

III ESSAIS DE POMPAGE

III.1 Méthodes et moyens

III.1.1 Essai de puits (pompage par palier)

Ce type d'essai a pour objectif de caractériser l'ouvrage du point de vue hydraulique. Lors d'un pompage au débit Q, le rabattement (Δ) dans l'ouvrage est donné par la relation

$$\Delta = BQ + CQ^2$$

Les termes B et C correspondent aux effets suivants :

- C : coefficients de pertes de charges quadratiques dues à la convergence des écoulements, au passage de l'eau dans les crépines et à la friction dans les tubes.
- B représente la réponse de l'aquifère et l'effet pariétal (Skin effect).

Les termes B et C sont déterminés à partir du pompage par palier. En revanche, dans le terme B, la part entre l'effet pariétal et la réponse de l'aquifère est déterminée lors de l'essai de longue durée.

III.1.2 Essai de nappe (pompage longue durée)

Cet essai a pour objectif d'évaluer les caractéristiques hydrodynamiques et le coefficient d'emmagasinement (S).

- la transmissivité (T) caractérise l'aptitude de l'aquifère à faire transiter l'eau. C'est le produit de la perméabilité par l'épaisseur productive de l'aquifère. Elle s'exprime en m²/s.
- le coefficient d'emmagasinement (S) représente la capacité de l'aquifère à libérer l'eau qu'il stocke. Il est sans dimension.

L'interprétation des mesures est effectuée manuellement d'après la méthode de THEIS pour le début de pompage et de JACOB pendant le pompage qui permet l'ajustement des données expérimentales sur une courbe issue d'un schéma d'écoulement.

III.1.3 Equipements mis en place

Pour réaliser les essais, les équipements suivants ont été mis en oeuvre :

- Pompe immergée et colonne d'exhaure
- Conduite de refoulement de 340 m pour rejet des eaux dans l'Andelle
- Débitmètre électromagnétique sur la colonne de refoulement
- Mesures manuelles de niveau sur le forage F1 et le piézomètre P1
- Installation d'un robinet sur la colonne d'exhaure pour prélèvement ayant nécessité une interruption du pompage longue durée de quelques secondes.

III.2 Résultats

III.2.1 Essais de puits

Quatre paliers croissants (107, 149, 200, 266 m³/h) de même durée et séparés par 1 heure ont été réalisés. Les résultats obtenus et les graphiques d'interprétation sont donnés page suivante.

Les ordres de grandeur des coefficients de perte de charge obtenus sont pour F1 :

$$B = 1,39.10^{-2} \text{ h/m}^2$$

$$C = 1,09.10^{-4} \text{ h/m}^5$$

soit

$$B = 50 \text{ S/m}^2$$

$$C = 1412 \text{ S}^2/\text{m}^5$$

L'équation des rabattements dans l'ouvrage pour Q en m³/h (débit) est :

$$S = 1,39.10^{-2} Q + 1,09.10^{-4} Q^2$$

Le calcul du rapport $bQ / (bQ + cQ^2)$ d'après le tableau suivant, permet d'appréhender l'importance des pertes de charges quadratiques dues à l'aquifère. Ce rapport est ici compris entre 32,4 % et 54,3 % en fonction du débit considéré, soulignant la perte de charges quadratiques importantes.

Palier (m ³ /h)	Rabattement mesuré (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Rabattement spécifique (m/m ³ /h)	Rabattement théorique S=bQ	Rabattement calculé S=bQ + cQ ²	Rapport bQ/bQ+cQ ² en %
107	2,74	39,05	0,0256	1,4873	2,7352	54,3
149	4,43	33,63	0,0297	2,0711	4,4910	46,1
200	7,04	28,40	0,0352	2,7800	7,14	38,9
266	11,46	23,21	0,0431	3,6974	11,4098	32,4



DEFINITION DE LA COURBE DE PRODUCTIVITE

Travaux n° F1

Client : SIAEP région de Boos

Commune : Charleval (76)

