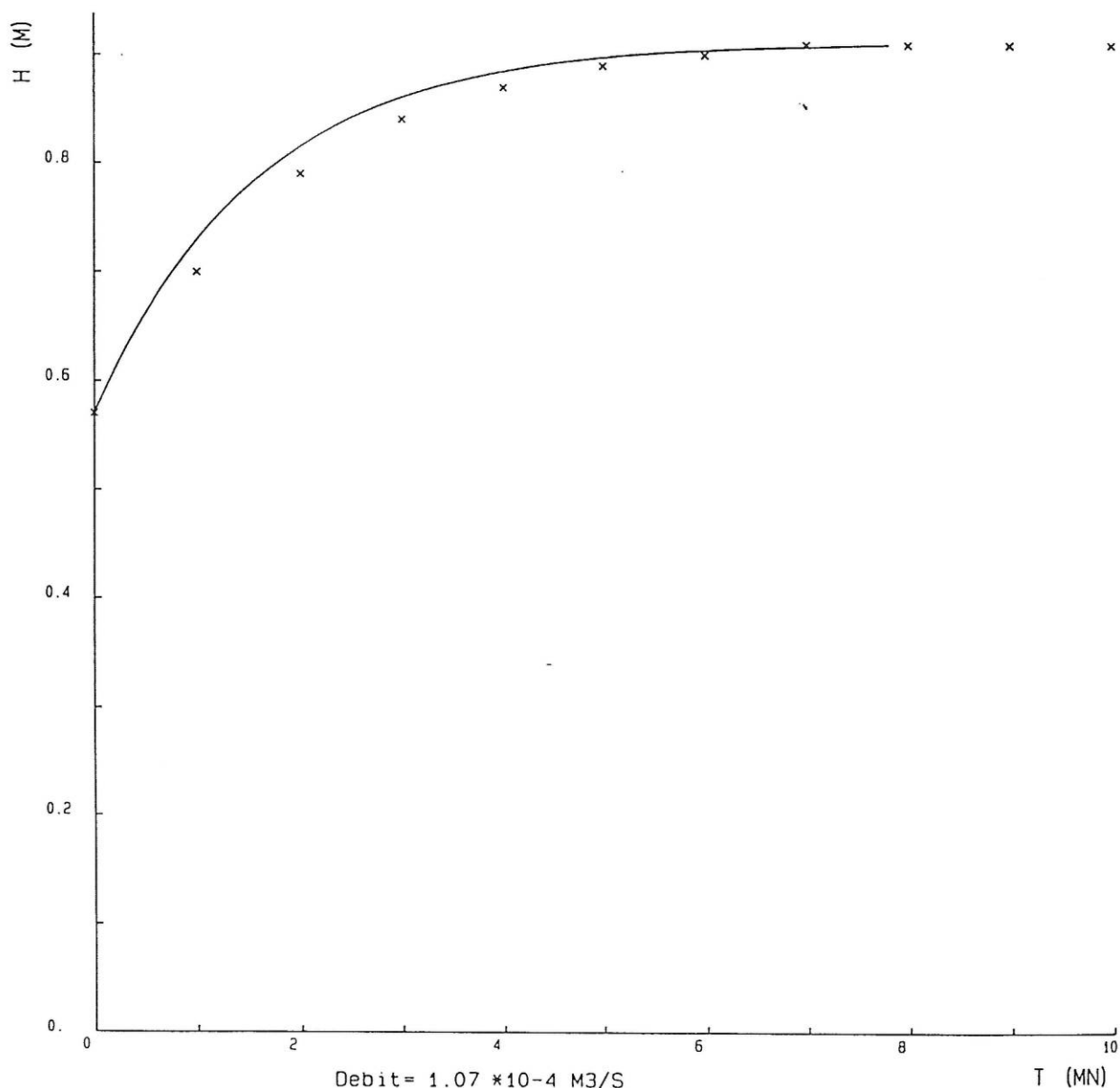
B= 0.303 METRE

M= 0.39

COURSE THEORIQUE K= $0.780 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 - 11.34m $Q=1.07 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $1.07 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

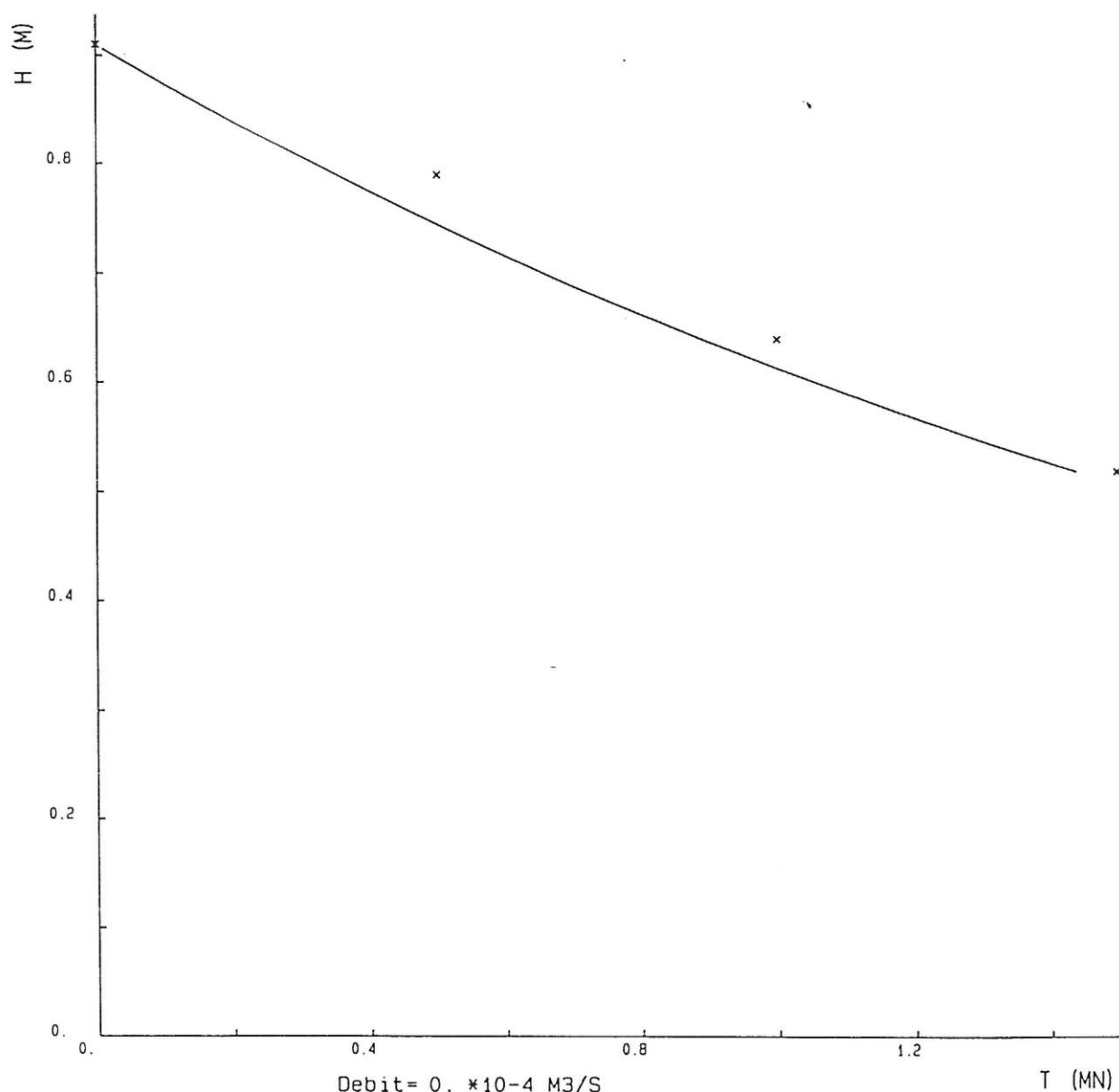
B= 0.303 METRE

M= 0.39

COURBE THEORIQUE $K= 0.820 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 - 11.34m DESCENTE B=2



