

COMPAGNIE NATIONALE D'AMENAGEMENT
DE LA REGION DU BAS-RHONE ET DU LANGUEDOC

DIRECTION DE L'INGENIERIE

DEPARTEMENT EVALUATION ET GESTION DES EAUX

**SYNDICAT AEP DU PLATEAU
DE GARONS**

Forage et Essais de Pompage

SEPTEMBRE 1992

B.R.L.
1105, avenue Pierre Mendès France,
BP 4001
30001 NIMES CEDEX

Tél.	66.87.50.00
Télécopie	66.84.25.63
Télex	490769F

SYNDICAT d'AEP du PLATEAU de GARONS
STATION DE POMPAGE DE BOUILLARGUES

1. CONDITIONS ACTUELLES

La station de BOUILLARGUES comporte deux puits mais un seul est équipé et utilisé.

La profondeur du puits est de 14,5 m.

Les débits d'exhaure, de l'ordre de 60 m³/h en période de hautes eaux, doivent être réduits à 45 m³/h en période d'étiage sévère (90) pour compenser la baisse de niveau de la nappe.

En l'absence de tout élément d'ordre hydrogéologique (coupe de terrain, essais de pompage, etc...) il a été décidé de réaliser un forage de pompage d'une vingtaine de mètres de profondeur accompagné de deux piézomètres, en complément de cette opération un essai de pompage par paliers a été réalisé sur le puits d'exploitation.

2. CAMPAGNE DE TRAVAUX ET RESULTATS

2.1. Localisation et description

Voir schéma d'implantation et annexe rapport de forage.

2.2. Données d'ordre géologique

L'épaisseur de remplissage villafranchien, constitué de cailloux, (sables, graviers et galets) varie de 14,50 au P1 à 16,30 au F1, à l'aplomb du piézomètre P2 la limite est au-delà de 15 m - profondeur atteinte par le forage.

2.3. Données hydrodynamiques

2.3.1. D'après essais sur forage

a) Essai de production

L'essai de production conduit en trois paliers de débits croissants a fourni les résultats suivants :

Durée	Q (l/s)	N P final (m)	Rabattements (m)
2 h	4,4	5,34	0,34
2 h	7,5	5,46	0,46
11 h	13,9	6,18	1,18

Valeurs des pertes de charges de l'expression du rabattement

$$s = bQ + cQ^2$$

$$b = 64 \text{ s/m}^2$$

$$c = 1.230 \text{ s}^2/\text{m}^5$$

La valeur du coefficient b conduit à une valeur de transmissivité de l'ordre de $1,6 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

La valeur du coefficient c est un peu élevée pour un forage de cette profondeur (valeur théorique comprise entre 600 et 1.000) mais elle peut expliquer pour la nature des crépines mises en place dont le coefficient d'ouverture est faible. Un ouvrage de captage devrait être équipé de crépines présentant un coefficient d'ouverture supérieur (de l'ordre de 20 %).

b) Essai de longue durée

L'essai de pompage, compte-tenu des impératifs de production de la station, a duré 11 h à un débit de 50 m³/h. Pendant toute la durée de l'essai des niveaux ont été suivis sur les piézomètres et les puits.

La transmissivité moyenne calculée à partir des courbes de descente sur le forage, les piézomètres et le suivi de la remontée sur le puits est de $1,7 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Cette valeur est relativement élevée, elle correspond à une perméabilité K de $1,7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ pour une épaisseur saturée d'une dizaine de mètres

La valeur du coefficient d'emmagasinement n'a pu être déterminée du fait de la réaction immédiate des piézomètres et des puits au pompage. Cela devrait traduire une faible valeur de ce paramètre ce qui paraît étonnant dans le contexte hydrogéologique : nappe libre dans des niveaux détritiques grossiers.

Au moment de l'essai le niveau dans la nappe était remonté à un niveau correspondant à l'étiage de 1991 (voir figure 2) soit environ 1 m au-dessus de l'étiage de 1990 pendant lequel il avait fallu réduire le débit.

2.3.2. D'après essais sur puits

a) Essai de production

L'essai a été conduit en trois paliers de débits croissants ; les résultats sont les suivants :

Durée	Q (l/s)	N P final (m)	Rabattements (m)
2 h	6,80	5,74	0,09
2 h	17,30	6,06	0,41
6 h	21,30	6,40	0,75

Dans ces conditions, la courbe de rabattement a pour expression $s = 12,3 Q + 930 Q^2$.

b) Essai de longue durée

Le dernier palier suivi pendant 6 heures au débit de 21,30 l/s permet d'évaluer la valeur de la transmissivité qui atteint $1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

3. POSSIBILITE D'EXPLOITATION

3.1. Estimation des conditions hydrodynamiques pour les périodes de hautes et basses eaux

Du fait du caractère libre de la nappe, il est possible à partir des observations piézométriques faites pendant les années 1990 à 1992 sur le puits Pz, d'estimer les valeurs de la transmissivité pour les périodes de hautes et basses eaux observées précédemment.

Au moment des essais les données hydrodynamiques étaient les suivantes :

N.S. : 4,65 m/sol

Profondeur du mur aquifère : 16,3 m/sol

Epaisseur saturée : 11,85 m

T. : $1,7 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

K : $1,5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Les variations de niveau statique entre les basses eaux et la période d'essai et les hautes eaux et la période d'essai sont respectivement de - 1 m et + 2 m ; dans ces conditions la transmissivité varierait de $1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ en période de basses eaux à $2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ en période de hautes eaux et le niveau statique varie de 3 m sous le sol en hautes eaux et environ de 6 en basses eaux.

Au niveau du puits, les conditions hydrogéologiques sont légèrement différentes et conduisent à estimer que la transmissivité varie de $1,2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ en hautes eaux, à $9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ en basses eaux.

