GROUPE INGENIERIE EUROPE

GINGER ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURES

SIAEP DE FOISSAC

ESSAIS DE POMPAGE

CHAMP CAPTANT DE SAINT JULIEN D'EMPARE

COMMUNE DE CAPDENAC-GARE (12)

SIAEP DE FOISSAC

ESSAIS DE POMPAGE

CHAMP CAPTANT DE SAINT JULIEN D'EMPARE

COMMUNE DE CAPDENAC-GARE (12)

Agence de Toulouse	Rédacteur :	Vérificateur :
27/09/2010	A. VUILLER DEVILLERS	G. CHALANSONNET

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE 5
2. DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS 7
2.1. PROGRAMME DES ESSAIS 7
2.2. RESEAU PIEZOMETRIQUE 9
3. PIEZOMETRIE AU REPOS 12
3.1. DONNEES PIEZOMETRIQUES 12
3.2. INTERPRETATION 12
4. ESSAI PAR PALIERS 15
4.1 CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI ET DONNEES BRUTES 15
4.2 INTERPRETATION DE L'ESSAI PAR PALIERS 17
5. ESSAI LONGUE DUREE 21
5.1 DEROULEMENT ET CONDITIONS DE REALISATION 21
5.2 INTERPRETATION QUALITATIVE DES ESSAIS 24
5.2.1 Courbe de descente du forage Burgéap *24*
5.2.2 Courbe de descente du puits *27*
5.2.3 Corrélations avec le niveau du Lot *29*
5.2.4 Courbes de descente dans les principaux piézomètres *29*
5.2.5 Courbes de la remontée *31*
5.3 PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES 31
6. CONCLUSION 32

Liste des figures

FIGURE 1 : LOCALISATION DU CHAMP CAPTANT SUR FOND IGN 8
FIGURE 2 : LOCALISATION DES OUVRAGES SUR PLAN CADASTRAL 10
FIGURE 3 : ESQUISSE PIEZOMETRIQUE AU REPOS (SITUATION DU 23 AOUT 2010 A 9 H) 13
FIGURE 4: ESSAI PALIERS : EVOLUTION DU RABATTEMENT EN FONCTION DU TEMPS DANS LE FORAGE BURGEAP 16
FIGURE 5 : COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE BURGEAP 18
FIGURE 6 : COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE BURGEAP EN 2010 COMPAREE A LA COURBE CARACTERISTIQUE ELABOREE EN 2004 19
FIGURE 7 : RABATTEMENT SPECIFIQUE EN FONCTION DU DEBIT 20
FIGURE 8 : COURBES DE DESCENTE DANS LE PUITS, FORAGE BURGEAP, PZ1, PZ2 ET LOT 23
FIGURE 9: DETAIL DE LA COURBE DE DESCENTE DANS LE FORAGE BURGEAP EN DEUXIEME PHASE DE POMPAGE 26
FIGURE 10: COURBE DE DESCENTE DANS LE PUITS 28
FIGURE 11 : CORRELATION DES NIVEAUX DU LOT ET DE PZ5 30

Liste des Annexes

ANNEXE 1 - DONNEES MANUELLES DE L'ESSAI PAR PALIER
ANNEXE 2 – DONNEES BRUTES DE L'ESSAI LONGUE DUREE
ANNEXE 3 – COURBES DE LA DESCENTE
ANNEXE 4 – COURBES DE LA REMONTEE
ANNEXE 5– COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE BURGEAP
ANNEXE 6– ESQUISSE PIEZOMETRIE APRES 24 HEURES
ANNEXE 7– ESQUISSE PIEZOMETRIE EN FIN DE POMPAGE
ANNEXE 8– COURBES DE DESCENTE DES ESSAIS SUPPLEMENTAIRES

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Le SIAEP de Foissac exploite depuis 1958 un champ captant situé au lieu-dit « Saint Julien d'Empare » sur la commune de Capdenac Gare (12).

Le champ captant est composé de 3 ouvrages : un puits situé à mi-chemin entre la Diège et le Lot et deux forages (F1 et F2) situés en bordure du Lot. Ces ouvrages exploitent l'aquifère alluvial du Lot et de la Diège.

Pour subvenir aux besoins de 3000 abonnées, la capacité de production nécessaire est actuellement de 1400 m^3/j en période ordinaire et 2700 m^3/j en période de pointe (période estivale correspondant à l'état de « basses eaux » de la nappe et des cours d'eau). Les besoins futurs à l'échéance 2030 sont estimés à 3500 m^3/j.

Afin d'augmenter le débit d'exploitation des forages, le syndicat avait mis en place deux bassins d'infiltration à proximité du forage F2 réalimentés par pompage d'eau brute dans le Lot.
Du fait d'un temps de filtration trop court dans les bassins et du risque de pollution trop grand vis-à-vis des rejets de la STEP situés à 700 m en amont dans le lot, les services de l'état ont demandé au syndicat d'abandonner ces bassins. Depuis 2008, ils ne sont plus utilisés.

Face à cette situation, des études de renforcement de la ressource ont été menées. En 2004, BURGEAP a réalisé un forage d'essai d'une profondeur de 20 m captant les alluvions et les calcaires liasiques (forage appelé par la suite « forage Burgéap »). Des piézomètres ont été mis en place et des essais de pompage ont été réalisés.

A l'issue de ces études, la solution retenue pour augmenter le débit d'exploitation du champ captant à l'étiage a été la réalimentation de la Diège par pompage dans le Lot. Les résultats de l'étude ont montré que 14% des eaux pompées dans le Lot permettait la réalimentation de la nappe.

La réalimentation a été mise en service en été 2004. Depuis, elle fonctionne chaque année en période d'étiage (en général de juillet à octobre). Des arrêtés préfectoraux sont pris régulièrement pour autoriser à titre temporaire la réalimentation de la Diège.

Par l'arrêté n°2010-193-10 datant du 12 juillet 2010, le syndicat est autorisé à titre temporaire (du 15 juillet 2010 au 15 novembre 2010) à prélever dans le Lot et recharger artificiellement la Diège à condition que des essais de pompage soient réalisés sur le champ captant.

Ces derniers doivent permettre d'estimer **le potentiel de la ressource de la nappe alluviale en période d'étiage lorsqu'elle est exploitée au niveau du puits et du « forage Burgéap »**, mais sans **réalimentation de la Diège et sans l'exploitation des forages F1 et F2.**

Le syndicat a réalisé ces essais de pompage en régie du 23 au 27 août 2010 et a missionné GINGER ENVIRONNEMENT ET INFRASTRUCTURES pour :

- organiser les essais,
- participer au suivi pendant les deux premières journées.
- interpréter les essais.

Ce présent rapport rend compte des résultats des essais de pompage et comprend :

- les résultats de l'essai par palier sur le forage Burgéap,
- les résultats de l'essai longue durée.

NB : lors de la finalisation du présent rapport, GINGER a proposé au syndicat de réaliser des essais complémentaires « de mise en situation sur des périodes de 20 heures » afin de préciser le potentiel de la nappe non réalimentée, exploitée selon les deux configurations suivantes :

- *pompage dans le puits et le forage BURGEAP. (essai réalisé le 22 septembre 2010) ;*
- *pompage dans le puits, le forage BURGEAP, F1 et F2 (essai réalisé le 23 septembre 2010).*

Ces essais ont été réalisés en régie par le syndicat. Leur mise en œuvre a été contrariée par des difficultés techniques, particulièrement celui du 23 septembre qui a été interrompu après une forte pluie orageuse accompagnée de la reprise des écoulements dans la Diège ; orage ayant provoqué la coupure de l'alimentation électrique des pompes.
Ces essais ont pu, malgré tout, apporter des informations complémentaires. En conséquence, bien que ne faisant pas partie de la mission de GINGER, les courbes brutes ont été rajoutées en annexe 8 et la conclusion du présent rapport a pu être complétée.

2. DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS

2.1. Programme des essais

Le champ captant se situe en plaine alluviale du Lot et de La Diège, en rive gauche du Lot. La Diège est un affluent du Lot dont l'embouchure se situe à 500 mètres en aval du champ captant. (Voir le plan de la ***figure 1*** page suivante à l'échelle de 1/25 000).

Conformément à l'arrêté préfectoral, l'essai longue durée a été réalisé après arrêt de la réalimentation de la Diège. (Lors des essais, la Diège était totalement à sec au droit du champ captant).

Plus précisément, avant le démarrage de l'opération, il a été demandé d'arrêter la réalimentation de la Diège et toutes les opérations de pompage pendant la durée la plus longue permise par les contraintes de distribution. L'essai de pompage simultané dans le puits et le forage Burgéap ne devait commencer qu'après avoir fait un relevé de l'état piézométrique de la nappe au repos.

En période d'étiage, l'arrêt des installations après avoir rempli le château d'eau, ne peut pas excéder 4 à 5 heures. La carte piézométrique établie juste avant le redémarrage des essais montrera (voir le *chapitre 3*) que cette durée n'a pas suffi pour retrouver le niveau statique dans le puits.

Préalablement à l'essai longue durée demandé par l'arrêté préfectoral, un essai par paliers enchainé a été réalisé sur le forage Burgéap la semaine précédente ; le but était d'observer une éventuelle évolution de la capacité de l'ouvrage. En effet, le rapport Burgéap signale que lors des investigations de 2004, il a été observé des anomalies et une « bouffée » de turbidité en fin d'essai ; ce phénomène a été attribué à une possible descente du massif filtrant dans l'espace annulaire suite à un développement de fissures ou de cavités dans les calcaires.

Lors de l'essai par paliers, les eaux d'exhaure du forage Burgéap ont été rejetées par une conduite de refoulement dans la Diège, en aval du champ captant.

Lors des essais longue durée, les eaux d'exhaure du puits Burgéap ont été envoyées dans le réseau. (Des analyses avaient été réalisées préalablement par le laboratoire Aveyron-Labo et elles avaient permis de vérifier la qualité des eaux avant le démarrage des essais).

L'essai longue durée a été réalisé en pompage à débits constants dans le puits et dans le forage Burgéap. Plus précisément, l'essai a été réalisé en deux phases :

- Une première phase de 24 h avec un débit de 45 m^3/h dans le puits et un débit de 30 m^3/h dans le forage Burgéap ;
- Une deuxième phase de 70 h supplémentaires avec un débit de 45 m^3/h dans le puits et un débit de 48 m^3/h dans le forage Burgéap.

Le changement de débit dans le forage Burgéap a été opéré de manière enchainée, avec une stabilisation à 48 m^3/h en quelques minutes seulement.

SIAEP FOISSAC

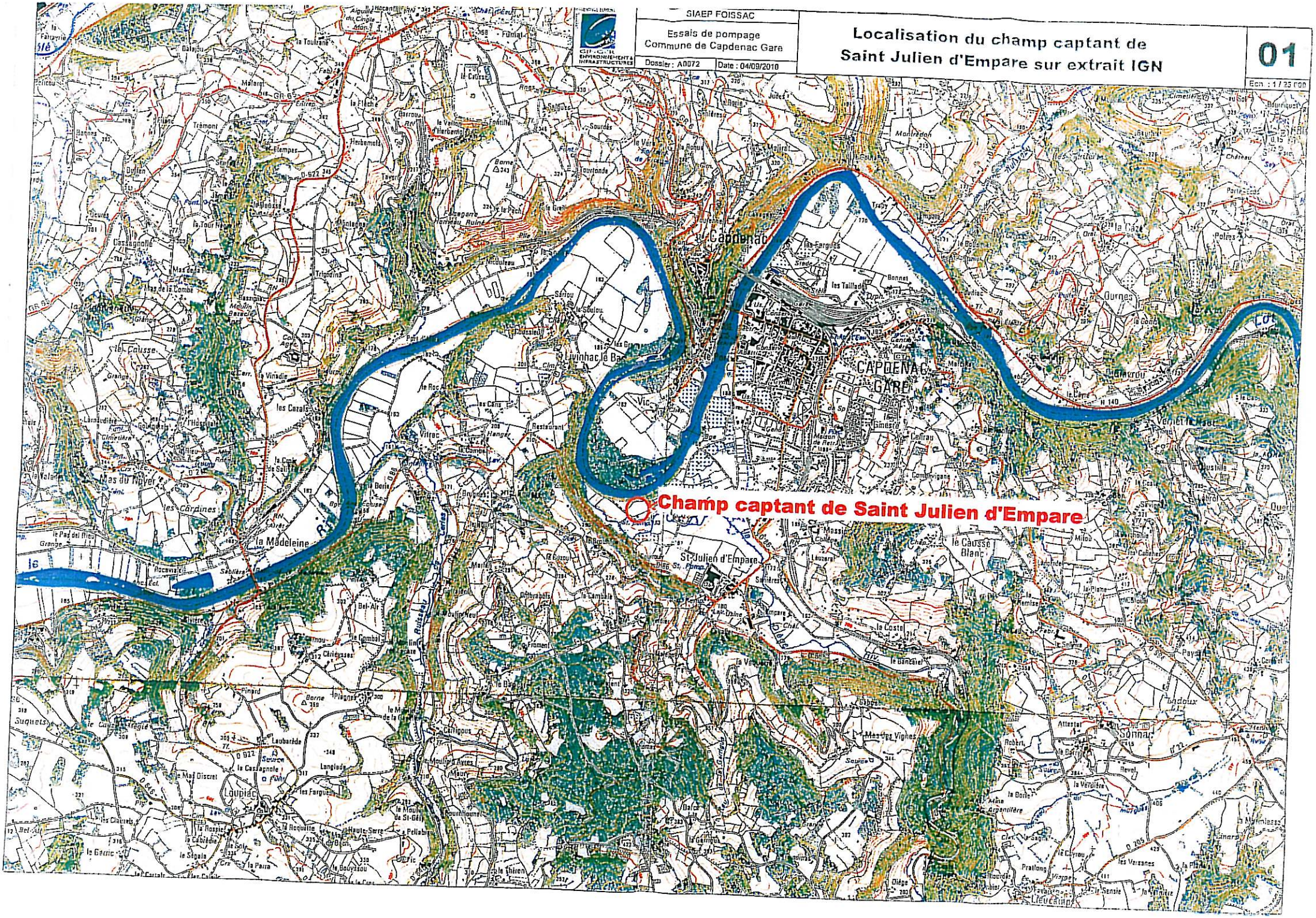
Essais de pompage
Commune de Capdenac Gare

Dossier : A0072 | Date : 04/09/2010

Localisation du champ captant de Saint Julien d'Empare sur extrait IGN

01

Echelle : 1 / 25 000



Pour les raisons invoquées précédemment, le suivi de la remontée n'a pu se faire que pendant 4 heures.

Le résumé des opérations est donné dans le tableau ci après.

Tableau 1 : Déroulement des opérations

Opérations	Date	Caractéristiques
Essai par paliers	14/08/2010	4 paliers enchainés de 1h30
Relevé piézométrique au repos	23/08/2010 à 9 h	Puits arrêté le 23/08/2010 à 4 h 30 Réalimentation arrêtée le 22/08/2010 à 22 heures
Essai longue durée	23/08/2010 – 9h51 au 24/08/2010 – 9h51	Forage Burgéap : Débit de 30 m^3/h Puits : 45 m^3/h
	24/08/2010 – 9h57 au 27/08/2010 – 8h03	Forage Burgéap : Débit de 48 m^3/h Puits : 45 m^3/h
Suivi de la remontée	27/08/2010 8h03 à 12h03	Arrêt du puits et du forage Burgéap

2.2. Réseau piézométrique

Le champ captant est équipé d'un réseau de piézomètres. (Voir le plan de la ***figure 2*** page suivante). Tous ces ouvrages, sauf Pz1, Pz3, Pz4 et le puits Burgéap sont équipés de capteurs de niveaux.

Les centrales de mesures installées dans les piézomètres Pz2, Pz5, Pz6, Pz7 et Pz8 ont été dépouillés tous les jours par le SIAEP.

Les niveaux de nappe ont été mesurés manuellement à l'aide d'une sonde piézométrique, de manière rapprochée dans : le forage Burgéap, le puits (en deuxième phase) et Pz1. Ils ont également été suivis manuellement, mais de manière plus espacée dans les piézomètres qui n'étaient pas équipés de centrales de mesure (Pz3 et Pz4).

Par ailleurs, une station limnimétrique est installée sur le Lot et elle a permis de suivre le niveau du fil d'eau pendant toute la durée de l'essai.

Concernant, la Diège, il est rappelé qu'elle était totalement à sec pendant les investigations.

Les coordonnées des piézomètres sont données dans le tableau suivant :

SIAEP FOISSAC	Localisation Ouvrages sur fond cadastral Champ captant de Saint Julien d'Empare	Fig02
Essais de pompage Commune de Capdenac Gare		Ech. : 1 / 1000
Dossier : A0072	Date : 04/09/2010	

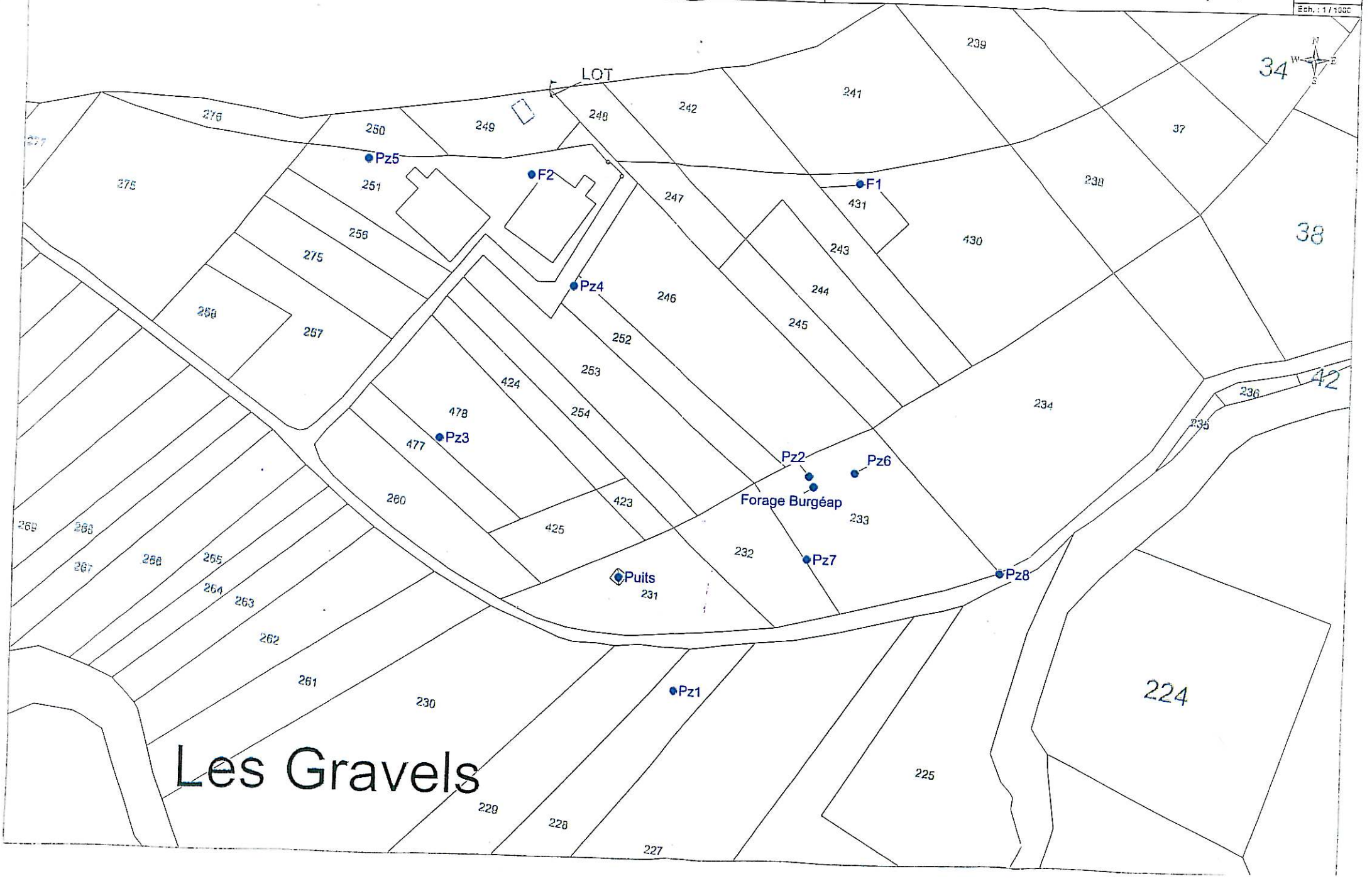


Tableau 2 : Cordonnées Lambert II étendu des ouvrages du champ captant de Sant Julien d'Empare

Ouvrage	X lambert II	Y lambert II	Cote z NGF du point de référence
F1	578380.000	1951480.000	169.628
F2	578280.000	1951480.000	169.475
Puits	578310.000	1951360.000	167.884
Forage Burgéap	578368.743	1951388.435	167.66
LOT	578284.718	1951503.035	164.033
Pz1	578327.876	1951326.162	167.789
Pz2	578367.272	1951391.563	168.653
Pz3	578254.793	1951400.200	167.927
Pz4	578293.789	1951446.900	168.072
Pz5	578231.180	1951483.451	169.182
Pz6	578381.099	1951392.885	168.57
Pz7	578367.323	1951366.749	169.101
Pz8	578425.300	1951363.900	168.18

3. PIEZOMETRIE AU REPOS

3.1. Données piézométriques

Un levé des profondeurs de la nappe dans les ouvrages du champ captant a été effectué avec une sonde piézométrique le 23/08/2010 entre 8 h 00 et 9 h 00 avant le commencement de l'essai longue durée.