Debit= 0. *10⁻⁴ M3/S

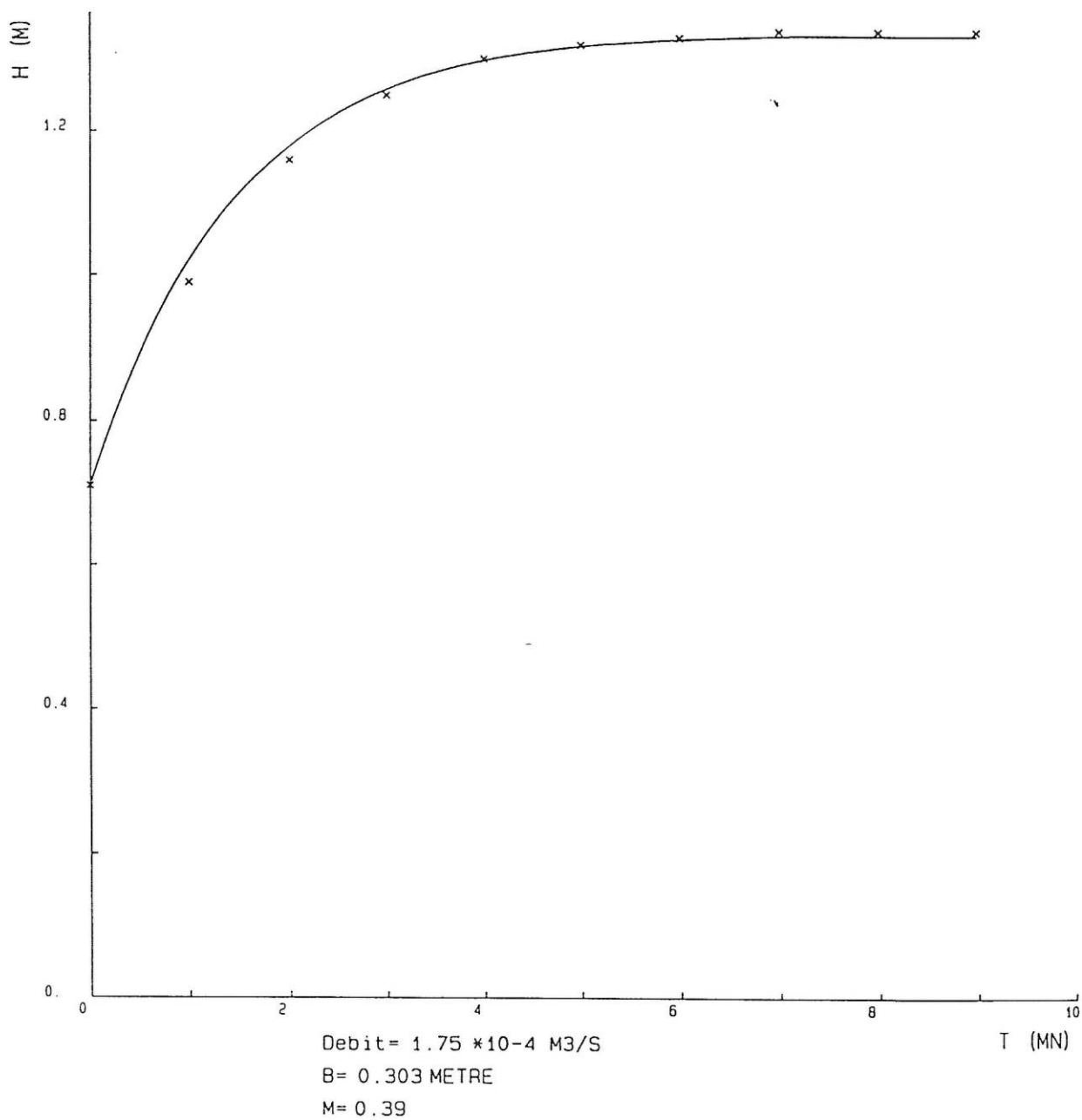
B= 0.303 METRE

M= 0.39

COURBE THEORIQUE K= 0.600 10⁻⁴M/S

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

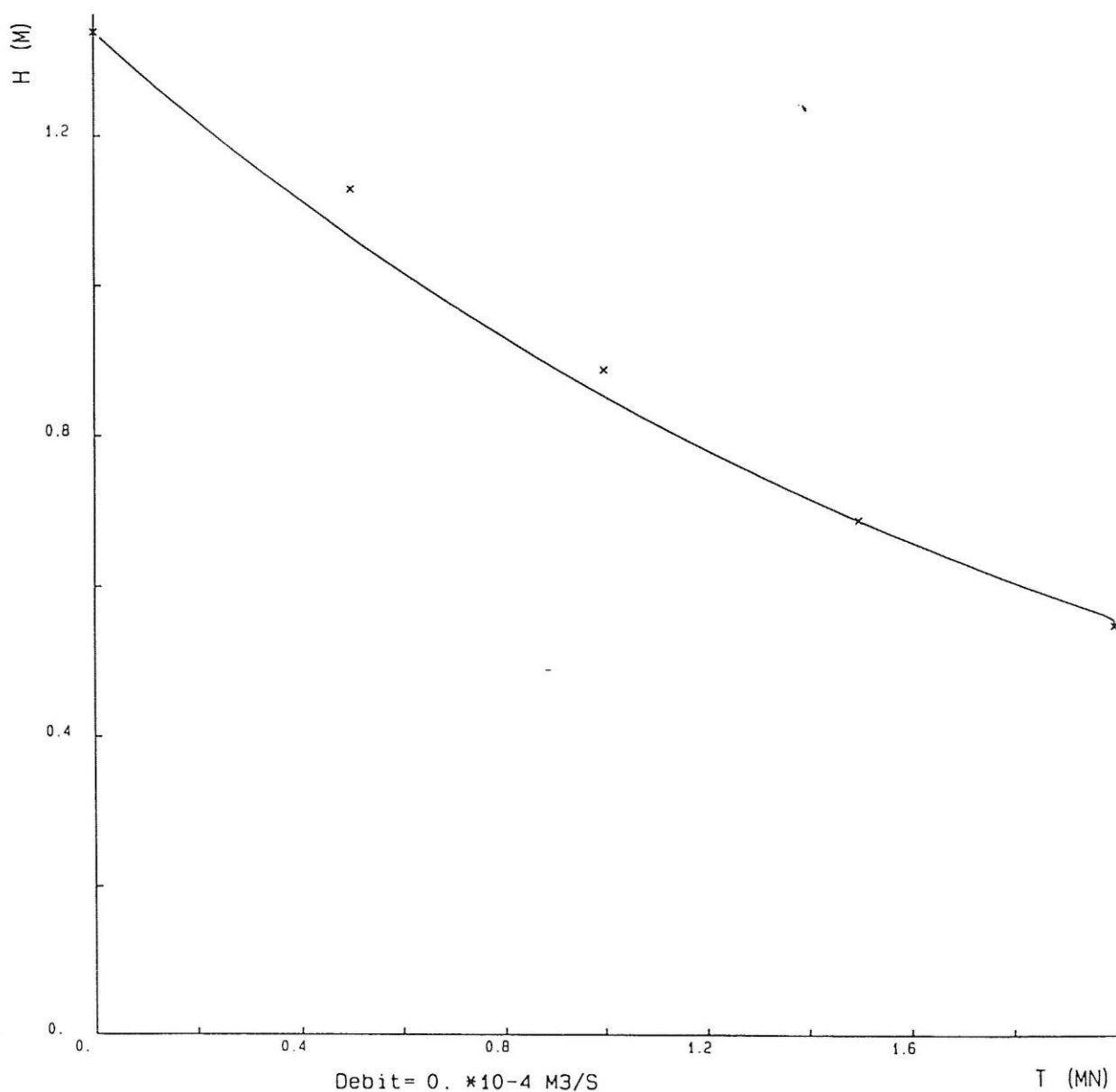
DES4-11.34m $Q=1.75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



COURBE THEORIQUE $K= 0.870 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 - 11.34m DESCENTE B=3



