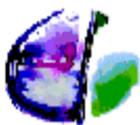


## -Viviers-Sur-Artaut (10)-

### Etudes Hydrogéologiques complémentaires Pompage longue durée



Bureau d'études  
**Eau**  
**Environnement**  
**Géologie**  
**Déchets**  
**Assainissement**

**SCIENCES ENVIRONNEMENT**  
Centre des Affaires « Les Boutisses »  
Batiment D, Les Plaines de l'Yonne  
89 000 AUXERRE  
Tél. : 03.86.51.13.57 Fax : 03.86.51.30.19  
E.mail :  
auxerre@sciences-environnement.fr

Octobre 2008  
**OPQIBi**  
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE  
CERTIFICAT  
N° 08 08 1993

## SOMMAIRE

---

I – INTRODUCTION .....	3
I.1 – Contexte de l'étude.....	3
I.2 – Objectifs de l'étude .....	3
II – POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE .....	4
II.1 – Caractéristiques du pompage.....	4
II.2 – Suivi des niveaux piézométriques - résultats .....	5
II.2.1 – Suivi sur le puits .....	5
II.2.2 – Suivi sur le piézomètre Pz1 .....	9
II.2.3 – Suivi sur le piézomètre Pz2 .....	13
II.2.4 – Suivi sur le piézomètre Pz3 .....	17
II.2.5 – Suivi sur le piézomètre Pz4 .....	21
II.3 – Suivi du niveau et débit sur l'Artaut et le niveau de sources - résultats.....	25
II.4 – Interprétation des modifications de la géométrie de la nappe au cours du pompage .....	28
II.4.1 – Paramètres hydrodynamiques.....	28
II.4.2 – Modification de la géométrie de la nappe .....	29
II.4.3 – Détermination des isochrones.....	29
II.4.4 – Impact du pompage sur le débit de l'Artaut .....	32
II.5 – Interprétation des modifications de la géométrie de la nappe au cours du pompage .....	32
II.5.1 – Suivi de la turbidité.....	32
Figure 21 : suivi de la turbidité sur le puits.....	32
Figure 22 : suivi de la turbidité sur l'Artaut et le niveau de sources.....	33
II.5.2 – Suivi du pH.....	33
Figure 23 : suivi du pH sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources. ....	33
II.5.3 – Suivi de la température .....	34
Figure 24 : suivi de la température sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources. ....	34
II.5.4 – Suivi de la conductivité .....	35
Figure 25 : suivi de la conductivité sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources. ....	35
.....	35
II.5.5 – Suivi de la concentration en oxygène dissous .....	36
Figure 26 : suivi de la concentration en oxygène sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources. ....	36
V – SYNTHÈSE DES RESULTATS.....	37
ANNEXES.....	38

## Liste des figures

Figure 1	Courbe caractéristique du pompage longue-durée sur le puits	p.6
Figure 2	Courbe caractéristique de la descente sur le puits	p.7
Figure 3	Courbe caractéristique de la descente sur le puits	p.8
Figure 4	Courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz1	p.10
Figure 5	Courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz1	p.11
Figure 6	Courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz1.	p.12
Figure 7	Courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz2	p.15
Figure 8	Courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz2	p.16
Figure 9	Courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz2	p.17
Figure 10	Courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz3	p.19
Figure 11	Courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz3	p.20
Figure 12	Courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz3	p.21
Figure 13	Courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz4	p.23
Figure 14	Courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz4	p.24
Figure 15	Courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz4	p.25
Figure 16	Débits mesurés au micro-moulinet	p.27
Figure 17	Altitude du niveau de sources et de l'Artaut	p.27
Figure 18	Tableau de synthèse des paramètres hydrodynamiques	p.29
Figure 19	Gradients hydrauliques calculés pour la nappe en régime permanent	p.29
Figure 20	Zone d'appel du captage communal de Viviers-Sur-Artaut	p.31
Figure 21	Suivi de la turbidité sur le puits	p.32
Figure 22	Suivi de la turbidité sur l'Artaut et le niveau de sources	p.33
Figure 23	Suivi du pH sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources	p.33
Figure 24	Suivi de la température sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources	p.34
Figure 25	Suivi de la conductivité sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources	p.35
Figure 26	Suivi de la concentration en oxygène sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources	p.36

# **I – INTRODUCTION**

## **I.1 – Contexte de l'étude**

L'alimentation en eau potable de la commune de Viviers-Sur-Artaut est assurée par la station de pompage implantée au lieu-dit "Le Lignard". Il s'agit de l'unique ressource en eau potable de la commune. Depuis près d'une dizaine d'années, les dépassements des normes de potabilité sont fréquents pour les herbicides azotés.

En 2004, la commune s'est engagée dans une prospection hydrogéologique supervisée par la Direction Départementale de l'Aube en vue de trouver une nouvelle ressource à substituer au captage impacté par les herbicides. Ces recherches d'une nouvelle ressource se sont montrées infructueuses. C'est pourquoi, à défaut de disposer d'une nouvelle ressource, la commune souhaite s'engager dans la réhabilitation de l'actuel captage, avec la mise en place d'une unité de traitement des produits phytosanitaires.

Préalablement à une étude exhaustive du bassin d'alimentation du captage, la commune souhaite appréhender la vulnérabilité de celui-ci par le biais de la réalisation d'une étude hydrogéologique complémentaire. Au vu des résultats obtenus, M. KERJEAN, hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique pour le département de l'Aube, donnera son avis quant à la vulnérabilité de la ressource.

## **I.2 – Objectifs de l'étude**

Le but de cette étude est de fournir à l'Hydrogéologue Agréé un complément d'informations sur la ressource de la commune de Viviers-Sur-Artaut en vue de la détermination de ses périmètres de protection. L'objet de cette étude est de préciser la vulnérabilité du captage. Il s'agit notamment :

- De préciser la géologie du secteur d'étude. Particulièrement en recherchant la présence ou non d'un horizon marneux ou argileux coiffant l'aquifère calcaire sollicité par le captage.
- De déterminer les caractéristiques hydrodynamiques du puits et de la nappe par la réalisation d'essais de pompage;
- De caractériser les relations éventuelles existants entre le rû, l'ouvrage et la nappe;
- D'estimer la qualité de la ressource (bactériologie, pesticides azotés...).

En novembre 2007, Sciences Environnement a réalisé les prestations précédemment citées. Toutefois, les résultats obtenus par le biais du pompage d'essai n'ont pas totalement été exploitables compte tenu des précipitations qui sont survenues au cours de l'essai masquant ainsi une potentielle influence du pompage sur l'Artaut ; de même les conditions d'étiage n'étaient pas optimum.

C'est pourquoi, il a été décidé par Mr Kerjean de renouveler l'essai de pompage longue durée.

## **II – POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE**

### **II.1 – Caractéristiques du pompage**

Afin de caractériser le fonctionnement de la nappe, un essai de pompage longue durée (48 heures) a été réalisé.

Le pompage longue durée a démarré le 22/08/2008 à ~14h30 après que la nappe ait regagné son niveau statique (la pompe a été arrêtée la veille au soir). Les deux pompes du captage ont fonctionné simultanément pendant 48 heures jusqu'au 24/08/2008 où elles ont été coupées à environ 14h30.

Le mode de suivi du pompage est comparable à celui mis en œuvre lors du précédent pompage.

Le puits et les piézomètres Pz1, Pz2, Pz3 et Pz4 ont été équipés de sondes de niveau à acquisition automatique des données.

Le niveau de sources et l'Artaut ont été équipés d'échelles limnimétriques.

Avant, pendant et après le pompage, le rû et le niveau de source ont été jaugés.

Pour ces jaugeages, trois stations ont été choisies sur l'Artaut. La première en amont du captage (J1), la seconde en aval du captage mais avant la confluence avec la noue recueillant les eaux issues du niveau de sources (J2) ; la troisième en aval de cette confluence (J3).

Q (J2) – Q (J1) permettra de mettre en évidence d'éventuelles diminutions du débit de l'Artaut consécutivement à l'influence du pompage.

Q (J3) – Q (J2) permettra de déterminer le débit du niveau de sources.

L'implantation des stations figure sur un plan fourni en annexes.

Le niveau de sources, l'Artaut ont fait l'objet d'un suivi ponctuel de la turbidité tandis que le puits a été équipé d'une sonde d'acquisition automatique en continu.

Pour la durée du pompage, les "poires" de niveau du réservoir ont été court-circuitées. Le trop plein du réservoir s'est écoulé dans la vallée dominée par l'ouvrage. Compte tenu de la distance entre le captage et l'exutoire, aucune ré-alimentation pouvant perturber l'interprétation des essais ne semble envisageable.

Lors du pompage les pompes ont été coupées à deux reprises. La première coupure est survenue lors de la première demi-heure de pompage, où l'une des deux pompes s'est arrêtée. Cette coupure s'explique par une "instabilité" électrique au niveau de l'armoire de commande. Rapidement repérée, la pompe a été remise aussitôt et le niveau dynamique d'avant la panne a été vite récupéré.

Les pompes ont été une seconde fois arrêtées lors du pompage. Comme précédemment nous les avons rapidement "relancées", et le niveau dynamique d'avant la coupure a été vite atteint.

Dans les deux cas, ces coupures ont peu altéré l'allure générale des courbes obtenues ; elles ne posent donc aucun problème pour l'interprétation des résultats.

## **II.2 – Suivi des niveaux piézométriques - résultats**

### ***II.2.1 – Suivi sur le puits***

Durant le pompage longue durée le niveau dynamique de la nappe s'est rabattu de près de ~ 0,70m en 40 heures environ ; le niveau s'est alors stabilisé et le rabattement est resté inchangé plusieurs heures durant.

- **Etude de la descente :**

L'étude de la descente sur le puits permet de déterminer la transmissivité ( $T$ ) de l'aquifère.

La transmissivité régit le débit d'eau qui s'écoule, par unité de largeur d'un aquifère, sous l'effet d'une unité de gradient hydraulique. En résumé il évalue la fonction "conduite" de l'aquifère.

$$T=(0,183 \times Q)/c=0,0041 \text{ m}^2/\text{s}$$

Avec  $Q$  :débit de pompage= $0,0038 \text{ m}^3/\text{s}$

$c$  :accroissement du rabattement au cours d'un module logarithmique

- **Etude de la remontée :**

$$T=0,0034 \text{ m}^2/\text{s}$$

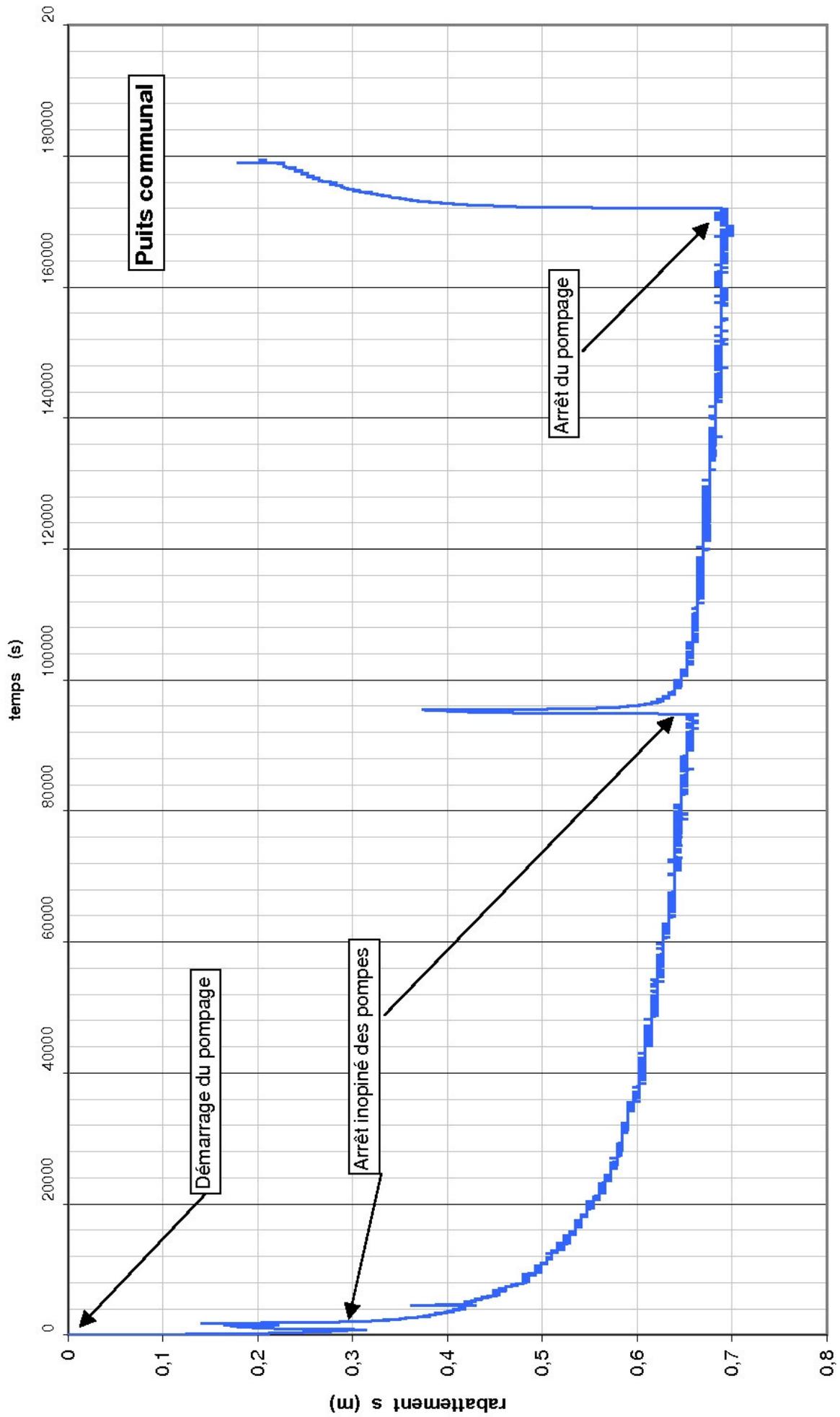


Figure 1: courbe caractéristique du pompage longue-durée sur le puits.