Les relevés piézométriques en m NGF sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Relevés piézométriques au repos 23/08/2010 entre 8h00 et 9h00

Heure	Ouvrage	Profondeur eau m/repère	Niveau piézométrique m NGF
8h33	F1	7.95	161.68
8h31	F2	7.98	161.50
8h36	Puits	6.1	161.78
8h40	Forage Burgéap	5.58	162.08
8h38	LOT	2.543	161.49
8h02	Pz1	5.6	162.19
8h19	Pz2	6.59	162.06
8h35	Pz3	6.23	161.70
8h34	Pz4	6.5	161.57
8h32	Pz5	7.66	161.52
8h21	Pz6	6.49	162.08
8h28	Pz7	7.01	162.09
8h30	Pz8	5.02	163.16

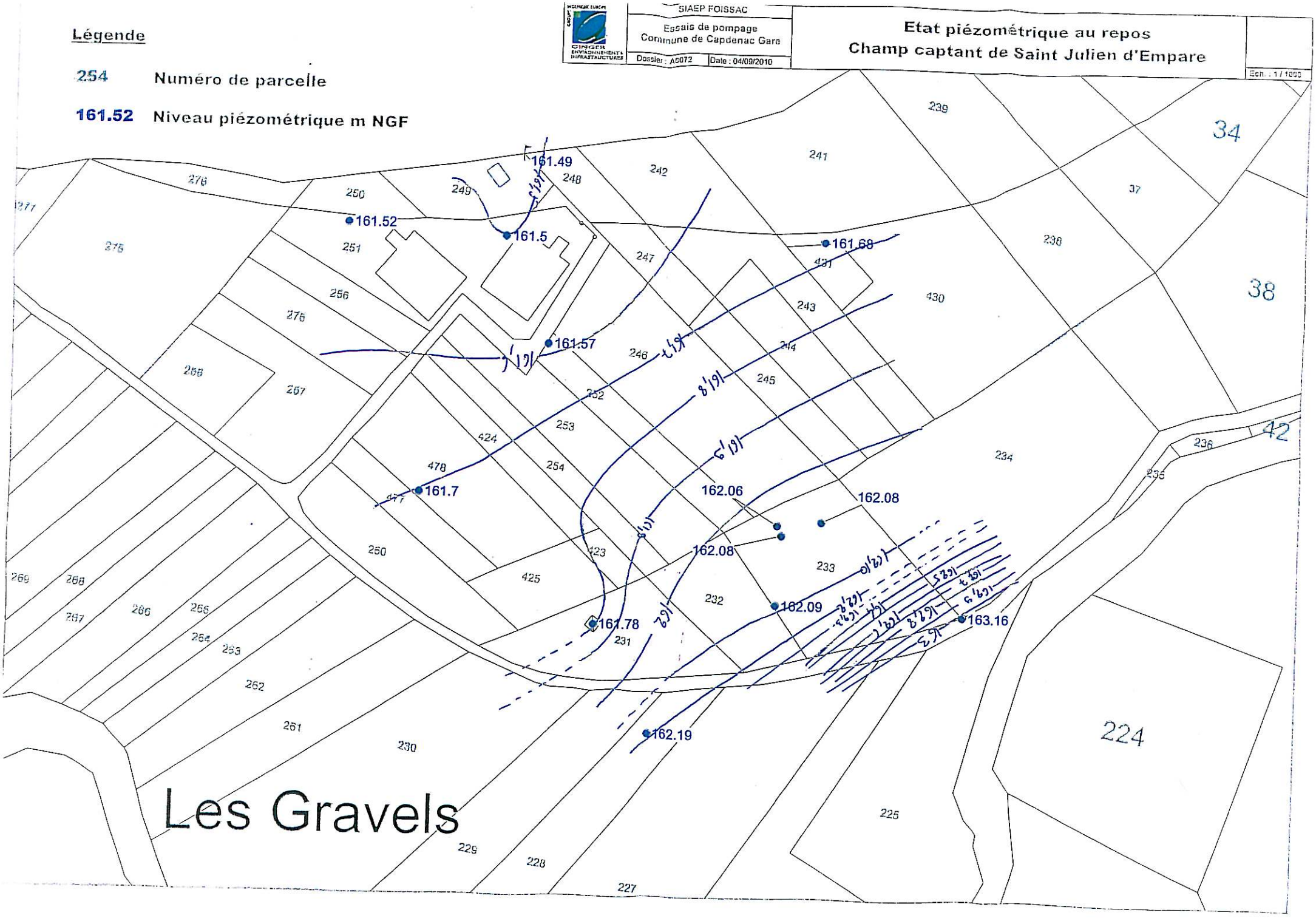
A partir des niveaux piézométriques au repos, une esquisse piézométrique a été dessinée. Elle est présentée en ***figure 3*** page suivante.

3.2. Interprétation

La piézométrie au repos, correspondant à un état de la nappe sans pompage dans le champ captant, montre que les eaux souterraines s'écoulent **globalement du Sud-Est vers le Nord-Ouest** en direction du Lot.

Le gradient hydraulique est d'environ de 0.5 % sur l'ensemble de la plaine, sauf aux abords de Pz8, près de la Diège.

Le piézomètre Pz5 en bordure du Lot montre que la nappe est quasiment en équilibre hydraulique avec le fil d'eau de la rivière ; **le Lot étant en position très légèrement drainante**.


Légende
254 Numéro de parcelle
161.52 Niveau piézométrique m NGF
SIAEP FOISSAC
Essais de pompage
Commune de Capdenac Gare
Dossier : A0072
Date : 04/09/2010
Etat piézométrique au repos
Champ captant de Saint Julien d'Empare
Ech. : 1/1000
161.49
161.52
161.5
161.68
161.57
161.7
162.06
162.08
162.08
162.09
161.78
163.16
162.19
Les Gravels

Points singuliers

➢ Le niveau dans le puits est « anormalement » bas ; cette observation traduit le fait qu'après 4 h d'arrêt la remontée dans l'ouvrage n'était pas achevée. En extrapolant les isopièzes, il est possible d'estimer ce que devrait être la piézométrie au repos, soit le puits sur l'isopièze 162 m NGF.
En conséquence, **lors du démarrage des essais, le rabattement résiduel devait être de l'ordre de 20 cm dans le puits**. (*Malgré cette réserve, dans la suite du texte les niveaux mesurés au démarrage des essais seront appelés, par convention, « niveaux statiques »).*

➢ En bordure de la Diège, Pz8 montre une faible profondeur de la nappe par rapport à la profondeur moyenne sur l'ensemble du champ captant. On peut estimer que *le niveau est « anormalement » élevé de 85 cm environ par rapport à ce que serait la piézométrie avec un gradient hydraulique régulier de 0.5%.*
Cet état peut être interprété comme un effet résiduel de l'alimentation de la Diège qui a été arrêtée 12 heures avant le relevé de la piézométrie et le démarrage des essais.
Au droit de Pz8, le lit de la Diège est à la cote 166.20 m NGF environ, soit environ 3.80 m au dessus du niveau estimé de la nappe (162.4 m NGF à hauteur de Pz8).
La Diège, lorsqu'elle coule ou lorsqu'elle est alimentée artificiellement, **est en position perchée par rapport à la nappe**. Elle l'alimente par infiltration et elle créée un dôme piézométrique à hauteur de son lit.
Le gradient hydraulique élevé entre Pz8 et Pz7 est un *effet résiduel* du dôme piézométrique induit par la réalimentation ; dôme piézométrique pas totalement résorbé 12 h après l'arrêt de la réalimentation.
En conséquence, de ce point de vue également, le niveau mesuré en Pz8 est un niveau *pseudo statique.*

➢ **En résumé** compte tenu des contraintes d'exploitation (arrêt d'une durée trop limitée des installations de pompage et arrêt de la réalimentation tardif), les essais qui doivent préciser le potentiel de la nappe sans réalimentation sont un peu faussés par :

- un rabattement résiduel dans le puits ;
- un dôme piézométrique résiduel en bordure de la Diège.

Toutefois, ces deux effets agissent de manière contradictoire et les essais permettront malgré tout d'estimer le potentiel de la nappe en situation d'étiage sans l'effet de la Diège.

4. ESSAI PAR PALIERS

4.1 Conditions de réalisation de l'essai et données brutes

L'essai par palier s'est déroulé le 14/08/2010 de 8h50 à 15h00 et a consisté à effectuer quatre paliers enchainés de 1 h30 à débits croissants.

Les données brutes manuelles mesurées lors de l'essai sont fournies en *Annexe 1*.

Les courbes de descente sont données en ***figure 4*** page suivante.

Les caractéristiques de l'essai par palier sont présentées dans le tableau ci - dessous :

Tableau 4 : Caractéristiques de l'essai par paliers – forage Burgéap

N.S. (m / repère)	Palier	Débit pompé (m^3/h)	Rabattement en fin de palier (m)	Rabattement spécifique (m par m^3/h)	Débit spécifique $m^3/h/m$
5.64	Palier n°1	16	0.545	0.034	29.358
	Palier n°2	30	1.48	0.049	20.270
	Palier n°3	43	2.76	0.064	15.580
	Palier n°4	45.6	3.1	0.068	14.710

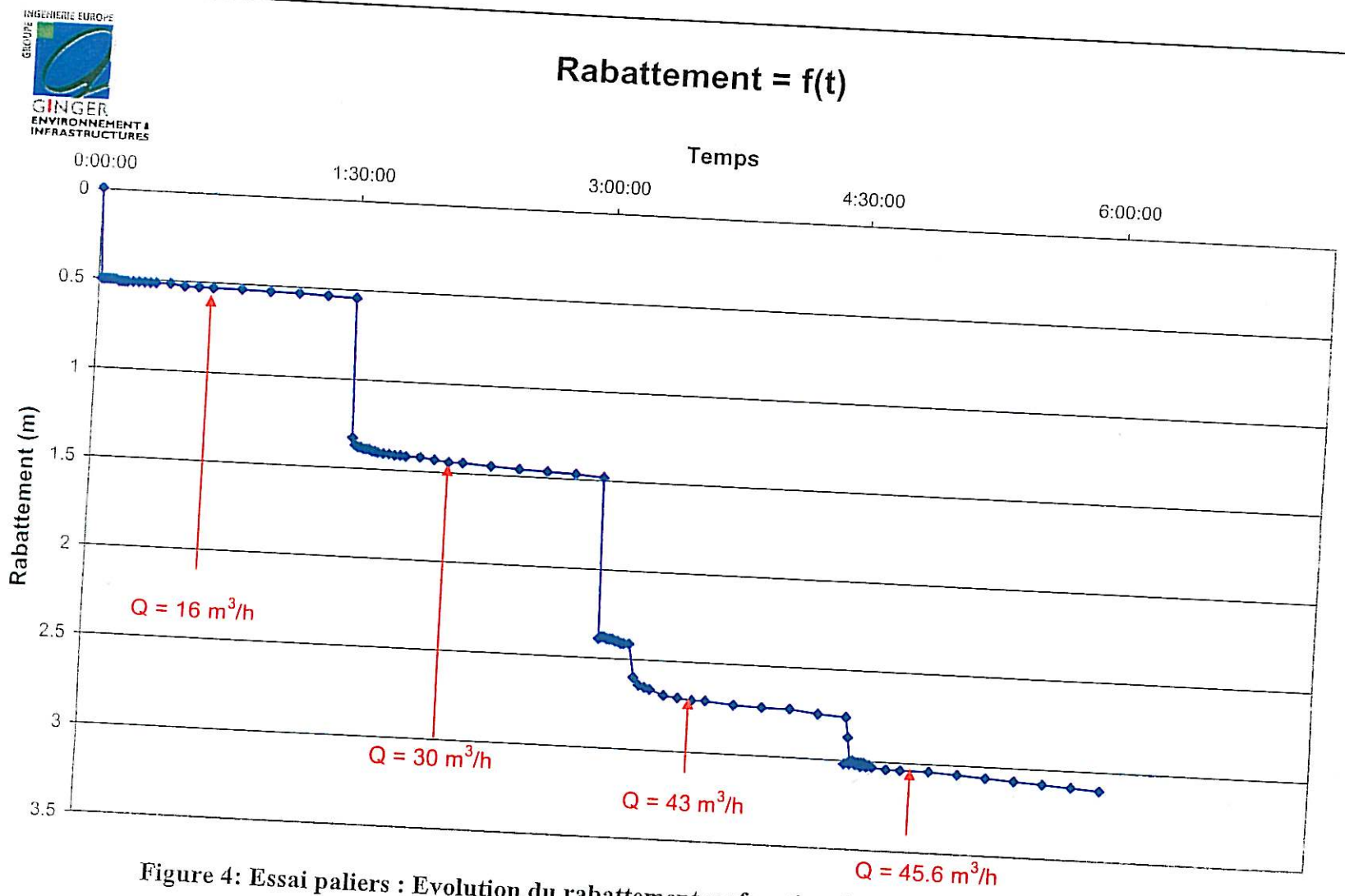


Figure 4: Essai paliers : Evolution du rabattement en fonction du temps dans le forage Burgéap

4.2 Interprétation de l'essai par paliers

Courbe caractéristiques et pertes de charge

La courbe caractéristique est donnée en ***figure 5*** page suivante.

Elle met en évidence **un débit critique de 32 m^3/h.**

L'expression de Jacob permet de calculer les pertes de charges de l'ouvrage. Cette expression est de la forme $s = BQ + CQ^2$

où : s est le rabattement dans le puits en m,
Q est le débit de pompage en m^3/h,
BQ représente les pertes de charges linéaires, provoquées par l'écoulement laminaire dans l'aquifère au voisinage du puits,
CQ^2 représente les pertes de charges quadratiques, provoquées par l'écoulement turbulent dans l'ouvrage, les crépines et le tubage.

Les essais réalisés permettent de définir les paramètres B et C du forage Burgéap : **$B = 0.016$ et $C = 1.11*10^{-3}$.**

Comparaison avec la courbe caractéristique de 2004

Un essai par palier avait déjà été réalisé sur le puits Burgéap en juillet 2004. Les résultats de cet essai peuvent être comparés à ceux obtenus en 2010 ; le niveau de la nappe étant sensiblement le même. (En juillet 2004, la profondeur de la nappe au droit du puits était de 5.63 m contre 5.64 m en aout 2010). Voir la ***figure 6*** pages suivantes montrant la comparaison des deux courbes.

Le débit critique estimé à partir de l'essai de 2004 était de 42 m^3/h et les paramètres des pertes de charges calculées étaient les suivants : **$B = 0.013$ et $C = 4.44*10^{-4}$.**

Cette comparaison suggère que :

- les pertes de charges linéaires sont légèrement supérieures en 2010 ; le débit critique est sensiblement plus faible : 32 m^3/h contre 42 m^3/h en 2004 ;
- les pertes de charges quadratiques ont été multipliées par 2.5.

L'ouvrage a donc connu un « vieillissement » et son rendement a été altéré. Il est rappelé que Burgéap avait observé de la turbidité en fin d'essai de pompage en 2004. Cet évènement avait été interprété comme une possible descente du massif de gravier suite au développement de fissures ou de cavités dans les calcaires. Par ailleurs, il avait été noté des effondrements de terrain lors de la foration d'un piézomètre.