3.2. Débits d'exploitation

Hypothèses au niveau du puits P2 actuellement exploité à partir des mesures et observations faites sur le puits et forage.

	Hautes eaux	Conditions des essais (Août 1992)	Basses eaux
Niveau statique par rapport au sol	3 m	4,9 m	6 m
Mur de l'aquifère	14,50 m		
Transmissivité	$1,2 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$	$1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$	$0,9 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
Pertes de charge linéaire	de $1,1 / T$ à $0,123 T$		
Pertes de charge quadratique	$930 \text{ s}^2/\text{m}^5$	déterminées par les essais sur le forage F1 caractéristique du captage.	
Rabatement admissible	de 0,3 fois la hauteur saturée à 0,1 fois la hauteur saturée.		

RESULTATS (voir détail tableau page suivante)

A partir des hypothèses ci-dessus, 4 possibilités ont pu être testées. Les principaux résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

	Débit exploitable en basses eaux en l/s	
	$B = 1,1/T$ d'après forage	$B = 0,123/T$ d'après puits
Rabatement : 0,3 x hauteur saturée	Cas 1 : 17,35	Cas 2 : 43,98
Rabatement : 0,1 x hauteur saturée	Cas 3 : 6,25	Cas 4 : 22,89

Il apparaît donc que, si l'on applique les valeurs des paramètres, il ne devrait pas y avoir de problème de débit sur le puits. En fait, l'expérience montre qu'il n'en n'est rien.

L'installation de pompage est protégée par deux contacts :

- un d'arrêt, calé à 10,81 m sous le point de repère soit 10,08 m/sol
- un autre, de possibilité de redémarrage à la profondeur de 10,31 m/repère soit 9,58 m/sol.

En Juillet 1990, le débit d'exhaure a dû être réduit du fait du fonctionnement intermittent du pompage.

Ce qui signifie que pour le débit de 18,3 l/s (66 m³/h) le rabattement est beaucoup plus important puisqu'il est de l'ordre de 4 m (4,34 m - niveau dynamique 10,81 m/repère, niveau statique 6,46 m/repère).

Cette anomalie de fonctionnement peut s'expliquer par le fait que seule une faible épaisseur de l'aquifère est productive et qu'à partir d'une certaine côte l'épaisseur saturée n'est pas suffisante pour maintenir une alimentation du forage suffisante et qu'à partir de ce moment là les pertes de charge augmentent considérablement amenant un disfonctionnement du dispositif.

3.3. Conclusion

Au niveau de la station de Bouillargues, il apparaît que :

- la transmissivité a une valeur élevée de 2×10^{-2} à 9×10^{-3} m²/s qui permet dans des conditions de hautes eaux d'assurer un débit suffisant (> 60 m³/h) pour l'alimentation en eau de la station,
- à partir d'une situation piézométrique de basses eaux (niveau statique au-delà de 5,7 m sous le sol), la situation se dégrade et le débit doit être réduit.

Face à cette situation, il convient, pour mieux approcher les phénomènes et recueillir en continu des informations piézométriques, de mettre en place un système de suivi des niveaux.

Parallèlement à ce dispositif de suivi, il convient de prendre des dispositions pour procéder à un soutien des niveaux au cas où il serait nécessaire de compenser les baisses naturelles du niveau piézométrique à l'étiage. En outre, la mise en service de la réinjection permettra de contrôler la teneur en nitrate qui, dans les conditions actuelles, subit des variations importantes.

Ce soutien des niveaux pourrait se faire par injection dans le forage d'un débit d'injection qui sera fixé à la suite de tests mais qui devrait être compris entre 10 et 20 m³/h.