Debit= 0. *10⁻⁴ M3/S

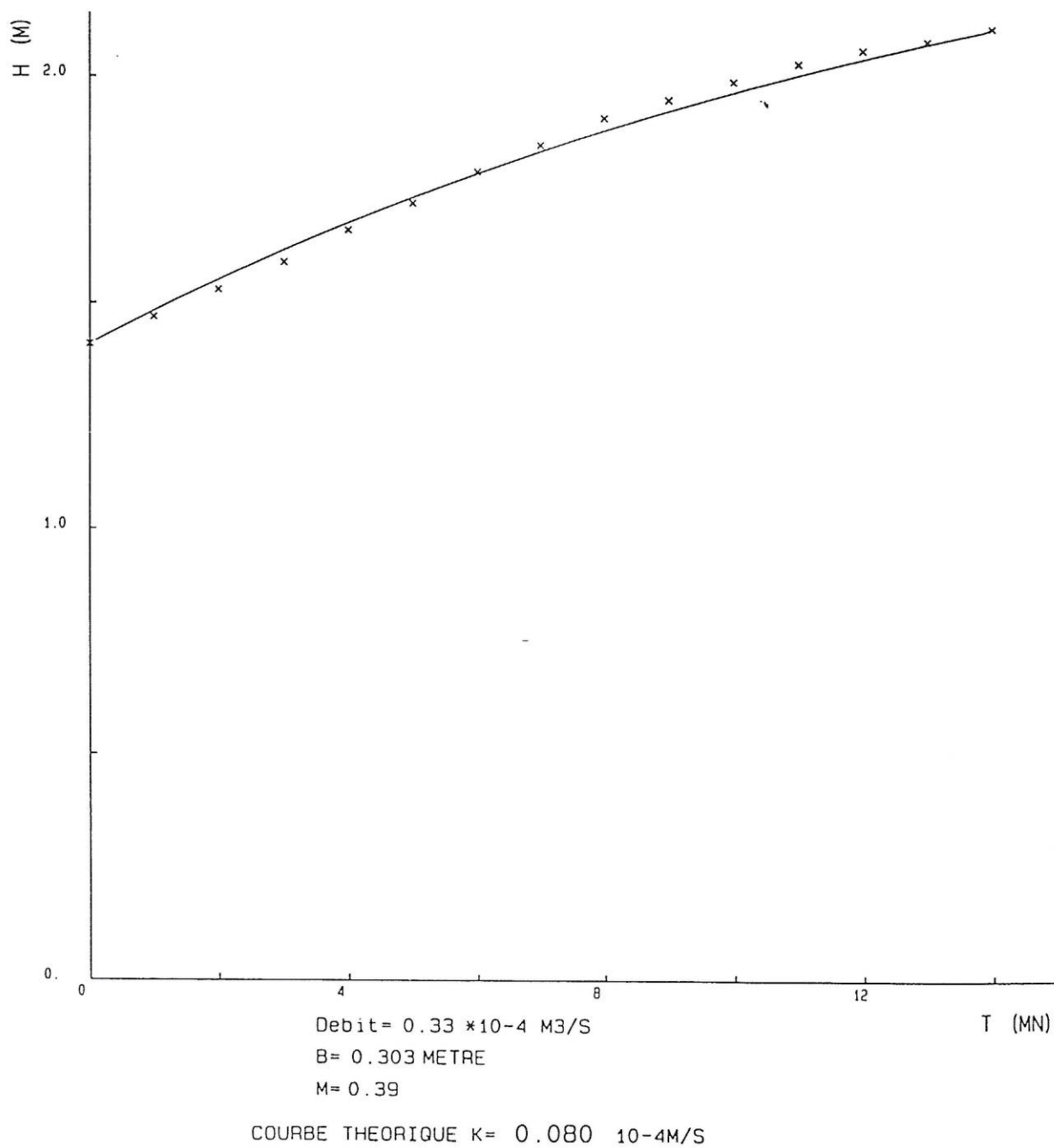
B= 0.303 METRE

M= 0.39

COURBE THEORIQUE K= 0.650 10⁻⁴M/S

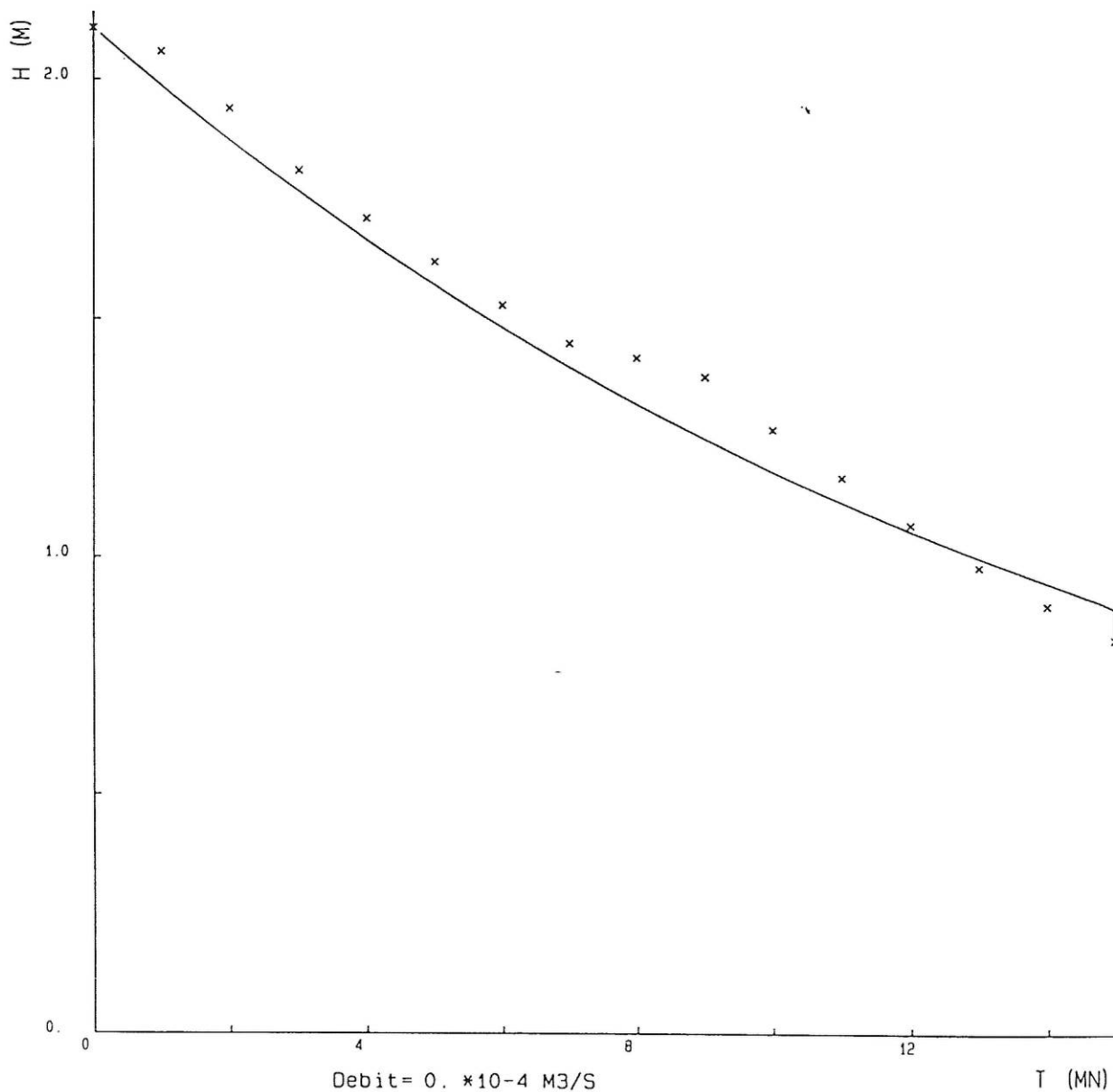
ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 -21.33m $Q=0.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 -21.33m DESCENTE, B=00