Il est donc *très probable que la colonne crépinée ne capte plus de manière optimale l'aquifère alluvial.*

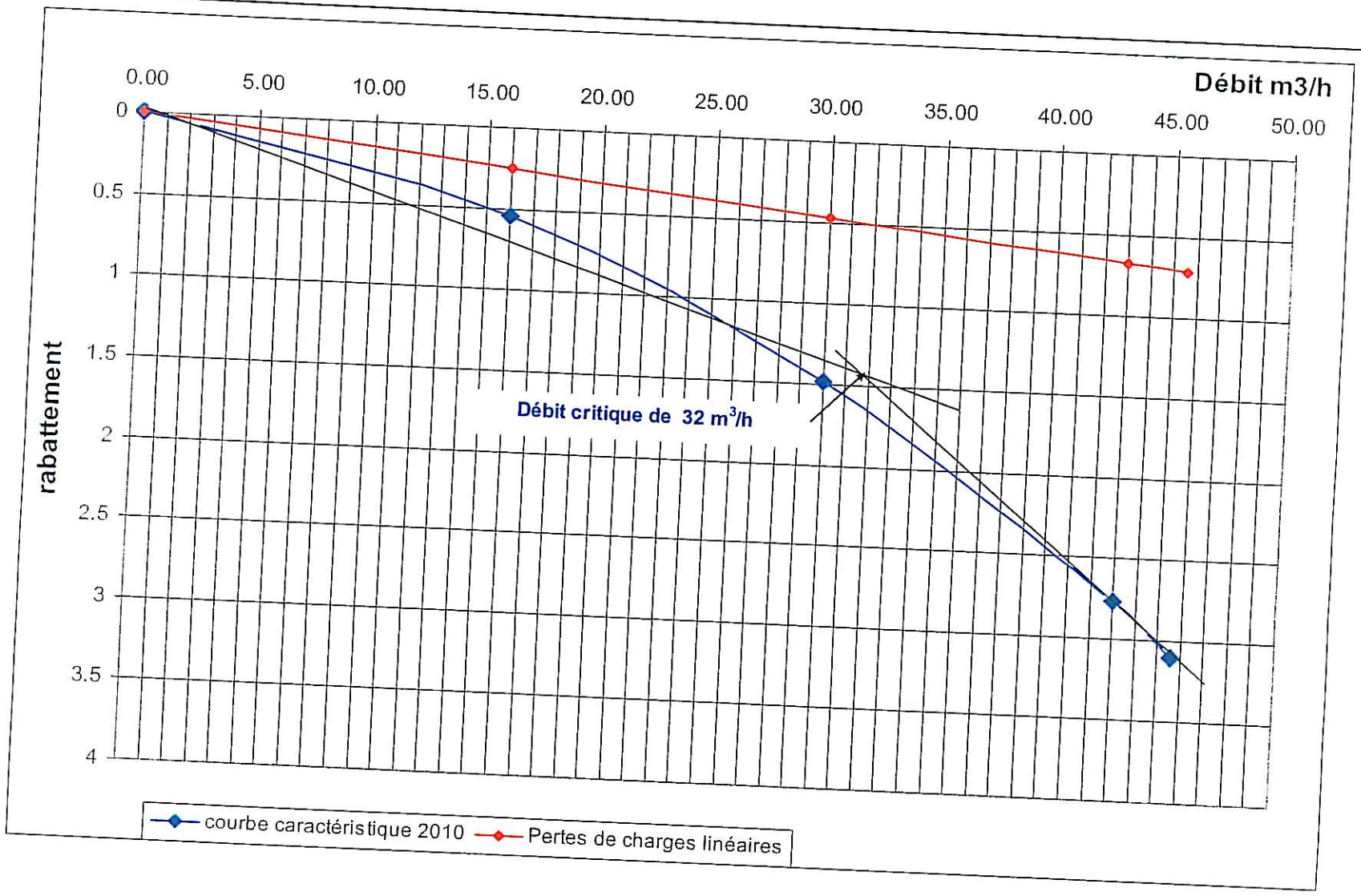


Figure 5 : Courbe caractéristique du forage Burgéap

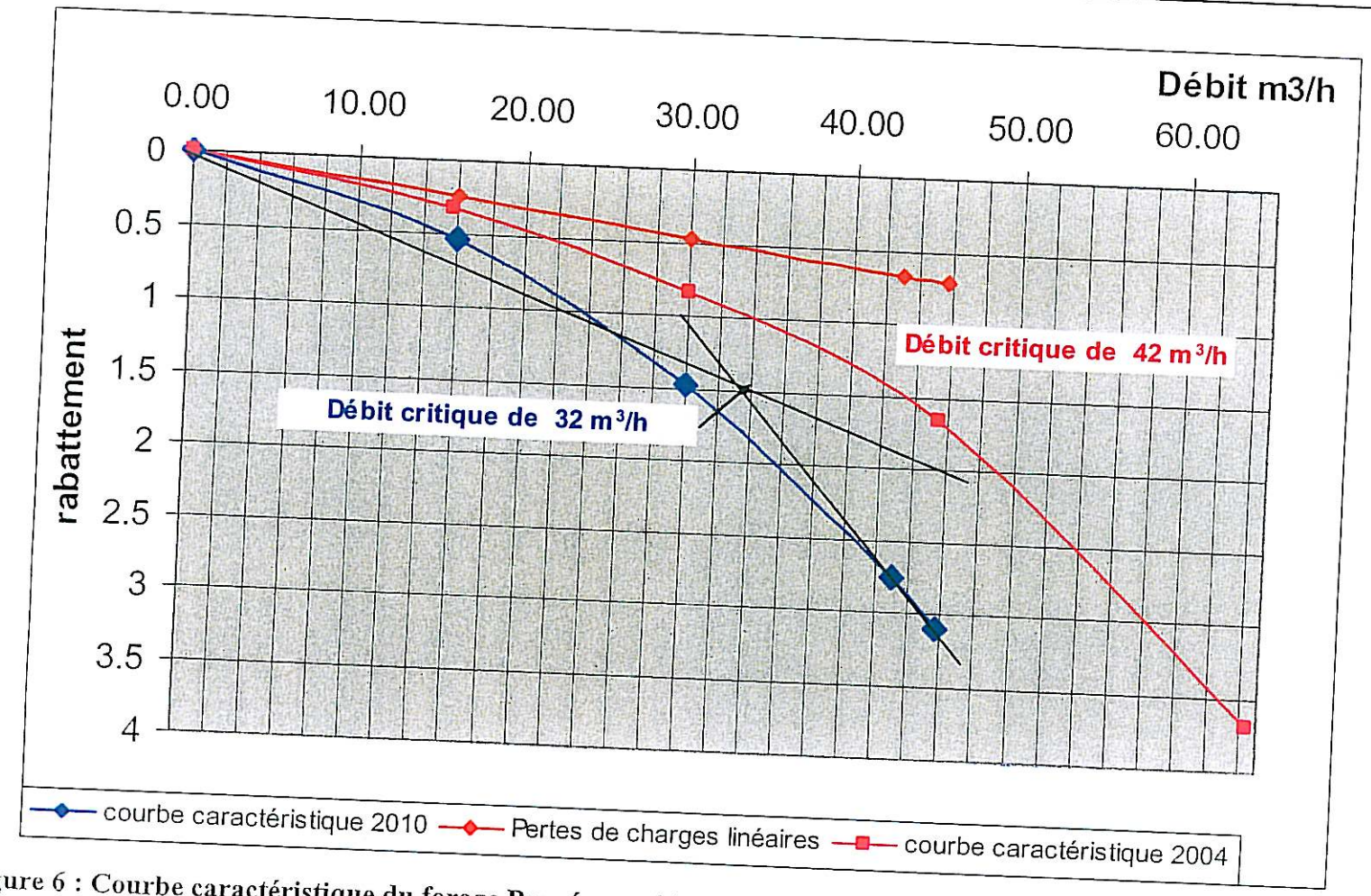


Figure 6 : Courbe caractéristique du forage Burgéap en 2010 comparée à la courbe caractéristique élaborée en 2004

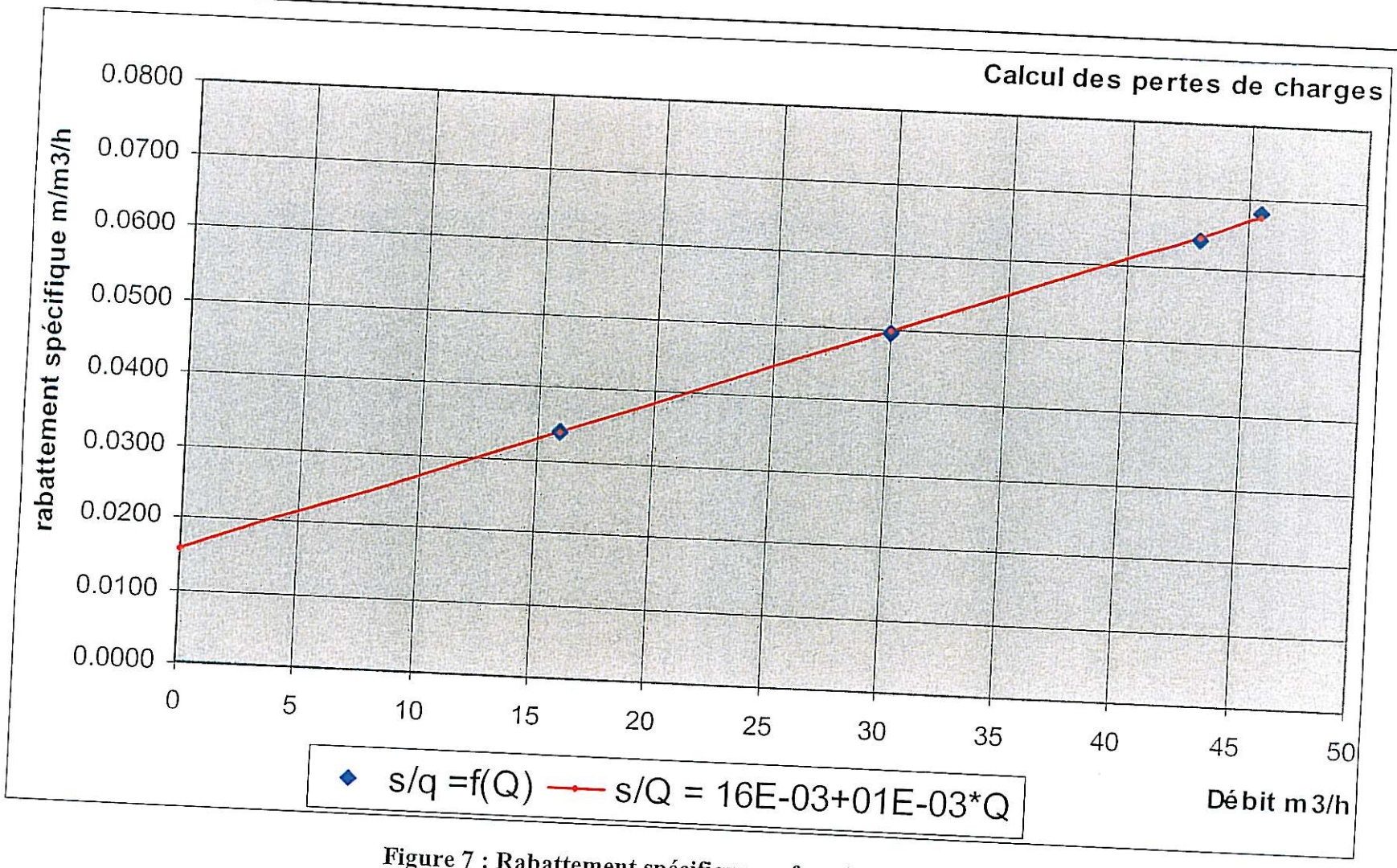


Figure 7 : Rabattement spécifique en fonction du débit

5. ESSAI LONGUE DUREE

5.1 Déroulement et conditions de réalisation

Le pompage de l'essai longue durée a débuté le 23/08/2010 à 9 h 51 et s'est terminé le 27/08/2010 à 8 h 03, soit une durée totale de 94 heures et 13 minutes.

Compte tenu des besoins en eau, la mise en exploitation du champ captant a dû être remise en route seulement 4 heures après les essais ; période pendant laquelle le suivi de la remontée des niveaux d'eau a été réalisé.

Deux débits ont été mis en œuvre sur le forage Burgeap : 30 m^3/h pendant 24 heures puis 48 m^3/h jusqu'à la fin de l'essai. Le débit du puits a été fixé à 45 m^3/h pendant toute la durée des essais.

Les débits ont été maintenus constants, mis à part une légère dérive sur le forage Burgéap observée vers 50 h de pompage (43 m^3/h) et une légère dérive observée sur le puits vers 30 h de pompage ; dérives qui ont pu être corrigées par réglage de la vanne.

Les niveaux d'eau ont été relevés manuellement à l'aide d'une sonde piézométrique :

- de façon régulière dans le forage Burgéap, le puits et le Pz1 ;
- sporadiquement dans Pz2, Pz3, Pz4, Pz5, Pz6, Pz7, Pz8, F1, F2 et le Lot.

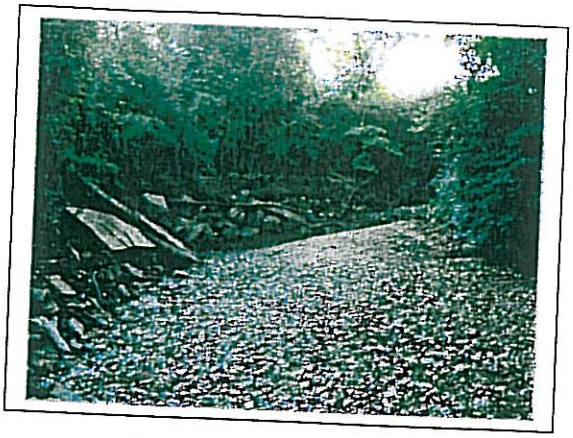
A noter que la Diège était à sec durant la première journée des essais, et qu'ensuite un filet d'eau insignifiant dépassait le pont en amont mais sans parvenir jusqu'à hauteur du champ captant. (Voir la planche photographique en page suivante).

Le niveau du fond du lit de la Diège au droit du champ captant a été estimé à environ 166.20 m NGF à partir du nivellement des piézomètres ; soit environ 4 m au dessus du niveau de base de la nappe.

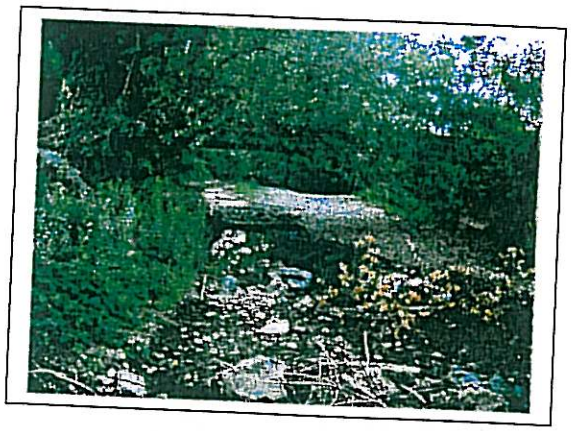
Les données brutes des niveaux d'eau sont fournies en ***Annexe 2.***

Afin de visualiser l'ensemble de l'essai de pompage, les principales courbes de descente ont été reportées sur un même graphique en ***figure 8*** pages suivantes (puits, puits Burgéap, Pz1, Pz2).

Ces courbes seront reprises séparément dans le chapitre traitant de l'interprétation.



Diège à sec : au niveau de la réalimentation –le 25/08/2010



Diège : en aval du pont – le 25/08/2010

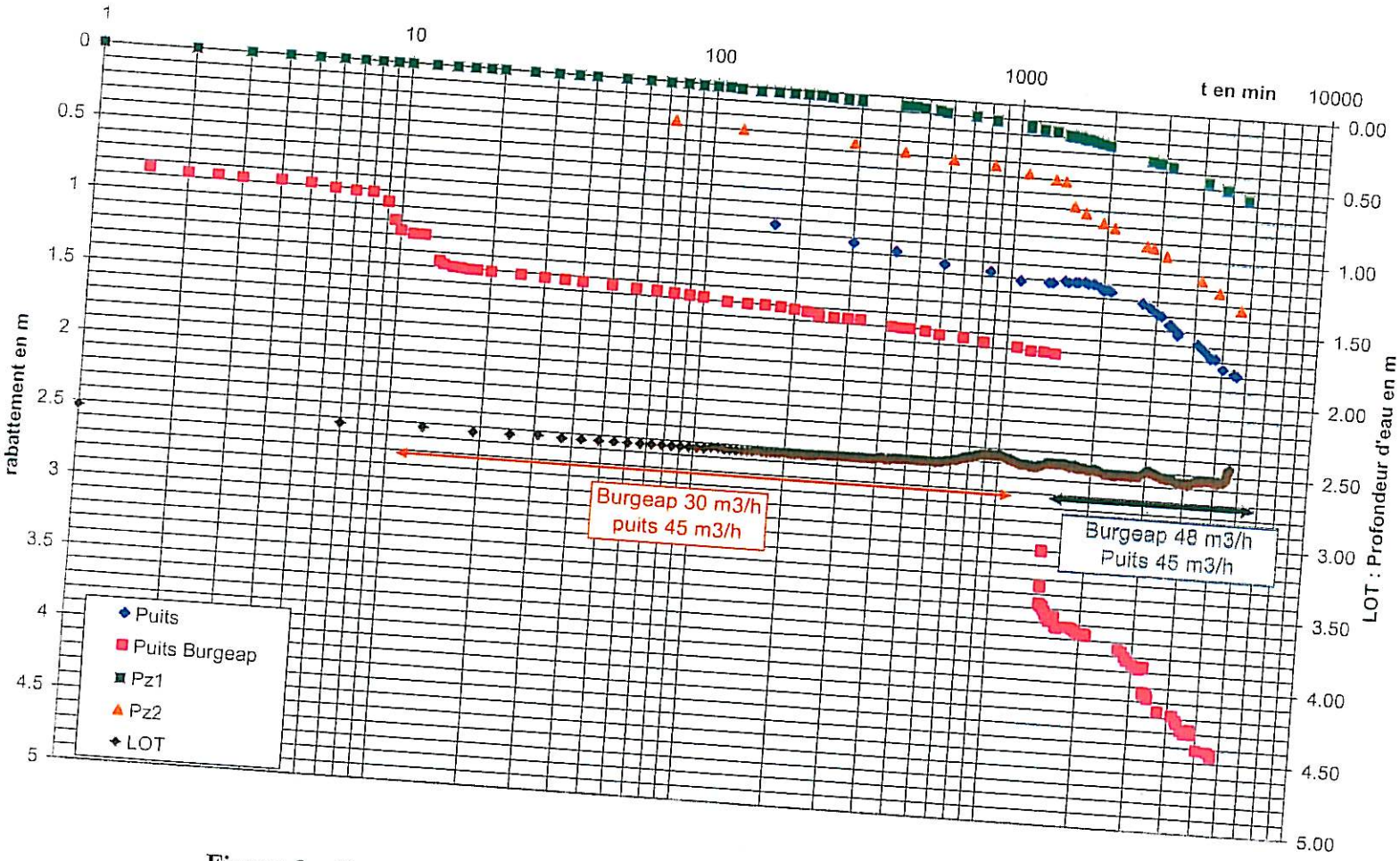


Figure 8 : Courbes de descente dans le puits, forage Burgéap, Pz1, Pz2 et Lot

5.2 Interprétation qualitative des essais

5.2.1 Courbe de descente du forage Burgéap

Durée de pompage : 93 heures
Débit : 30 m^3/h pendant 24 heures et 48 m^3/h pendant 69 heures
(Débit dans le puits : 45 m^3/h)
Niveau statique : 5.57 m

Sur la courbe de descente de Burgéap, les principales observations sont les suivantes : (voir la courbe en ***figure 9*** page suivante et le détail de la courbe en deuxième phase de pompage en ***figure 9 bis***)

- après 24 heures de pompage à 30 m^3/h (première phase de pompage), le rabattement est de 1.71 m correspondant à un niveau dynamique de 7.28 m de profondeur ; deux pentes (i_1 et i'_1) peuvent être observées avec un point d'inflexion de la courbe vers t = 220 mn (3 h 40 environ) ;
- une chute brutale du niveau dynamique (de 1.39 m) lors du changement de débit,
- une descente complexe du niveau dynamique lors de la deuxième phase de pompage ; périodes de fortes descentes interrompues par des stabilisations, voire des remontées fugaces ;
- en fin de pompage, le rabattement est de 4.45 m, soit un niveau dynamique à 10.02 m ; il est rappelé que la base des graves a été atteinte vers 11 m dans le puits Burgéap (voir la coupe technique et la coupe géologique du forage Burgéap en ***annexe 5***).

Le calcul des paramètres hydrodynamiques est donné au chapitre suivant. Préalablement, les principaux commentaires suivants peuvent être faits :

➢ Le débit de 30 m^3/h, même s'il montre une inflexion vers 3 h 40 (*entrée en concurrence avec le puits voisin et jonction des aires d'influence*), peut être maintenu sans difficulté pendant un cycle journalier si le puits n'est pompé qu'à 45 m^3/h.
En effet, au bout de 24 h de pompage le rabattement correspond à un dénoyage de 31 % seulement de la hauteur mouillée des alluvions ; il est rappelé que la puissance de l'aquifère alluvial était de 5.40 m environ, (la base des alluvions étant à 11 m et le niveau statique étant à 5.57 m).

➢ En fin d'essai, après 4 jours de pompage dont 3 jours à 48 m^3/h, le niveau dynamique se situe quasiment à la base des graves. (Il est admis schématiquement que le dénoyage de l'aquifère ne peut pas dépasser les 2/3 de la puissance mouillée : au-delà les pertes de charges devient très importantes et le puits est rapidement asséché). Dans tous les cas, avec un niveau dynamique à 10.02 m en fin d'essai tout en gardant une descente relativement régulière, **la contribution de l'aquifère discontinu des calcaires est manifeste**.