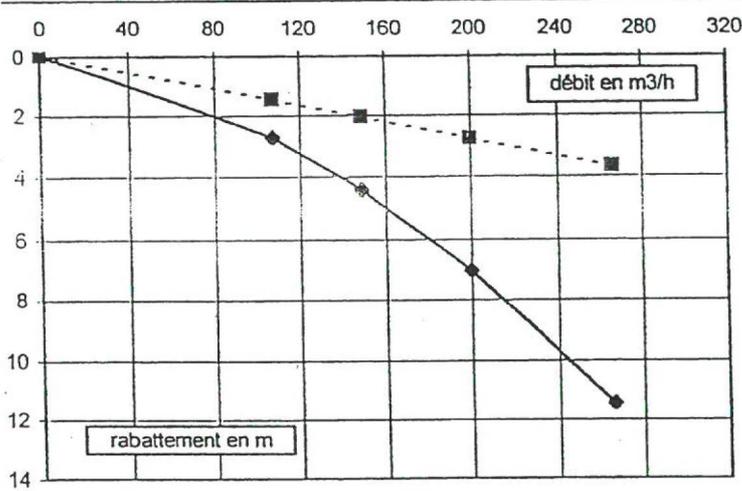
cote de cimentation / sol :	19.40m
toit de l'aquifère / sol :	5.50m
Niveau statique / sol (m) :	0.43

Date du pompage d'essai : 02/03/00

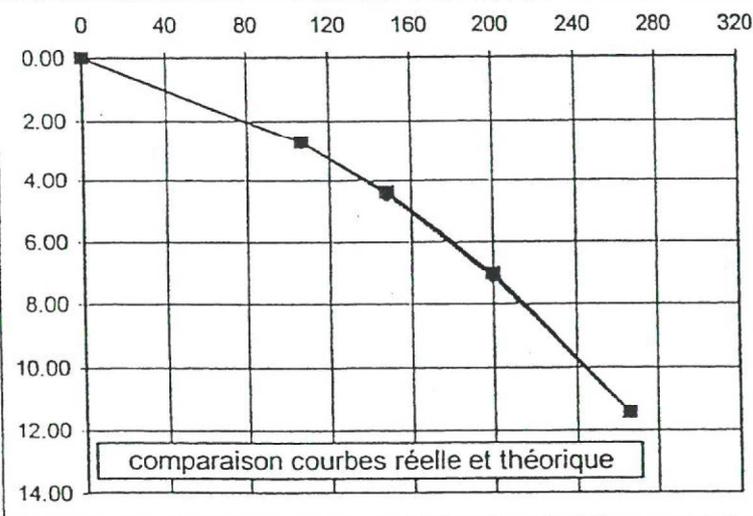
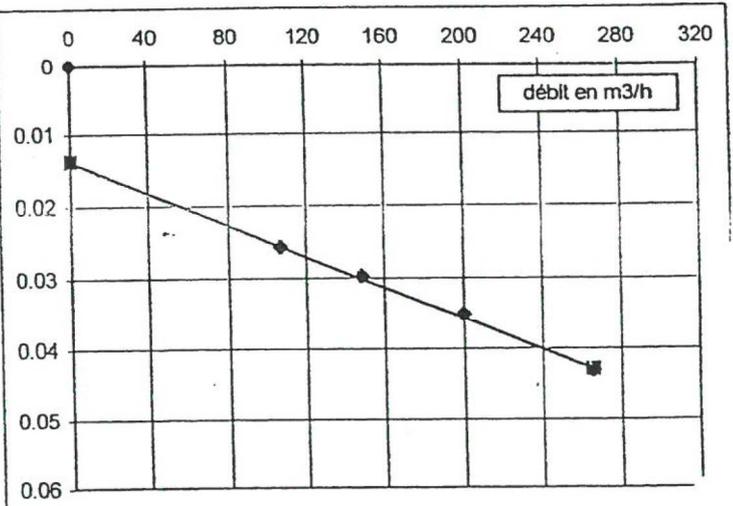
Palier	durée de l'essai	Débit moyen (m3/h)	niveau dynamique (m)	Rabattement final (m)	Débit spécifique (m3/(hxm))	rabattement spécifique (h/m2)
	temps	Q	ND	s	Q/s	s/Q
		0		0		0
n° 1	1h+1h	107.00	3.17	2.74	39.05	0.0256
n° 2	1h+1h	149.00	4.86	4.43	33.63	0.0297
n° 3	1h+1h	200.00	7.47	7.04	28.41	0.0352
n° 4	1h+1h	266.00	11.89	11.46	23.21	0.0431