FIGURES

Fig 2

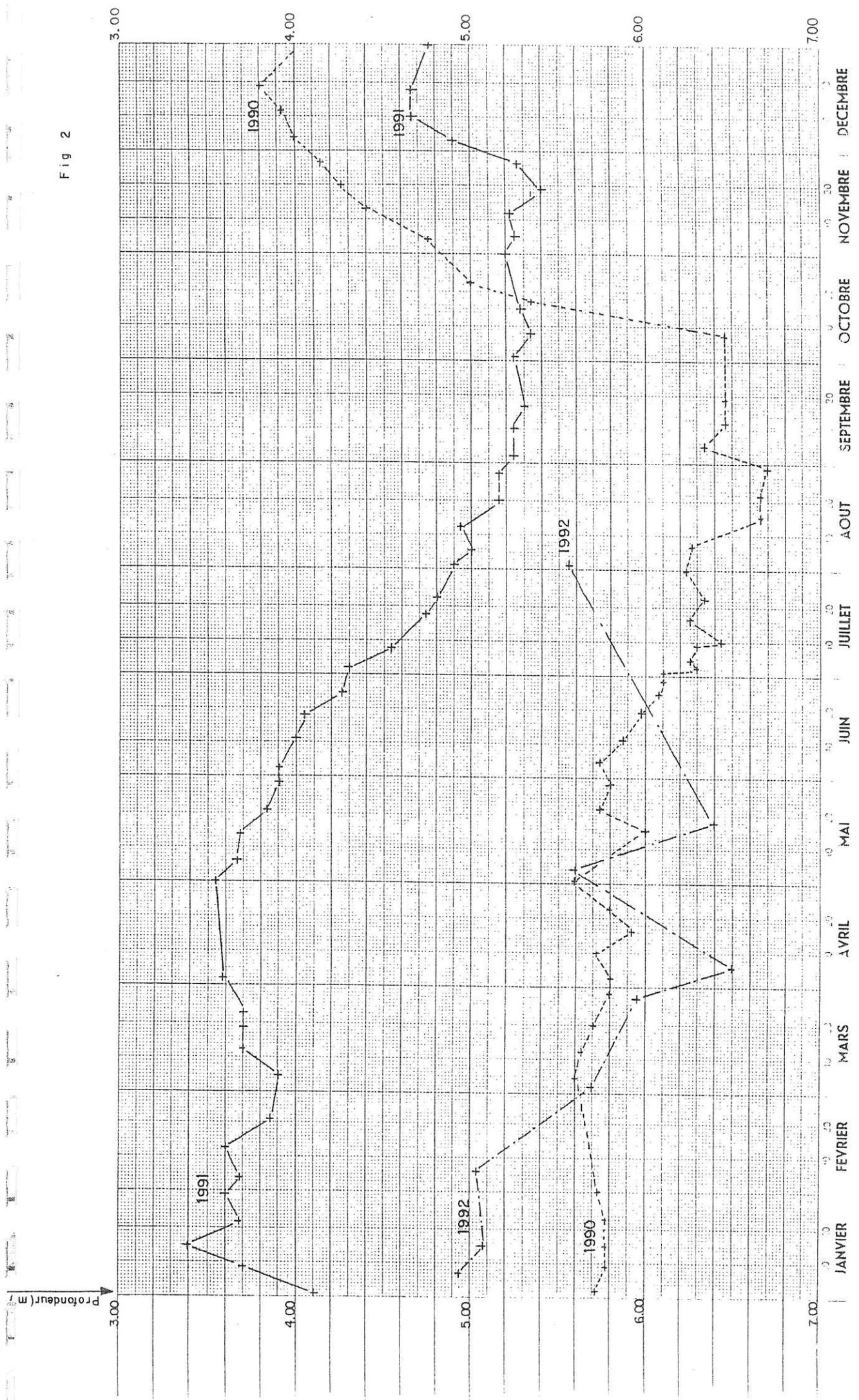


Fig 3 a

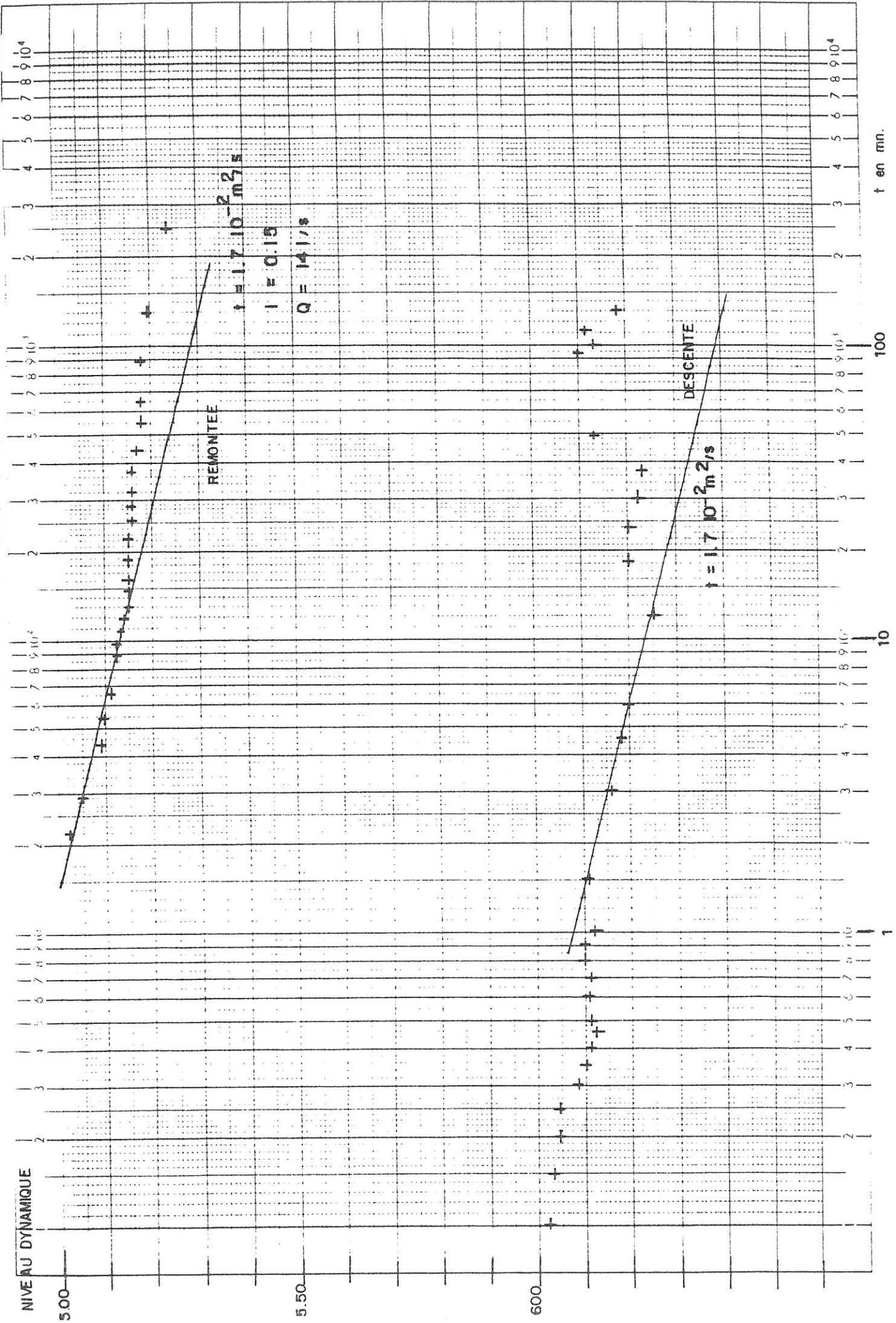


