

ESSAIS DE POMPAGE DANS LES PUIITS P1 ET P3 DE SINTHIOU GARBA

– MAI 2014

B.Plus – CERADS – 5 Juin 2014

1 / Introduction

Ces essais ont été menés par le CERADS en mai 2014, avec l'appui technique d'ADOS. Ils ont clôturé les travaux de réfection des puits entrepris par le CERADS en Octobre 2013 (**puits P3, dit ADOS**) et Avril 2014 (**puits P1, dit UNICEF**)¹.

Ces travaux avaient consisté :

1a/ pour le puits P3 :

- en une réfection du cuvelage, qui a été chemisé par une colonne de buses de diamètre 1.60 x 1.40 m entre - 10.00 et - 32.00 m, crépinées à la base ²,
- en un approfondissement entre - 32 et - 33.40 m, qui a été capté par une colonne de buses filtrantes, de diamètre 1.20 x 1.00 m ; *la dureté du terrain n'a malheureusement pas permis de prolonger l'approfondissement en dessous de -33.40*
- en un essai de pompage, malheureusement mené avec une pompe trop puissante, ce qui avait conduit à un assèchement très rapide du puits (40 min).

L'interprétation de la remontée du niveau, comparée aux remontées précédemment enregistrées avant approfondissement du puits, avait permis d'évaluer la productivité du puits à 10 à 20 m³/j.

1b/ pour le puits P1 :

- en une réfection du cuvelage, qui a été chemisé par une colonne de buses pleines de diamètre 1.60 x 1.40 m entre - 13.35 et - 29.35 m, prolongées à la base par trois buses filtrantes jusqu'à la profondeur totale de -32.35 m,
- en un curage des débris de buses, puis de la vase, qui encombraient le puits entre - 27.35 et -32.50 m (soit une hauteur curée de 5.15m environ),
- *au vu du débit d'exhaure pendant ces essais de curage, estimé être du même ordre que celui du P3, la décision a été prise de ne pas tenter d'approfondir le puits avant d'avoir procédé à l'essai de pompage.*

2 / Conduite des essais

Le matériel de pompage a été fourni par l'Entreprise Delta Energie Solaire (M. Birane DIA, Orkadiere), qui a également procédé à sa mise en œuvre. Le tuyau de refoulement de la

¹ Le puits P2, dit ISSA SALL, se situe environ 250m au nord de P1/P3 ; il fournit comparativement un peu plus d'eau, mais est réservé pour l'alimentation des troupeaux

² Toutes les cotes fournies ici sont mesurées par rapport aux points de référence situés sur les margelles des puits

pompe immergée était muni, comme spécifié, d'une vanne permettant un réglage fin du débit. Les mesures de débit ont été effectuées par mesure du temps de remplissage d'un fût de 200l, avec une précision correcte.

Le seul problème survenu est le fait que sur le puits P1 la pompe n'a pas été descendue exactement à la profondeur prévue (elle s'est probablement posée sur un joint de buse). La crépine, dont le haut se trouvait alors vers -30.85 – et non vers 31.50 comme prévu, a aspiré de l'air à partir de la 335^{ème} minute, conduisant à un arrêt anticipé du pompage après 340 min (5h 40min).

Des mesures de niveau ont été menées parallèlement sur les deux puits, qui sont distants d'environ 80m, permettant d'apprécier les interférences en pompage et lors des remontées. Ces interférences sont, comme on le verra, notables et un peu plus fortes que prévu. D'autre part, les remontées du niveau sont lentes, ici encore un peu plus que prévu.

Il résulte de ces deux éléments que l'enchaînement des deux essais sur deux jours consécutifs, incontournable pour des raisons de planning et de budget, s'est traduit par une influence retardée qui a légèrement perturbé le deuxième essai, celui du P3.

Il reste que, pour la première fois, l'on dispose d'essais bien menés, de durée suffisante pour pouvoir apprécier la productivité réelle des puits et définir les caractéristiques des équipements à mettre en place.