Debit= 0. *10⁻⁴ M3/S

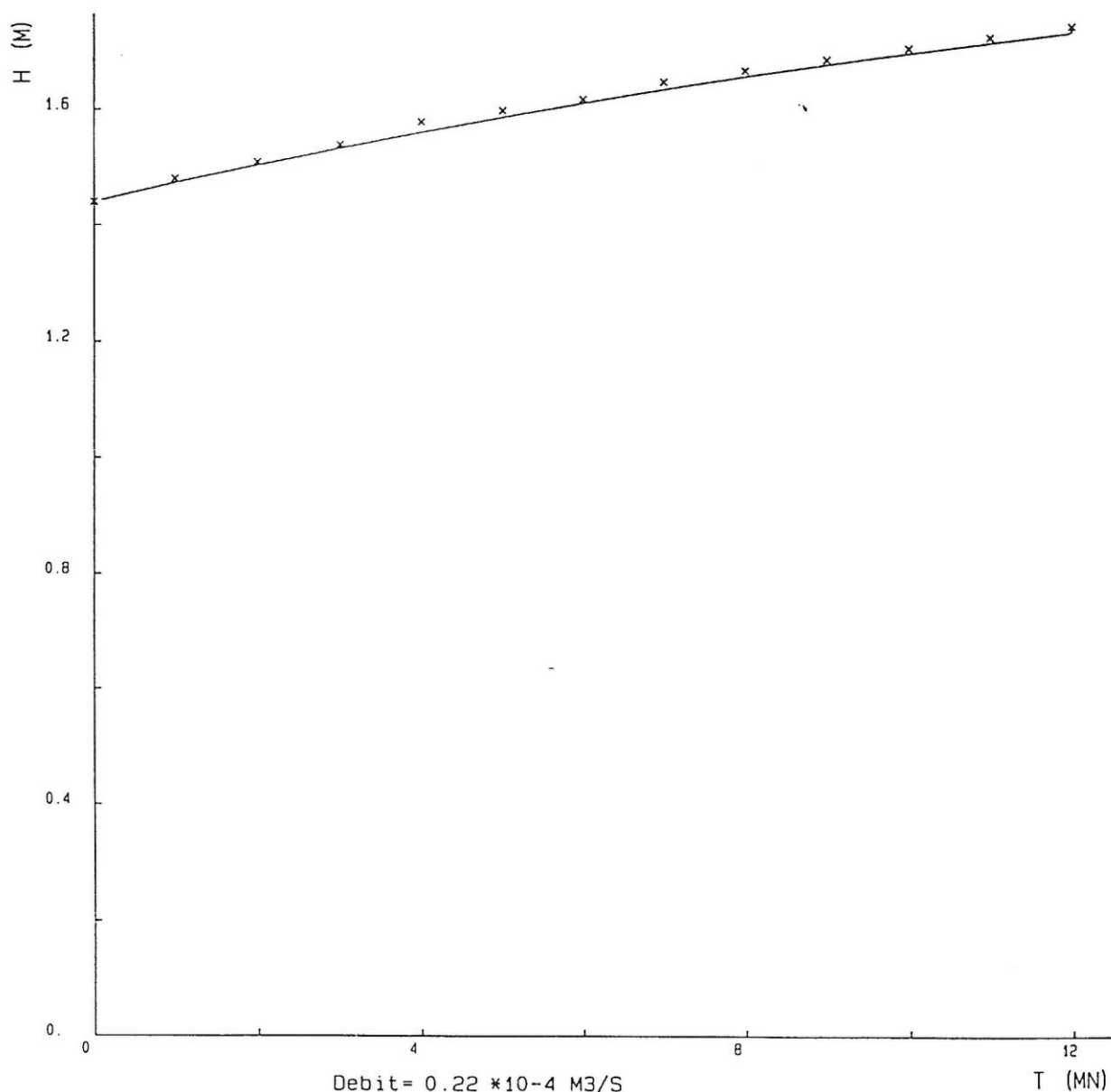
B= 0.303 METRE

M= 0.39

COURBE THEORIQUE K= 0.080 10⁻⁴M/S

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 -21.33m $Q=0.22 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $0.22 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