Fig 3 b

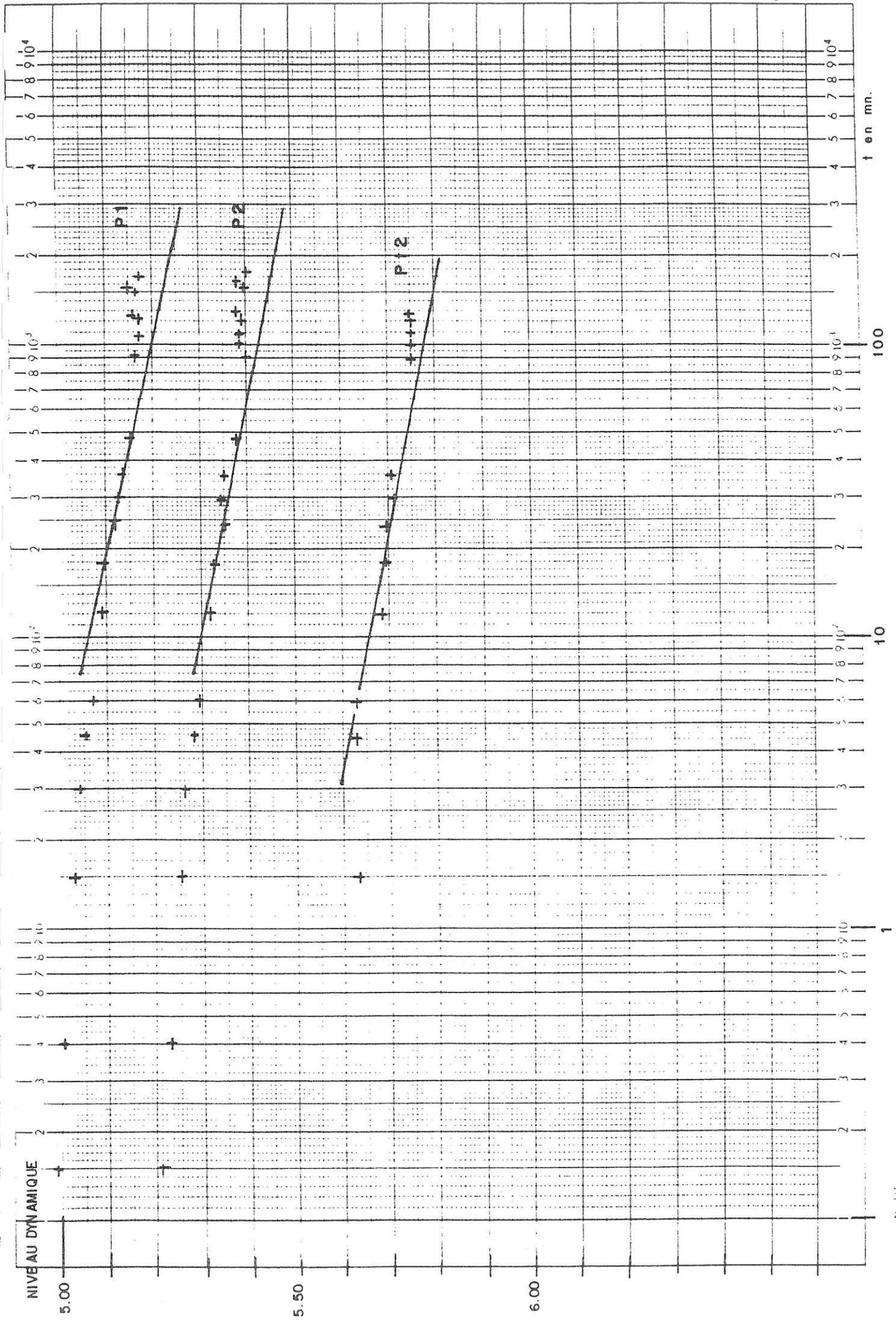
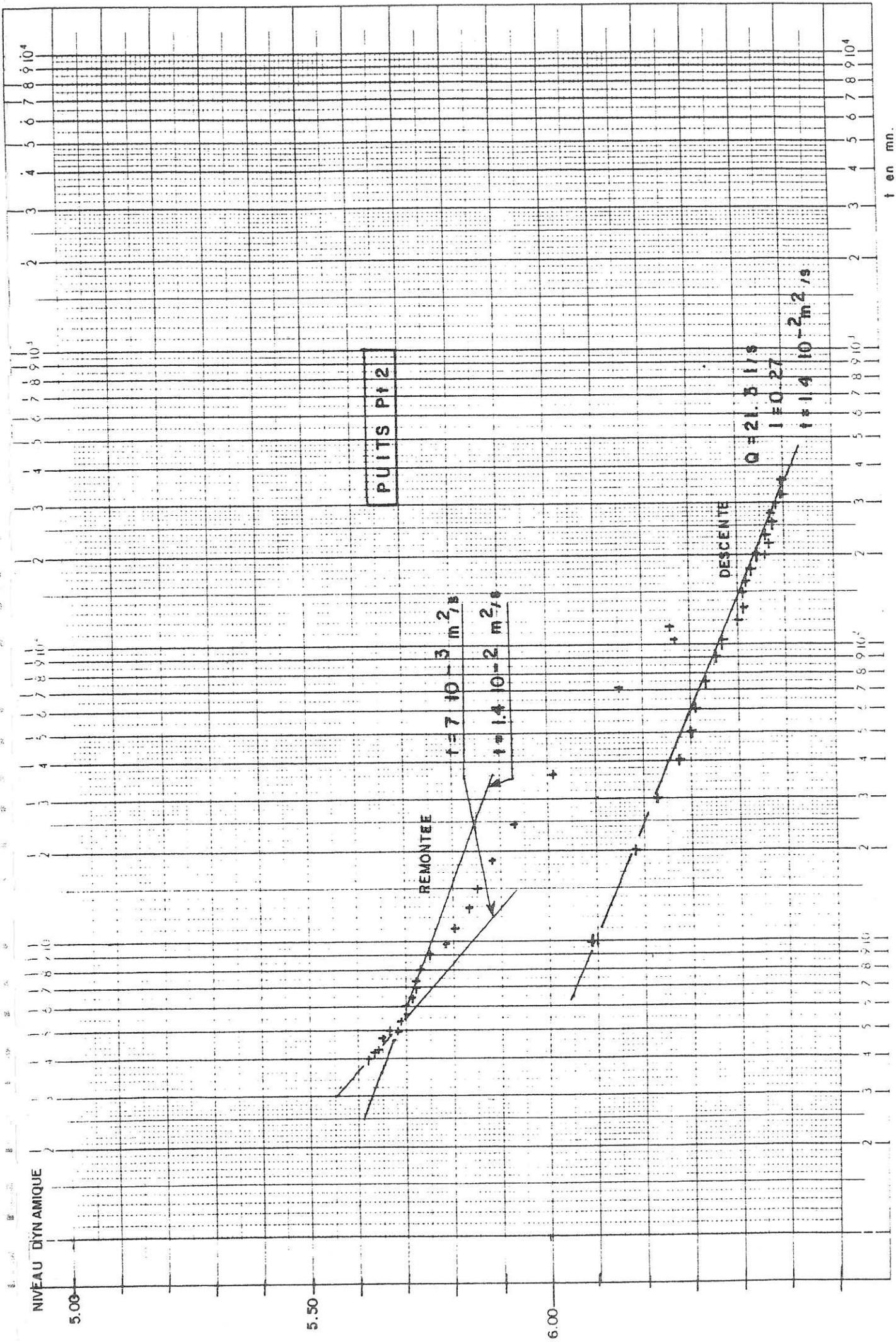