3 / Interprétation

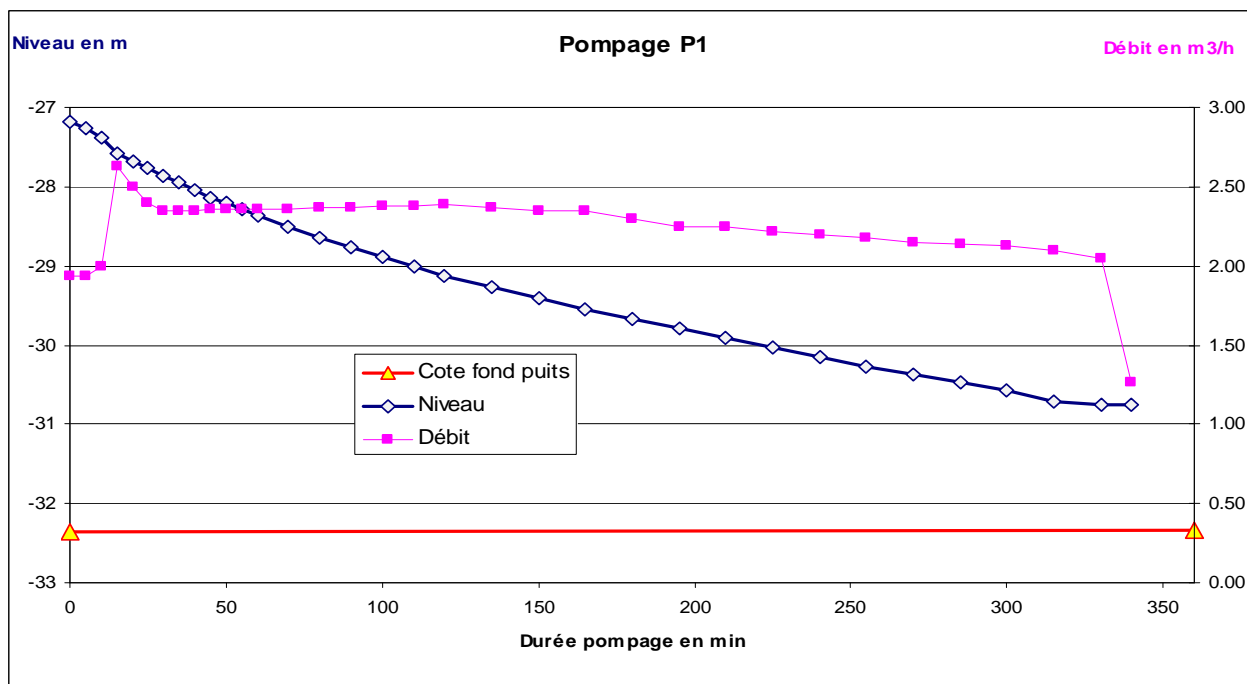
Les résultats détaillés des essais sont fournis en annexe, et une récapitulation est présentée sur le tableau 1.

3.1 / Puits P1

Après quelques minutes de calage du débit, l'essai a commencé à un débit de l'ordre de 2.35 m³/h, maintenu jusque vers la 150^{ème} minute, à partir de laquelle il a commencé à décroître progressivement jusqu'à 2.05 m³/h à la 330^{ème} minute. L'aspiration d'air mentionnée ci-dessus a alors provoqué une chute rapide du débit et la pompe a été arrêtée à la 340^{ème} minute. Le volume total extrait a été de 13.15 m³, soit un débit moyen de 2.32 m³/h

La figure 1 montre l'évolution du débit et du niveau. Le niveau final obtenu est à -30.75/RP, correspondant à un rabattement total de 3.85 m. La stabilisation du niveau dans les dernières 20 min n'est due qu'à la réduction du débit. Il reste à l'arrêt du pompage une hauteur d'eau résiduelle de 1.6 m.

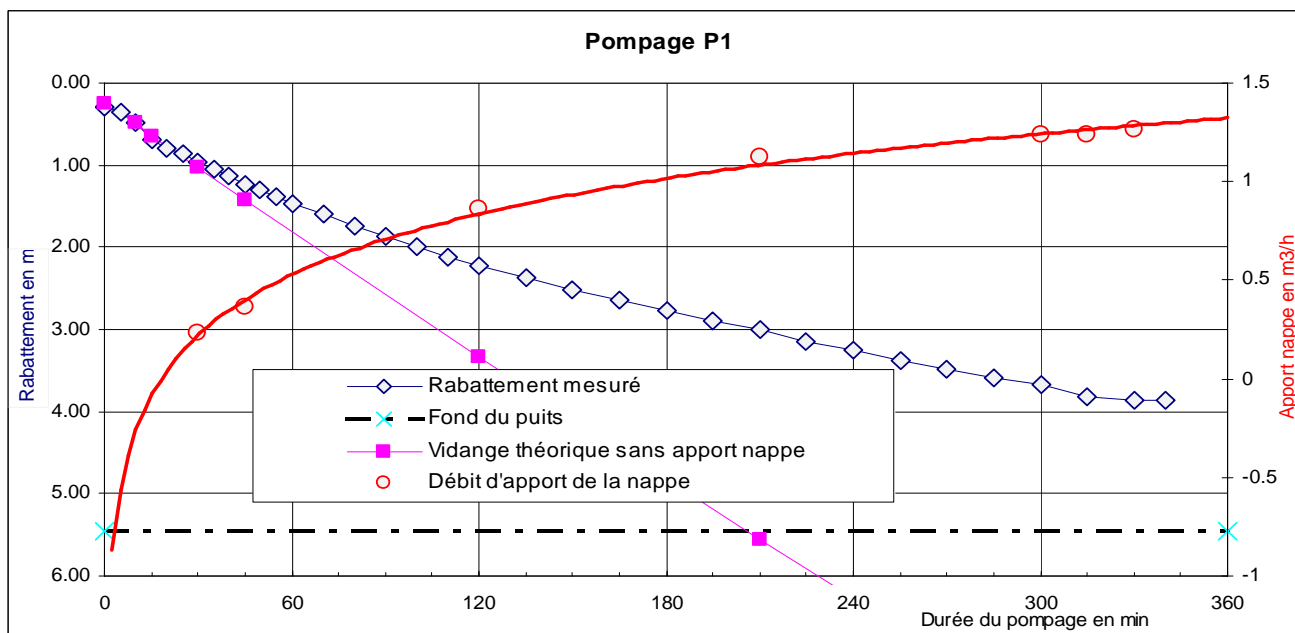
Figure 1 – Résultats bruts du pompage dans P1