GRAPHIQUE : $s = f(Q)$

$s = bQ$ (pointillé rouge) et $s = bQ + cQ^2$ (courbe bleue)



GRAPHIQUE : $s/Q = f(Q)$



courbe caractéristique : $s = bQ + cQ^2$

calcul de b et de la pente c	
$s/Q =$	0.0139
pour $Q =$	0
$s/Q =$	0.043
pour $Q =$	266.00

pertes de charges linéaires b : $1.39E-02$ h/m²

pertes de charges linéaires c : $1.09E-04$ h²/m⁵

courbe caractéristique

$$s = 1.39E-02 \times Q + 1.09E-04 \times Q^2$$

$s = bQ + cQ^2$	b =	$1.39E-02$	c =	$1.09E-04$	Q/s théorique $1/b =$	72	m ³ /(hxm)
pour Q actuel:	170	m ³ /h	$Q/s =$	31	m ³ /(hxm)	rendement (Q/s)xb	43%
pour débit de :	220	m ³ /h	$Q/s =$	26	m ³ /(hxm)	rendement (Q/s)xb	37%

III.2.2 Essai de nappe (pompage longue durée)

Le pompage longue durée a été réalisé à un débit voisin de 230 m³/h durant 74 heures.

Le niveau dynamique a baissé jusqu'à 28,23 m NGF en fin de pompage soit un rabattement de 9,77 m par rapport au niveau statique mesuré au début du pompage par paliers.

Le débit spécifique correspondant, en fin de pompage non stabilisé, se situe à :

$$Q_s = 23,54 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m} \text{ après } 74 \text{ heures de pompage continu à } 230 \text{ m}^3/\text{h} \text{ environ.}$$

Les mesures ont été effectuées sur le forage principal F1 et ponctuellement sur le piézomètre P1.

Les ajustements obtenus sont présentés sur les figures page suivante. Les données détaillées sont reportées en annexe B.

Calcul de la transmissivité de l'aquifère

Les transmissivités calculées à partir des courbes de descente et de remontée lors du pompage en continu sur le forage à 230 m³/h, s'établissent aux valeurs suivantes :

Méthode de THEIS

$$T \text{ (descente)} = 6,53 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T \text{ (remontée)} = 8,65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

Méthode de JACOB

$$T_1 \text{ (descente)} = 2,36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \text{ et } T_2 \text{ (descente)} = 2,96 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T \text{ (remontée)} = 2,92 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

La méthode de THEIS valable pendant un temps parfois très court donne la valeur de la transmissivité absolue du forage. Cependant, le débit a varié de 5 % pendant les 20 premières minutes passant de 247 m³/h à 233 m³/h.

La méthode de JACOB n'est pas toujours valable au début de l'essai mais elle peut être représentée pendant un temps infini. Elle met en évidence des changements de transmissivité :

- T1 en début de pompage est la transmissivité des terrains proches
- T2 est la transmissivité des terrains plus éloignés et influencés après un certain temps.

Pendant le pompage longue durée, une panne électrique de 10 minutes a eu lieu à la 25^{ème} heure. La courbe de rabattement a maintenu sa pente pour la descente.