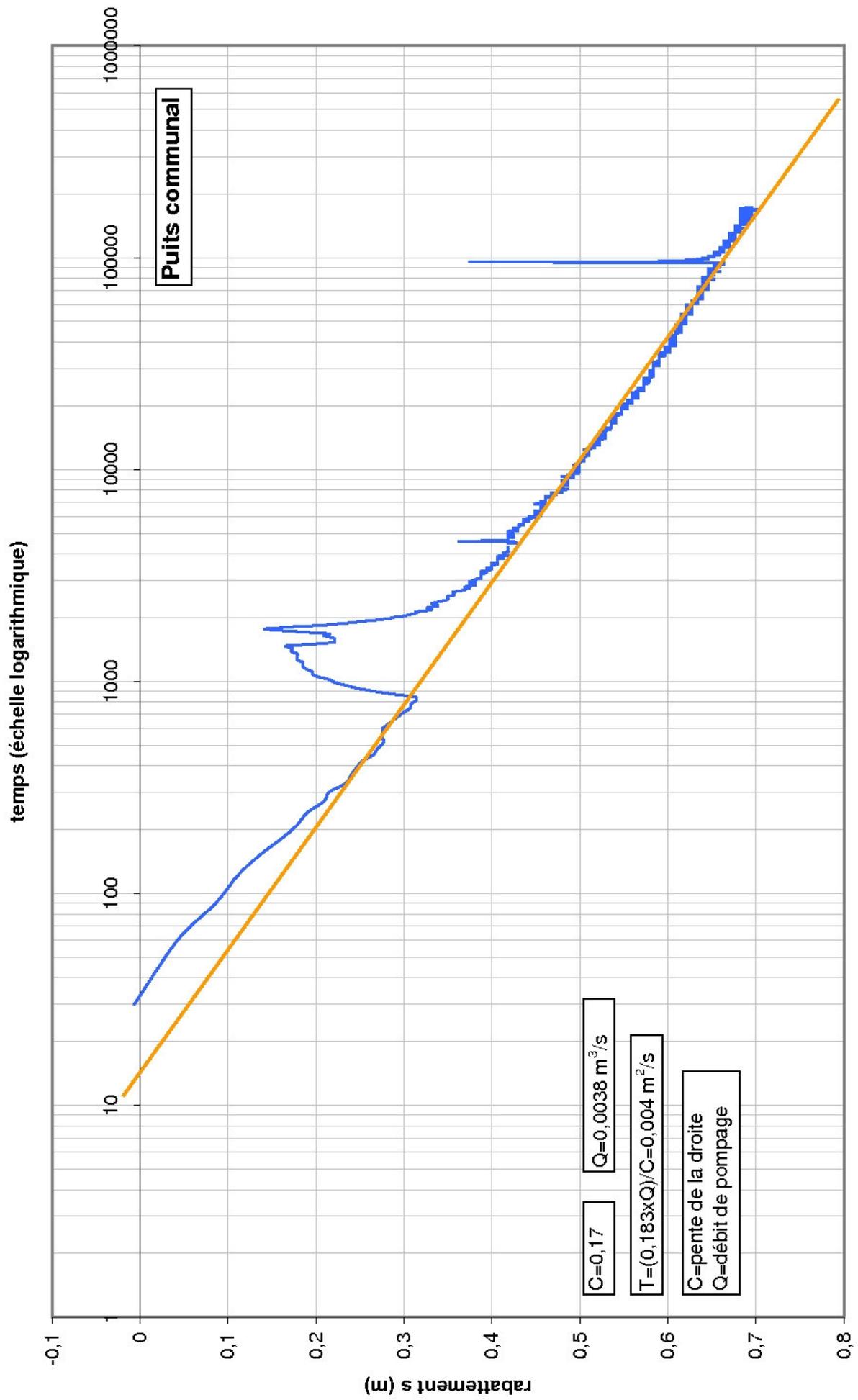


Figure 2: courbe caractéristique de la descente sur le puits.

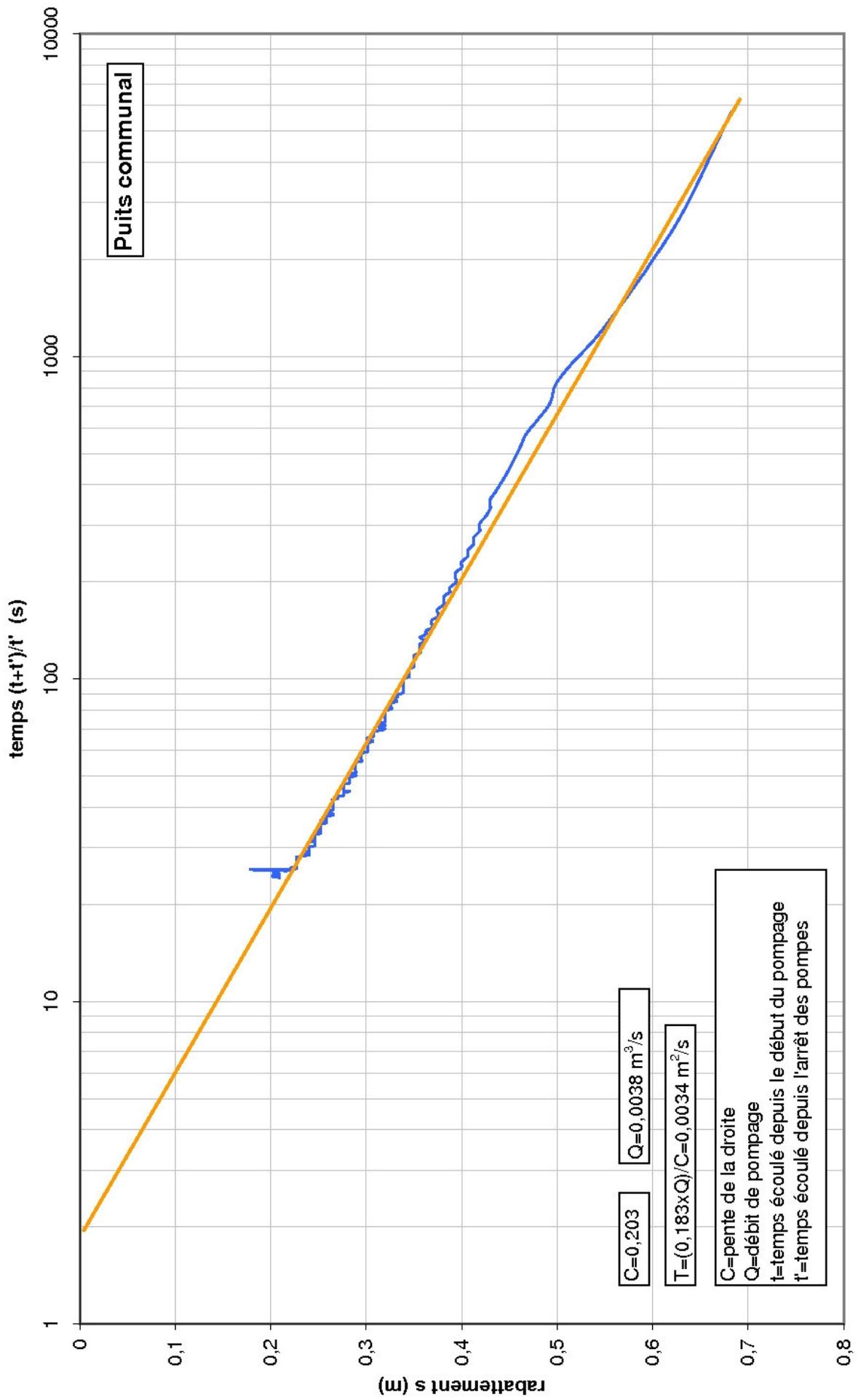


Figure 3: courbe caractéristique de la remontée sur le puits.

## II.2.2 – Suivi sur le piézomètre Pz1

Les variations observées sur le piézomètre Pz1 sont analogues à celles faites sur le puits.

- Etude de la descente :

L'étude de la descente sur le piézomètre Pz1 permet de déterminer la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement (S) de l'aquifère, mais aussi le rayon fictif.

Le coefficient d'emmagasinement (S), sans dimension, est le rapport du volume d'eau libéré par unité de surface, sous une charge hydraulique unitaire. Il détermine la fonction capacitive du réservoir.

Le rayon fictif  $Rf$  est la distance à laquelle le rabattement (calculé par l'expression de C.E. Jacob) est nul.

$$T=0,0047 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S=(2,25 \times T \times t_0)/X^2=0,027 \quad X=5,23 \text{ m}$$

Avec  $t_0$ : temps d'intersection entre la droite de descente et le niveau piézométrique initial (s)

X distance entre le piézomètre et l'ouvrage (m).

$$Rf= 1,5\sqrt{[(T \times t)/S]}=260 \text{ m}$$

- Etude de la remontée :

$$T=0,0035 \text{ m}^2/\text{s}$$

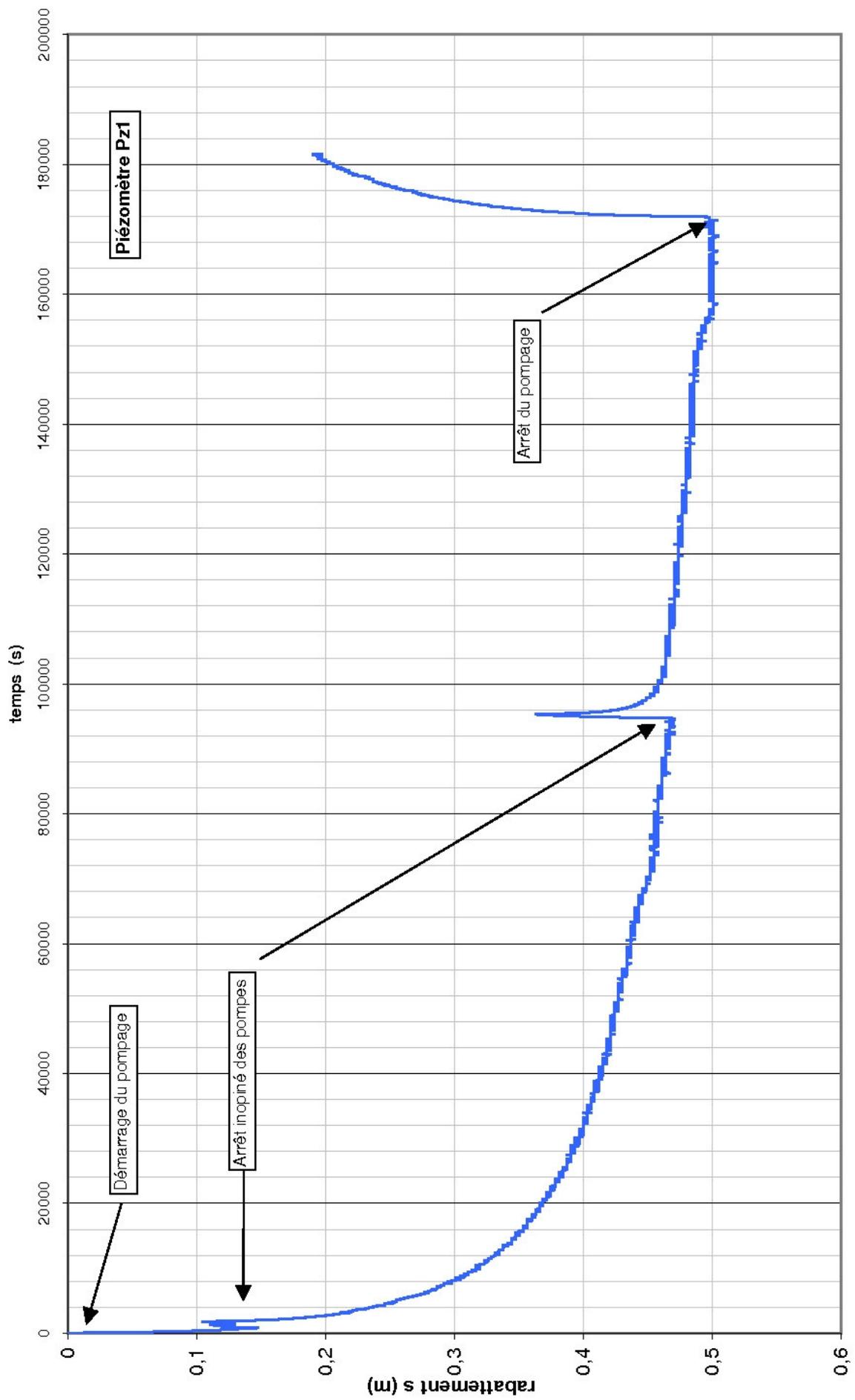


Figure 4: courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz1.

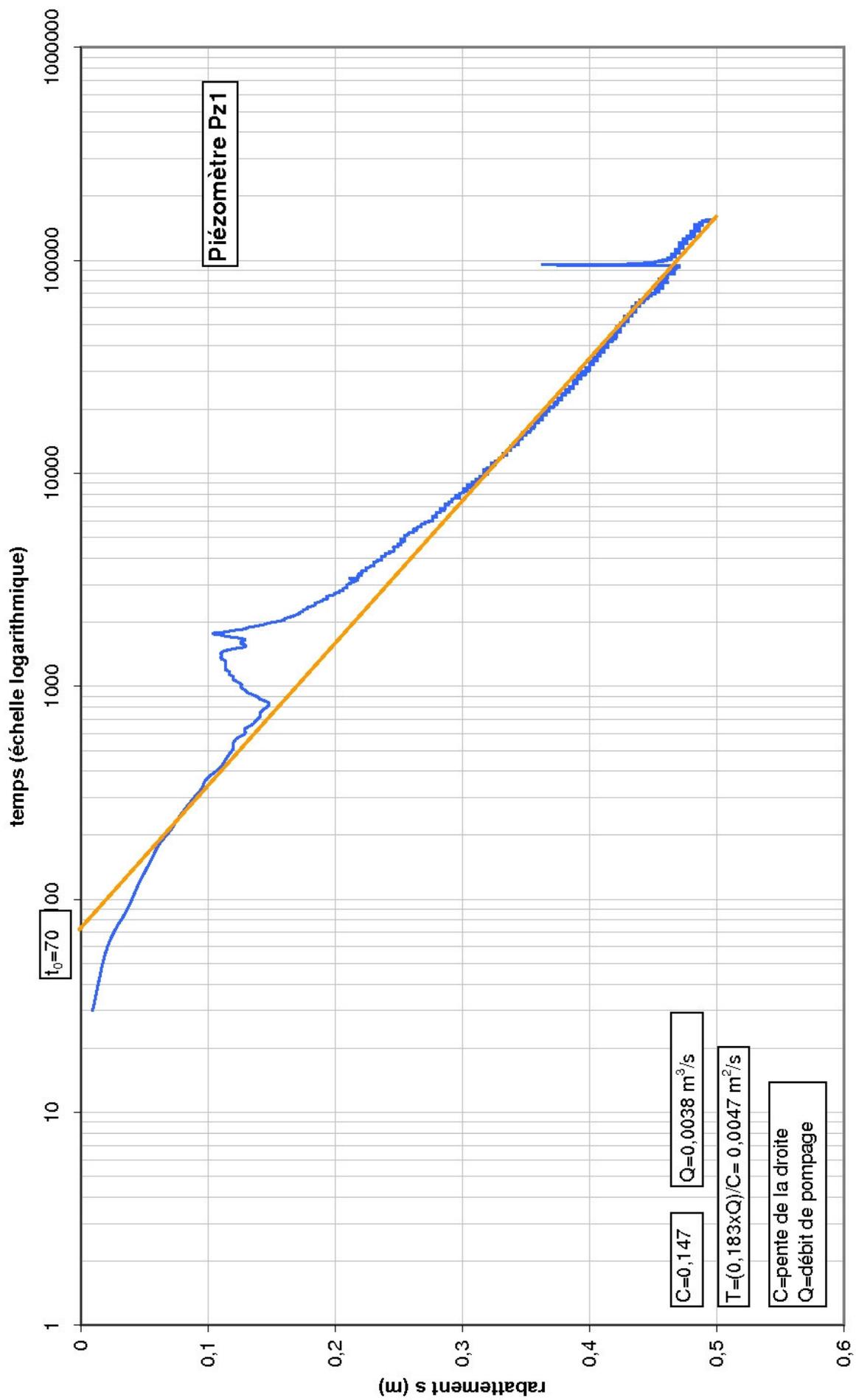


Figure 5: courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz1.