Fig 4



ANNEXE 1
RAPPORT FORAGE

IDENTIFICATION ET LOCALISATION

Projet : RENFORCEMENT ALIMEN. Département : GARD
 Marché : AFFERMAGE Commune : BOUILLARGUES
 Financement : Lieu-dit : MAILHAN

Maître d'ouvrage : SYNDICAT A.E.P. Zone Lambert : 3
 Maître d'oeuvre : B.R.L. X = 767.300 km
 Ingénieur Conseil : B.R.L. Y = 170.140 km
 Entrepreneur : BONIFACE S.A. Z = 40.000 m +/- 1m

Forage : A.E.P. Objet : reconnaissance Etat : non exploité

Usage : A.E.P.

Réalisé du 29/07/92 au 06/08/92

Carte topographique: NIMES (2942W) Echelle : 1/25000

Code aquifère : 150

DESCRIPTION DU TROU NU

Diamètre (mm)	Profondeur/sol (m)	Mode de foration	Fluide utilisé
200	0.00 - 18.50	Battage	
150	18.50 - 20.00	Battage	

TUBAGES

Type de tube	φint. (mm)	Profondeur (m) sup. - inf.	Nature du tube	Epaisseur tube (mm)
Tube plein	160	+0.35 - 11.00	ACIER ordinaire	4
Crépine n°1	160	11.00 - 16.30	ACIER ordinaire	4
Tube plein	160	16.30 - 18.50	ACIER ordinaire	4

N°	CARACTERISTIQUES DES CREPINES			Centreurs
	Type de crépine	Slot (mm)	Vide (%)	
1	Fentes	3.0		

CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Aquifère (ou nappe)	Faciès lithologique	Type de porosité	Type de nappe	Profondeur/sol	
				toit	mur
VILLAFRANCHIEN		Poreux		0.00	16.30

Géomorphologie : Vallée alluv.

COUPE LITHOLOGIQUE

Base (m)	Description lithologique
4.50	SABLES ET GRAVIERS
9.50	GRAVIERS
13.50	SABLES ET GRAVIERS
16.30	GALETS ET GRAVIERS
17.40	ARGILE BRUN
20.00	ARGILE GRIS BLEU

POMPAGES D'ESSAI

Niveau au repos : 5.00 m/repère (05/08/92)
Début des pompages le 05/08/92 à 10 h 45 mn

Repère / sol : 0.35 m
N.P. initial : 5.00 m

D Durée (h)	E Débit (l/s)	S N.P. final	C N.P. final	E N.P. final	T N.P. final	R Durée (h)	E N.P. final	M N.P. final	O N.P. final	N N.P. final	T N.P. final	E N.P. final	E N.P. final
2.00			4.40										
2.00			7.50										
11.00			13.90										
						1.00						5.02	

Débit spécifique : $1.2 \cdot 10^{-2}$ m³/s/m Transmissivité : $1.7 \cdot 10^{-2}$ m²/s
Pertes de charge quadratiques : $1.23 \cdot 10^{-3}$ m²/s⁵