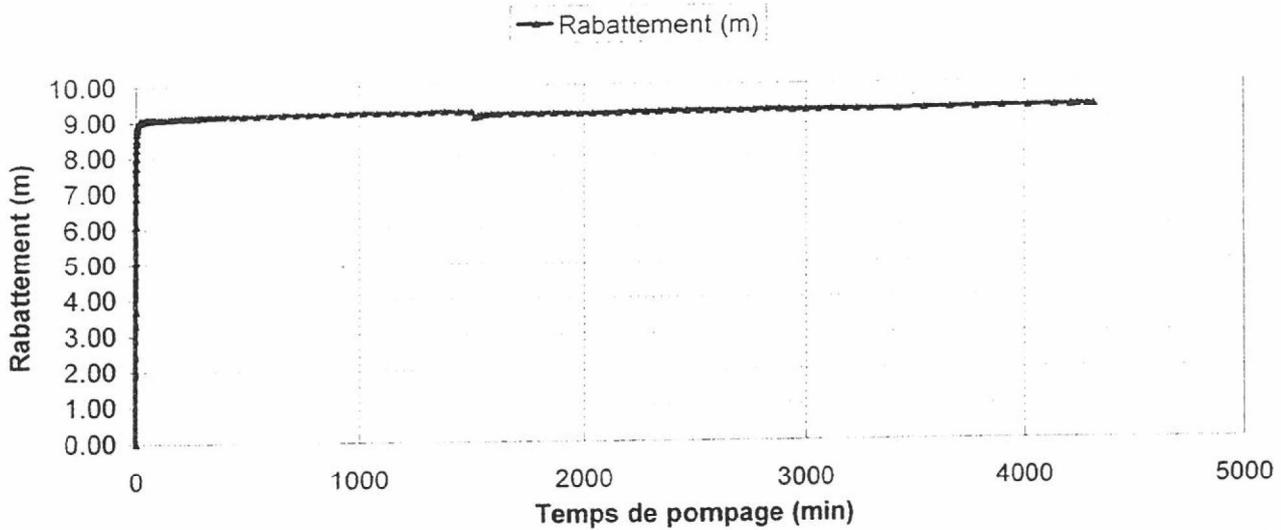
Calcul du coefficient d'emmagasinement de l'aquifère

Le coefficient d'emmagasinement calculé à partir de la courbe de suivi de la descente sur le forage est égal à :