Figure 9 : Courbe de descente dans le forage Burgéap

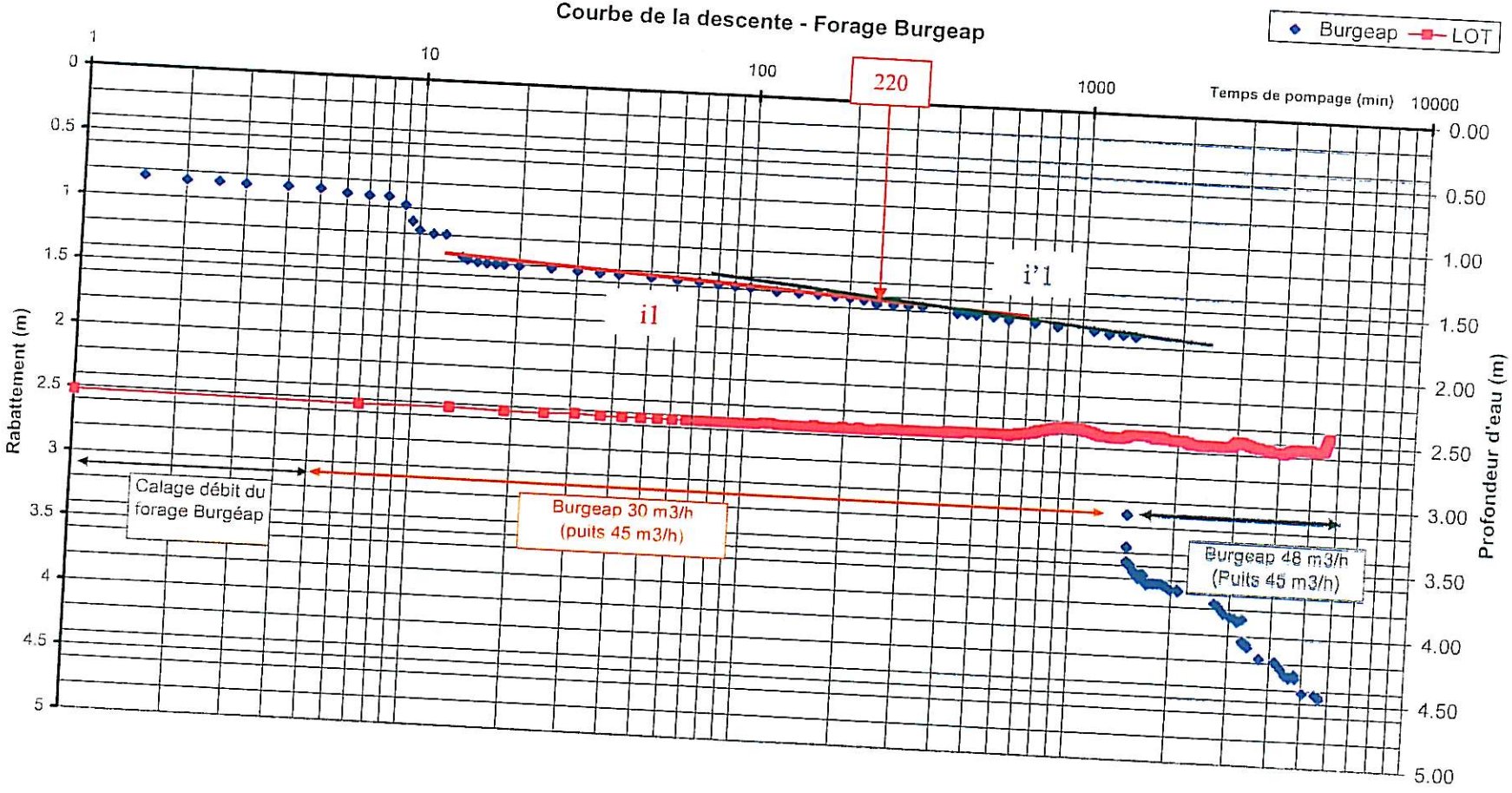
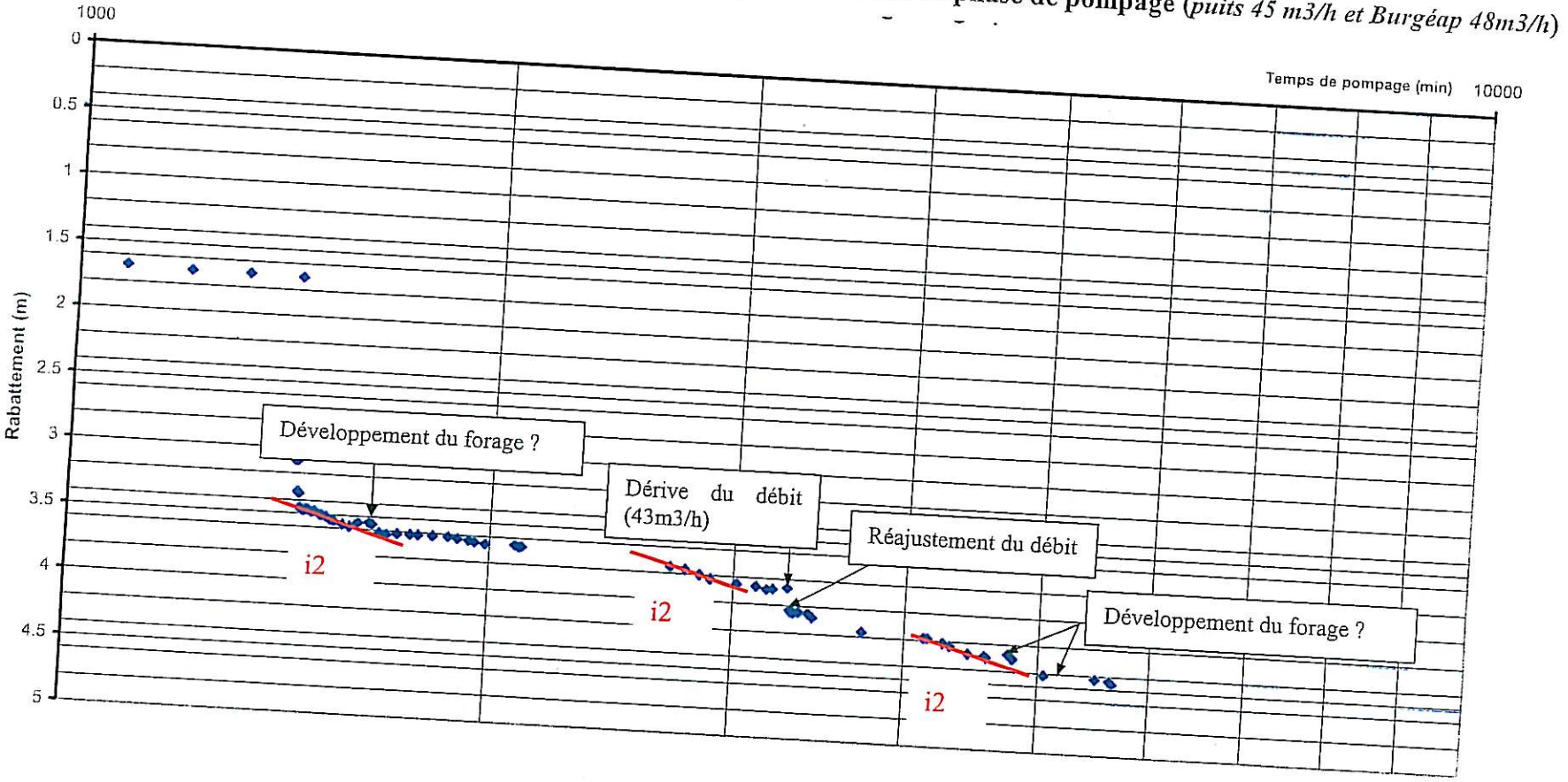


Figure 9: Détail de la courbe de descente dans le forage Burgéap en deuxième phase de pompage (*puits 45 m3/h et Burgéap 48m3/h*)



➢ Le détail de la courbe en ***figure 9 bis*** page précédente (pompage à 48 m^3/h dans Burgéap) montre une pente directrice de la descente (i_2), interrompue par des phases de quasi stabilisation des niveaux.
L'une de ces phases vers t = 3000 mn (50 h) est un artefact produit par une dérive du débit qui a pu être corrigée ; (le débit est passé à 43 m^3/h pendant cet épisode).
Par contre, entre t = 1800 mn (30 h) et t = 2500 mn (42 h) environ (soit pendant une durée de 10 h), puis vers t = 4800 mn (80 h) et en fin d'essai, il est observé des stabilisations du niveau, précédées par une légère remontée. Ces phénomènes, compte tenu par ailleurs des observations qui ont été faites lors de l'essai de pompage de Burgéap en 2004, peuvent s'expliquer **par un développement de fractures ou de cavités dans les calcaires**.

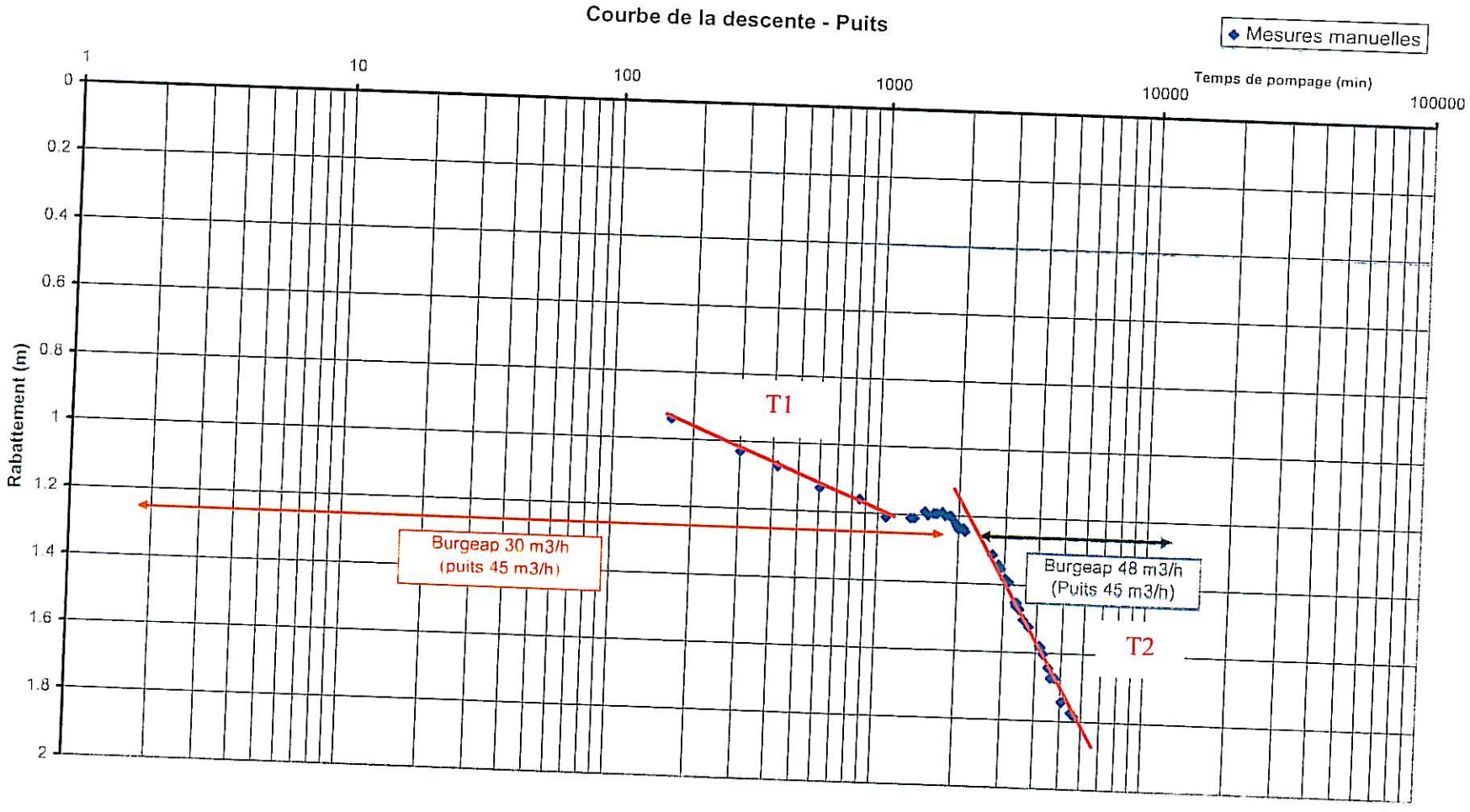
5.2.2 Courbe de descente du puits

Durée de pompage : 93 heures
Débit : 45 m^3/h
(Débit dans le forage Burgéap : 30 m^3/h pendant 24 heures et 48 m^3/h pendant 69 heures)
Niveau statique : 6.10 m

Sur la courbe de descente du puits, les principales observations sont les suivantes : (voir la courbe en ***figure 10*** page suivante).

- après 24 heures de pompage, le rabattement est de 1.21 m pour un niveau dynamique de 7.31 m ; à ce stade la descente dans le puits avait déjà amorcée une stabilisation depuis t = 1000 mn (t = 16 h environ), soit depuis une durée de 8 h environ. Ce régime peut être assimilé à **un régime permanent où l'aire d'influence a atteint le Lot ; ce dernier participant à l'alimentation de la nappe** ; à ce stade, même si le niveau dans le puits Burgéap continue à baisser légèrement, on peut considérer schématiquement que les 75 m^3/h pompés dans les deux ouvrages sont compensés par une alimentation quasi équivalente depuis le Lot ;
- après t = 24 h et jusqu'à t = 30 h environ (soit pendant une durée de 6 h supplémentaires), *le niveau reste stabilisé dans le puits alors que le niveau dynamique a été brutalement abaissé de plus de 2 m dans le puits Burgéap*, suite au passage à 48 m^3/h ;
- au-delà de t = 1800 mn (t = 30 h), **le puits réagit à l'augmentation du débit de pompage dans le puits Burgéap** et **l'aire d'influence conjointe des deux ouvrages** progresse sur l'ensemble de la plaine pour fournir la ressource (93 m^3/h) que l'alimentation par le Lot ne parvient pas à compenser ; l'inertie de la réponse du puits s'explique par le mauvais rendement du puits Burgéap et par le fait que dès le début de cette phase le niveau dynamique se situe vers 9 m de profondeur, soit presque à la base de la formation alluviale ;
- en fin de pompage, le niveau dynamique est de 7.88 m de profondeur soit un rabattement de 1.78 m. En fin d'essai, l'aquifère alluvial a été dénoyé sur 45 % de sa puissance.

Figure 10: Courbe de descente dans le puits



5.2.3 Corrélations avec le niveau du Lot

Les niveaux altimétriques du Lot ont été corrélés avec ceux du piézomètre Pz5 situé près des berges (à 15 m du Lot).

Le graphique de la corrélation des niveaux Lot et Pz5 est présenté en ***figure 11*** page suivante.

D'après ce graphique, il est noté que :

- les courbes du Lot et du piézomètre Pz5 ont une allure identique ; une incidence sur le Lot entraine quasi simultanément un effet sur la nappe ;
- la nappe au droit du Pz5 et le Lot sont en équilibre hydrodynamique **sur l'ensemble de la période étudiée** ;
- au repos, le Lot draine légèrement la nappe ;
- les variations du Lot sont liées aux éclusées ; sur la période, l'amplitude des variations a été faible ; 7 cm au maximum ; ces variations **n'ont pas eu une influence sensible sur les niveaux en pompage**.

5.2.4 Courbes de descente dans les principaux piézomètres

(Voir les courbes de descente de Pz1, Pz2 et Pz8 en ***annexe 3***)

La descente en Pz1 est amorcée dès t = 100 mn environ (soit vers la deuxième heure environ). Cette observation est cohérente avec celle faite sur la descente au puits de Burgéap : le point d'inflexion noté à t = 220 mn et devant correspondre avec le début de l'influence du pompage sur le puits.

La dernière partie de la courbe montre le dénoyage rapide de l'aquifère en fin de pompage.

La descente en Pz8 est progressive et continue. Elle est amorcée dès les premières minutes de suivi. L'interprétation est délicate car la descente pourrait traduire, outre l'effet du pompage, l'atténuation du dôme piézométrique induit par la réalimentation de la Diège précédant l'essai de pompage.

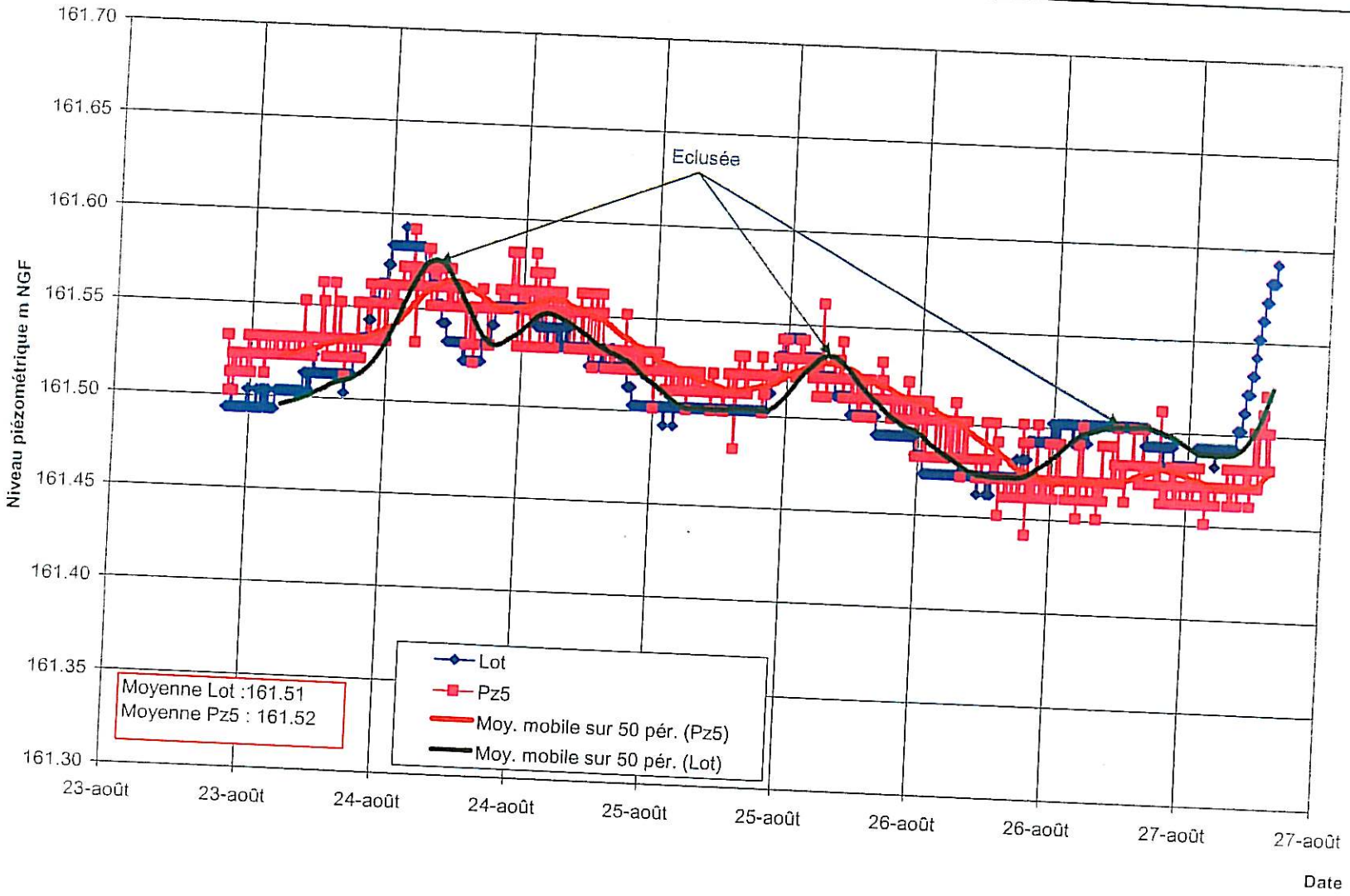


Figure 11 : Corrélation des niveaux du Lot et de Pz5

5.2.5 Courbes de la remontée

Les courbes de remontée dans le puits, forage Burgéap sont fournies en *Annexe 4.*

Après une remontée de 4 heures, les niveaux de la nappe dans le puits et dans le forage Burgéap n'ont toujours pas retrouvé leur état initial. Les rabattements résiduels sont respectivement de 49 cm et 69 cm.