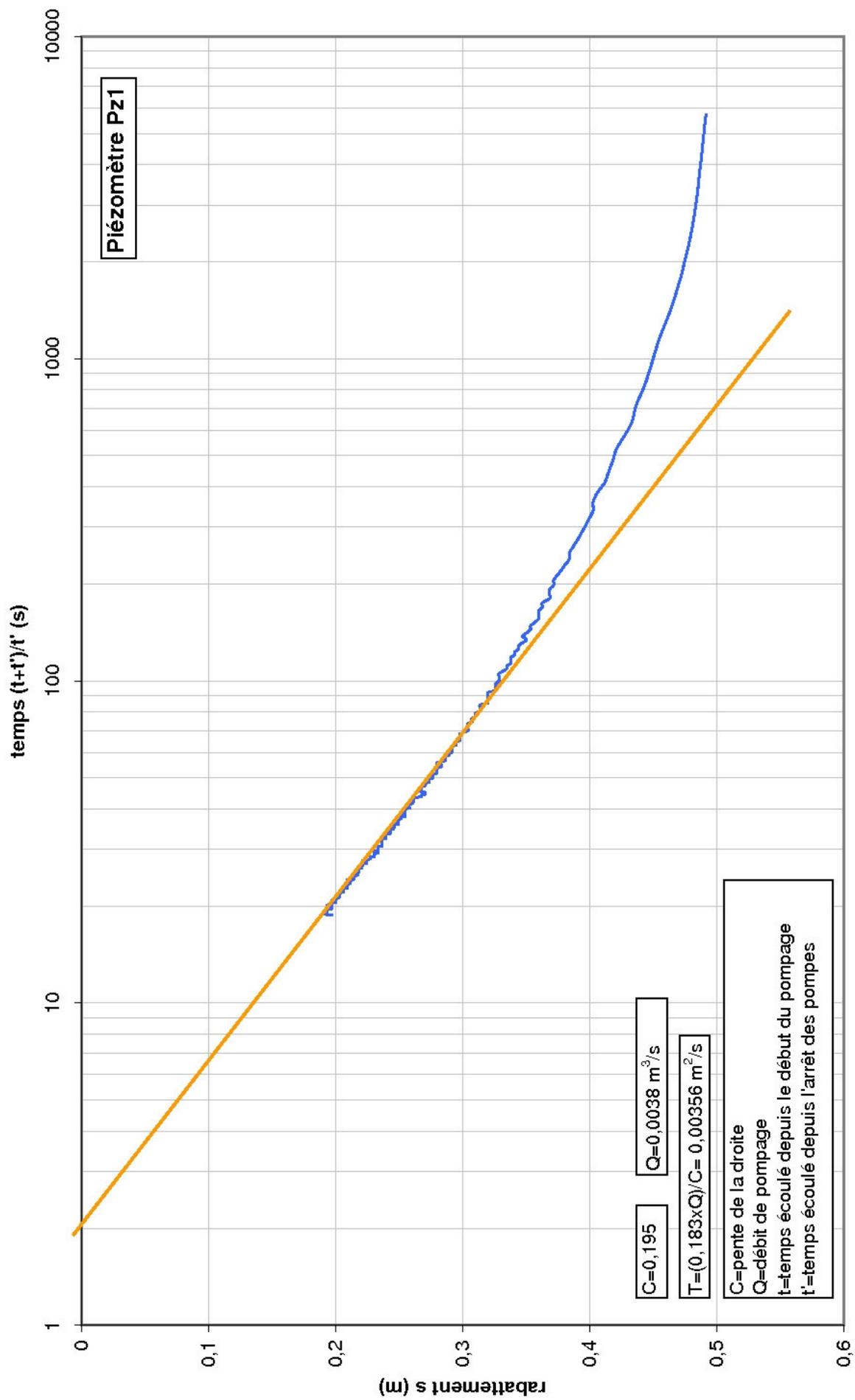


Figure 6: courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz1.

### ***II.2.3 – Suivi sur le piézomètre Pz2***

Les variations observées sur le piézomètre Pz2 sont analogues à celles faites sur le puits mais beaucoup moins marquées. Cela s'explique par la distance plus importante au puits et par l'inertie de la nappe. Le premier arrêt casuel d'une des pompes passe presque inaperçu, tandis que le second arrêt des deux pompes est peu marqué.

- *Etude de la descente :*

$$T=0,0041 \text{ m}^2/\text{s}$$
$$S=(2,25 \times T \times t_0)/X^2=0,018 \quad X=17,5 \text{ m}$$

Avec  $t_0$ : temps d'intersection entre la droite de descente et le niveau piézométrique initial (s)

$X$  distance entre le piézomètre et l'ouvrage (m).

$$Rf= 1,5\sqrt{[(T \times t)/S]}=297 \text{ m}$$

- *Etude de la remontée :*

$$T=0,0042 \text{ m}^2/\text{s}$$

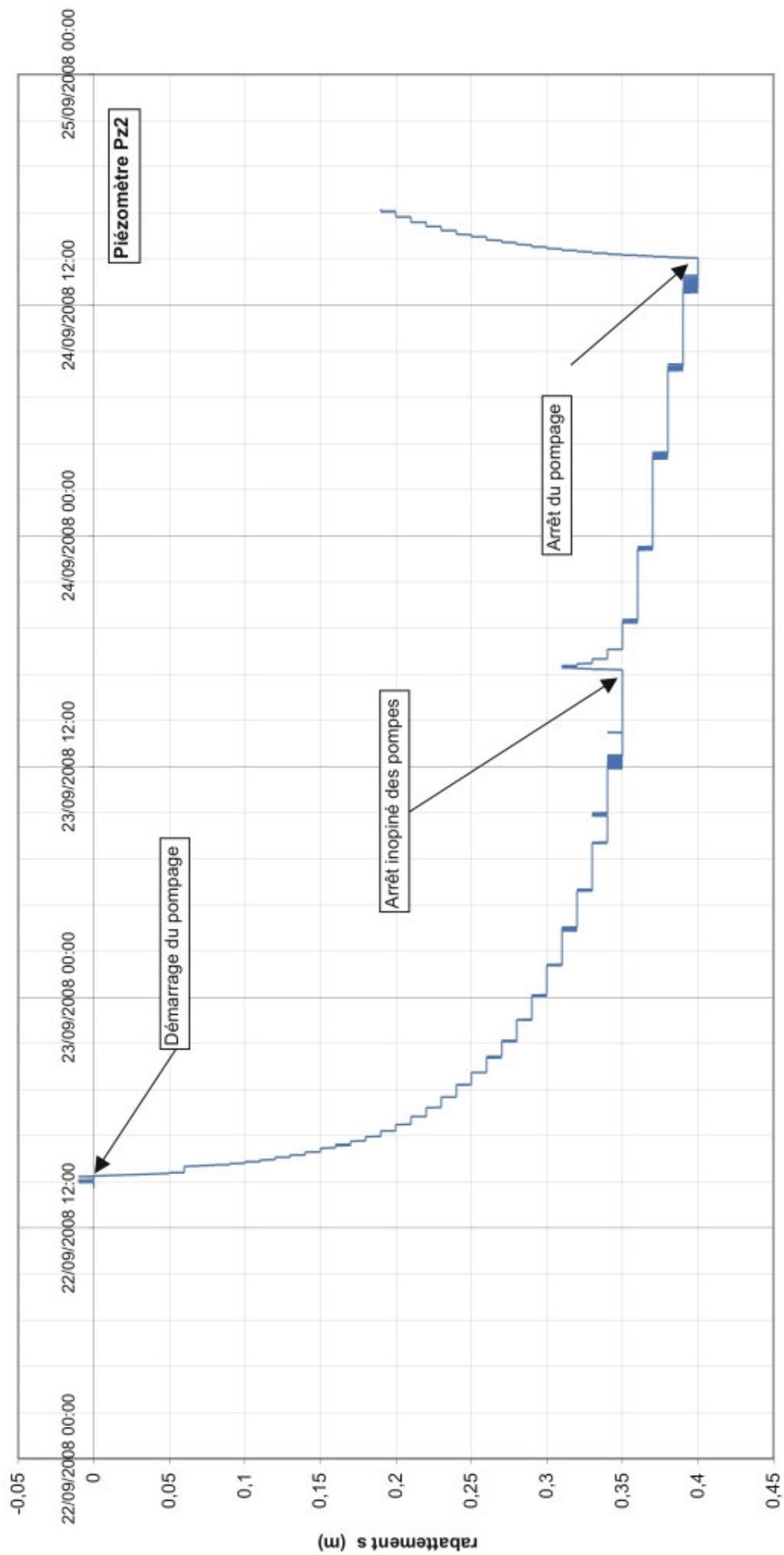


Figure 7: courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz2.

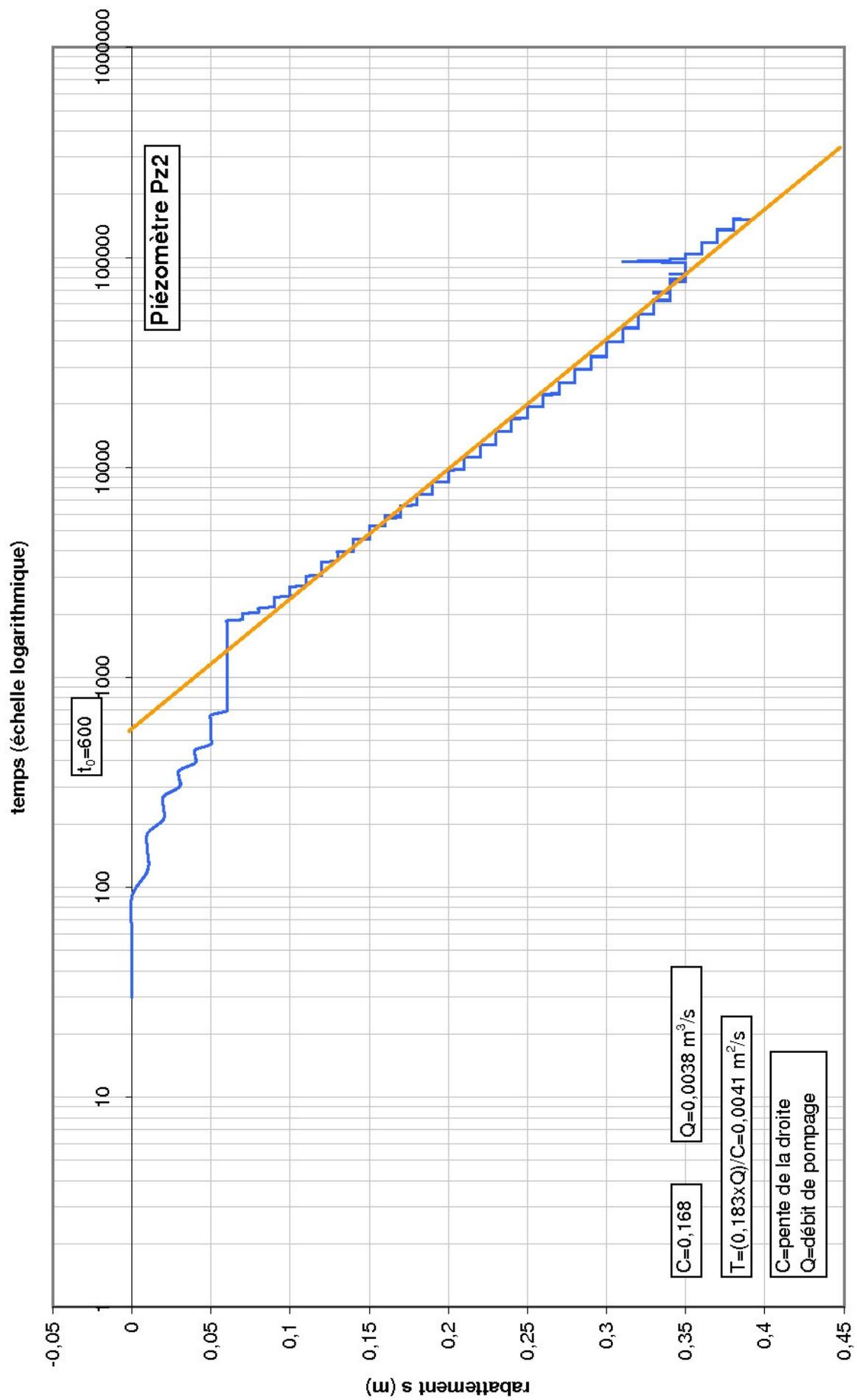


Figure 8: courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz2.