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES

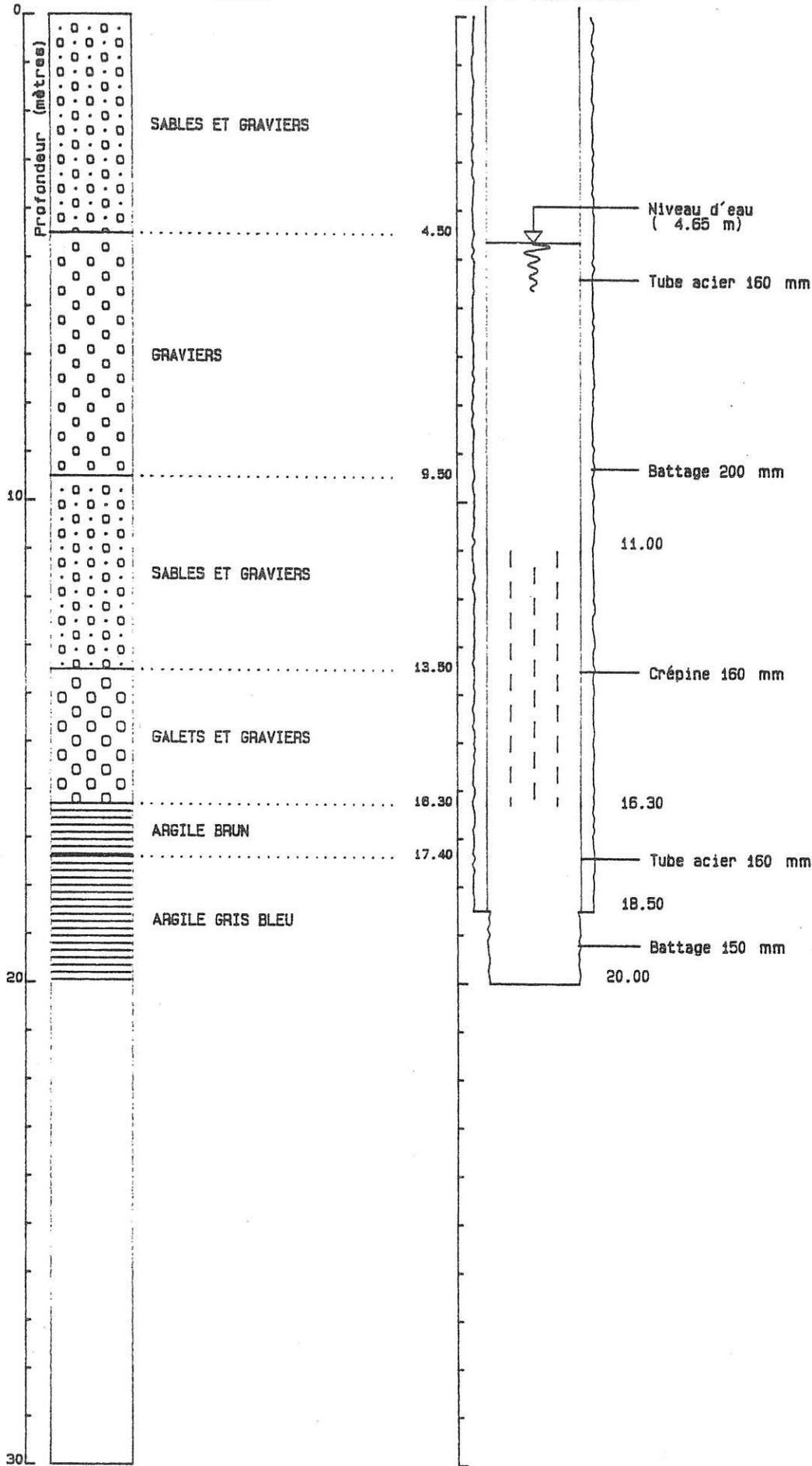
Ce forage a été réalisé pour évaluer les caractéristiques hydrodynamiques à l'aplomb de la station de Bouillargues en vue du renforcement des pompages pour le syndicat d'A.E.P du plateau de GARONS. Il est accompagné de piezomètres crépinés dans l'aquifère de 12.5m à 14.5m. Le piézomètre P1 est distant de 12m du forage le piézomètre P2 est à 4m du forage. Pendant les essais des mesures ont été faites sur les puits existants P1 à 13m, P2 à 15m du forage.

Département : GARD
 Commune : BOUILLARGUES

N° classement : 0965-6X-1000
 Désignation : FOR1

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE



DATE (S) D'EXECUTION

Début : 29/07/92

Fin : 06/08/92

LOCALISATION

X : 767.300 km

Y : 170.140 km

Z sol : 40.00 m

PIEZOMETRIE

NS/sol : 4.65 m

Rep/sol : 0.35 m

Z rep. : 40.35 m

Cote : 35.35 m
piézo

POMPAGE D'ESSAI

Date : 05/08/92

Durée : 11.0 h

Débit : 13.9 l/s

Rabat. : 1.18 m

PARAMETRE (S)
HYDRODYNAMIQUE (S)

T : $1.7 \cdot 10^{-2}$ m²/s

POMPAGE PAR PALIERS

IDENTIFICATION DU POMPAGE

Département : GARD	N° classement : 0965-6X-1000
Commune : BOUILLARGUES	Désignation : FOR1
Date du pompage : 05/08/92	Niveau initial: 4.65 m/sol

DESCRIPTION DU POMPAGE

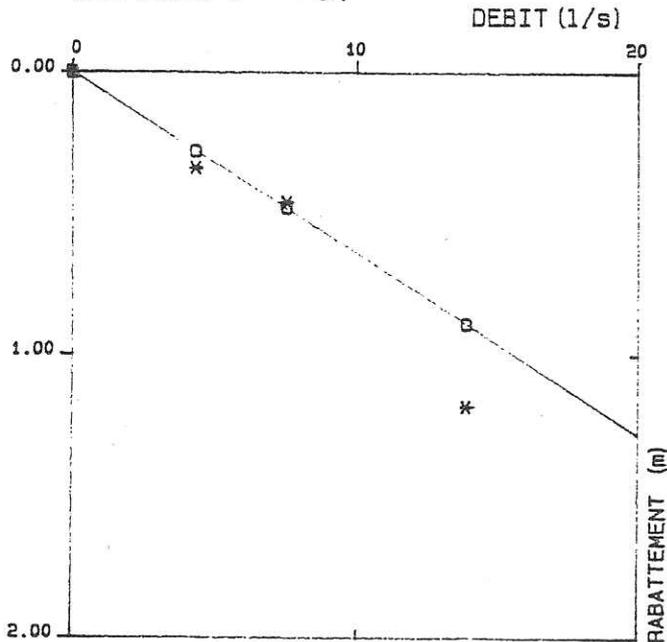
PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (l/s)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE (m/l/s)
n° 1	120	4.4	0.34	0.077
n° 2	120	7.5	0.46	0.061
n° 3	660	13.9	1.18	0.085
n° 4				
n° 5				
n° 6				