Il est rappelé que les niveaux « statiques » avant pompage ont été mesurés alors que la Diège réalimentait encore le champ captant 12 heures plus tôt. Mais par ailleurs, il avait également été noté sur la carte piézométrique que le puits n'avait pas encore atteint son niveau d'équilibre avant le démarrage de l'essai.

Compte tenu de la courte période de remontée, aussi bien avant l'essai qu'après l'essai, les niveaux mesurés à l'état initial ne sont pas véritablement les niveaux statiques. Dans tous les cas, l'importance des rabattements résiduels permet d'affirmer **que la durée nécessaire à la recharge de la nappe suite à cet essai est nettement supérieure à 4 h.**

Il est à noter que la remontée du niveau est plus rapide dans le puits que dans le forage indiquant probablement une meilleure alimentation.

5.3 Paramètres hydrodynamiques

Tableau 5 : Transmissivités calculées sur la descente

	Puits Burgéap	Puits
Première phase	$T1 = 1.4\ 10^{-2}\ m^2/s$ $T'1 = 6\ 10^{-3}\ m^2/s$	$T1 = 7\ 10^{-3}\ m^2/s$
Deuxième phase	$T2 = 6.7\ 10^{-4}\ m^2/s$	$T2 = 1.7\ 10^{-3}\ m^2/s$

L'interprétation en terme de perméabilité est complexe compte tenu du fait que le puits Burgéap capte l'aquifère alluvial (probablement dans des conditions dégradées), mais également un aquifère discontinu entre 10 et 20 m de profondeur.

Les valeurs de T représentatives de l'aquifère alluvial doivent être proches de $T1 = 7\ 10^{-3}\ m^2/s$, soit pour une puissance de l'aquifère de 5 m, **une valeur de K de $1.4\ 10^{-3}$ m/s.**

La valeur de $6.7\ 10^{-4}\ m^2/s$ est la résultante du complexe aquifère alluvial et aquifère calcaire soumis au pompage simultané en deux points, alors que l'un des deux ne capte que l'aquifère supérieur. Dans ces conditions, il n'est pas possible de préciser la représentativité de cette valeur. Elle intègre la faible perméabilité des calcaires fissurés.

6. CONCLUSION

Les principales informations apportées par les essais sont les suivantes :

La Diège, **en position perchée par rapport à la nappe l'alimente par infiltration et crée un dôme piézométrique** réhaussant la piézométrie à ses abords *lorsqu'elle coule naturellement ou lorsqu'elle est réalimentée.*

En période d'étiage, la nappe se situe à 162 m NGF à hauteur du puits, soit légèrement au dessus du niveau du Lot qui la draine. **En situation de pompage dans le puits et dans le forage Burgéap, l'aire d'influence atteint rapidement le Lot qui participe alors activement à son alimentation.** Un pompage de 75 m^3/h sur l'ensemble des deux ouvrages s'accompagne d'un régime quasi permanent.
Le potentiel du champ captant exploité seulement par ces deux ouvrages est de 75 m^3/h. Toutefois, un potentiel *légèrement* supérieur reste envisageable avec d'autres conditions de pompage. (*Voir les essais complémentaires décrits ci-dessous*). Plus précisément :

- La deuxième phase de l'essai a montré, compte tenu des rabattements résiduels observés et des forts rabattements dans le puits Burgéap, que le débit de 93 m^3/h (48 m^3/h dans Burgéap et 45 m^3/h dans le puits) dépasse les potentialités dans les *conditions d'exploitation qui ont été celles de l'essai.*

- *Le faible rendement du puits de Burgéap doit être la cause d'une exploitation non optimale de l'aquifère.* (Voir les différences de niveaux dynamiques en fin de pompage, illustrées par la carte piézométrique en fin d'essai ; ***annexe 7***). En effet, le rabattement en fin d'essai dans le puits reste relativement faible et un rabattement supérieur pourrait être admis dans cet ouvrage.

- Un débit sensiblement supérieur à 30 m^3/h dans le puits Burgéap n'est pas envisageable (sauf si le développement de l'ouvrage devait se poursuivre). En effet, il est possible d'estimer par construction graphique le rabattement minimal qui aurait été obtenu après 20 h de pompage avec un débit de 45 m^3/h par exemple au puits Burgéap et 45 m^3/h au puits : le rabattement aurait été de 2.90 m environ dès les premières minutes (pertes de charges), puis avec une pente déduite de i'_1 (voir figure 9) avec prise en compte de la proportionnalité de i en fonction du débit, le rabattement au bout de 20 h devrait être compris entre 3.7 m et 4 m environ, soit un niveau dynamique entre 9.30 et 9.60 m environ ; le niveau dynamique serait alors seulement à 1 m a dessus de la base des alluvions.

En résumé, on retiendra que **le débit maximal d'exploitation de Burgéap ne doit pas sensiblement dépasser 30 m^3/h.**

Par contre, pour le puits, *une incertitude demeurait après ces essais.* Il a donc été proposé au syndicat (*voir le rappel du contexte en introduction page 6*) de réaliser en régie, deux essais complémentaires sur des périodes de 20 h de pompage avec 4 h de remontée afin de se mettre en situation dans les conditions suivantes :

Premier essai :

- Arrêt de la réalimentation de la Diège, 2 jours avant l'essai ;
- Utilisation pendant ces 2 jours de F1, F2, du puits à 45 m^3/h et du forage Burgéap à 30 m^3/h afin de satisfaire aux besoins sans réalimenter la Diège ;
- Puis essai de pompage de 20 h avec arrêt de F1 et F2 et pompage de 30 m^3/h au forage de Burgéap et de 60 m^3/h dans le puits ;
- Suivi de la remontée pendant 4 h et calcul des rabattements résiduels.

Deuxième essai :

- Après la remontée de 4 h de l'essai précédent, pompage de 20 h avec F1 à 20 m^3/h, F2 à 20 m^3/h, forage Burgéap à 30 m^3/h et le puits au débit maximum mis en évidence par l'essai précédent ;
- Pour cet essai, les eaux d'exhaure du puits Burgéap doivent être rejetées à l'aval dans la Diège par une conduite de refoulement (problème de capacité des conduites) ;
- Suivi de la remontée pendant 4 h et calcul des rabattements résiduels.

➢ Le premier essai a pu être mis en œuvre le 22 septembre 2010 sans difficulté (Voir les courbes de descente en *annexe 8*). (Toutefois, le débit du puits Burgéap était légèrement trop bas pendant les deux premières heures : 26.5 m^3/h au lieu des 30 m^3/h planifiés).

Le but de cet essai était de tester en situation d'étiage sans alimentation de la Diège, la capacité maximale du couple nappe – ouvrages (puits/forage Burgéap) en considérant, suite aux enseignements de l'étude, que le forage Burgéap ne doit pas excéder 30 m^3/h mais qu'il pouvait être envisagé un débit un peu supérieur à 45 m^3/h dans le puits.
Après 3 h d'essai avec 60 m^3/h dans le puits, il a été constaté, par extrapolation de la courbe, que le rabattement au bout de 20 h serait excessif (2.20 m). Il a donc été décidé de modifier le débit et de le ramener à 50 m^3/h. Dans ces conditions, le rabattement en fin d'essai restait admissible.
Après 4 h de remontée, un rabattement résiduel de 20 cm était observé.

Finalement cet essai indique que le potentiel de l'aquifère exploité seulement par le puits et par le forage Burgéap en étiage et sans alimentation de la Diège, peut difficilement dépasser les 75 m^3/h mis en évidence précédemment. En prenant 30 m^3/h sur Burgéap et 50 m^3/h sur le puits sur un cycle de 20 h, **la ressource est au maximum de 1 600 m^3/j.**
Il est rappelé que **le rendement de l'ouvrage Burgéap est un des facteurs limitant ce potentiel.**

➢ Le deuxième essai. Suite aux résultats de ce premier essai, il a été décidé de pomper le maximum dans le puits et le forage Burgéap (respectivement 50 m^3/h et 30 m^3/h) tout en faisant fonctionner F1 et F2 (environ 20 m^3/h chacun).
En effet, compte tenu du rôle joué par le Lot dans l'alimentation de l'aquifère en situation de pompage, l'hypothèse pouvait être faite que le pompage en F1 et F2 pouvait ne pas réduire significativement la ressource exploitable dans le puits et le forage Burgéap.

Cet essai n'a pas pu être mené à bien à cause d'un orage qui est intervenu vers la sixième heure. Il s'est très rapidement traduit par une reprise des écoulements dans la Diège, une remontée rapide de 30 cm dans le forage Burgéap, une remontée de 10 cm dans le puits. Si ce phénomène avait pu être suivi sur une durée plus longue, il aurait pu donner des indications sur les conditions de réalimentation (rôle du niveau imposé par le Lot et rôle de l'infiltration depuis la Diège). Malheureusement, une coupure de l'alimentation électrique a interrompu les essais peu de temps après.

Finalement cet essai ne peut pas être interprété de manière précise. Toutefois, l'observation de la situation avant l'orage (par exemple à t = 300 mn) montre que les niveaux dynamiques étaient proches de ce qu'ils étaient lors de l'essai précédent.

Il reste donc envisageable de pouvoir atteindre une ressource de 2000 à 2400 m^3/j avec les 4 ouvrages en fonctionnement.
Cette hypothèse pourrait être vérifiée en reproduisant le deuxième essai lors de la prochaine période « favorable » (étiage sans écoulement de la Diège). (Dans ce cas, il faudrait vérifier que les niveaux bas d'arrêt automatique des forages F1 et F2 ne sont pas réglés trop en position haute).

En résumé, en période d'étiage, sans réalimentation de la Diège,

- le potentiel du champ captant est de l'ordre de 1600 m^3/j lorsqu'il est exploité par le puits et le forage BURGEAP ;
- il doit pouvoir atteindre 2000 à 2400 m^3/j lorsqu'il est exploité par le puits, le forage BURGEAP, F1 et F2 ; ce point reste toutefois à vérifier.

ANNEXES

Liste des Annexes

ANNEXE 1 - ESSAI PAR PALIER. TABLEAU DES MESURES
ANNEXE 2 – DONNEES BRUTES DE L'ESSAI LONGUE DUREE
ANNEXE 3 – COURBES DE LA DESCENTE
ANNEXE 4 – COURBES DE LA REMONTEE
ANNEXE 5– COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE BURGEAP
ANNEXE 6– ESQUISSE PIEZOMETRIE APRES 24 HEURES
ANNEXE 7– ESQUISSE PIEZOMETRIE EN FIN DE POMPAGE
ANNEXE 8– COURBES DE DESCENTE DES ESSAIS SUPPLEMENTAIRES

ANNEXE 1 - ESSAI PAR PALIER. Tableau des mesures

Temps de pompage	Niveau (m)	Rabattement (m)	Débits (m3/h)
0:00:00	5.64	0	
0:01:00	6.15	0.51	16
0:02:00	6.15	0.51	16
0:03:00	6.15	0.51	16
0:04:00	6.15	0.51	16
0:05:00	6.15	0.51	16
0:06:00	6.15	0.51	16
0:07:00	6.16	0.52	16
0:08:00	6.16	0.52	16
0:09:00	6.16	0.52	16
0:10:00	6.16	0.52	16
0:12:00	6.16	0.52	16
0:14:00	6.16	0.52	16
0:16:00	6.16	0.52	16
0:18:00	6.16	0.52	16
0:20:00	6.16	0.52	16
0:25:00	6.16	0.52	16
0:30:00	6.17	0.53	16
0:35:00	6.17	0.53	16
0:40:00	6.17	0.53	16
0:50:00	6.17	0.53	16
1:00:00	6.175	0.535	16
1:10:00	6.175	0.535	16
1:20:00	6.18	0.54	16
1:30:00	6.185	0.545	16
1:31:00	6.97	1.33	30
1:32:00	7.01	1.37	30
1:33:00	7.02	1.38	30
1:34:00	7.02	1.38	30
1:35:00	7.03	1.39	30
1:36:00	7.03	1.39	30
1:37:00	7.03	1.39	30
1:38:00	7.04	1.4	30
1:39:00	7.04	1.4	30
1:40:00	7.045	1.405	30
1:42:00	7.05	1.41	30
1:44:00	7.05	1.41	30
1:46:00	7.055	1.415	30
1:48:00	7.055	1.415	30
1:50:00	7.06	1.42	30
1:55:00	7.06	1.42	30
2:00:00	7.07	1.43	30
2:05:00	7.08	1.44	30
2:10:00	7.08	1.44	30
2:20:00	7.09	1.45	30
2:30:00	7.1	1.46	30
2:40:00	7.105	1.465	30
2:50:00	7.11	1.47	30
3:00:00	7.12	1.48	30

Temps de pompage	Niveau (m)	Rabattement (m)	Débits (m3/h)
3:01:00	8.03	2.39	43
3:02:00	8.02	2.38	
3:03:00	8.02	2.38	
3:04:00	8.03	2.39	
3:05:00	8.03	2.39	
3:06:00	8.03	2.39	
3:07:00	8.04	2.4	
3:08:00	8.04	2.4	
3:09:00	8.05	2.41	
3:10:00	8.05	2.41	
3:12:00	8.05	2.41	
3:14:00	8.24	2.6	
3:16:00	8.28	2.64	
3:18:00	8.29	2.65	
3:20:00	8.3	2.66	
3:25:00	8.33	2.69	
3:30:00	8.34	2.7	
3:35:00	8.35	2.71	
3:40:00	8.35	2.71	
3:50:00	8.365	2.725	
4:00:00	8.37	2.73	
4:10:00	8.37	2.73	
4:20:00	8.39	2.75	
4:30:00	8.4	2.76	
4:31:00	8.51	2.87	46.2
4:32:00	8.64	3	
4:33:00	8.64	3	
4:34:00	8.65	3.01	
4:35:00	8.65	3.01	
4:36:00	8.65	3.01	
4:37:00	8.65	3.01	
4:38:00	8.66	3.02	
4:39:00	8.66	3.02	
4:30:00	8.66	3.02	
4:32:00	8.66	3.02	
4:34:00	8.66	3.02	
4:36:00	8.67	3.03	
4:38:00	8.67	3.03	
4:40:00	8.67	3.03	
4:45:00	8.68	3.04	
4:50:00	8.68	3.04	
5:00:00	8.68	3.04	
5:10:00	8.69	3.05	
5:20:00	8.7	3.06	
5:30:00	8.71	3.07	
5:40:00	8.72	3.08	
5:50:00	8.73	3.09	
6:00:00	8.74	3.1	

ANNEXE 2 – DONNEES BRUTES DE L'ESSAI LONGUE DUREE

Suivi des niveaux dans le Forage Burgéap

Temps pompage (min)	N/repère(cm)	Débit (m3/h)	Rabattement (en m)
0	557		0
0.5	640		0.83
1.5	642		0.85
2	644		0.87
2.5	644		0.87
3	645		0.88
4	645	22.5	0.88
5	645.5		0.885
6	648		0.91
7	649		0.92
8	649		0.92
9	655		0.98
9.5	667		1.1
10	674		1.17
11	676		1.19
12	676	27.3	1.19
13.5	693		1.36
14	695	30	1.38
15	696.5		1.395
16	697		1.4
17	697.5		1.405
18	697.5		1.405
20	698	30	1.41
25	698.5		1.415
30	699.5		1.425
35	700		1.43
40	700.5		1.435
50	701.5		1.445
60	702.5		1.455
70	703		1.46
80	704		1.47
90	704.5		1.475
100	705		1.48
120	707		1.5
140	707.5		1.505
160	707.5		1.505
180	708		1.51
200	709		1.52
220	710		1.53
240	711.5		1.545
241	713		1.56
270	713		1.56
300	713		1.56
330	713		1.56
420	716.5		1.595
450	717		1.6
480	717		1.6

Temps pompage (min)	N/repère(cm)	Débit (m3/h)	Rabattement (en m)
540	718		1.61
600	720		1.63
720	721		1.64
840	723		1.66
1080	725		1.68
1200	727		1.7
1320	727		1.7
1440	728		1.71
1446	867	47	3.1
1447	866		3.09
1448	867		3.1
1449	867		3.1
1450	867		3.1
1451	867		3.1
1452	867		3.1
1453	867		3.1
1454	867		3.1
1455	891		3.34
1458	892		3.35
1460	903		3.46
1462	903		3.46
1466	904.5		3.475
1471	905		3.48
1476	904		3.47
1481	904		3.47
1490	906		3.49
1498	905		3.48
1512	908		3.51
1516	908		3.51
1527	909		3.52
1537	911		3.54
1547	912		3.55
1569	914		3.57
1587	915.5		3.585
1609	912.5		3.555
1639	912		3.55
1647	913		3.56
1667	919		3.62
1687	920		3.63
1717	919		3.62
1754	919		3.62
1777	919		3.62
1820	919		3.62
1867	919		3.62
1897	920		3.63
1932	921		3.64
1951	922		3.65
1986	923		3.66
2085	922.5		3.655

Temps pompage (min)	N/repère(cm)	Débit (m3/h)	Rabattement (en m)
2100	924		3.67
2109	923.5		3.665
2699	932		3.75
2766	933.5		3.765
2835	937		3.8
2886	939.5		3.825
3017	942		3.85
3117	943		3.86
3171	945		3.88
3205	944.5		3.875
3285	943		3.86
3302	960		4.03
3305	961		4.04
3316	961		4.04
3321	962		4.05
3351	961		4.04
3406	962		4.05
3429	964.6		4.076
3729	973		4.16
4129	975		4.18
4159	975		4.18
4267	978		4.21
4316	980		4.23
4451	985		4.28
4573	986		4.29
4586	987		4.3
4753	984		4.27
4789	987		4.3
4791	987		4.3
5048	998		4.41
5493	999		4.42
5624	1000		4.43
5650	1002	48.6	4.45

Suivi des niveaux dans le puits

Tps de pompage (min)	N/repère(cm)	Débit (m3/h)	Rabattement (en m)
0	610		0
165	704		0.94
301	713		1.03
417	717		1.07
603	723		1.13
853	726		1.16
1074	731		1.21
1325	731		1.21
1368	731		1.21
1498	729	48	1.19
1538	730		1.2
1616	729.5		1.195
1659	729.5		1.195
1739	729		1.19
1781	730		1.2
1852	730		1.2
1868	730		1.2
1945	732		1.22
1972	733		1.23
2004	734		1.24
2023	733.5		1.235
2088	733.5		1.235
2118	734.5		1.245
2693	741		1.31
2852	744		1.34
2904	745		1.35
3027	748		1.38
3121	749		1.39
3307	755		1.45
3334	756		1.46
3357	755		1.45
3408	756.5		1.465
3433	757		1.47
3561	760		1.5
3736	762		1.52
4127	767.5		1.575
4161	768		1.58
4264	770		1.6
4472	774		1.64
4577	777		1.67
4764	777		1.67
5049	784		1.74
5489	787		1.77
5617	788		1.78