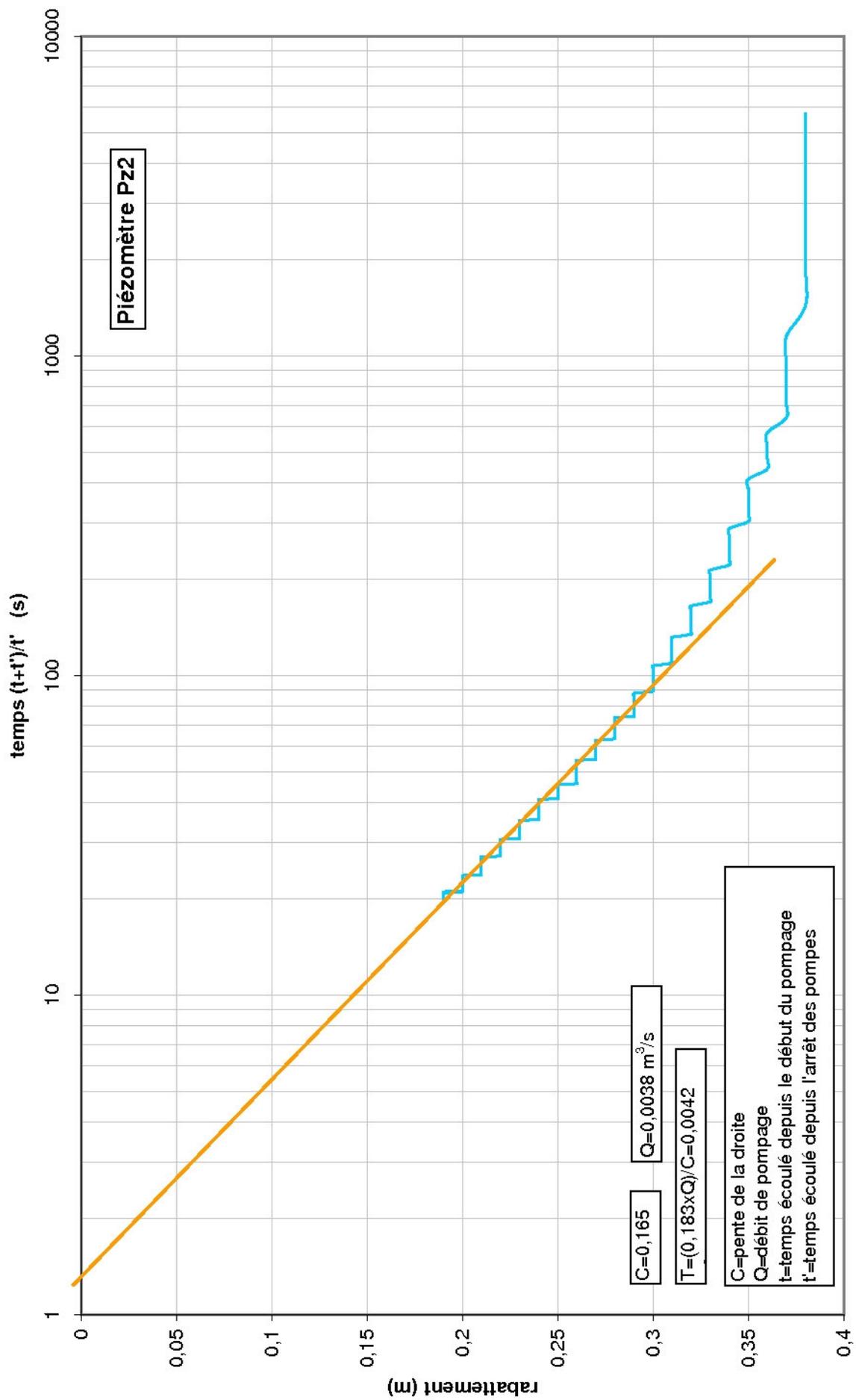


Figure 9: courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz2.

### ***II.2.4 – Suivi sur le piézomètre Pz3***

Les variations observées sur le piézomètre Pz3 sont analogues à celles faites sur le puits mais beaucoup moins marquées. Cela s'explique par la distance plus importante au puits et par l'inertie de la nappe. Le premier arrêt casuel d'une des pompes passe presque inaperçu, tandis que le second arrêt des deux pompes est peu marqué.

- *Etude de la descente :*

$$T=0,0043 \text{ m}^2/\text{s}$$
$$S=(2,25 \times T \times t_0)/X^2=0,015 \quad X=18,1 \text{ m}$$

Avec  $t_0$ : temps d'intersection entre la droite de descente et le niveau piézométrique initial (s)  
 $X$  distance entre le piézomètre et l'ouvrage (m).

$$Rf= 1,5\sqrt{[(T \times t)/S]}=333 \text{ m}$$

- *Etude de la remontée :*

$$T=0,0043 \text{ m}^2/\text{s}$$

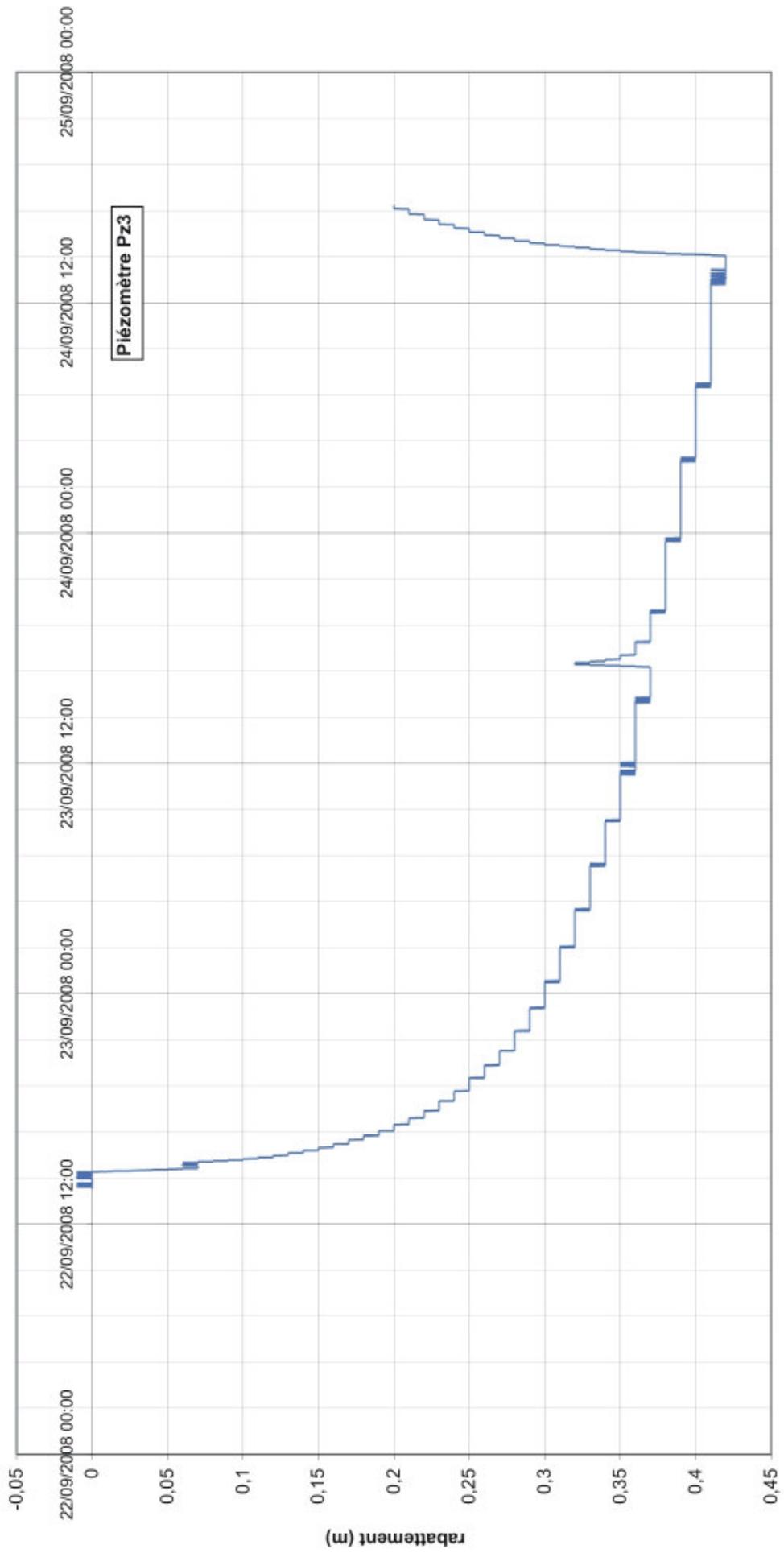


Figure 10: courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz3.

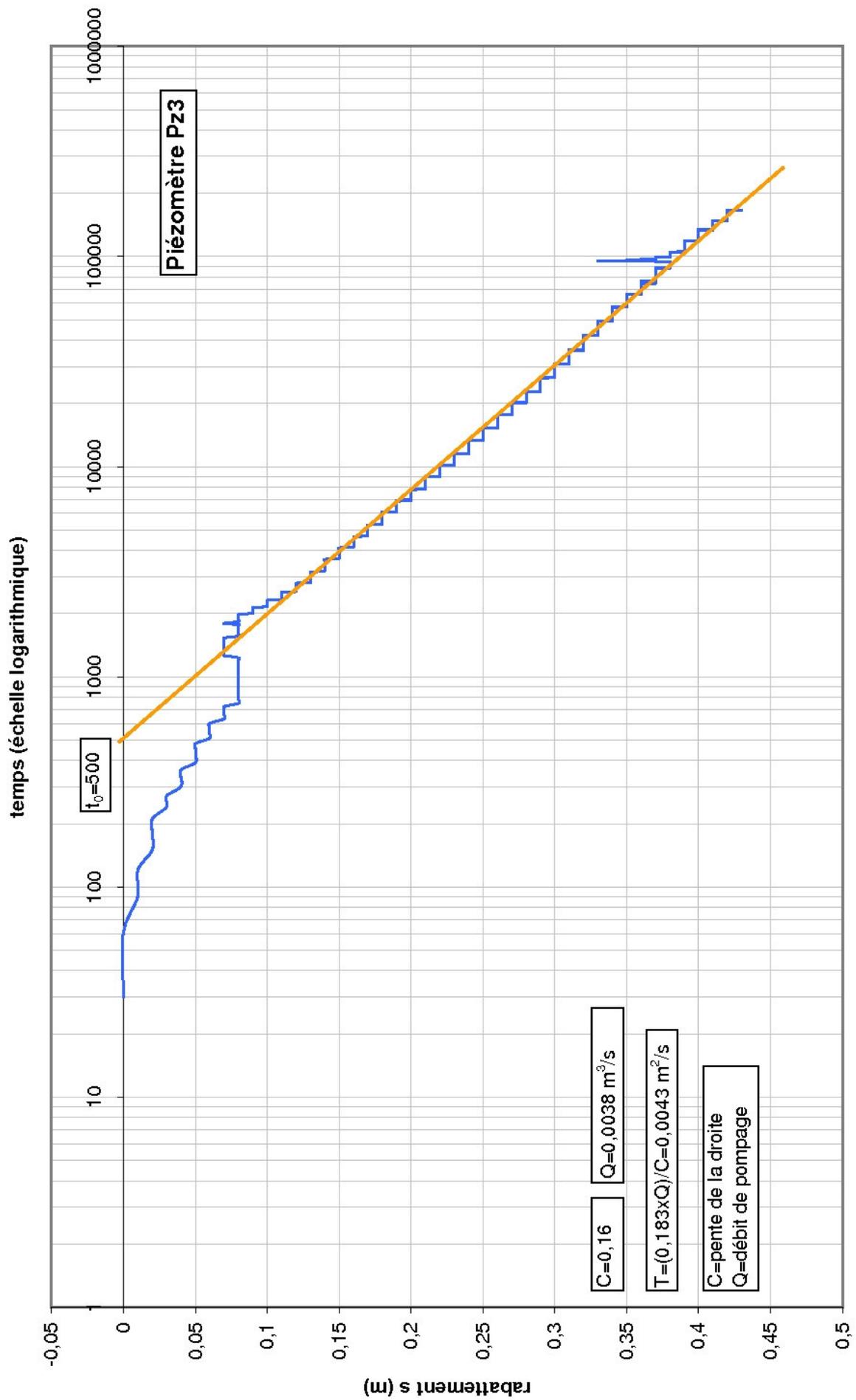


Figure 11: courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz3.

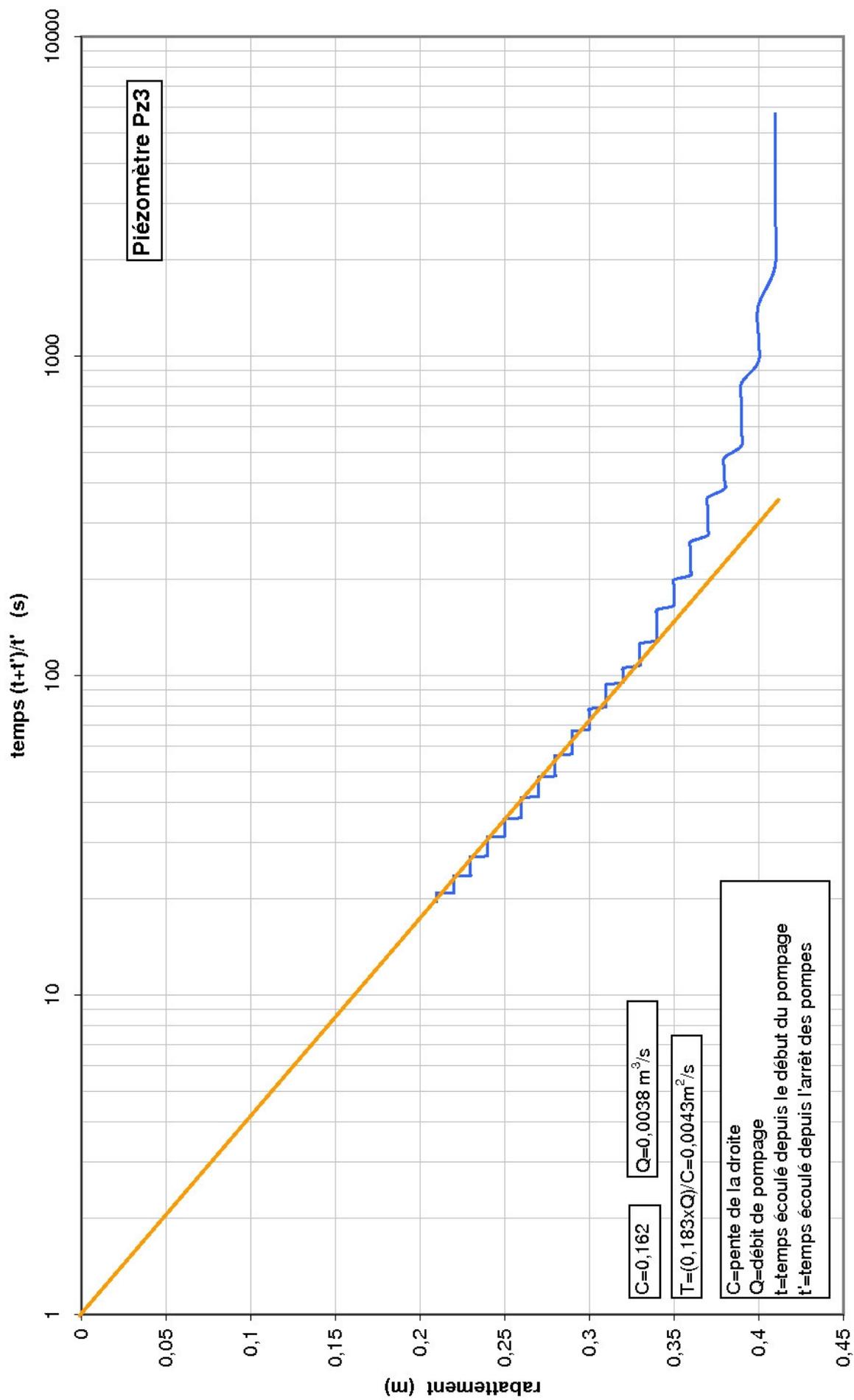


Figure 12: courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz3.