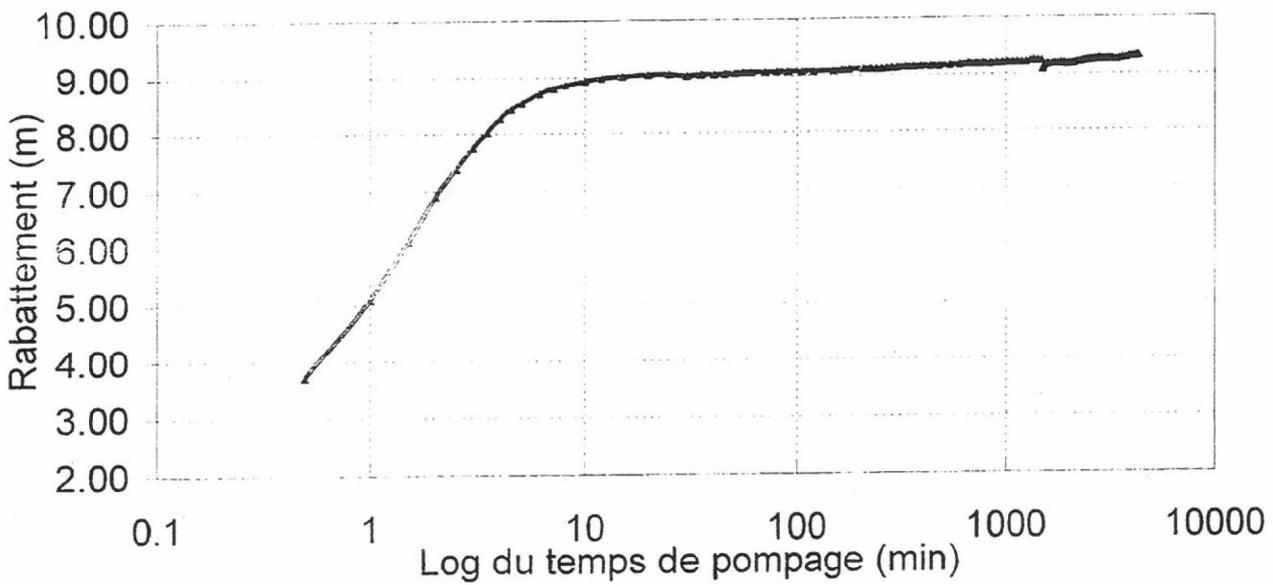
$$S = 2,88 \cdot 10^{-2}$$

Pertes de charges quadratiques $C = 1412 \text{ S}^2/\text{m}^5$ d'après les essais de puits.