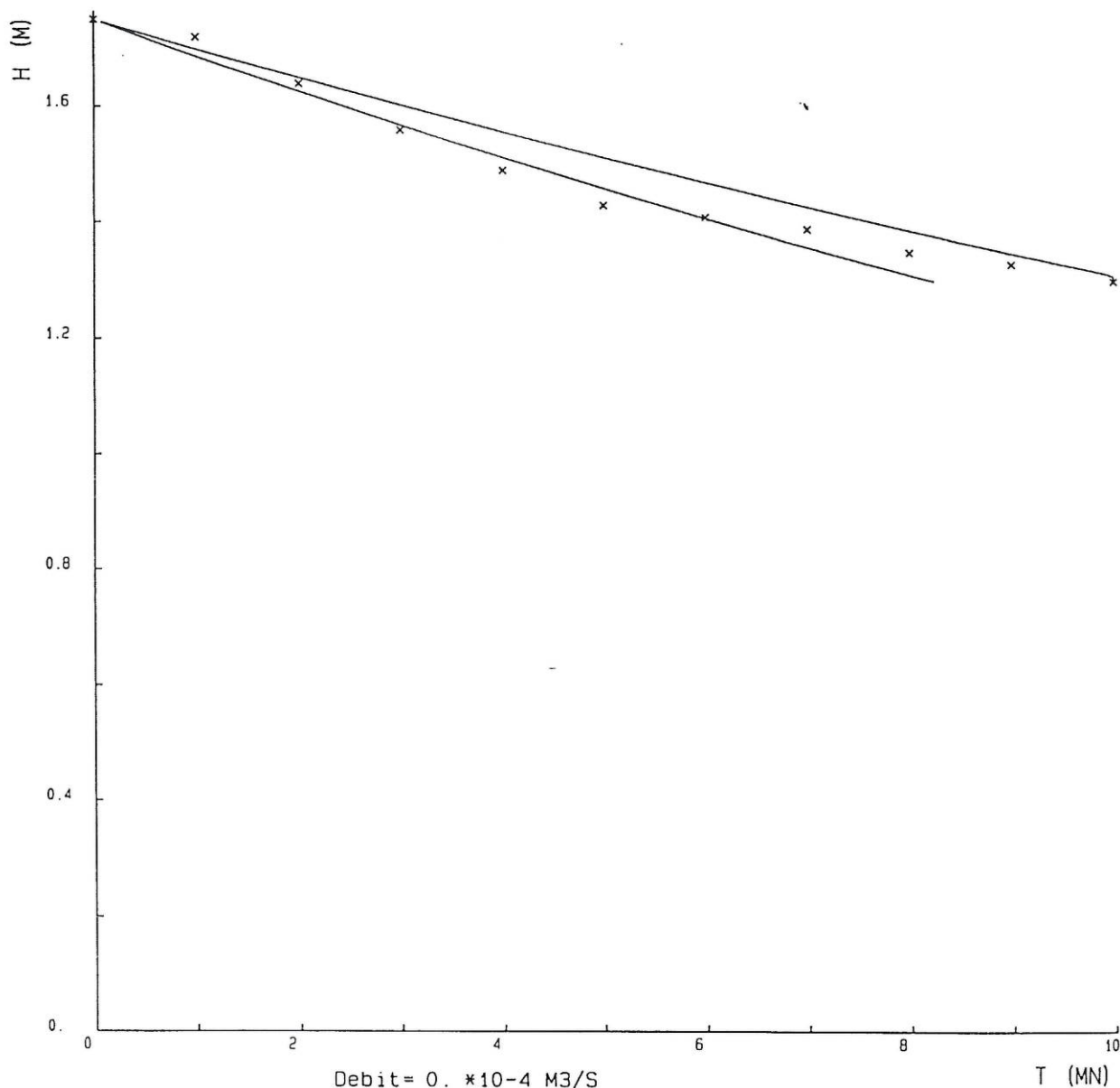
B= 0.303 METRE

M= 0.39

COURBE THEORIQUE $K= 0.068 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI NASBERG SPHERIQUE REGIME TRANSITOIRE

DES4 -21.33m DESCENTE B=0



Debit= 0. $\times 10^{-4}$ M3/S

B= 0.303 METRE

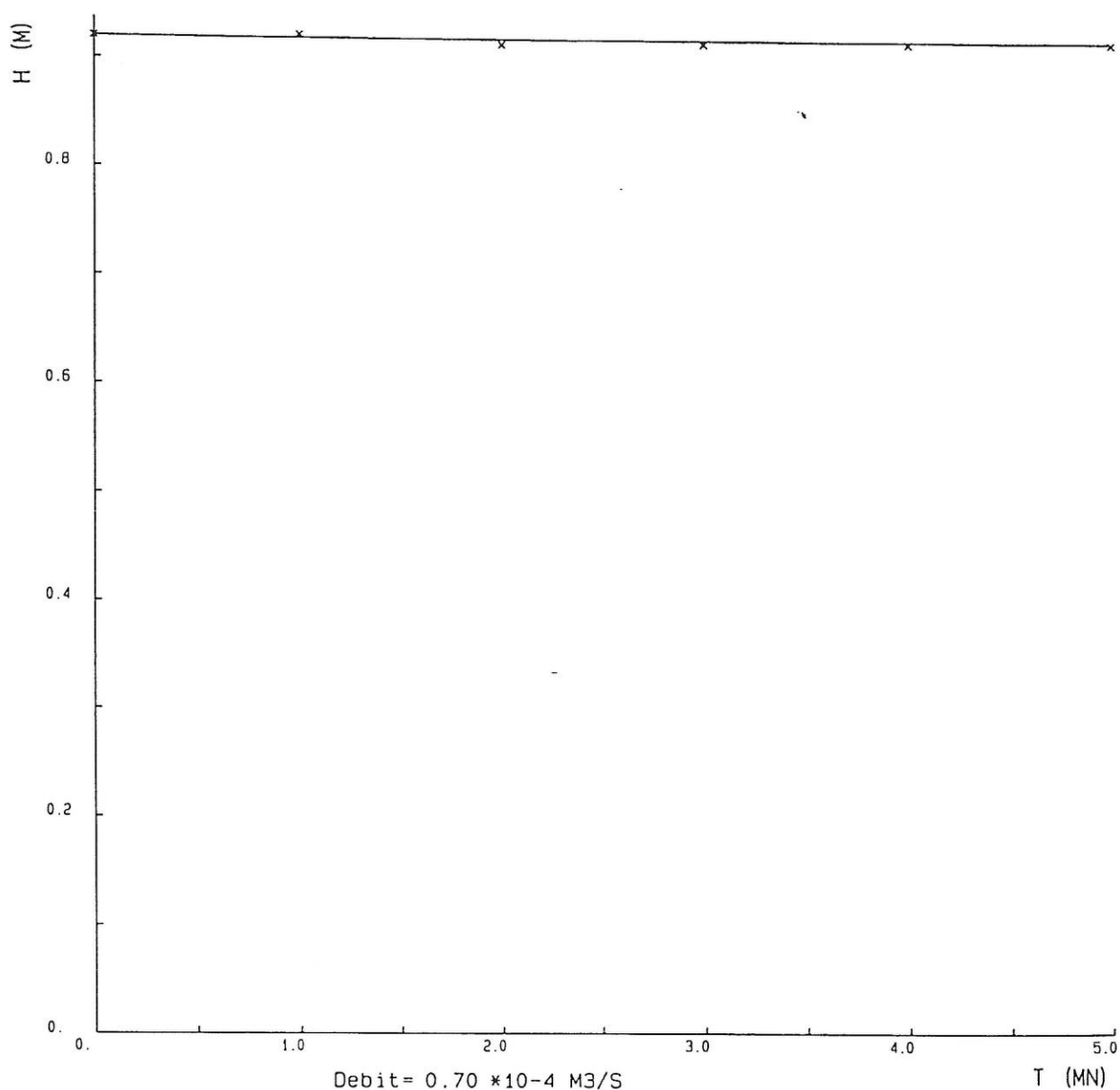
M= 0.39

COURBE THEORIQUE K= 0.040 $10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

COURBE THEORIQUE K= 0.050 $10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=0.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $0.70 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

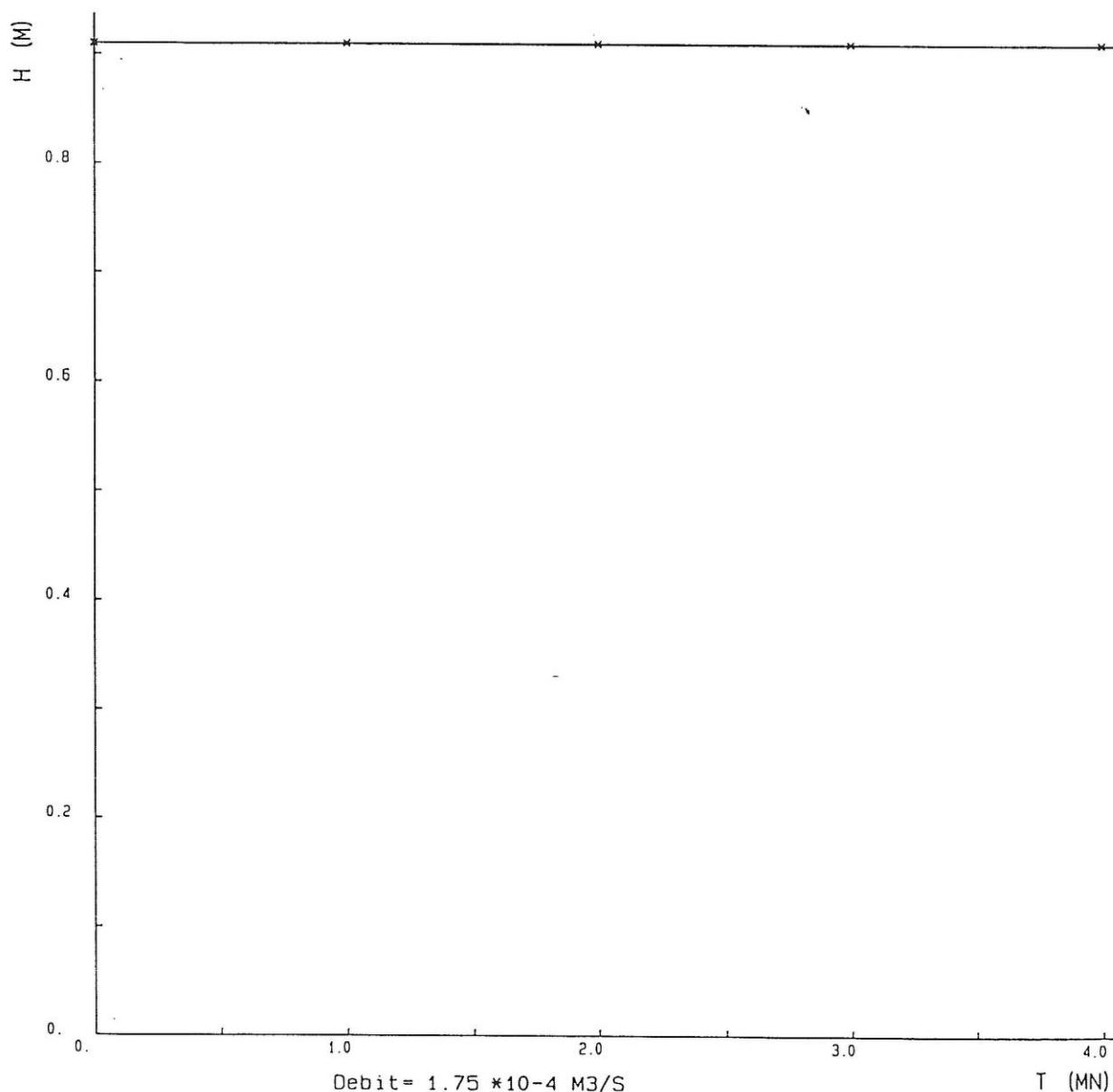
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE K= $0.380 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=1.75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $1.75 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