### ***II.2.5 – Suivi sur le piézomètre Pz4***

Les variations observées sur le piézomètre Pz4 se différencient de celles effectuées sur les autres piézomètres. Sur celui-ci, les arrêts de la pompe sont imperceptibles et la stabilisation n'est jamais atteinte.

Pour ce piézomètre, le calcul des paramètres hydrodynamiques n'est pas possible compte tenu du fait de l'absence de stabilisation du niveau piézométrique.

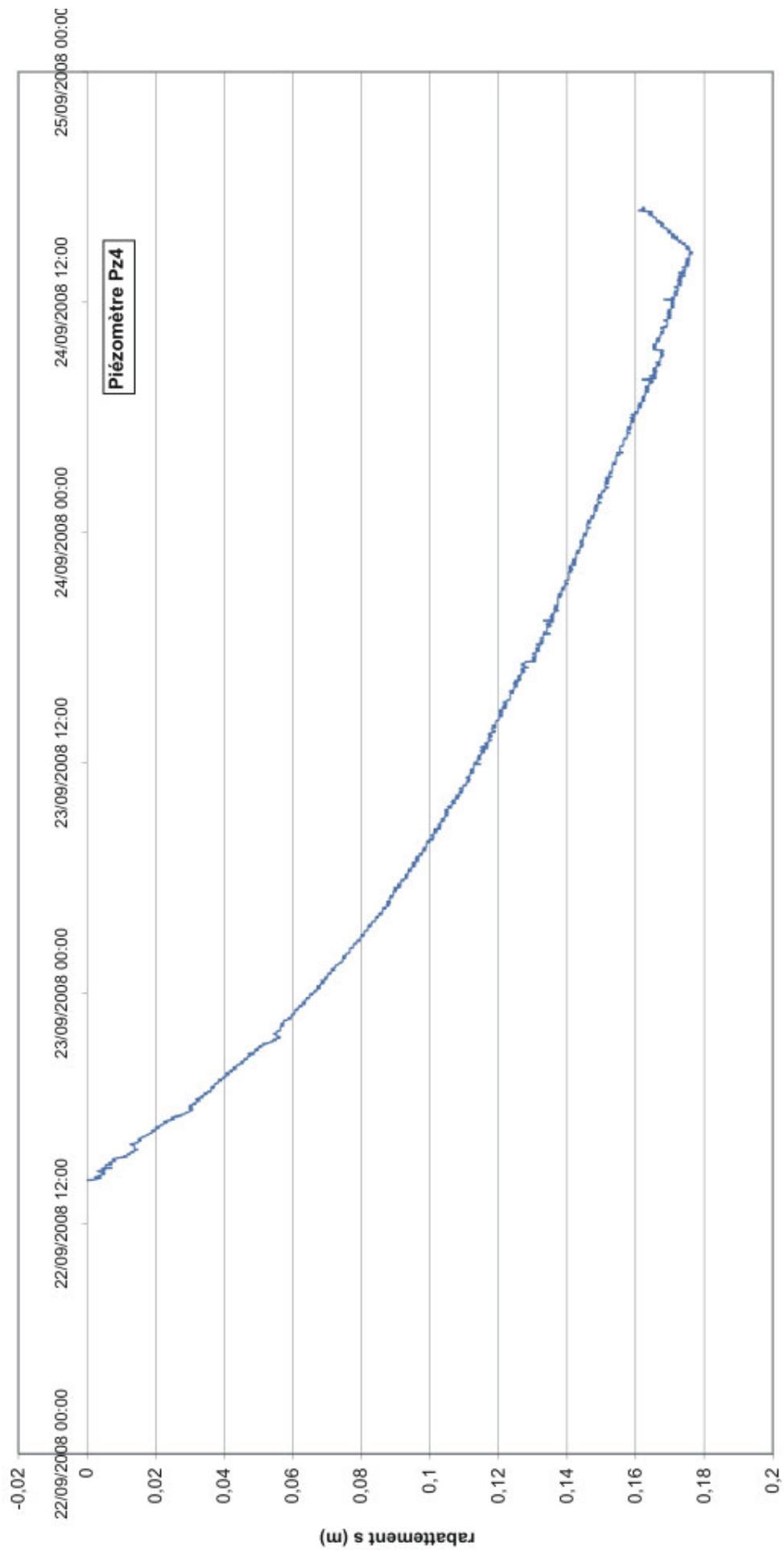


Figure 13: courbe caractéristique du pompage longue durée sur le piézomètre Pz4.

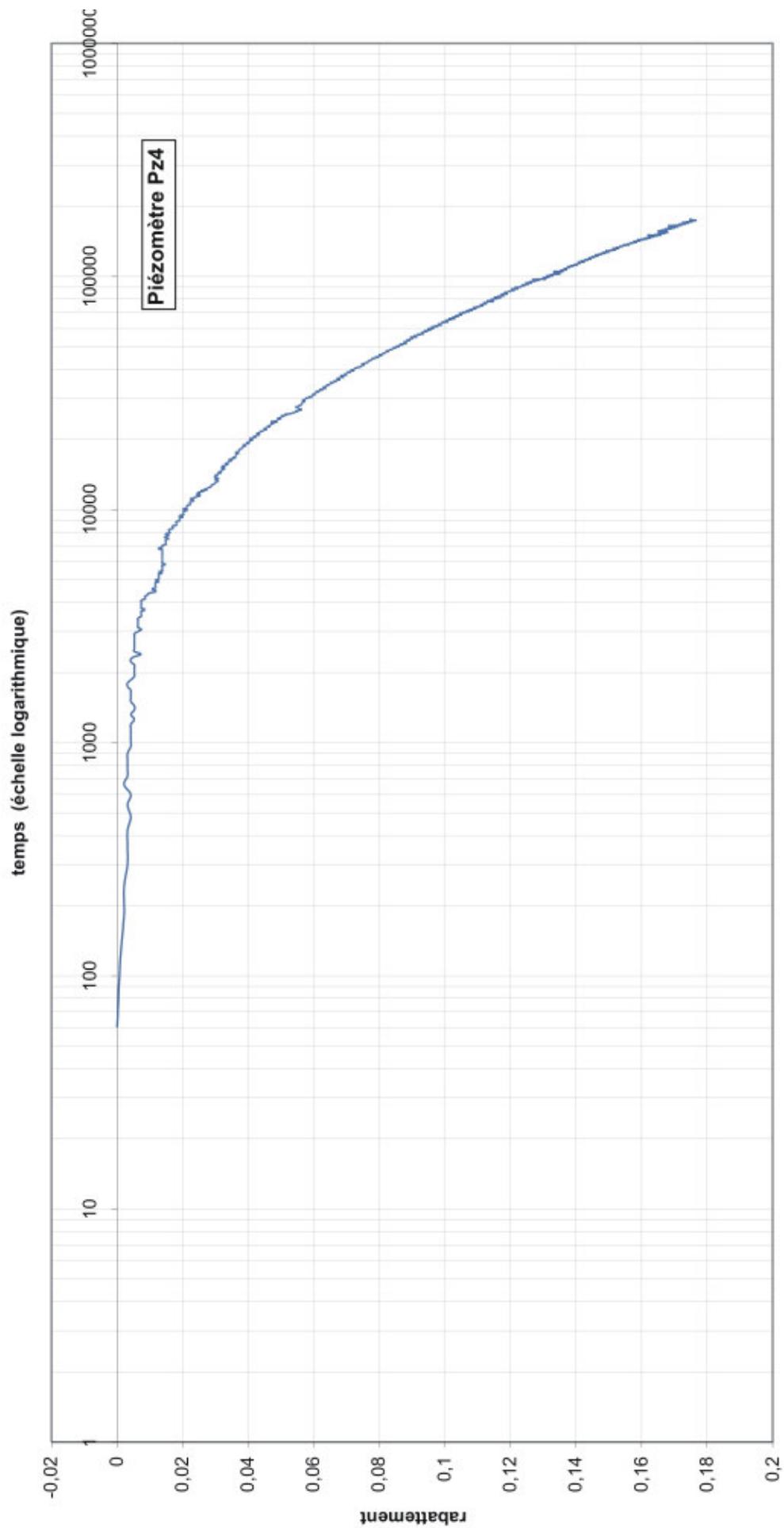


Figure 14: courbe caractéristique de la descente sur le piézomètre Pz4.

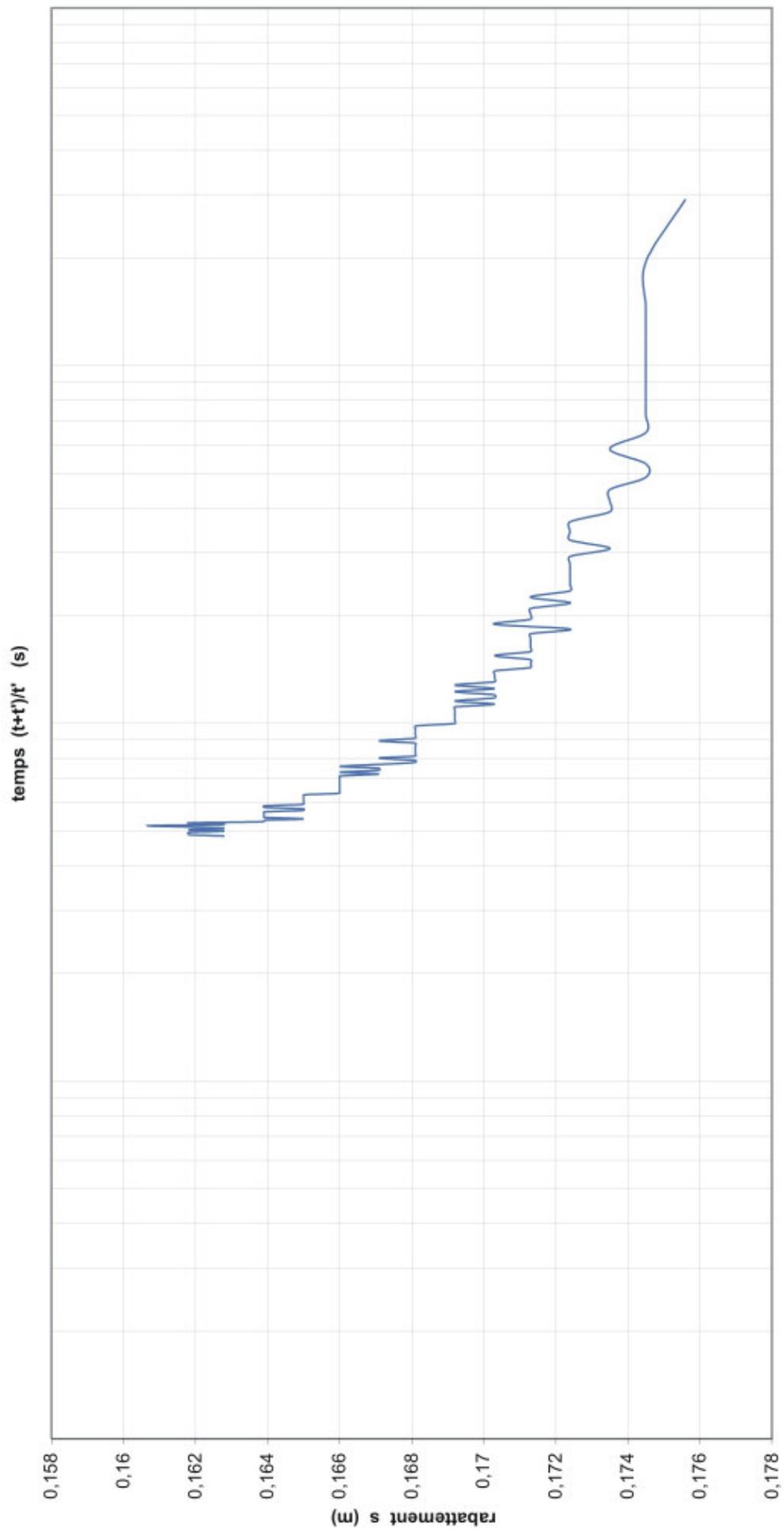


Figure 15: courbe caractéristique de la remontée sur le piézomètre Pz4.

### **II.3 – Suivi du niveau et débit sur l'Artaut et le niveau de sources - résultats**

Lors du pompage longue durée l'Artaut a été jaugé à plusieurs reprises de telle façon à mettre en évidence une éventuelle influence du pompage sur le débit du ruisseau. A cet effet trois stations de jaugeage au micro-moulinet ont été aménagées le long du cours d'eau :

- Station 1 : située en amont du captage ;
- Station 2 : située en face du captage, en amont de l'arrivée d'eau provenant du niveau de sources ;
- Station 3 : située en aval du captage et en aval de l'arrivée d'eau provenant du niveau de sources.

La différence entre les débits mesurés aux stations 2 et 3 doivent permettre de calculer le débit cumulé des différentes sources.

Quant à elle, la différence entre les stations 1 et 2 est censée mettre en évidence une éventuelle diminution du débit du rû consécutivement à l'influence du pompage sur ce dernier.

Les débits ont été mesurés pendant le pompage, avant et après (nappe au repos) grâce à un micromoulinet (OTT) ; l'intégration des valeurs en un débit a été effectuée à l'aide du logiciel Jeaugalc. L'opérateur est resté le même pour tous les jaugeages. Dans des conditions optimum de mesure, l'erreur sur la valeur du débit mesuré est de l'ordre de 10 %.

En parallèle, deux échelles limnimétriques ont été installées, l'une sur l'Artaut au droit de l'accès à la station de pompage et la seconde sur la noue collectant les eaux issues du niveau de sources juste avant sa confluence avec l'Artaut.

- Mesures avant pompage

La lecture des niveaux sur les échelles limnimétriques a donné les valeurs suivantes : 210,85 m (NGF) pour le niveau de sources et 210,14 m (NGF) pour l'Artaut.

La première série de jaugeage a été réalisée le 22/10/08 en fin de matinée, c'est à dire avant que le pompage n'ait débuté (nappe au repos).

- Mesures pendant le pompage

Durant le pompage longue durée, quatre séries de jaugeage ont été effectuées: le 23/11/2008 en fin de matinée et en cours d'après-midi, le 24/10/08 en cours de matinée et début d'après-midi.

- Mesures après le pompage

Un dernier jaugeage a été effectué le 24/10/2008 aux alentours de 17h00 soit plus de 2 heures après l'arrêt des pompes.