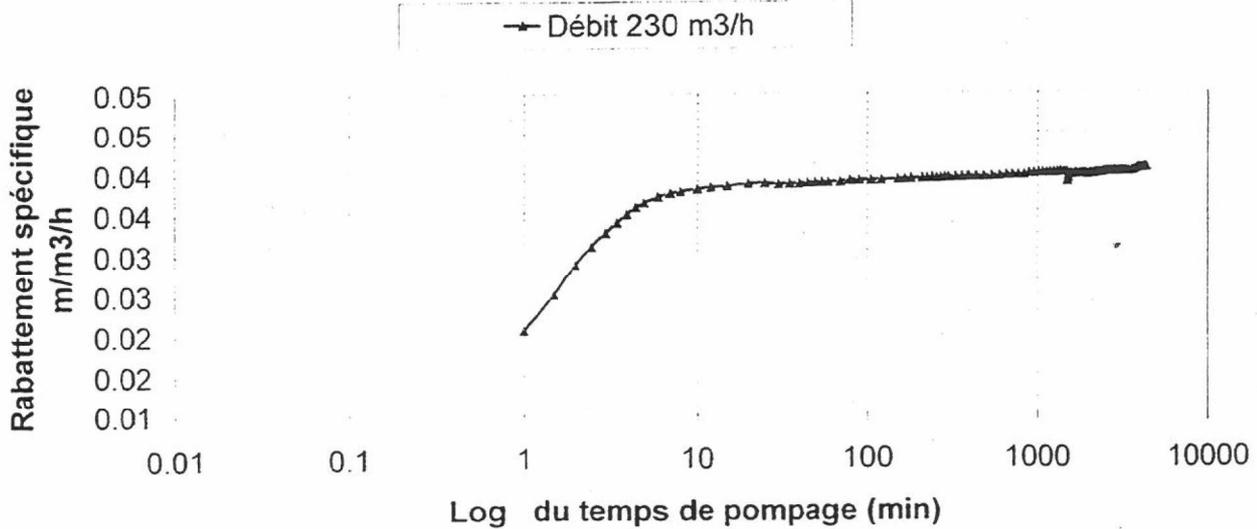
POMPAGE D'ESSAI F1



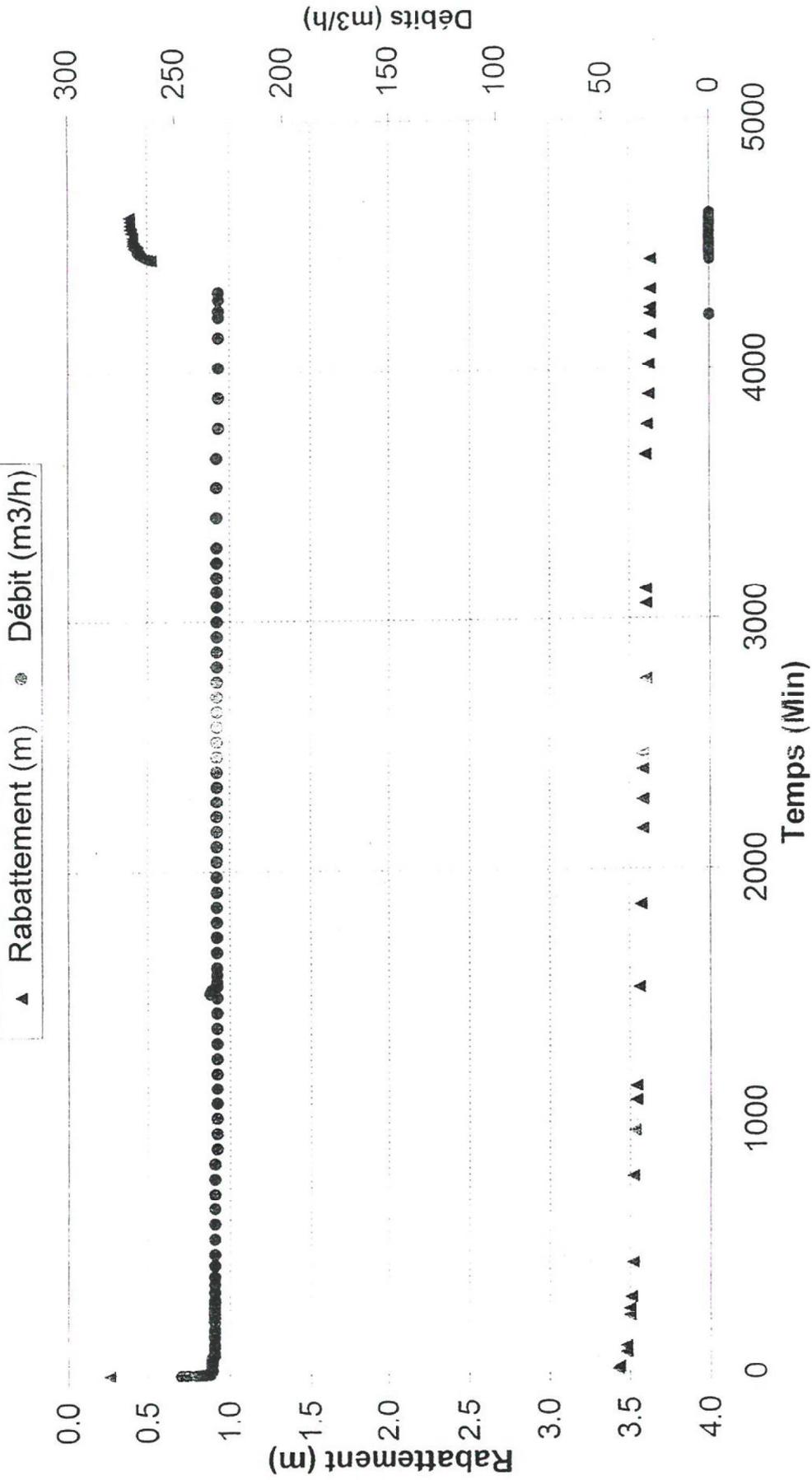
POMPAGE D'ESSAI F1-DESCENTE



POMPAGE D'ESSAI F1- DESCENTE



POMPAGE D'ESSAI PZ1



METHODE D'INTERPRETATION : THEIS (début pompage) et JACOB (durant pompage)

Transmissivité (T/Z²/S)

Coefficient d'emmagasinement

Capacité de la nappe (m³/m)