Par ailleurs, le rabattement mesuré dans le puits P3 est de 5cm, mais il continue à croître après le pompage (effet retard) et atteint 9cm le lendemain matin au moment du démarrage de l'essai sur le P3.

Une première interprétation consiste à séparer l'effet de vidange du puits (sa « capacité ») de l'apport propre de la nappe, qui, seul, rentre en jeu pour des pompages d'une durée suffisante, une fois la capacité du puits vidangée. Pour cela, on calcule simplement le rabattement théorique qui serait obtenu au débit considéré pour une simple vidange du puits, et l'on en déduit le rabattement réel mesuré.

Figure 2 – Détermination de l'apport propre de la nappe

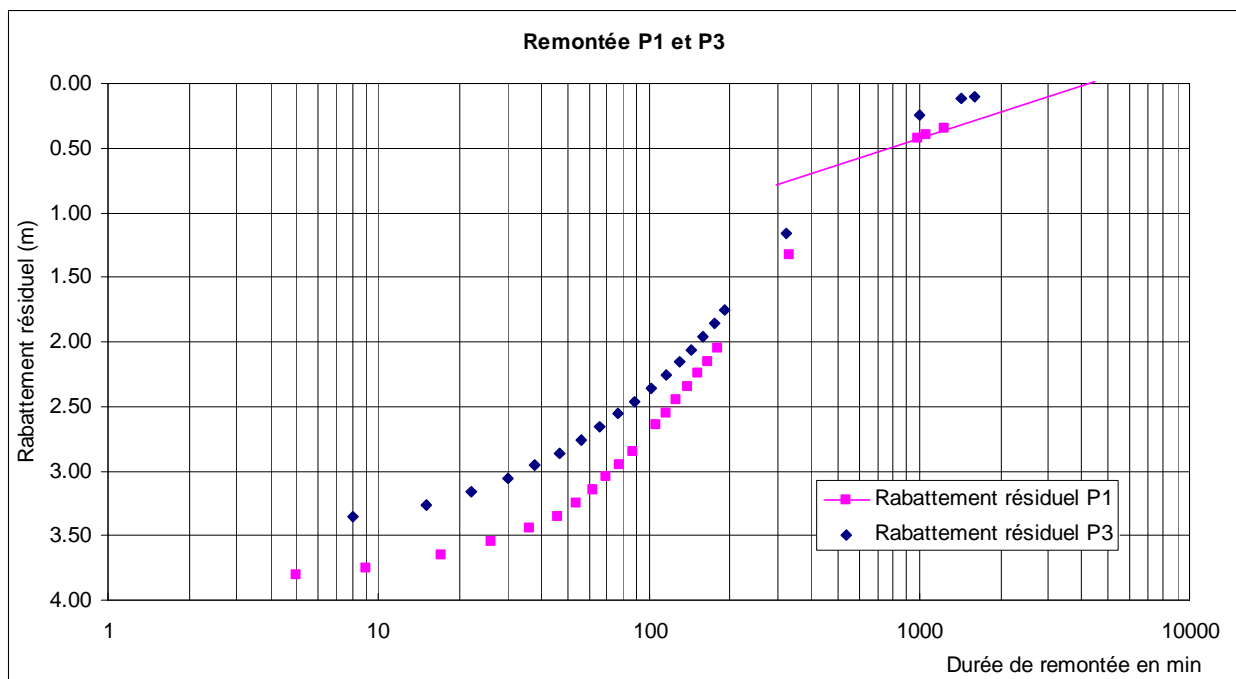


On voit que cet apport tend vers un plafonnement en fin d'essai à 1.25 m³/h. On pourrait en déduire que , pour atteindre un volume pompé de 15 m³, il aurait fallu pomper (15-13.15)/1.25, soit 1.5 h supplémentaire.