L'ensemble des valeurs mesurées (m<sup>3</sup>/h) pour les différents débits figure ci-dessous.

	22/10/08 12:00	23/10/08 11:30	23/10/08 16:00	24/10/08 10:00	24/10/08 14:00	24/10/08 17:00
Station 1	209,88	164,16	164,52	165,6	144,72	134,28
Station 2	260,28	250,92	252,72	255,24	233,64	199,8
Station 3	236,52	208,44	173,52	186,12	164,16	178,2
débit niveau de sources	26,64	44,28	9	20,52	19,44	43,92

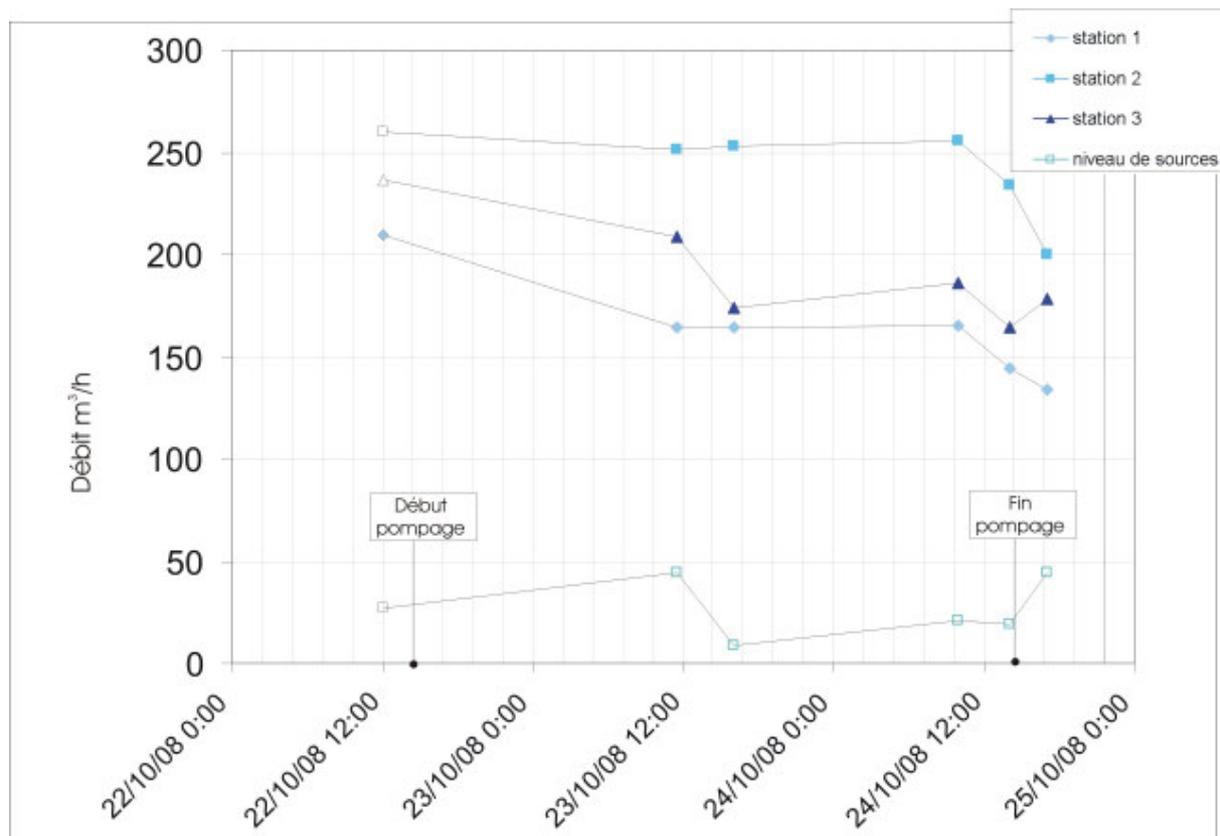


Figure 16: Débits mesurés au micro-moulinet.

Date	altitude Artaut NGF (m)	altitude niveau de sources NGF (m)
22/9/08 14:00	210,14	210,85
23/9/08 10:00	210,14	210,85
23/9/08 13:50	210,14	210,89
24/9/08 9:30	210,13	210,85
24/9/08 13:00	210,13	210,89
24/9/08 16:30	210,13	210,89

Figure 17: Altitude du niveau de sources et de l'Artaut.

On constate que globalement les débits mesurés décroissent tous au cours du pompage ; l'arrêt du pompage ne se traduit pas par une augmentation des valeurs mesurées.

Les stations 1 et 2 montrent des variations comparables. On observe cependant que les débits mesurés sur la station 2 sont plus élevés que ceux mesurés sur la station 1. La station 1 étant plus éloignée du puits de captage que la station 2, il est peu probable que les valeurs moindres observées sur la station 1 soient la conséquence d'une influence du pompage sur le cours d'eau, de même qu'il est peu probable qu'un apport existe entre les deux stations. Cet écart, peut s'expliquer de part l'incertitude existant sur la mesure (de l'ordre de 10%). En appliquant ce ratio aux débits on constate que les valeurs sont analogues.

Pour ces deux stations on observe que les débits décroissent sur toute la durée de la période d'observations ; une accélération de la baisse des débits est observable en début de matinée le 24/10/2008.

La baisse des débits mesurés est progressive et on ne distingue pas les événements marquants du pompage (démarrage des pompes, stabilisation du rabattement) ce qui laisse penser que les variations de débit ne sont pas à mettre en relation avec l'influence du pompage longue durée.

La baisse progressive des débits mesurés reflète le tarissement naturel de la nappe. L'accélération de la diminution des débits en fin de suivi peut s'expliquer par l'augmentation des prélèvements en amont.

Le débit du niveau de sources a été quant à lui suivi indirectement ; il est obtenu en faisant la différence entre les débits amont et aval de sa confluence avec l'Artaut. Théoriquement ce débit devait être donné par la différence entre les valeurs mesurées pour les débits des stations 2 et 3. Toutefois, compte tenu des valeurs plus élevées obtenues sur la station 2 que sur la station 3, ce calcul n'est pas possible car les valeurs obtenues sont alors négatives. Nous avons donc calculé le débit du niveau de sources en faisant la différence entre les valeurs obtenues entre les stations 1 et 3. Du fait du faible débit du niveau de sources et de l'incertitude sur la mesure, les valeurs obtenues sont à considérer avec précaution. En effet, les valeurs obtenues varient de 9 m<sup>3</sup>/h à plus de 44 m<sup>3</sup>/h, soit environ un rapport de 1 à 4. Or le suivi du niveau par le biais de l'échelle limnimétrique ne montre pas de telles variations.

On n'observe pas de diminution du débit consécutivement à la sollicitation de la ressource, ce qui semble prouver l'indépendance du niveau de sources et de la nappe pompée par le puits ; tout du moins à court terme et pour le débit de pompage mis en œuvre. A contrario une augmentation du débit a été mise en évidence sur la période de suivi.

## II.4 – Interprétation des modifications de la géométrie de la nappe au cours du pompage

### II.4.1 – Paramètres hydrodynamiques

Les paramètres hydrodynamiques calculés pour les différents ouvrages ont donné les valeurs suivantes :

	Transmissivité $T$ ( $m^2/s$ )		Coefficient d'emmagasinement $S$	Rayon fictif $Rf$
	descente	remontée		
<b>Puits</b>	0,0041	0,0034	-	-
<b>Pz1</b>	0,0047	0,0035	0,027	260 m
<b>Pz2</b>	0,0041	0,0042	0,018	297 m
<b>Pz3</b>	0,0043	0,0043	0,015	333 m
<b>Pz4</b>	-	-	-	-

<b>Valeurs moyennes</b>	<b><math>T=4,075.10^{-3} m^2/s</math></b>	<b><math>S=0,02 m^2/s</math></b>	<b><math>Rf=296,6 m</math></b>
-------------------------	---	----------------------------------	--------------------------------

Figure 18 :Tableau de synthèse des paramètres hydrodynamiques.

Les valeurs de transmissivité calculées donnent une valeur moyenne de  **$4,075.10^{-3} m^2/s$** , ce qui témoigne d'un aquifère présentant une bonne "conductivité" hydraulique.

Le coefficient d'emmagasinement avec une valeur moyenne de **0,020** est représentatif d'une nappe de type libre.

Le rayon fictif moyen calculé donne une valeur de **296,6 m**.

Le gradient hydraulique a été calculé pour chacun des piézomètres par rapport au puits, pour la nappe en régime permanent lors du pompage.

Les gradients obtenus pour la période de pompage entre les piézomètres et le puits sont surestimés du fait des pertes de charges dans l'ouvrage. Le gradient hydraulique calculé entre le piézomètre Pz3 et Pz1 est beaucoup plus représentatif car les hauteurs d'eau mesurées sont affranchies de ce phénomène.

Pour le piézomètre Pz4, le régime permanent n'est pas atteint lors du pompage c'est pourquoi nous n'avons pas calculé de gradient hydraulique entre le puits et cet ouvrage.

Points entre lesquels le gradient a été calculé	Distance entre les points (m)	Gradient hydraulique en régime permanent
Pz1 - Puits	6	0,04
Pz2 - Puits	22,5	0,004
Pz3 - Puits	20	0,009
Pz4 - Puits	---	---
Pz1 - Pz3	16,5	0,010

Figure 19 :Gradients hydrauliques calculés pour la nappe en régime permanent.

#### II.4.2 – Modification de la géométrie de la nappe

L'allure des courbes obtenus pour le suivi des niveaux sur les différents ouvrages ne met pas en évidence de limite d'alimentation, ni d'ailleurs de limite étanche.

Le rayon fictif calculé précédemment indique une valeur proche de 300 m. Dans les faits, on a observé pour chacun des points de suivi des modifications du niveau de la nappe consécutivement au pompage.

Le rabattement de la nappe induit par le pompage a été plus ou moins sensible selon la proximité des piézomètres par rapport au puits. C'est pour le piézomètre Pz4, le plus éloigné du puits, que le rabattement a été le moins sensible (~17 cm). Cette observation témoigne d'une alimentation du captage en partie par les eaux issues du coteau situé en rive droite de l'Artaut.

Comme le montre le suivi de la nappe sur les piézomètres, la stabilisation du niveau piézométrique n'a pas été atteinte sur le piézomètre Pz4 alors qu'elle a été atteinte sur les autres ouvrages. On peut donc considérer que les apports du coteau calcaire sud permettent de soutenir le débit de pompage tandis que ceux venus du nord sont insuffisants, ce qui explique que l'équilibre hydrodynamique n'est pas atteint pour le Pz4.

#### II.4.3 – Détermination des isochrones

La méthode utilisée pour la détermination des isochrones est celle de Wyssling (1979). Il s'agit d'une méthode d'approximation mathématique simple exploitant les données acquises lors du pompage d'essai.

Les valeurs utilisées sont les suivantes :

épaisseur de l'aquifère en m	b=	15
perméabilité en m/s	K=	0,00027
transmissivité	T=	0,004075
i gradient hydraulique	i=	0,010
porosité efficace=coeff. d'emménagement *	$\omega \sim S$	0,02
débit du puits en m <sup>3</sup> /s	Q=	0,0038

\*valable pour une nappe libre

Dans un premier temps, il convient de déterminer la zone d'appel dont la géométrie a été reportée sur la figure 20 :

- Largeur du front d'appel :  $B = \frac{Q}{Kbi} = 93,25 \text{ m}$
- Rayon d'appel :  $X_0 = \frac{Q}{2\pi Kbi} = 14,84 \text{ m}$
- Largeur du front d'appel à hauteur du captage :  $B' = \frac{Q}{2Kbi} = 46,63 \text{ m}$
- Vitesse effective :  $U = \frac{Ki}{\omega} = 0,000135 \text{ m/s}$

Sur la figure 20, la direction d'écoulement choisie correspond à celle du pendage de l'aquifère. C'est selon cette direction qu'a été obtenu le gradient hydraulique le plus important.

Les isochrones sont calculées à partir de la formule suivante :

$$S_o = \frac{l + \sqrt{l(l + 8X_0)}}{2} \quad \text{avec } l = Ut, \quad t \text{ correspondant au temps souhaité}$$

Les valeurs obtenues sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

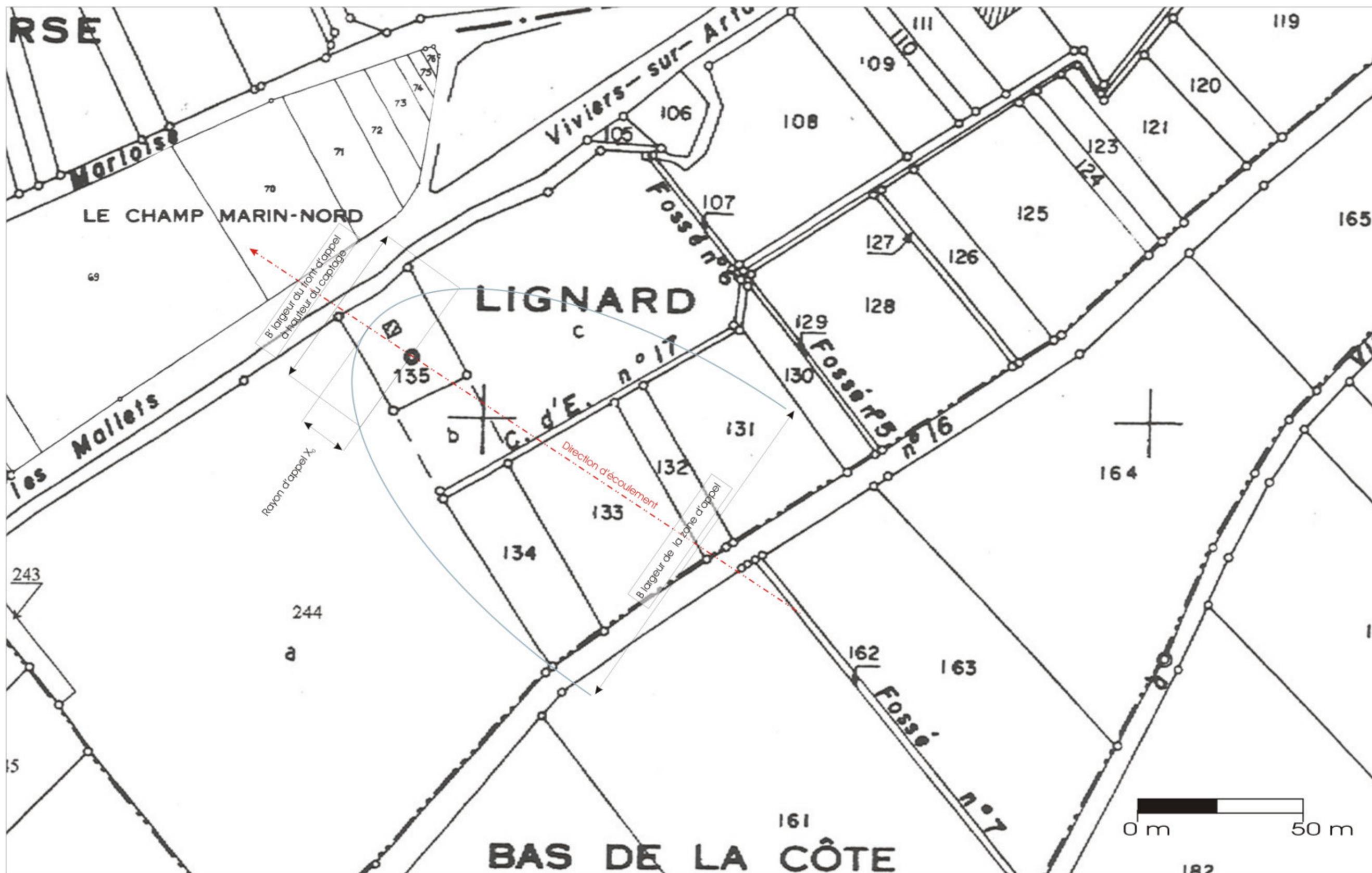
distance en amont du puits jusqu'à la distance correspondant à l' <b>isochrone 10 jours</b> (m)	<b>So=201 m</b>
distance en amont du puits jusqu'à la distance correspondant à l' <b>isochrone 50 jours</b> (m)	<b>So=909 m</b>
distance en amont du puits jusqu'à la distance correspondant à l' <b>isochrone 100 jours</b> (m)	<b>So=1789 m</b>

Remarque : les valeurs obtenues sont à considérer avec circonspection compte tenu du fait que les conditions préalables à leur détermination ne sont pas toutes réunies. En effet l'aquifère investigué ne constitue pas un milieu isotrope et homogène comme cela est souhaitable pour l'application de la méthode de Wyssling, mais également des autres méthodes simples de détermination des isochrones (Landes - 1958, Nahrgang – 1965, Hofmann et Lillich -1973, Spitz et al. -1980...).