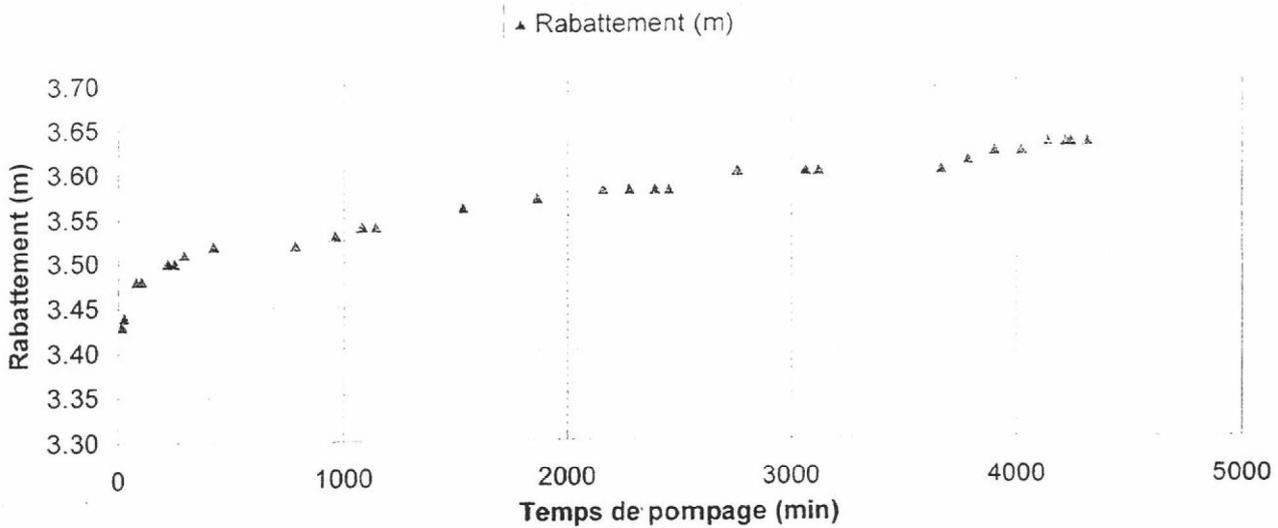
0.0001 (6.27E-05)

0.0001 (6.27E-05)

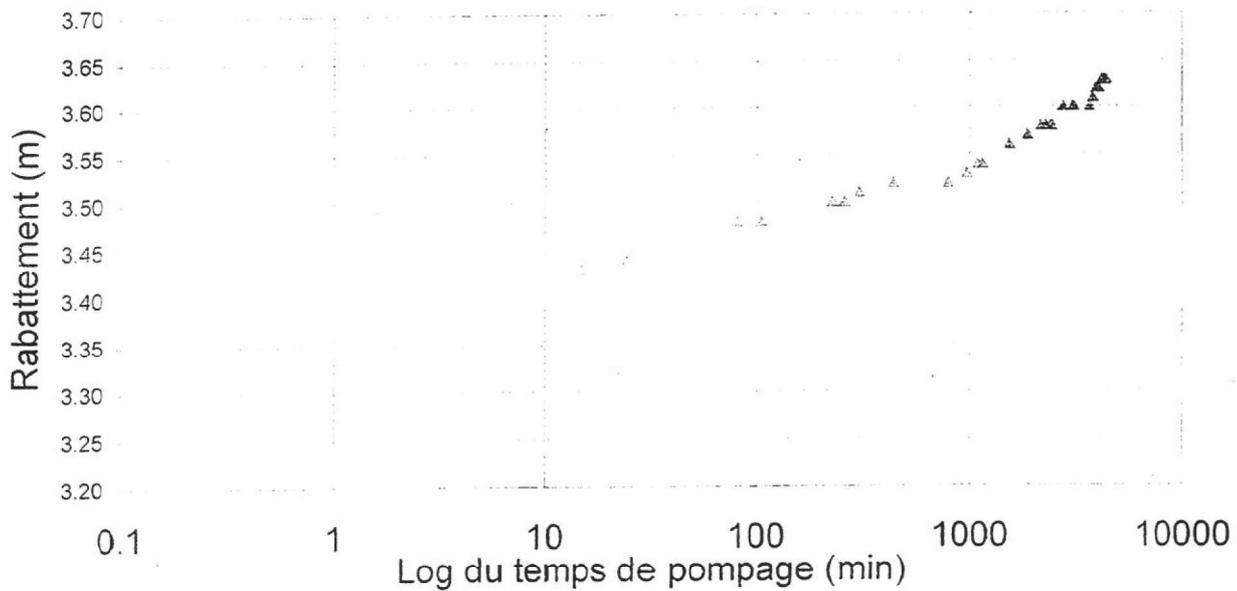
0.0001 (6.27E-05)