CALCUL DES PERTES DE CHARGE

Courbe caractéristique $s = bQ + cQ^2$

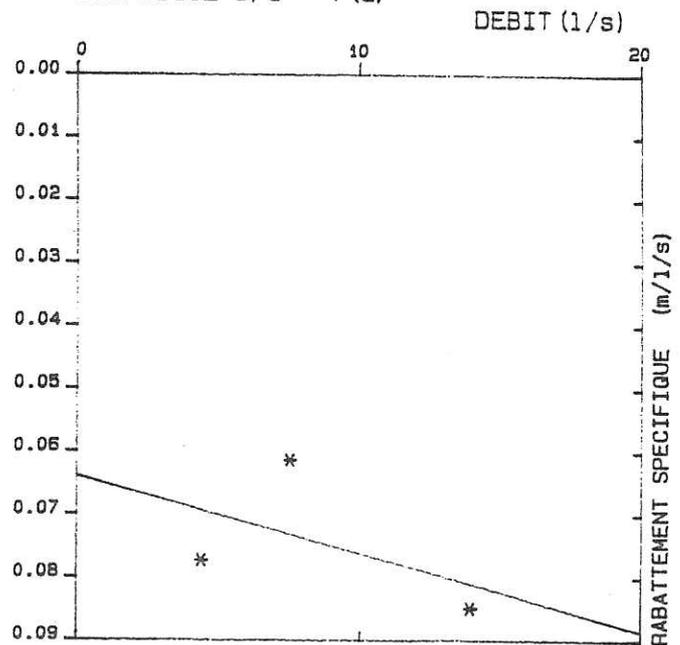
- pertes de charge linéaires : $b = 6.39 \cdot 10^{-2} \text{ m/l/s} = 6.39 \cdot 10^{-1} \text{ s/m}^2$
- pertes de charge quadratiques : $c = 1.23 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^2/\text{l}^2 = 1.23 \cdot 10^{-3} \text{ s}^2/\text{m}^5$

GRAPHIQUE $s = f(Q)$



PERTES DE CHARGE TOTALES (*)
LINEAIRES (o)

GRAPHIQUE $s/Q = f(Q)$



IDENTIFICATION ET LOCALISATION

Projet : RENFORCEMENT ALIMEN. Département : GARD
 Marché : AFFERMAGE Commune : BOUILLARGUES
 Financement : Lieu-dit : MAILHAN

Maître d'ouvrage : SYNDICAT A.E.P. Zone Lambert : 3
 Maître d'oeuvre : B.R.L. X = 767.300 km
 Ingénieur Conseil : B.R.L. Y = 170.140 km
 Entrepreneur : BONIFACE S.A. Z = 40.000 m +/- 1m

Puits : A.E.P. Objet : exploitation Etat : exploité
 Usage : A.E.P. Carte topographique: NIMES (2942W) Echelle : 1/25000
 Code aquifère : 150

DESCRIPTION DU TROU NU

Diamètre (mm)	Profondeur/sol (m)	Mode de foration	Fluide utilisé
1500	0.00 - 14.00	Battage	

TUBAGES

Type de tube	φ int. (mm)	Profondeur (m) sup. - inf.	Nature du tube	Epaisseur tube (mm)
Buses	1500	+0.73 - 14.00	BETON	

CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Géomorphologie : Vallée alluv.

Création dossier: 22/09/92

FICHE OUVRAGE

N° classt : 0965-6X-1001

Désignation : PT2

Page 2/2

POMPAGES D'ESSAI

Niveau au repos : 5.65 m/repère (18/09/92)
 Début des pompages le 18/09/92 à 11 h 45 mn

Repère / sol : 0.73 m
 N.P. initial : 5.65 m

D Durée (h)	E Débit (l/s)	S N	C N.P. final	E N.P. final	R Durée (h)	E N.P. final	M N.P. final	O N.P. final	N N.P. final	T N.P. final	E N.P. final	E N.P. final
2.00			6.80	5.74								
2.00			17.30	6.06	0.10						5.62	
6.00			21.30	6.40	0.50						5.60	
					2.25						5.62	

Transmissivité : $1.0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
 (Pompage d'essai interprété par la méthode de THEIS)

ANNEXE 2
ESSAIS SUR PUIITS

POMPAGE PAR PALIERS

IDENTIFICATION DU POMPAGE

Département : GARD	N° classement : 0965-6X-1001
Commune : BOUILLARGUES	Désignation : PT2
Date du pompage : 18/09/92	Niveau initial: 4.92 m/sol