Le tableau ci-dessus donne les isochrones pour une valeur estimée de la porosité efficace, qui a été considérée comme voisine de celle du coefficient d'emmagasinement. Ne disposant pas de la valeur exacte de la porosité de l'aquifère au niveau du secteur d'étude, le tableau ci-dessous propose les valeurs des isochrones en fonction de valeurs (basse et haute) de la porosité classiquement observée pour ce type de formation.

		Porosité efficace	
		<b>0,01</b>	<b>0,05</b>
<b>isochrones</b>	distance en amont du puits jusqu'à la distance correspondant à l' <b>isochrone 10 jours</b> (m)	<b>So=379</b>	<b>So=91</b>
	distance en amont du puits jusqu'à la distance correspondant à l' <b>isochrone 50 jours</b> (m)	<b>So=1789</b>	<b>So=379</b>
	distance en amont du puits jusqu'à la distance correspondant à l' <b>isochrone 100 jours</b> (m)	<b>So=3550</b>	<b>So=732</b>

La modification de la valeur de la porosité efficace n'induit aucune modification de la géométrie de la zone d'appel.



#### **II.4.4 – Impact du pompage sur le débit de l’Artaut**

Le suivi du débit de l’Artaut a montré que son débit n’a pas été impacté par le pompage ; la diminution du débit étant à mettre en relation avec le tarissement naturel de l’aquifère. Le lit du cours d’eau probablement imperméabilisé par les argiles, lui procure un fonctionnement hydraulique indépendant de celui de la nappe. Cette observation confirme celles faites lors des pompages d’essai réalisés en 1972 et 2007.

### **II.5 – Interprétation des modifications de la géométrie de la nappe au cours du pompage**

Parallèlement au suivi des niveaux, certains paramètres physico-chimiques ont été surveillés.

#### **II.5.1 – Suivi de la turbidité**

La turbidité a été mesurée en continu sur le puits (1 mesure/15min), et de façon ponctuelle sur l’Artaut et le niveau de sources.

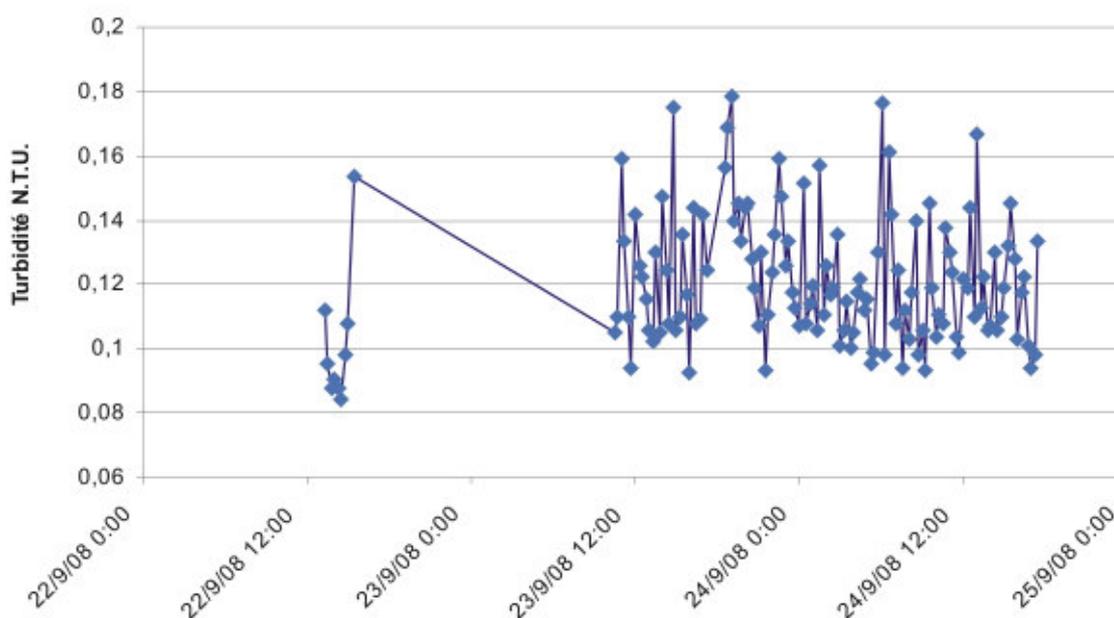


Figure 21 : suivi de la turbidité sur le puits.

Au niveau du captage, la turbidité avant le démarrage du pompage était voisine de 0,1 NTU, soit nettement inférieure aux 2 NTU imposés par les normes de potabilité. Au cours des 48 heures de pompage les valeurs mesurées ont oscillées autour d'une valeur moyenne de 0,12 NTU. Aucune tendance, pouvant être attribuée à l'effet du pompage ne s'est distinguée au cours de l'essai.

A remarquer l'arrêt du turbidimètre au cours l'après-midi du 22/09/08. Cette panne a été engendrée par "l'instabilité" du tableau électrique alimentant l'appareil.

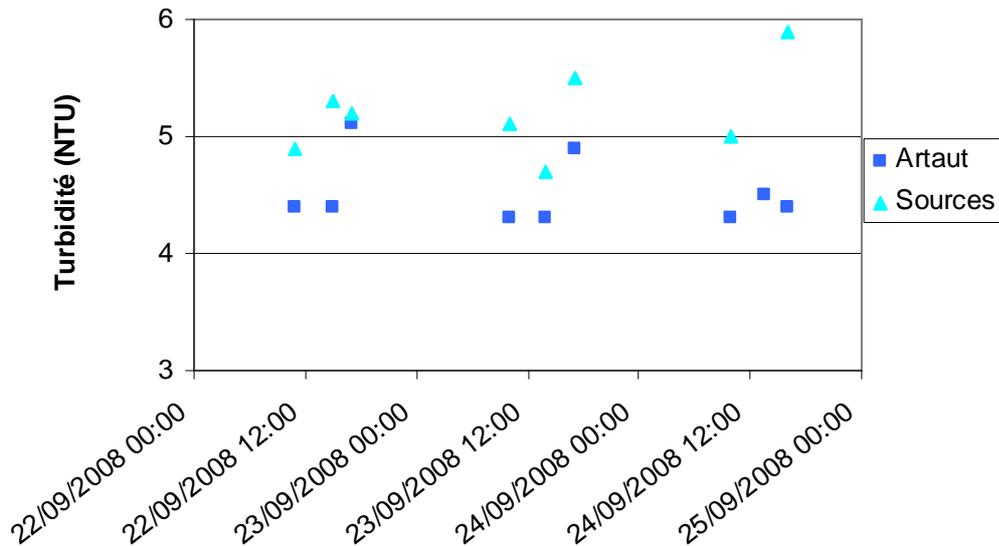


Figure 22 : suivi de la turbidité sur l'Artaut et le niveau de sources.

La turbidité de l'eau de l'Artaut et de celle du niveau de sources sont restées également stables au cours de l'essai. Celle de l'Artaut a oscillé autour de la valeur moyenne de 4,5 NTU, tandis que celle du niveau de sources a oscillé de part et d'autre de la valeur moyenne de 5,3 NTU. La réalisation du pompage n'a pas engendré de modification de ce paramètre.

### II.5.2 – Suivi du pH

Le pH a été suivi ponctuellement grâce à une sonde de terrain multiparamètres.

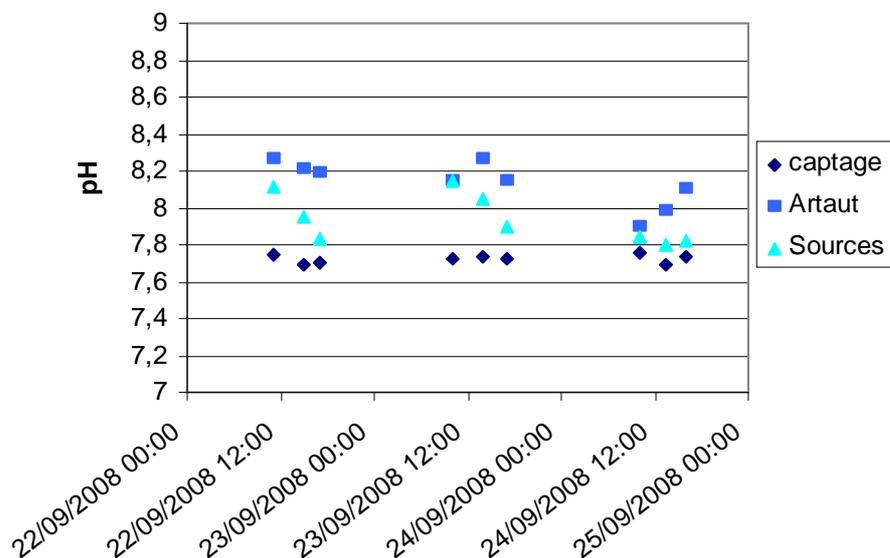


Figure 23 : suivi du pH sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources.

Le pH de l'eau de l'Artaut, du captage et du niveau de sources sont restés également stables au cours de l'essai. Celui de l'Artaut a oscillé autour de la valeur moyenne de 8,13, celui du puits autour de 7,72 et celui du niveau de sources a donné une valeur moyenne de 7,94. La réalisation du pompage n'a pas engendré de modification de ce paramètre.

### II.5.3 – Suivi de la température

La température a été suivie ponctuellement grâce à une sonde de terrain multiparamètres.

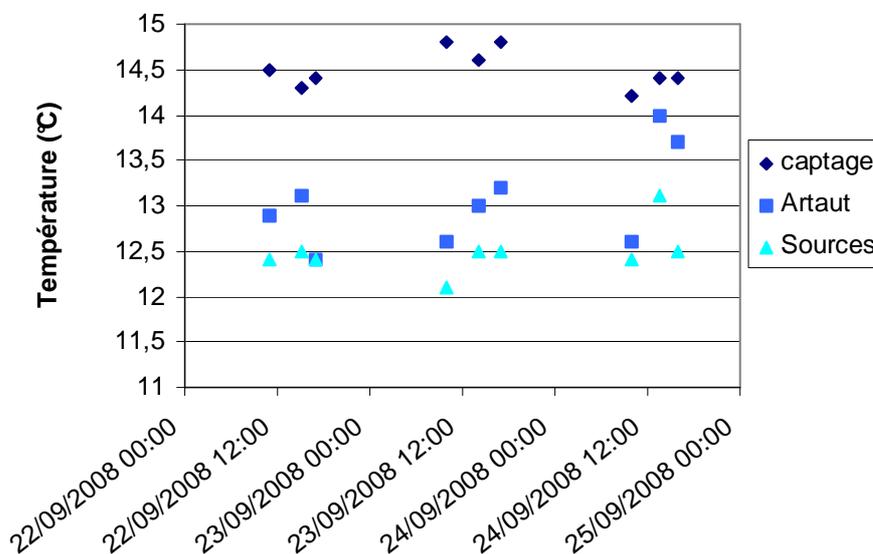


Figure 24 : suivi de la température sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources.

La température de l'eau du niveau de sources est restée globalement stable au cours du suivi avec des valeurs voisines de 12,5 °C.

Au niveau de l'Artaut, chaque journée est marquée par une augmentation de la température du cours d'eau du fait de l'emmagasinement de chaleur consécutivement à l'ensoleillement.

Pour l'eau captée par le puits on constate que sa température est voisine de 14,5 °C. Cette température légèrement élevée peut être interprétée comme témoignant de l'origine de l'eau. Le précédent pompage (novembre 2007) avait montré que le captage sollicitait conjointement l'eau des calcaires jurassiques et celle des alluvions de l'Artaut. Or la nappe des alluvions se trouve à très faible profondeur (à peine plus d'un mètre), par conséquent elle est encline à capter une partie de la chaleur emmagasinée par le sol.

Le fonctionnement des pompes induit également un échauffement, mais celui-ci est négligeable car l'eau dans l'ouvrage est constamment renouvelée et participe notamment à leur refroidissement.

Lors du précédent pompage réalisé dans des conditions beaucoup plus "fraîches", les températures des trois points de suivis étaient analogues.

### II.5.4 – Suivi de la conductivité

La conductivité a été suivie ponctuellement grâce à une sonde de terrain multiparamètres.