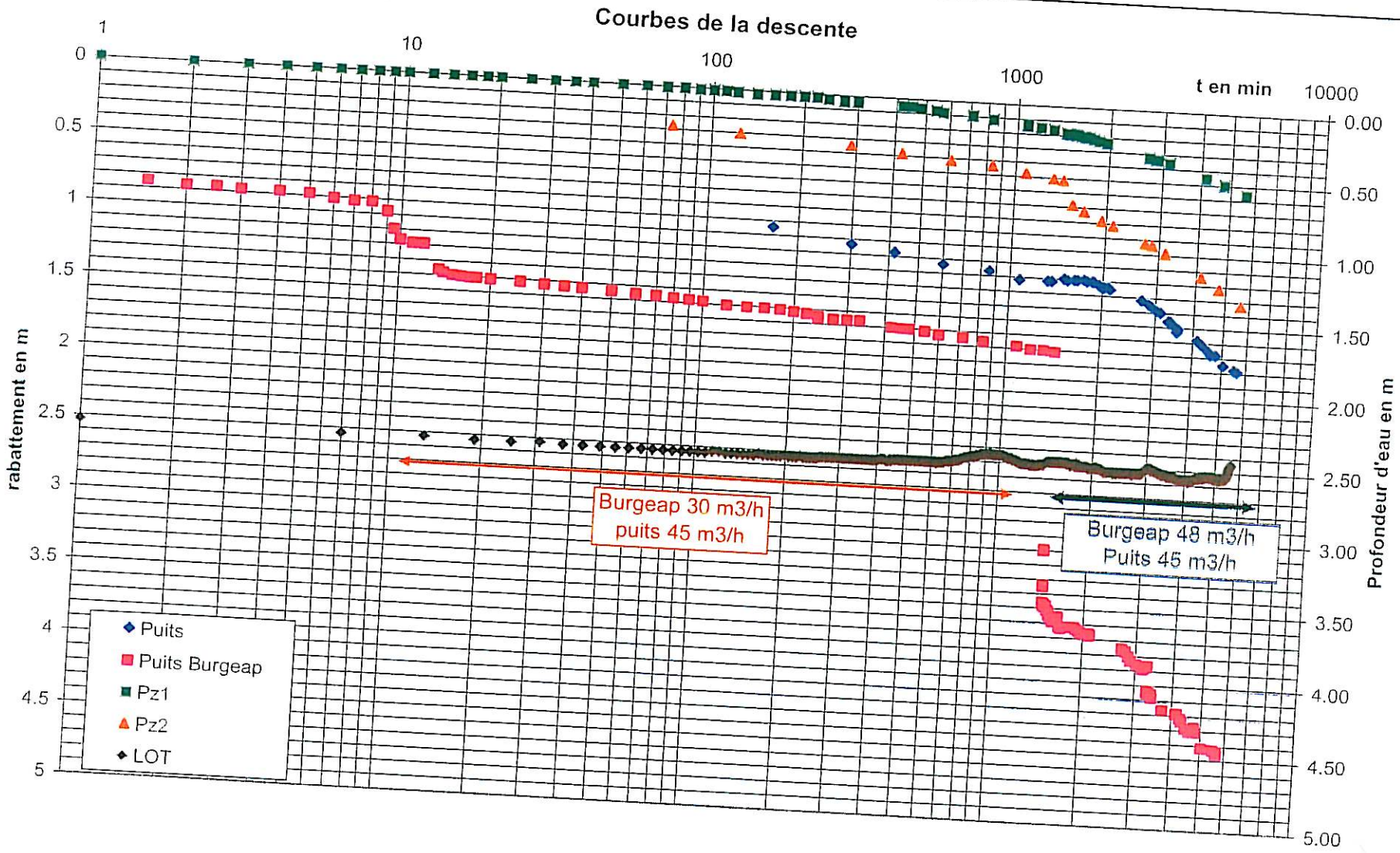
Remontée dans le forage Burgéap

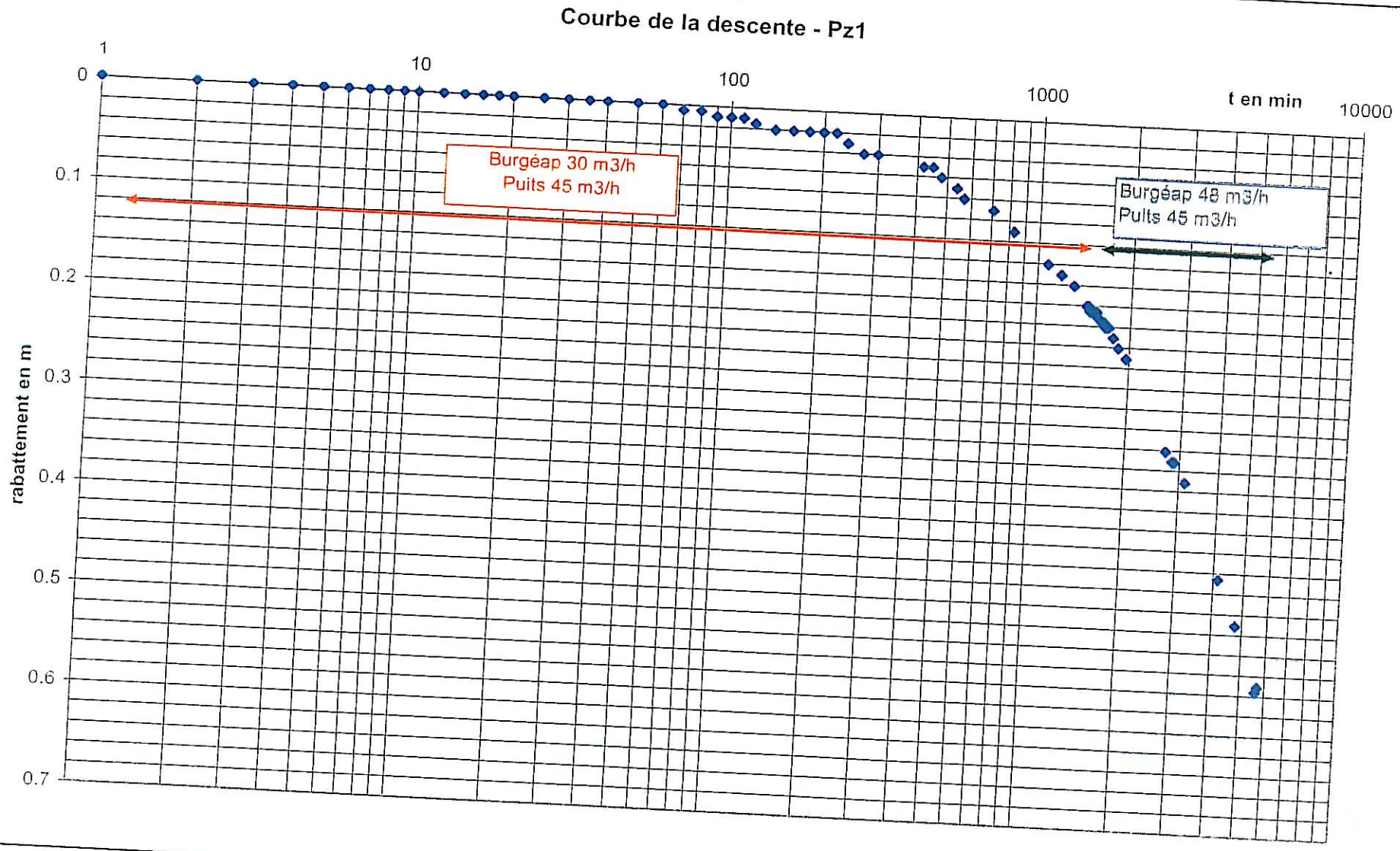
t'	t	s'	t+t'/t'	N/rep
1	5653	1.010	5654.0	6.58
2	5654	0.975	2827.5	6.545
3	5655	0.965	1885.3	6.535
4	5656	0.950	1414.3	6.52
5	5657	0.945	1131.6	6.515
6	5658	0.940	943.2	6.51
7	5659	0.935	808.6	6.505
8	5660	0.930	707.6	6.5
9	5661	0.925	629.1	6.495
10	5662	0.920	566.3	6.49
12	5664	0.915	472.1	6.485
14	5666	0.910	404.8	6.48
16	5668	0.905	354.3	6.475
18	5670	0.900	315.1	6.47
20	5672	0.895	283.7	6.465
25	5677	0.880	227.1	6.45
30	5682	0.880	189.4	6.45
35	5687	0.870	162.5	6.44
40	5692	0.860	142.3	6.43
50	5702	0.850	114.1	6.42
60	5712	0.835	95.2	6.405
70	5722	0.825	81.8	6.395
80	5732	0.815	71.7	6.385
90	5742	0.805	63.8	6.375
100	5752	0.795	57.5	6.365
120	5772	0.780	48.1	6.35
140	5792	0.760	41.4	6.33
160	5812	0.750	36.3	6.32
180	5832	0.735	32.4	6.305
200	5852	0.720	29.3	6.29
220	5872	0.705	26.7	6.275
237	5889	0.695	24.9	6.265

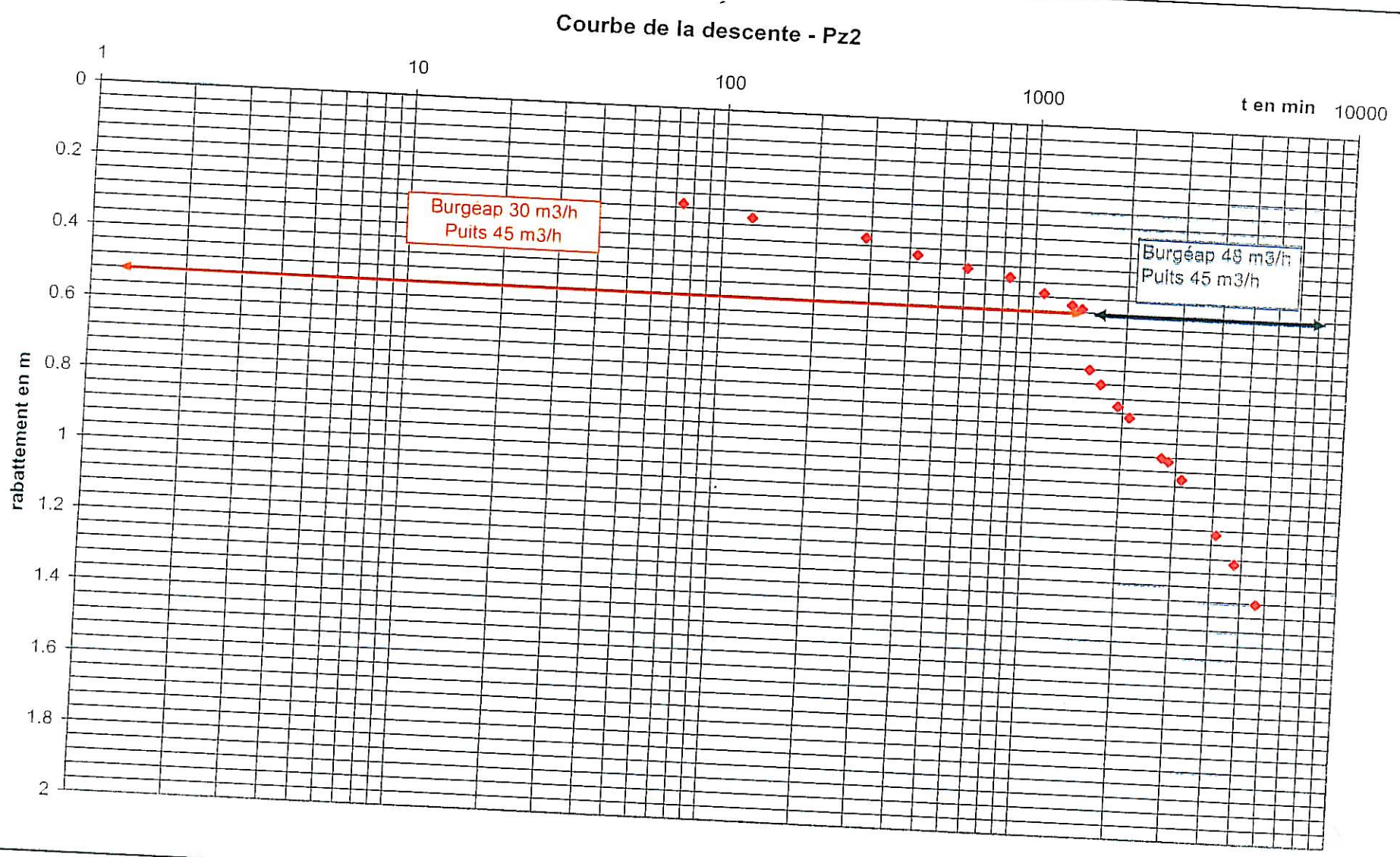
Remontée dans le puits

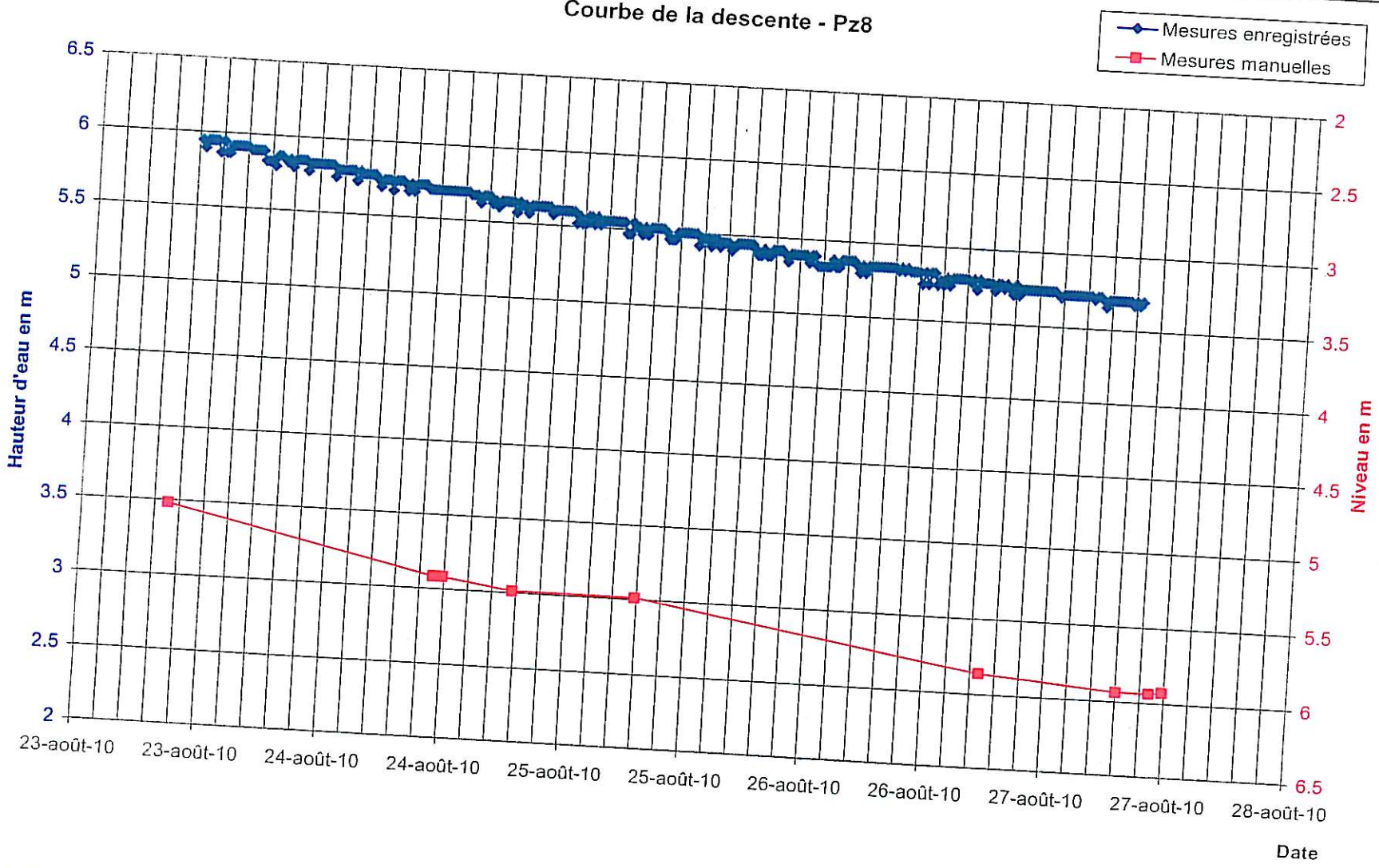
t'	t	s'	t+t'/t'	N/rep
22	5716	0.91	258.0	7.01
42	5736	0.83	135.6	6.93
54	5748	0.78	105.7	6.88
74	5768	0.73	77.4	6.83
112	5806	0.65	51.5	6.75
133	5827	0.62	43.5	6.72
164	5858	0.57	35.5	6.67
182	5876	0.55	32.1	6.65
240	5934	0.49	24.6	6.59

ANNEXE 3 – COURBES DE LA DESCENTE

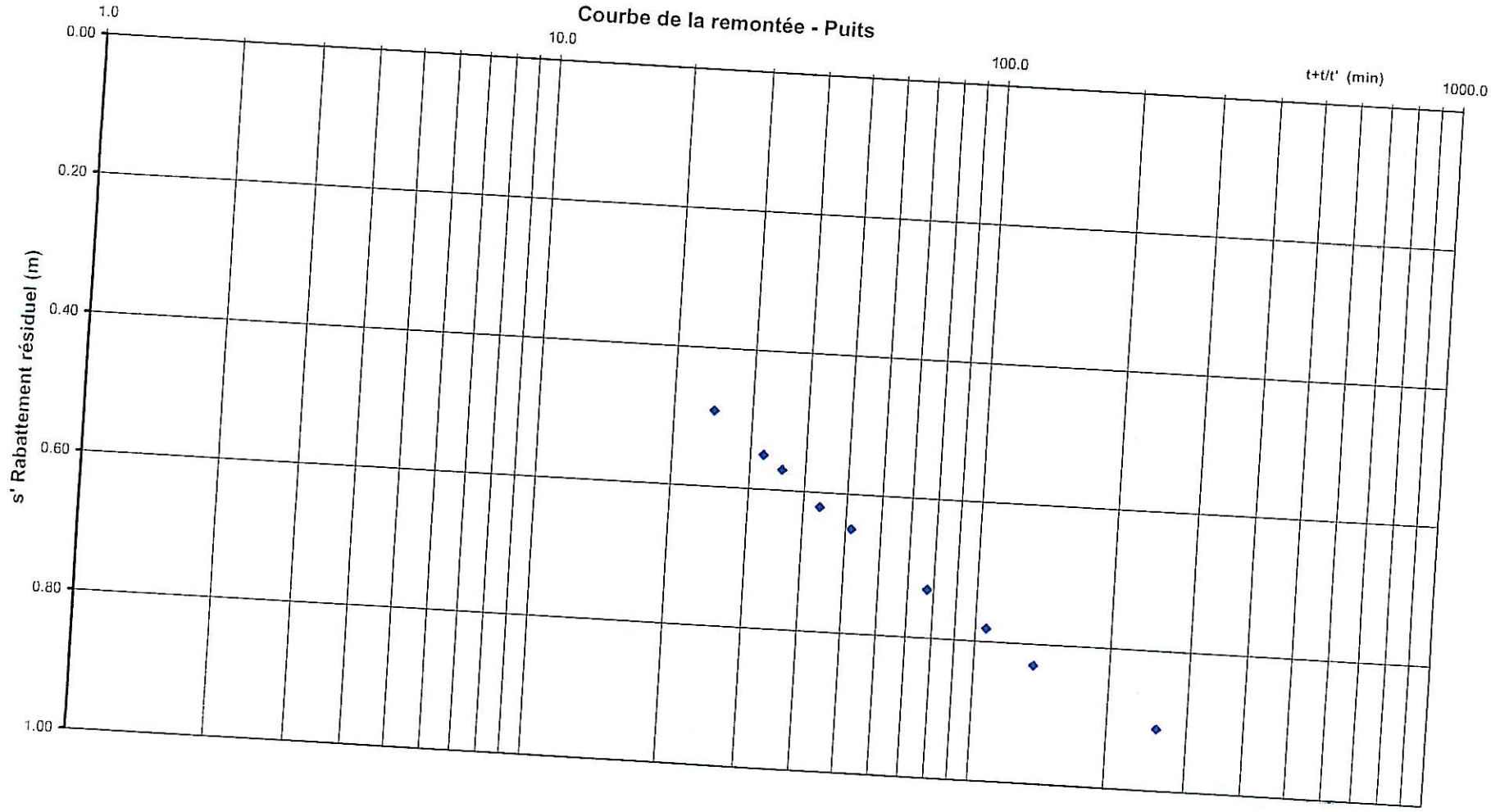

Courbes de la descente
1
10
100
1000
t en min
10000
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
rabattement en m
0.00
0.50
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
Profondeur d'eau en m
Puits
Puits Burgeap
Pz1
Pz2
LOT
Burgeap 30 m3/h
puits 45 m3/h
Burgeap 48 m3/h
Puits 45 m3/h