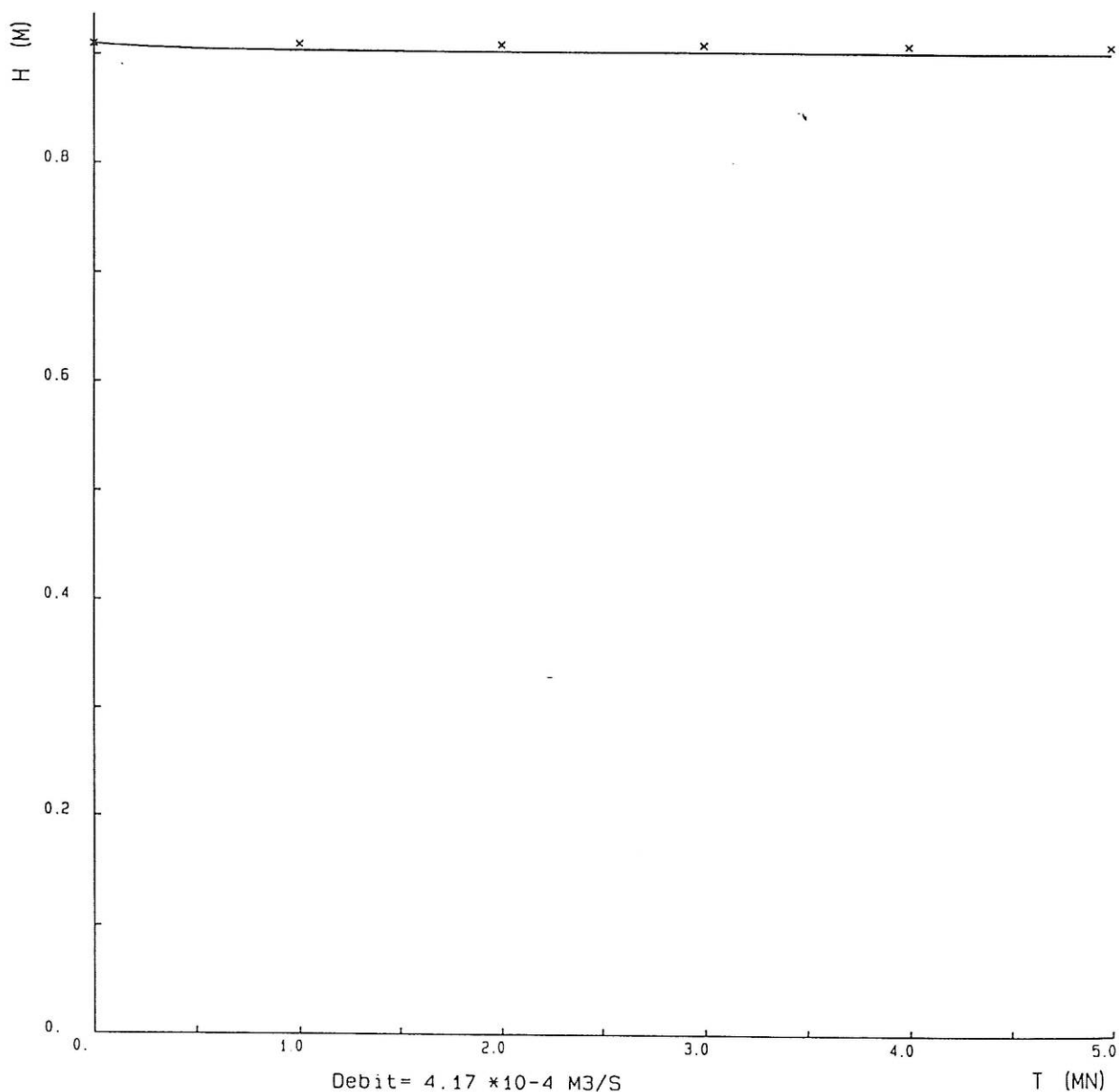
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE K= $0.950 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=4.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $4.17 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

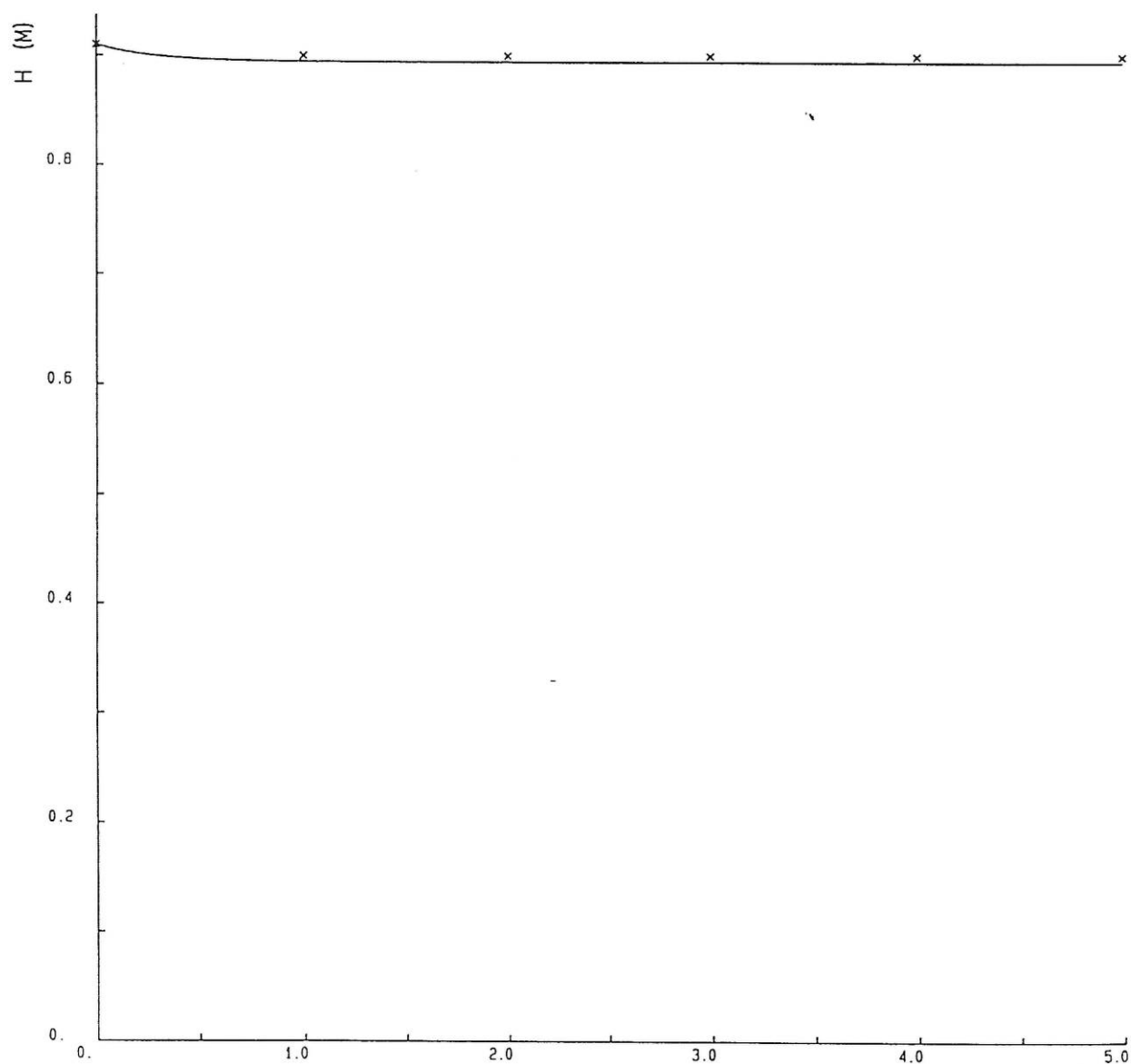
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE $K= 2.280 \times 10^{-4} \text{ M/S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=6.7 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$