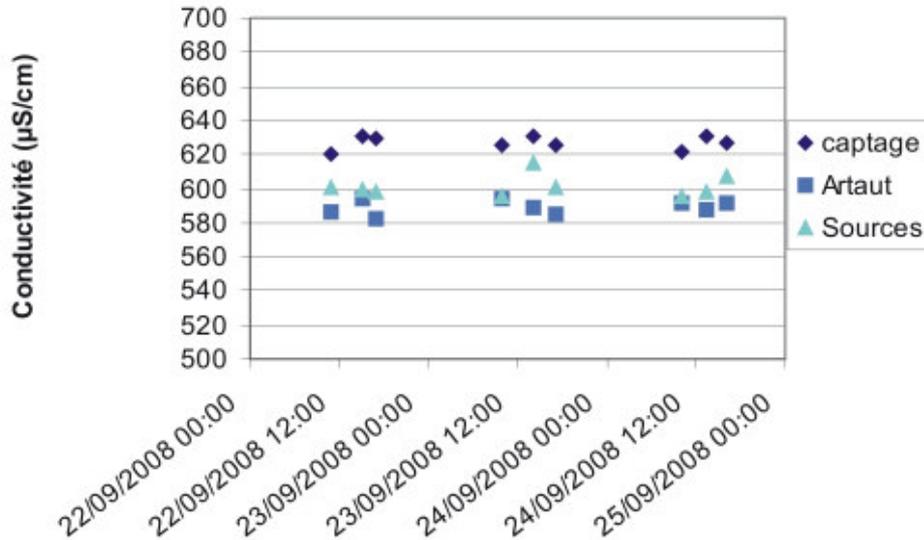


Figure 25 : suivi de la conductivité sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources.

Du point de vue de la conductivité, les valeurs observées pour les 3 points, bien que variant d'une mesure à l'autre, restent du même ordre de grandeur. Celles de l'Artaut sont légèrement inférieures à celles de niveau de sources et du puits. Les conductivités mesurées sont similaires à celles généralement mesurées sur les eaux issues des sources du Kimméridgien.

### II.5.5 – Suivi de la concentration en oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous a été suivie ponctuellement grâce à une sonde de terrain multiparamètres.

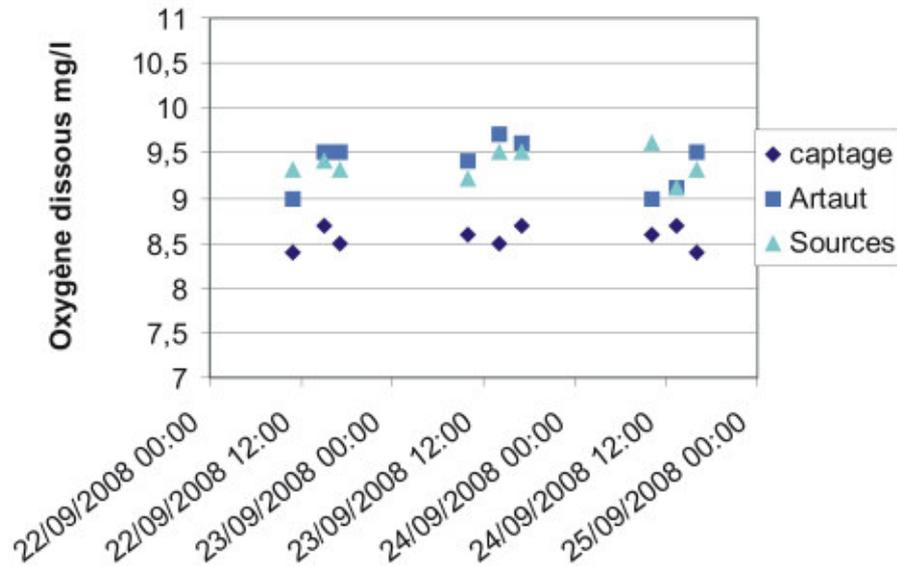


Figure 26 : suivi de la concentration en oxygène sur l'Artaut, le puits et le niveau de sources.

La concentration en oxygène dissous montre pour les 3 points des valeurs globalement du même ordre de grandeur à savoir comprises entre 8, et 9,5 mg/l. Les concentrations mesurées sur le puits sont légèrement inférieures, de plus les valeurs sont plus stables que celles obtenues sur les deux autres points de suivi dont les concentrations sont influencées par les échanges gazeux de la végétation occupant le lit de l'Artaut et le fossé de collecte des eaux de sources.

## V – Synthèse des résultats

La réalisation de cet essai de pompage longue durée a permis de préciser les conditions d'alimentation du puits de captage de la commune de Viviers-Sur-Artaut. Le pompage a montré que :

- Pour le débit auquel a été réalisé le pompage, le puits a un rayon fictif théorique moyen d'environ 280 m, ce qui implique qu'il draine à la fois les eaux issues du côté au pied duquel il est adossé mais aussi celles du coteau lui faisant face. Ce phénomène est mis en évidence par la baisse du niveau dans l'ensemble des piézomètres en début de pompage.
- Le puits n'a pas eu d'influence sur le débit de l'Artaut, tout du moins dans les conditions dans lesquelles ont été réalisées l'essai. Le lit du cours d'eau argileux (Fz : limon argilo-calcaire) et probablement imperméable, le préserverait de toute influence du captage. Avant pompage, le niveau du cours d'eau était de 210,14 m (NGF), tandis que le niveau statique du Pz2 situé à environ 2 m du cours d'eau était de 209,84 m. En fin de pompage, le niveau du cours d'eau était de 210,13 m tandis que celui mesuré au Pz2 était de 209,43 m. Avec un débit de l'Artaut plus de dix fois supérieur au débit de pompage, si influence il y a, celle-ci reste quantitativement imperceptible, d'autant plus pour le débit d'exploitation mis en œuvre sur des durées moindres.
- Le puits n'a pas eu d'influence sur le débit du niveau de sources situé à une trentaine de mètres en amont topographique. Ce dernier a certes montré des variations de son débit, mais celles-ci ne corroborent pas une influence du pompage car les valeurs mesurées ont augmenté au cours du suivi.  
Le piézomètre Pz3 situé à quelques mètres des sources a, lui, montré des variations au cours du pompage. Cela confirme l'existence d'un niveau imperméable entre le niveau de sources et le captage. Ce niveau explique également la présence des sources ; les eaux souterraines ne pouvant le franchir. Par conséquent, la nappe sollicitée par le puits doit être semi-captive au sud-est de l'ouvrage. Comme l'ont montré les coupes de forage des différents piézomètres, les horizons argileux ne semblent pas continus dans l'espace. De plus, des phénomènes de drainance ne sont pas à exclure car ces niveaux ne sont pas exclusivement argileux.

# ANNEXES

Figure 4: Implantation des piézomètres  
Commune de Viviers-sur-Artaut

Ref. Dossier: 07AUX41

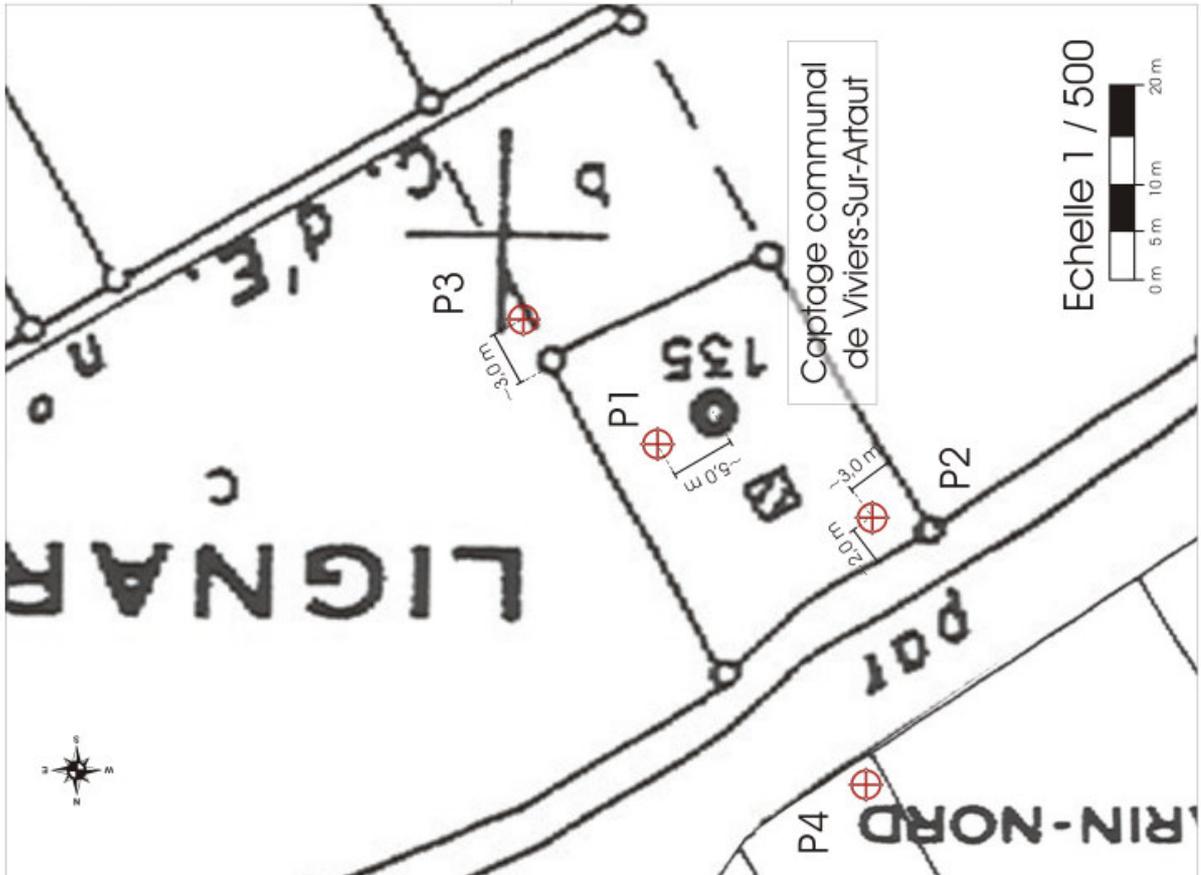
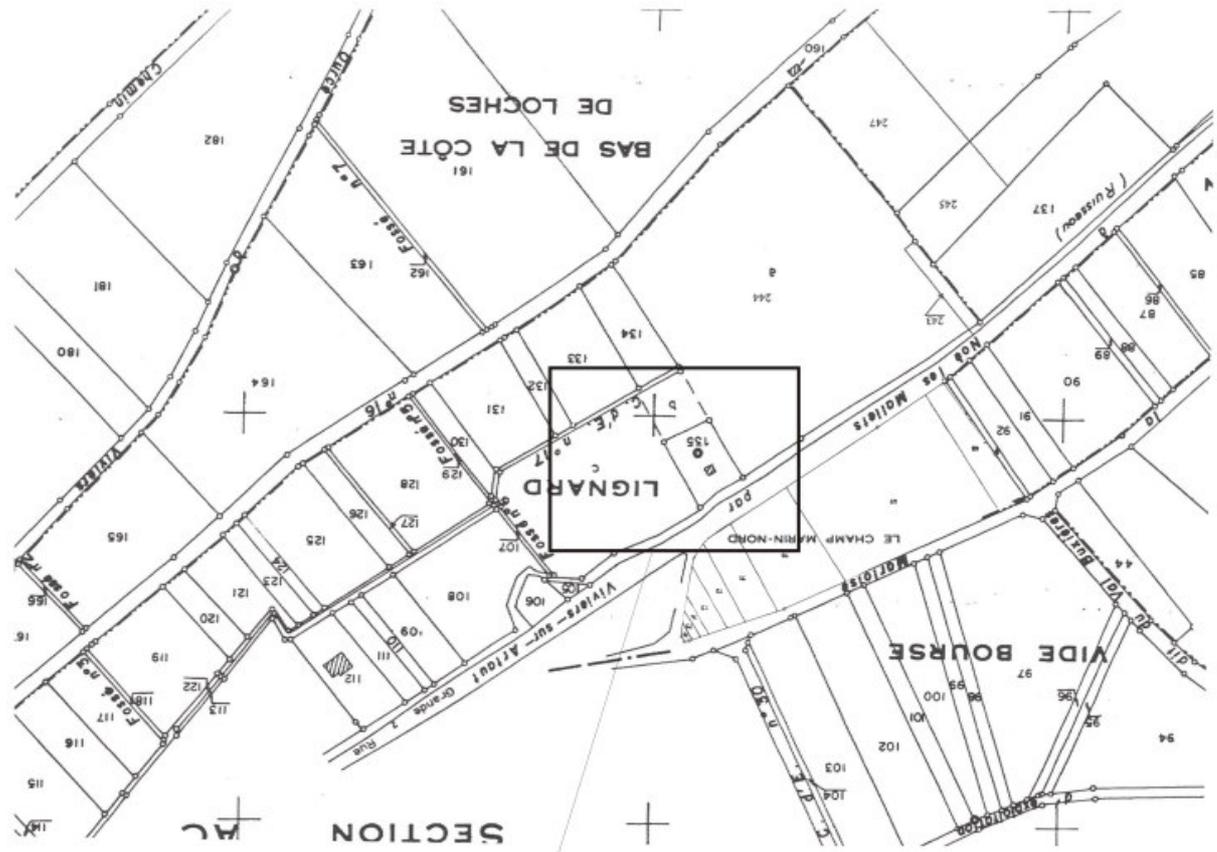
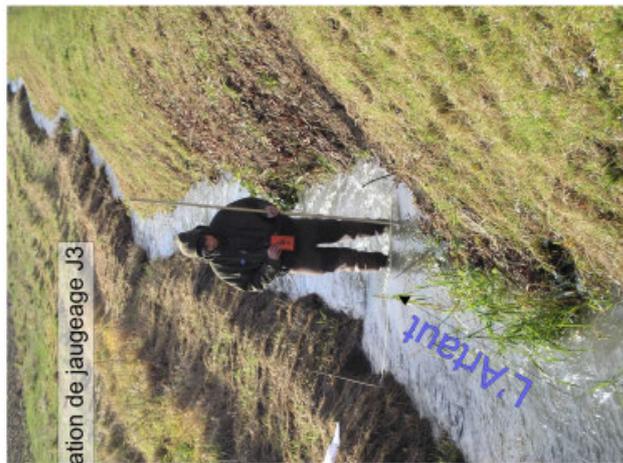
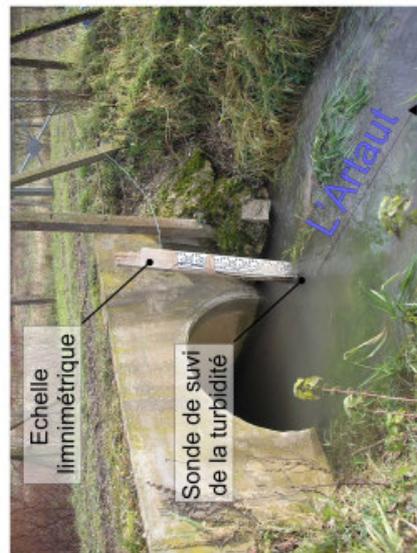


Figure 5: Equipement du site - pompage  
Commune de Viviers-Sur-Artaut



Station de jaugeage



Echelle limnimétrique



Sonde de suivi de la turbidité