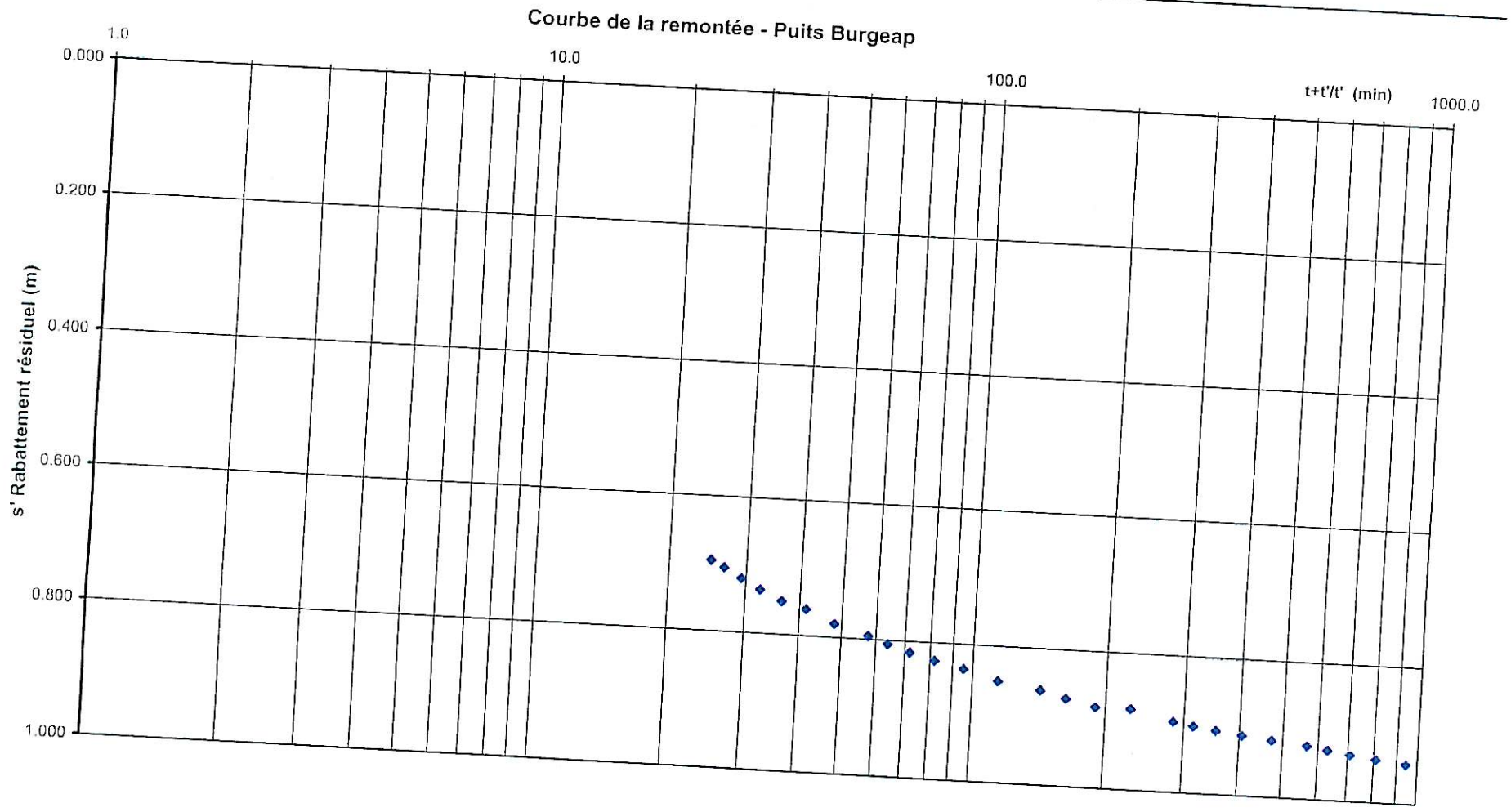

Courbe de la descente - Pz1
1
10
100
1000
t en min
10000
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
rabattement en m
Burgéap 30 m3/h
Puits 45 m3/h
Burgéap 48 m3/h
Puits 45 m3/h

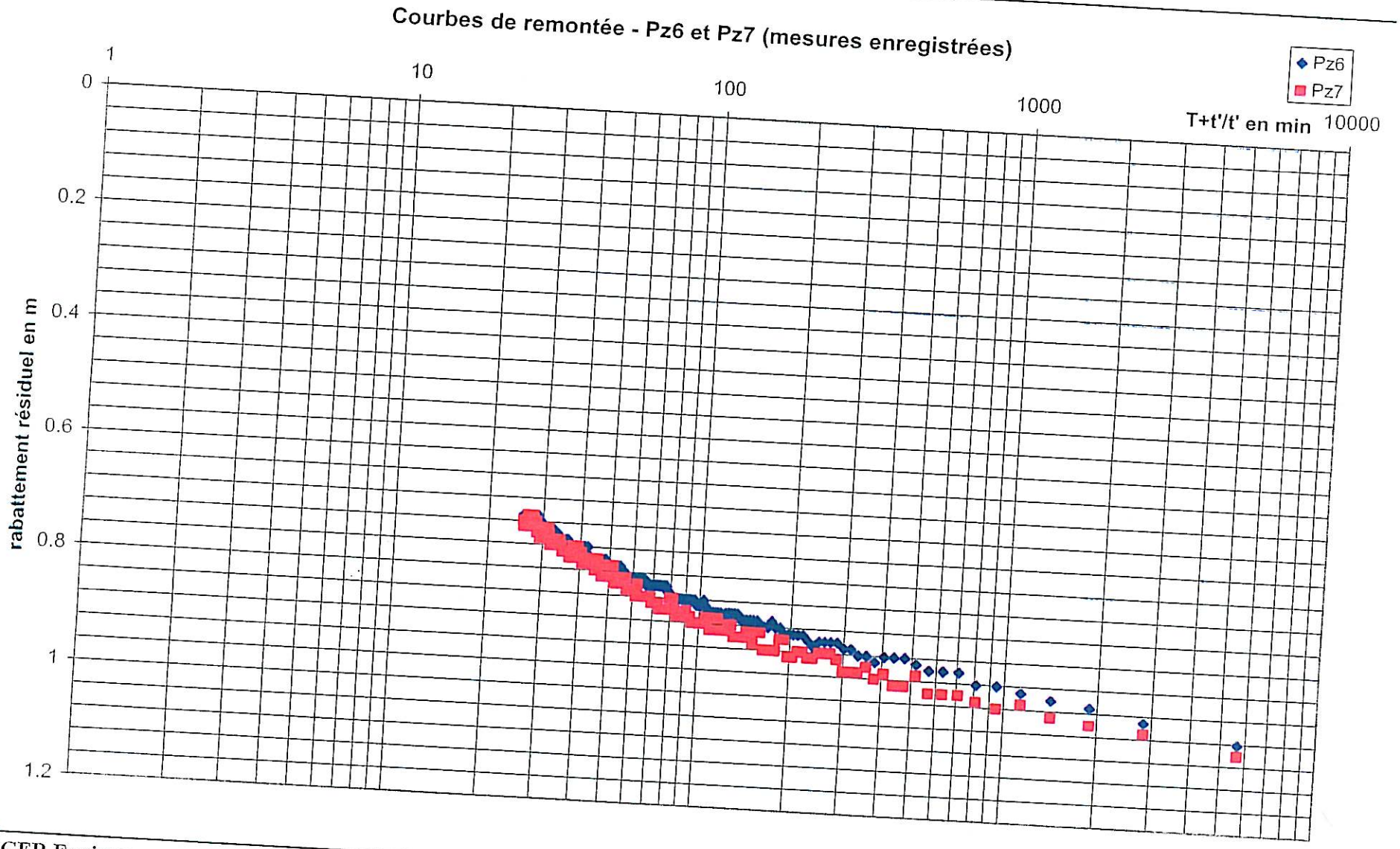

Courbe de la descente - Pz2
1
10
100
1000
t en min
10000
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
rabattement en m
Burgeap 30 m3/h
Puits 45 m3/h
Burgéap 48 m3/h
Puits 45 m3/h


Courbe de la descente - Pz8
Mesures enregistrées
Mesures manuelles
Hauteur d'eau en m
Niveau en m
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
23-août-10
23-août-10
24-août-10
24-août-10
25-août-10
25-août-10
26-août-10
26-août-10
27-août-10
27-août-10
28-août-10
Date

ANNEXE 4 – COURBES DE LA REMONTEE


Courbe de la remontée - Puits
s' Rabattement résiduel (m)
t+t/t' (min)
1.0
10.0
100.0
1000.0
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
1.00


Courbe de la remontée - Puits Burgeap
1.0
10.0
100.0
1000.0
t+t'/t' (min)
0.000
0.200
0.400
0.600
0.800
1.000
s' Rabattement résiduel (m)


Courbes de remontée - Pz6 et Pz7 (mesures enregistrées)
Pz6
Pz7
rabattement résiduel en m
T+t'/t' en min
1
10
100
1000
10000
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2

ANNEXE 5– COUPE GEOLOGIQUE ET TECNHIQUE DU FORAGE BURGEAP

BURGEAP™

SIAEP de Folssac

COUPE DU FORAGE D'ESSAI

Localisation : Station de pompage Saint Julien d'Empare (12)

Propriétaire : SIAEP de Folssac

Echelle :

Coordonnées Lambert III :
X =
Y =

Z sol = Z réf =

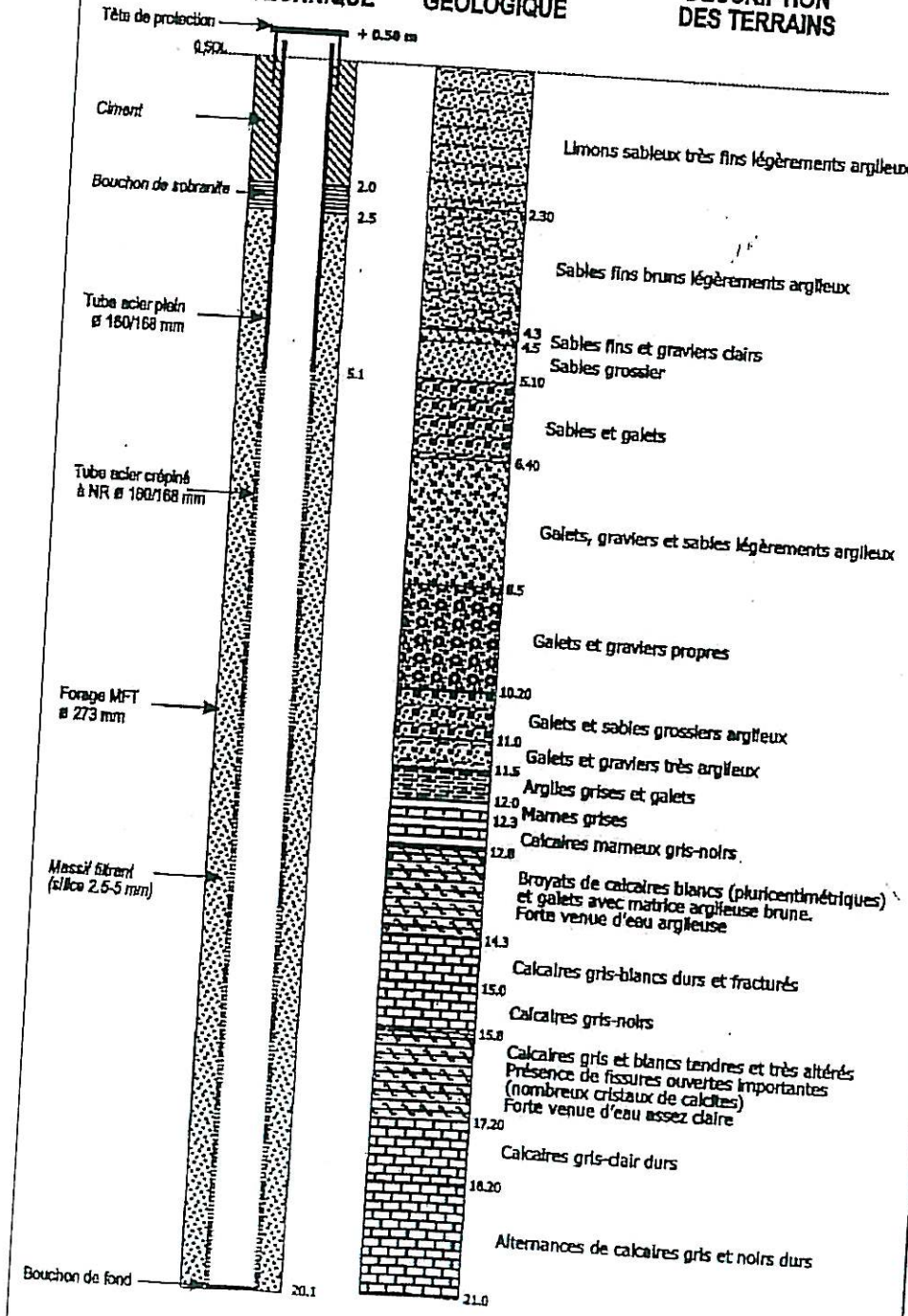
Réalisation :
MASSE FORAGE
Marteau fond de trou
ODEX 273 mm (290 mm)

Profondeur finale : 20.10 m

Usage :
Reconnaissance de terrains et essai de pompage

Niveau statique :
5.34 m/réf. le 08/07/04

Echantillonnage sol :



Divers :