DESCRIPTION DU POMPAGE

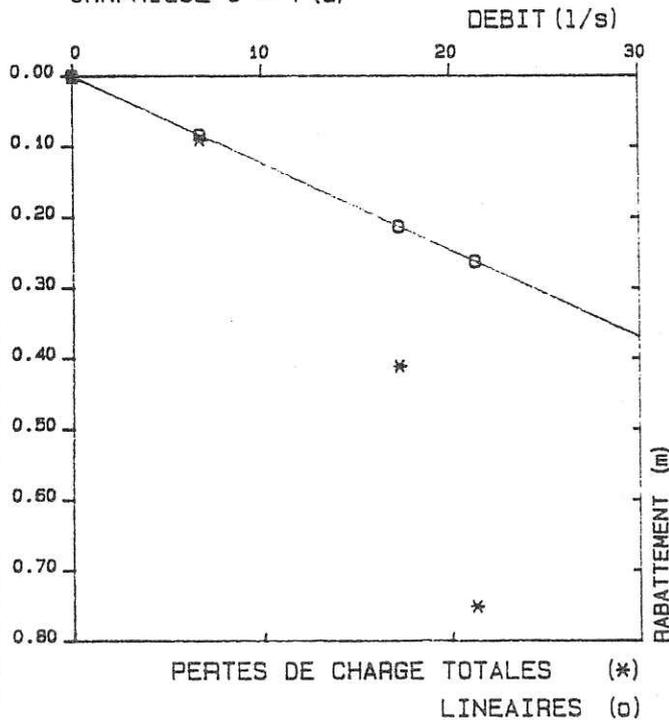
PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (l/s)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE (m/l/s)
n° 1	120	6.8	0.09	0.013
n° 2	120	17.3	0.41	0.024
n° 3	360	21.3	0.75	0.035
n° 4				
n° 5				
n° 6				

CALCUL DES PERTES DE CHARGE

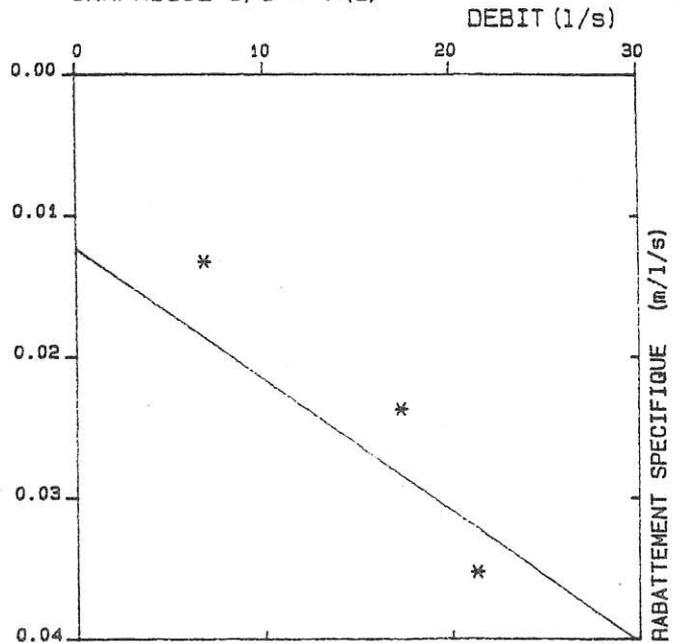
Courbe caractéristique $s = bQ + cQ^2$

- pertes de charge linéaires : $b = 1.23 \cdot 10^{-2} \text{ m/l/s} = 1.23 \cdot 10^{-1} \text{ s/m}^2$
- pertes de charge quadratiques : $c = 9.30 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^2/\text{l}^2 = 9.30 \cdot 10^{-2} \text{ s}^2/\text{m}^5$

GRAPHIQUE $s = f(Q)$



GRAPHIQUE $s/Q = f(Q)$



POMPAGE PAR PALIERS

IDENTIFICATION DU POMPAGE

Département : GARD	N° classement : 0965-6X-1002
Commune : BOUILLARGUES	Désignation :
	Niveau initial: 5.73 m/sol

DESCRIPTION DU POMPAGE

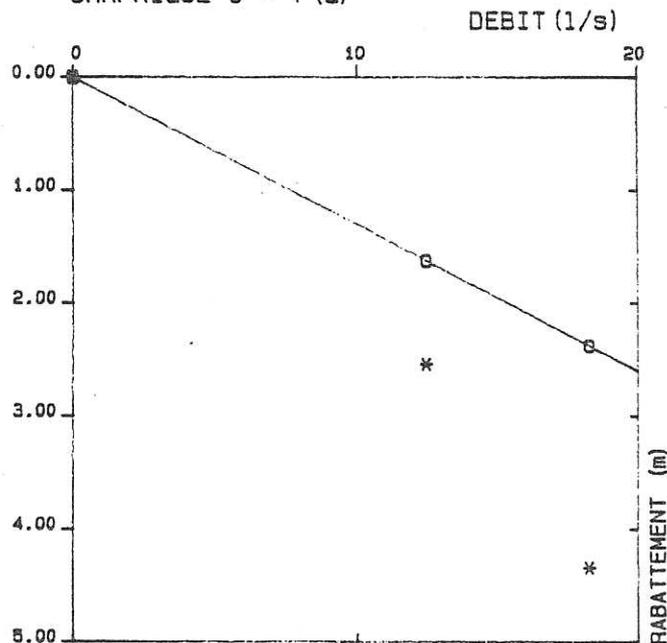
PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (l/s)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE (m/l/s)
n° 1	600	12.5	2.54	0.203
n° 2	600	18.3	4.34	0.237
n° 3				
n° 4				
n° 5				
n° 6				

CALCUL DES PERTES DE CHARGE

Courbe caractéristique $s = bQ + cQ^2$

- pertes de charge linéaires : $b = 1.30 \cdot 10^{-1} \text{ m/l/s} = 1.30 \cdot 10^2 \text{ s/m}^2$
- pertes de charge quadratiques : $c = 5.85 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^2/\text{l}^2 = 5.85 \cdot 10^3 \text{ s}^2/\text{m}^5$

GRAPHIQUE $s = f(Q)$



PERTES DE CHARGE TOTALES (*)
LINEAIRES (o)

GRAPHIQUE $s/Q = f(Q)$