Debit= $6.70 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

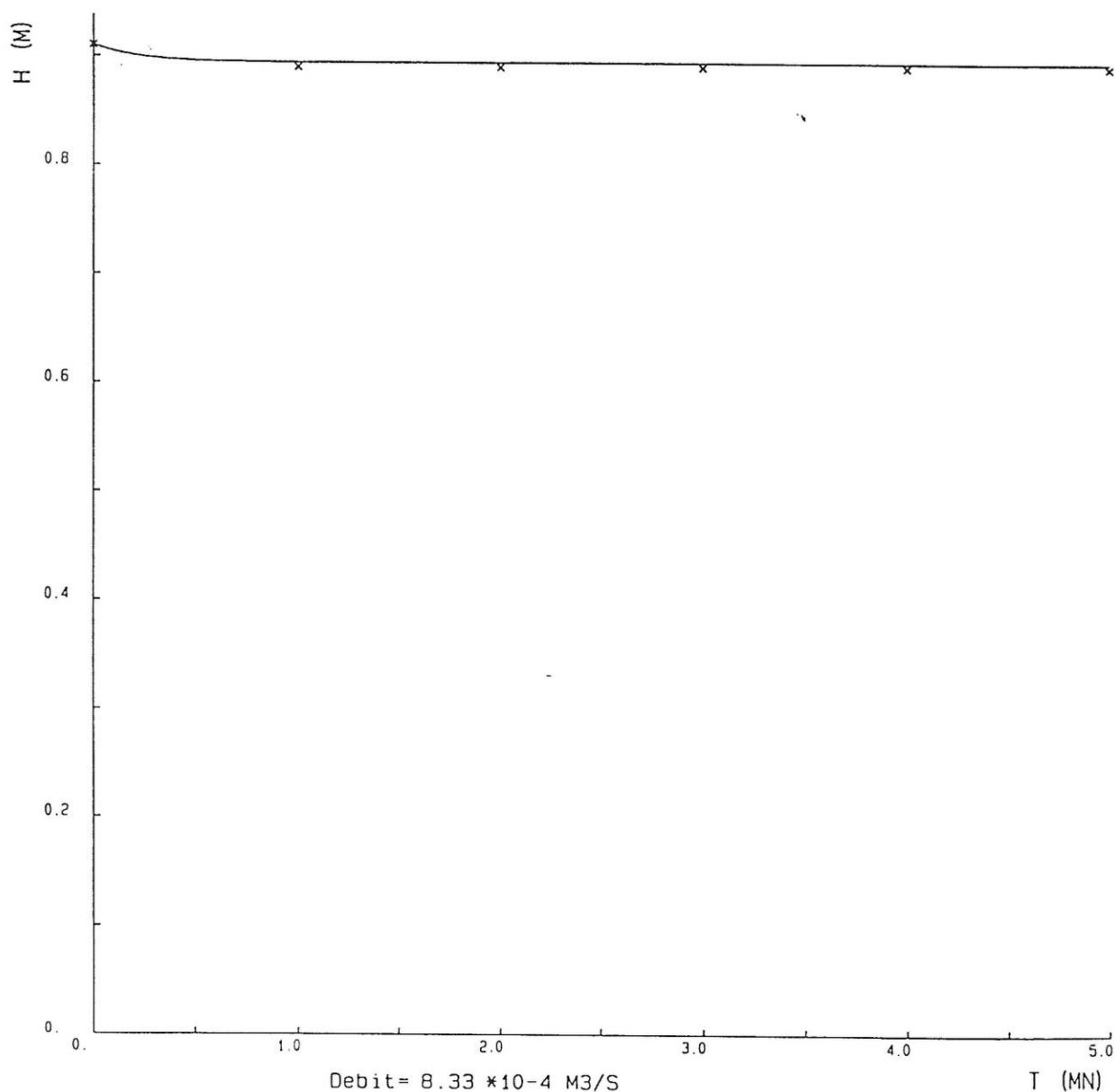
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE $K= 3.700 \times 10^{-4} \text{M/S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=8.33 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$



Debit= $8.33 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

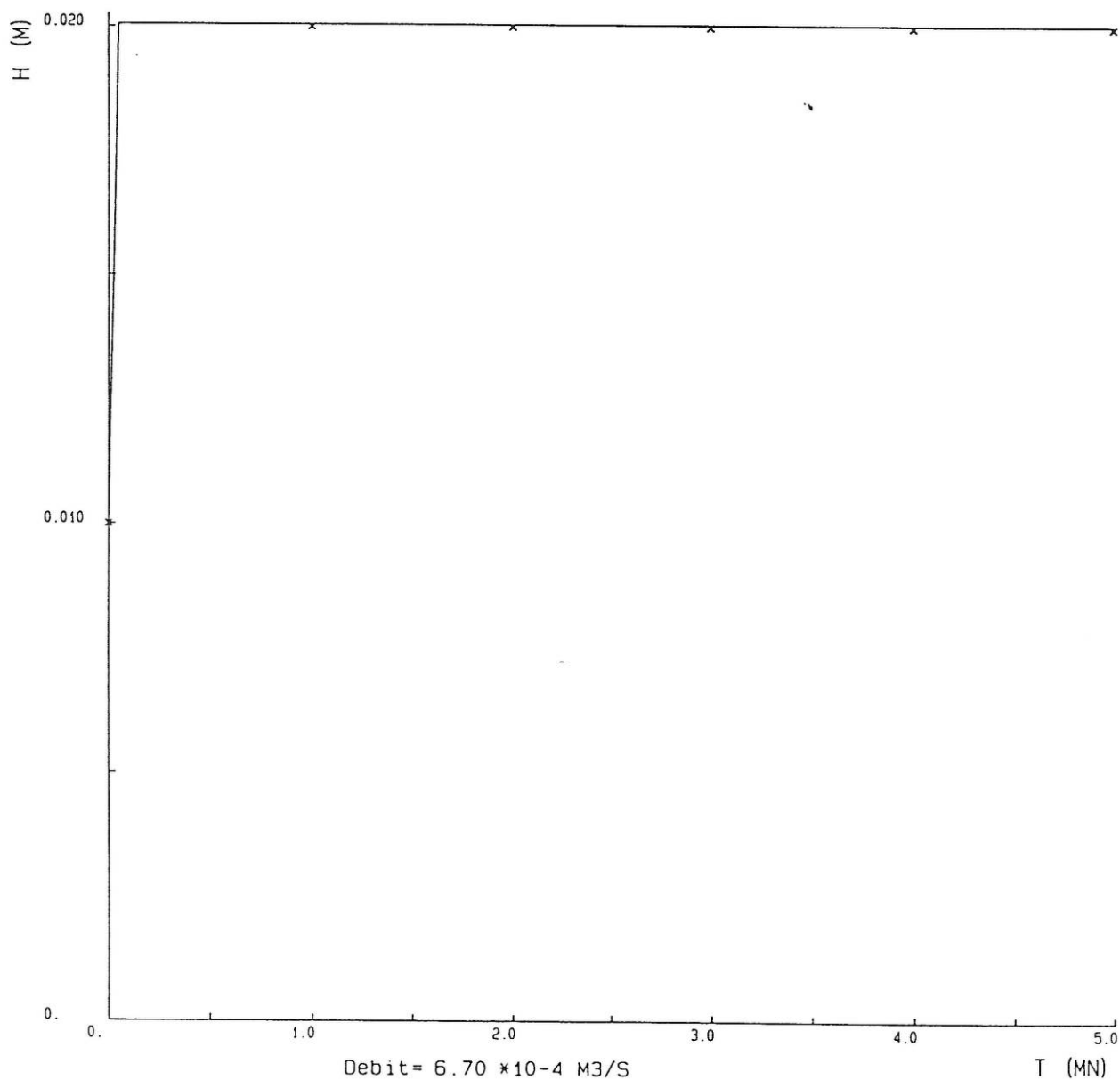
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURSE THEORIQUE K= $4.600 \times 10^{-4} \text{M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=6.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $6.70 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