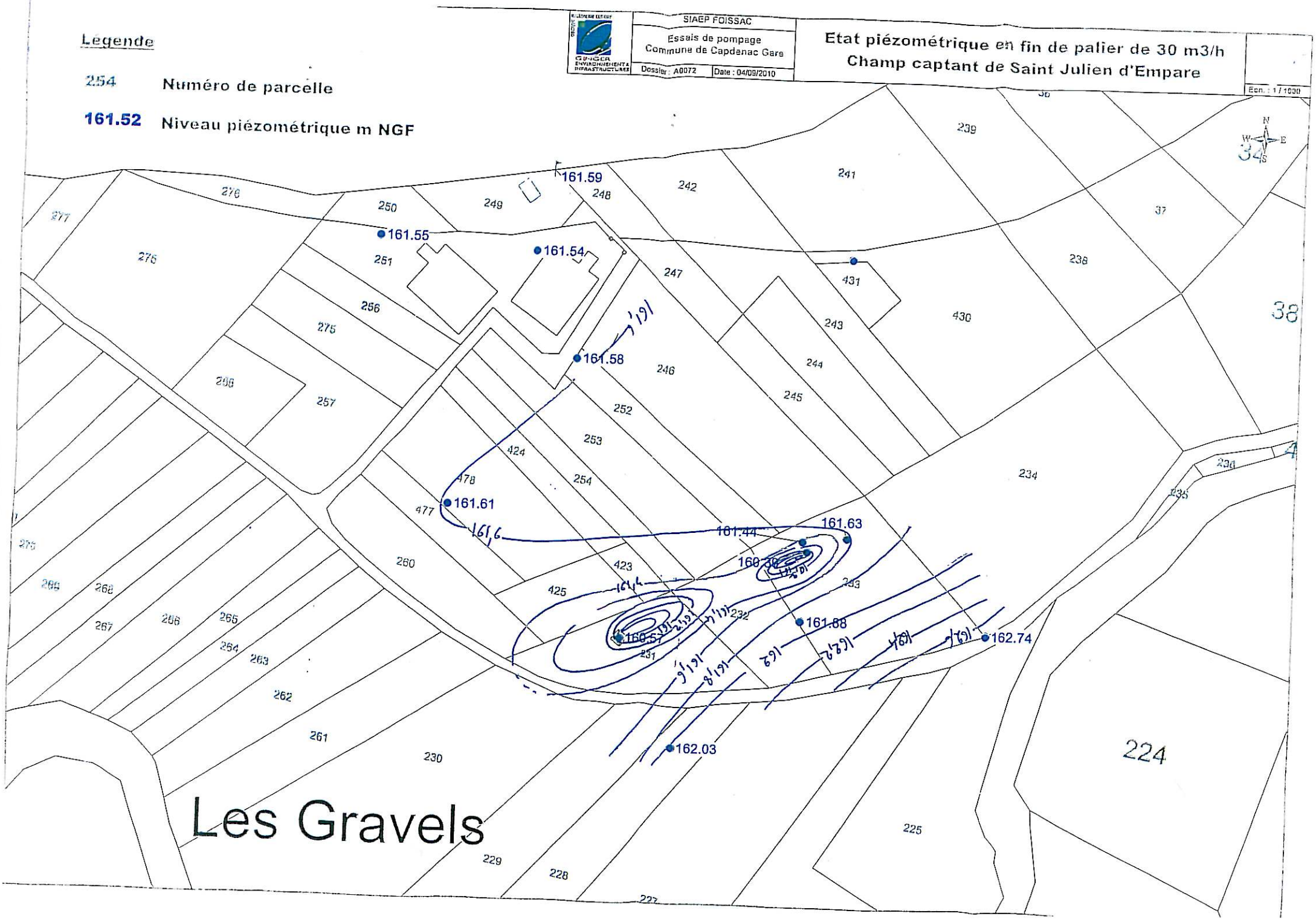
Forage le 6 et 7/07/04

Equipement le 7et 8/07/04

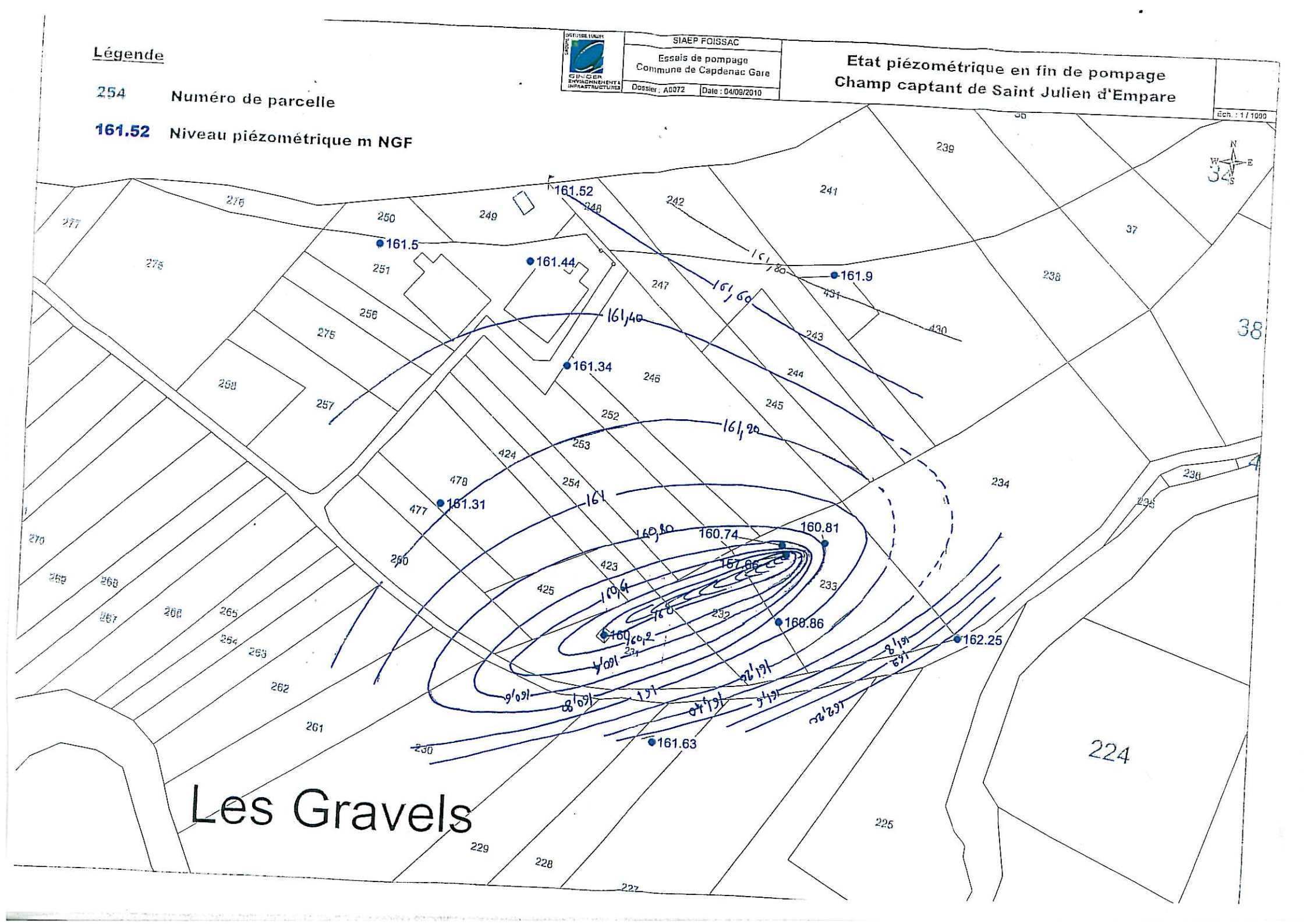
Air Lift (3 h) le 8/07/04

Mise en place pompe à 17.20m le 08/07/04

ANNEXE 6– ESQUISSE PIEZOMETRIE APRES 24 HEURES


Legende
254 Numéro de parcelle
161.52 Niveau piézométrique m NGF
SIAEP FOISSAC
Essais de pompage
Commune de Capdenac Gare
Dossier : A0072
Date : 04/09/2010
Etat piézométrique en fin de palier de 30 m3/h
Champ captant de Saint Julien d'Empare
Echelle : 1/1000
N
S
E
W
161.59
161.55
161.54
161.58
161.61
161.63
161.44
161.68
162.74
162.03
160.57
Les Gravels

ANNEXE 7– ESQUISSE PIEZOMETRIE EN FIN DE POMPAGE


Légende
254 Numéro de parcelle
161.52 Niveau piézométrique m NGF
SIAEP FOISSAC
Essais de pompage
Commune de Capdenac Gare
Dossier : A0072
Date : 04/09/2010
Etat piézométrique en fin de pompage
Champ captant de Saint Julien d'Empare
Ech. : 1 / 1000
161.52
161.5
161.44
161.9
161.34
161.31
160.74
160.81
157.66
160.86
162.25
161.63
161,80
161,60
161,40
161,20
161
160,80
160,6
160,2
Les Gravels
224
38

ANNEXE 8– Courbes de descente des essais supplémentaires

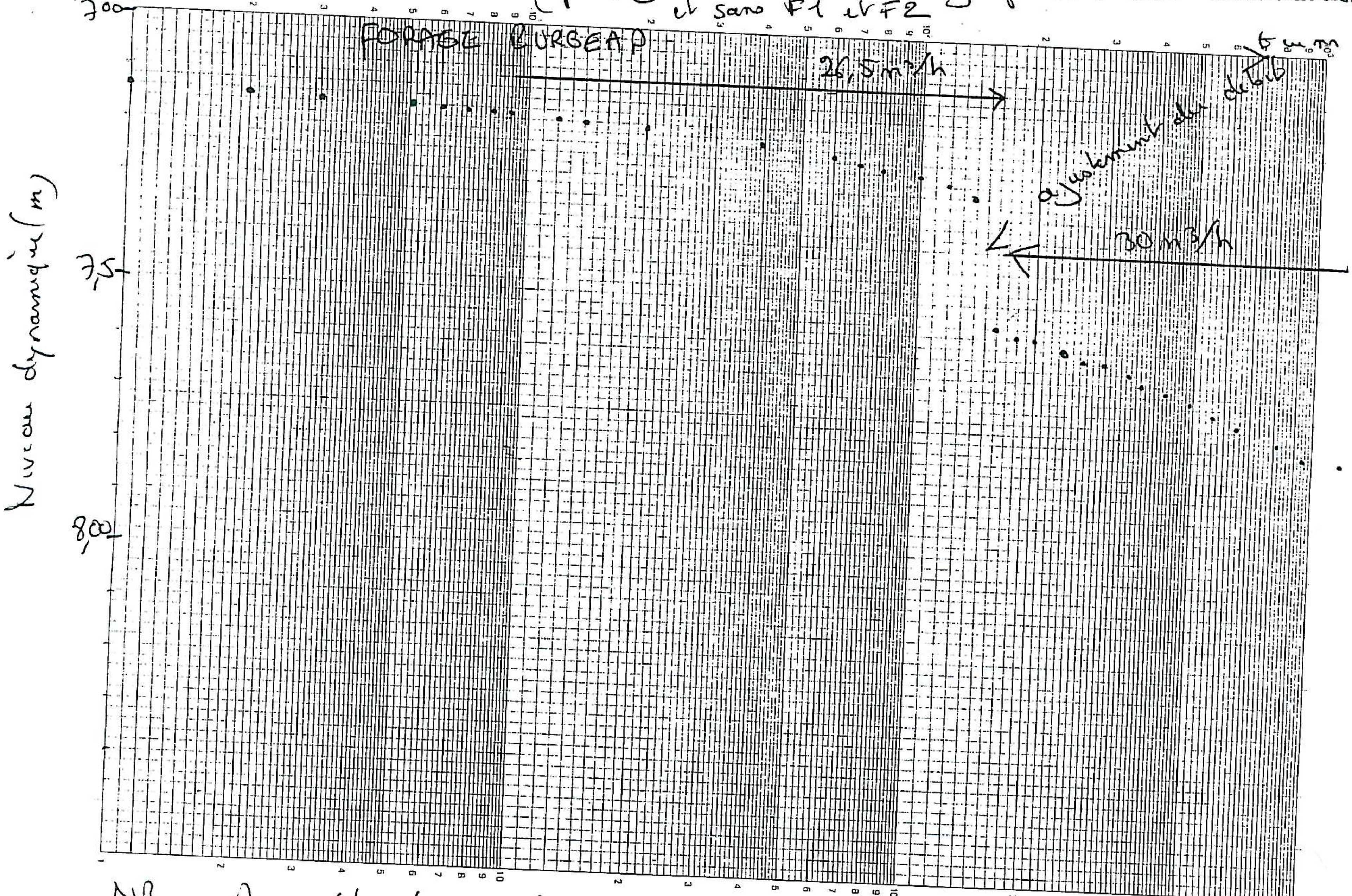
QUADRILLÉ SEMI-LOGARITHMIQUE A 3 MODULES

– Les Papiers Canson · France –

NS = 6,01

22/09 2010

(pompage sur puits + Burgeap mais sans alimentation DIEGE et sans F1 et F2)

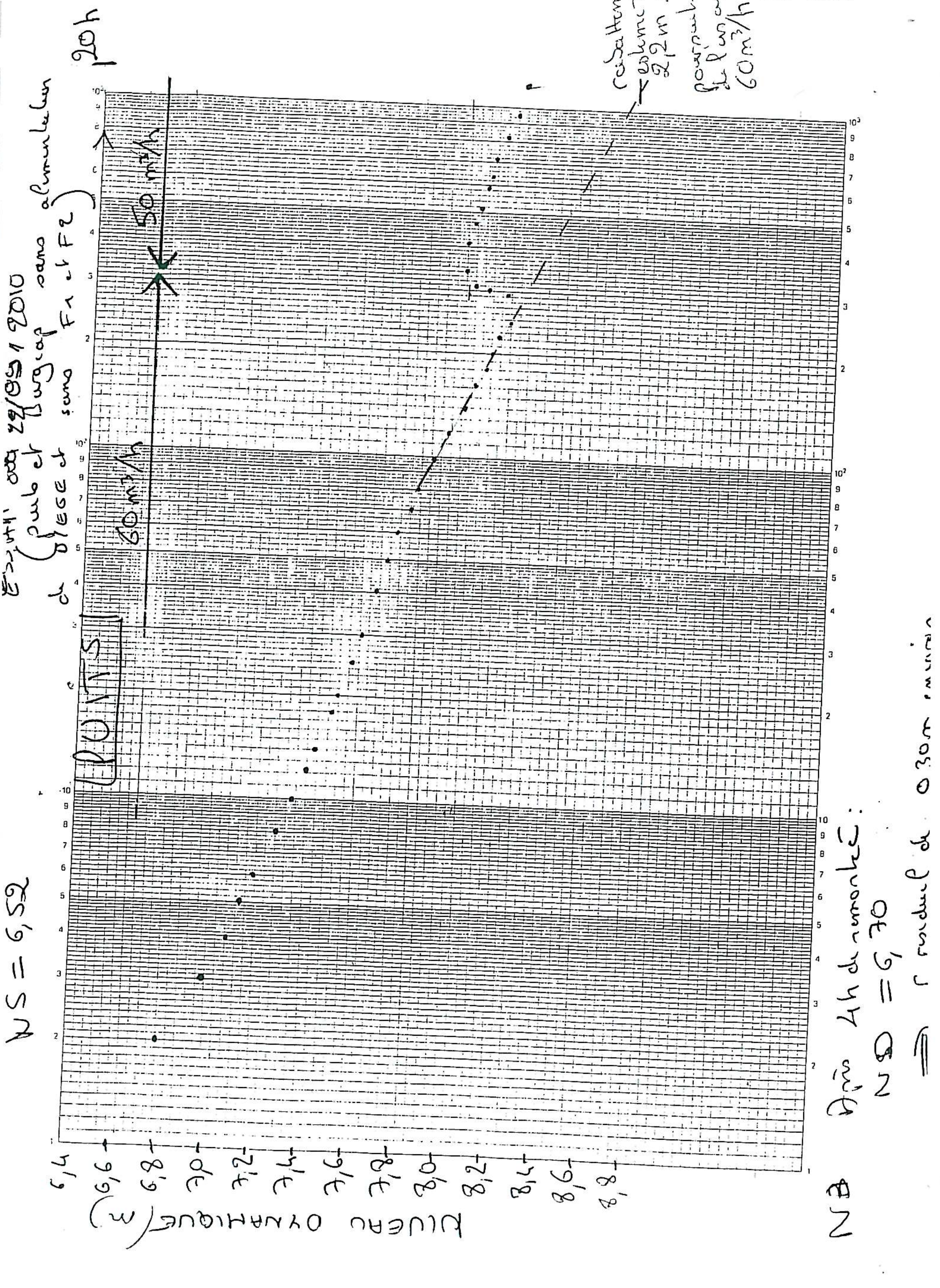


NB Après 4h de remontée ND = 6,23

→ rabattement résiduel de 0,23 m

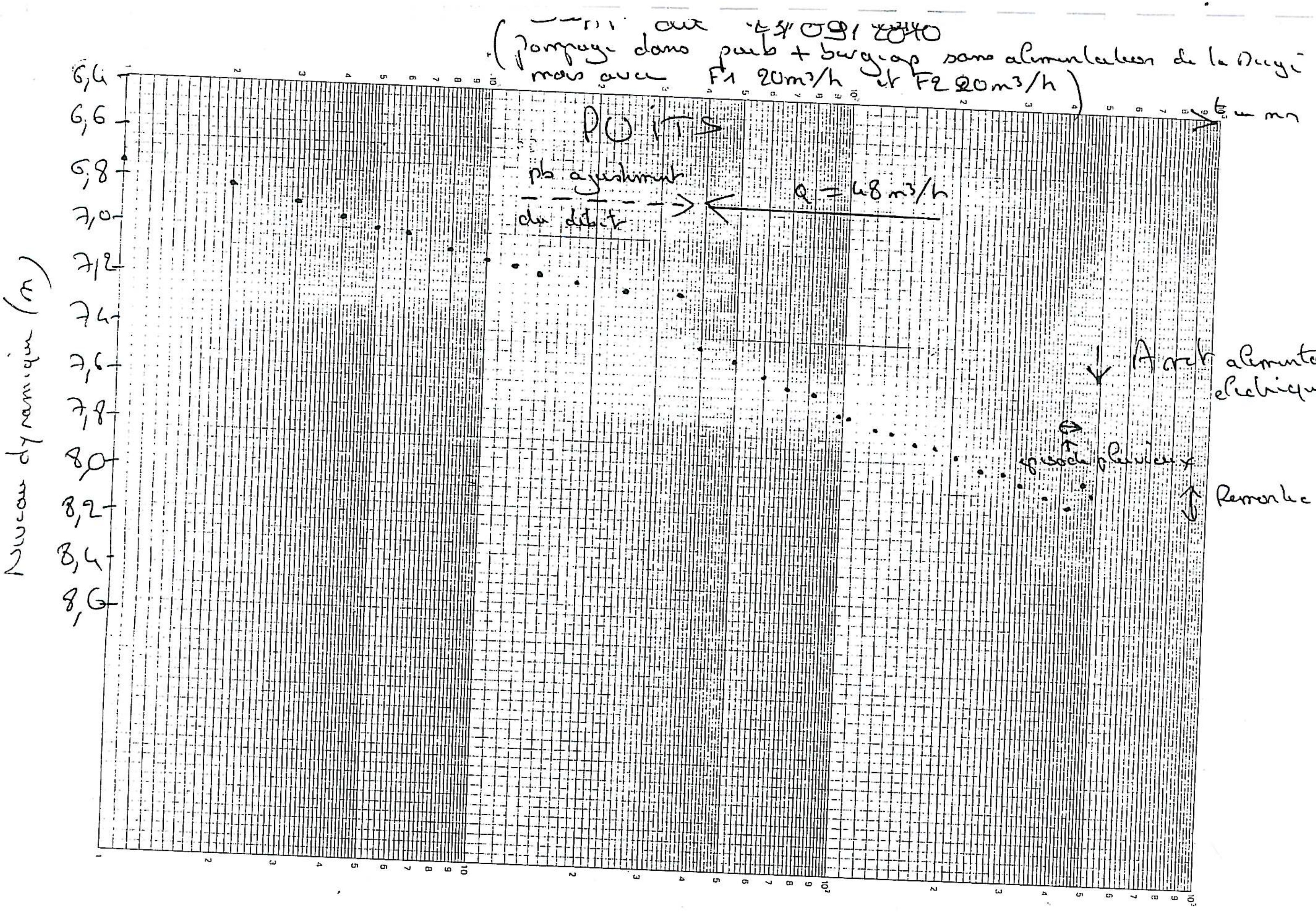
QUADRILLÉ SEMI-LOGARITHMIQUE A 3 MODULES

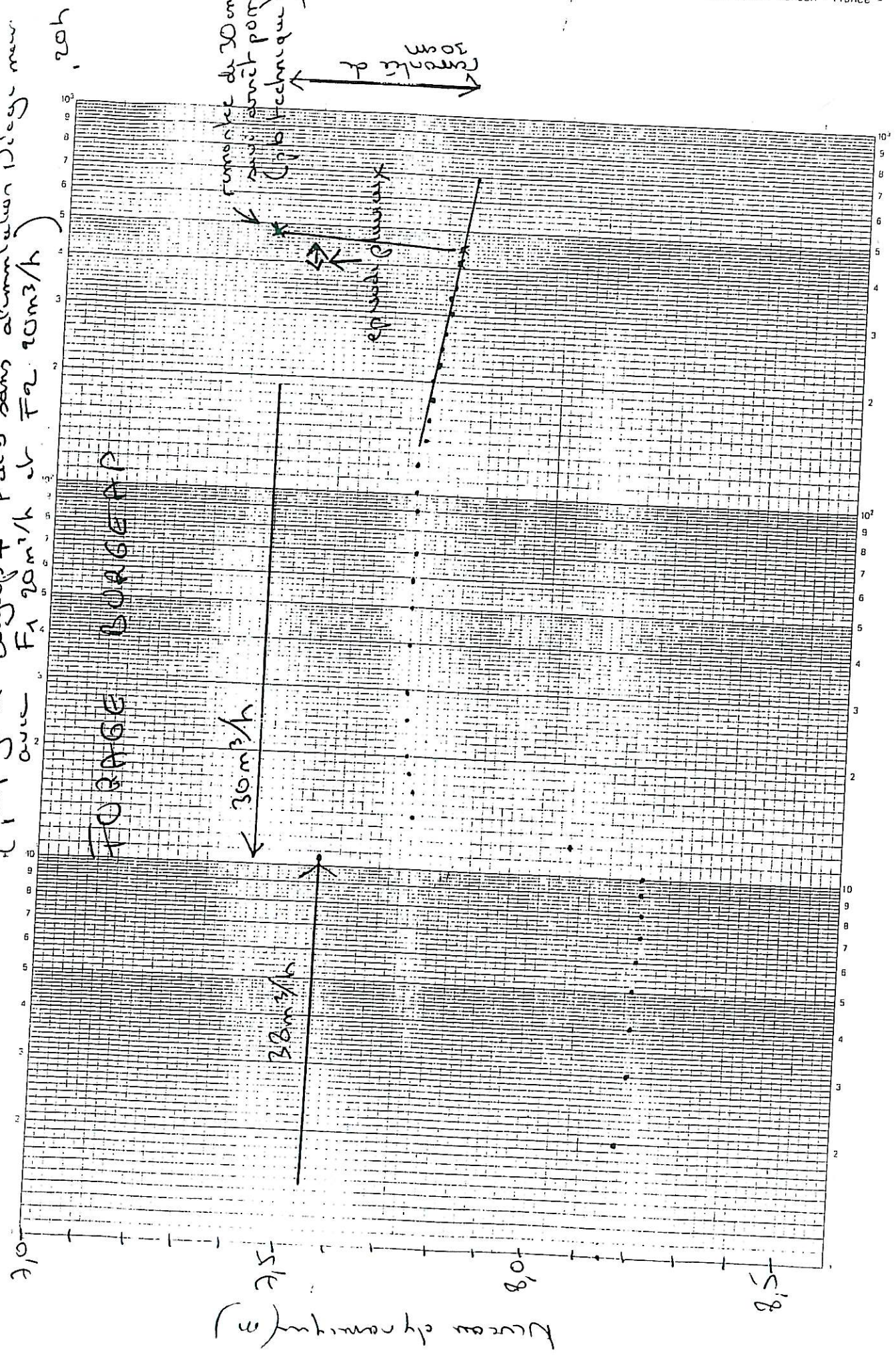
- Les Papiers Canson - France -



QUADRILLÉ SEMI-LOGARITHMIQUE A 3 MODULES

- Les Papiers Canson - France -



QUADRILLÉ SEMI-LOGARITHMIQUE A 3 MODULES

- Les Papiers Canson - France -