0.0001 (6.27E-05)

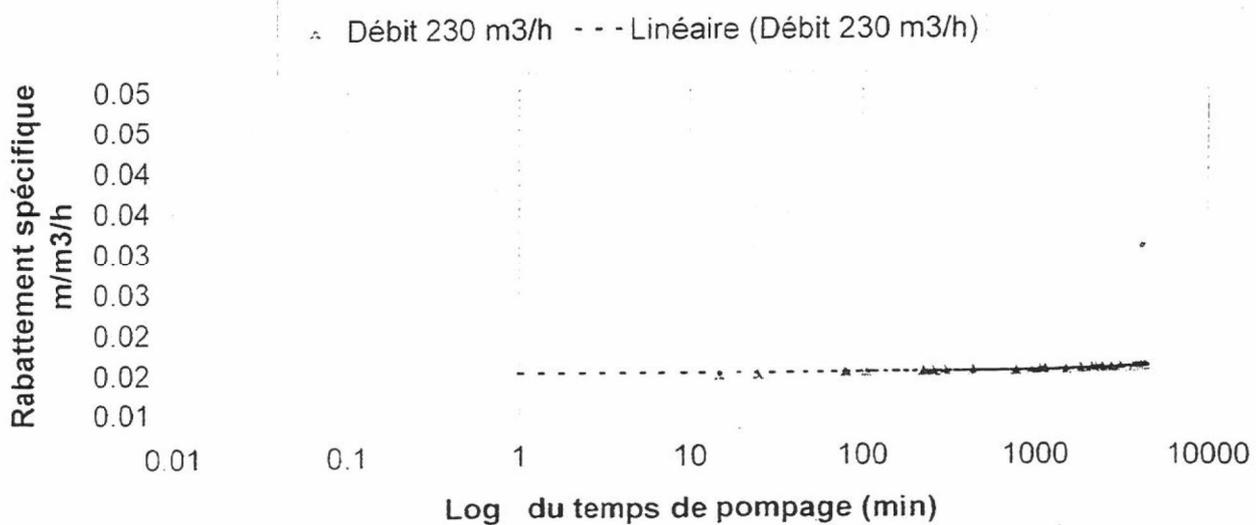
POMPAGE D'ESSAI PZ1



POMPAGE D'ESSAI PZ1-DESCENTE



POMPAGE D'ESSAI PZ1- DESCENTE



Ces résultats amènent plusieurs remarques :

- La transmissivité a été calculée entre $2,4$ et $8,6 \cdot 10^{-3}$ m^2/s pour les terrains proches (méthode THEIS et JACOB). Cependant, une valeur de $2,96 \cdot 10^{-2}$ m^2/s a été calculée pour les terrains plus éloignés au bout d'un certain temps ($\cong 10$ minutes).

La transmissivité 10^{-3} est assez moyenne, elle est bonne pour les valeurs 10^{-2} , cohérente avec les valeurs du secteur.

- Le coefficient d'emmagasinement de $2,88 \cdot 10^{-2}$ est conforme aux valeurs régionales.
- L'absence d'effet perceptible de réalimentation par l'Andelle ou par le petit ru des Transières.
- La présence d'un système karstique latéral alimentant probablement le forage dans la zone saturée.