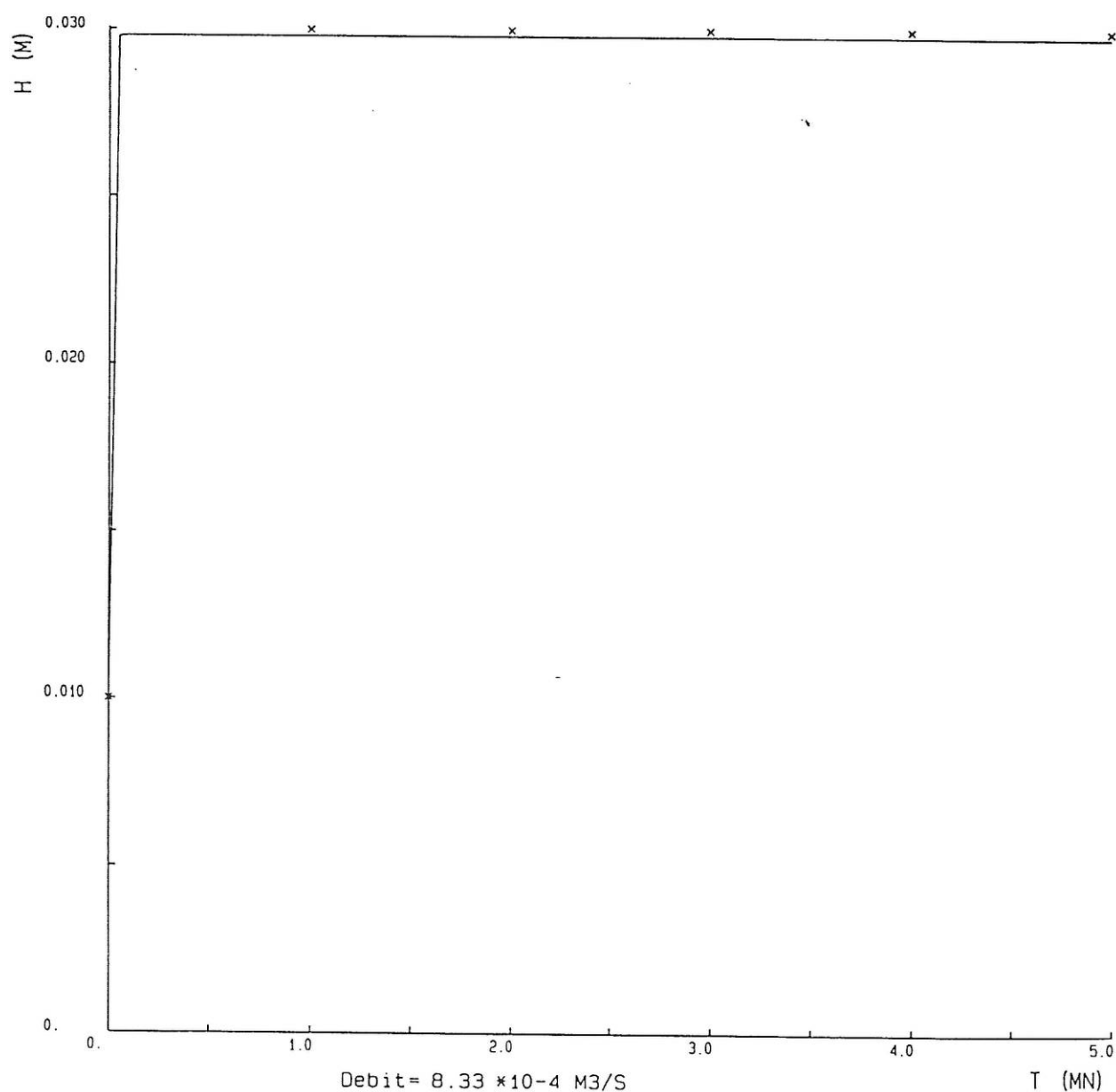
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE $K= 165.000 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=8.33 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$



Debit= $8.33 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

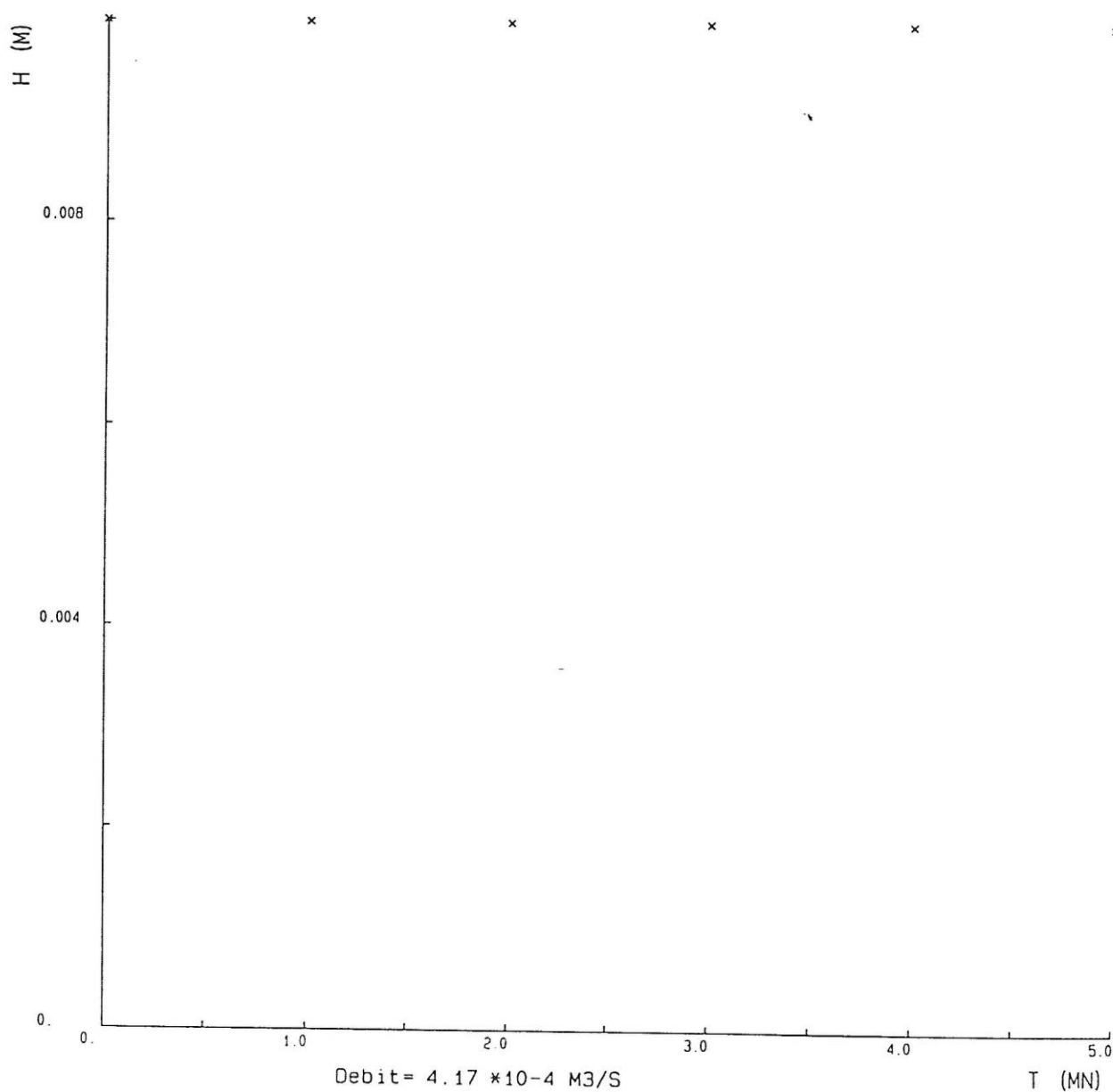
B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE $K= 138.000 \times 10^{-4} \text{M}^3/\text{S}$

ESSAI LEFRANC REGIME TRANSITOIRE

DES4 -30.85m $Q=4.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$



Debit= $4.17 \times 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$

B= 0.090 METRE

M= 22.50

COURBE THEORIQUE $K= 205.000 \text{ } 10^{-4} \text{ M}^3/\text{S}$