La remontée du niveau est figurée ci-dessous, comparée à celle du P3. Le principal enseignement est que cette remontée est lente, et que 1060 min (17h 40min) après l'arrêt du pompage, au moment du démarrage du pompage dans P1, le rabattement résiduel atteint encore 0.40m.

L'extrapolation des derniers points (en échelle logarithmique) montre que la récupération complète du niveau prendrait au moins 72h.

Figure 3 – Remontées comparées du niveau



3.2 / Puits P3

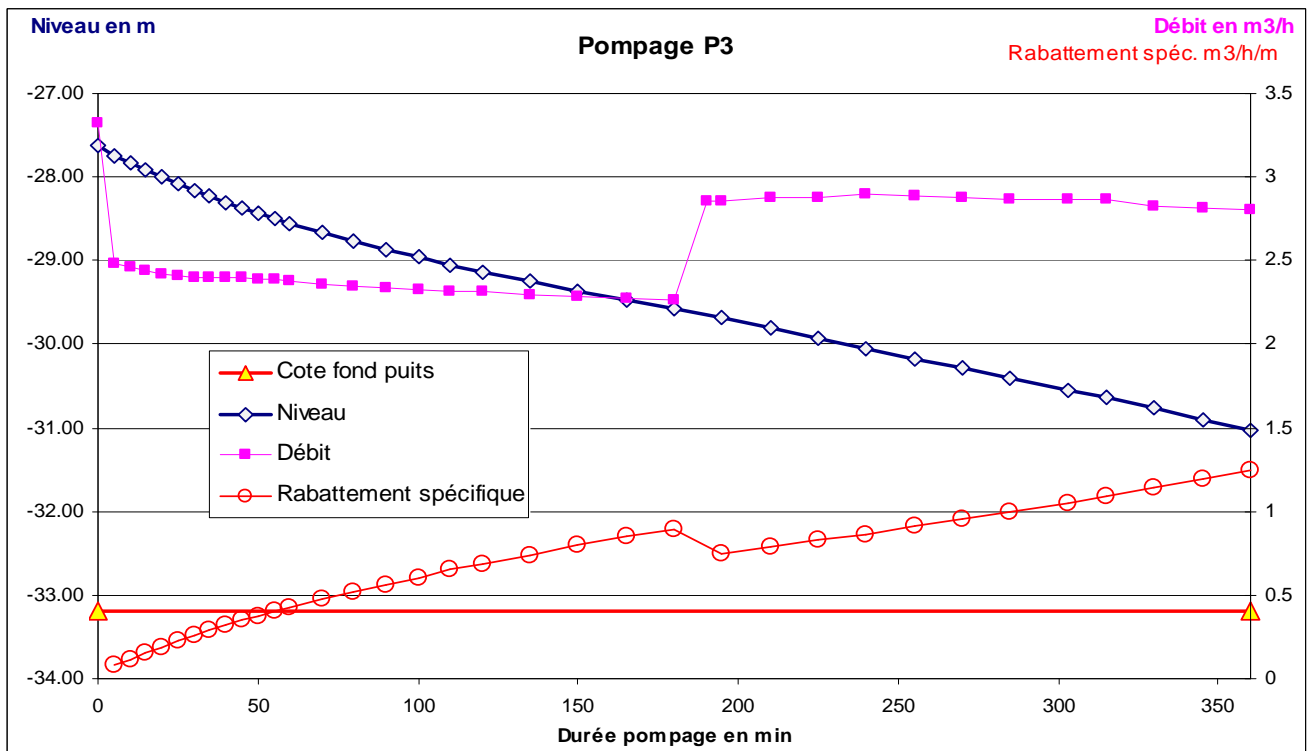
Après un rapide réglage, le débit est calé à 2.5 m³/h, et décroît progressivement jusqu'à 2.25 m³/h en fin de 3^{ème} heure. Une légère ouverture de la vanne le porte alors à 2.85 m³/h, valeur plus ou moins constante jusqu'en fin de 6^{ème} heure.

La figure 4 montre l'évolution du débit et du niveau. Le niveau final obtenu est à -31.03/RP, correspondant à un rabattement total de 3.40 m. Il reste à l'arrêt du pompage une hauteur d'eau résiduelle de 2.26 m.

L'augmentation du débit à la 180^{ème} minute ne se traduit pas, curieusement, par une augmentation sensible du rabattement. Le rabattement spécifique (S/Q, courbe rouge), qui devrait rester constant, montre au contraire une diminution (mais la pente de la courbe augmente légèrement).

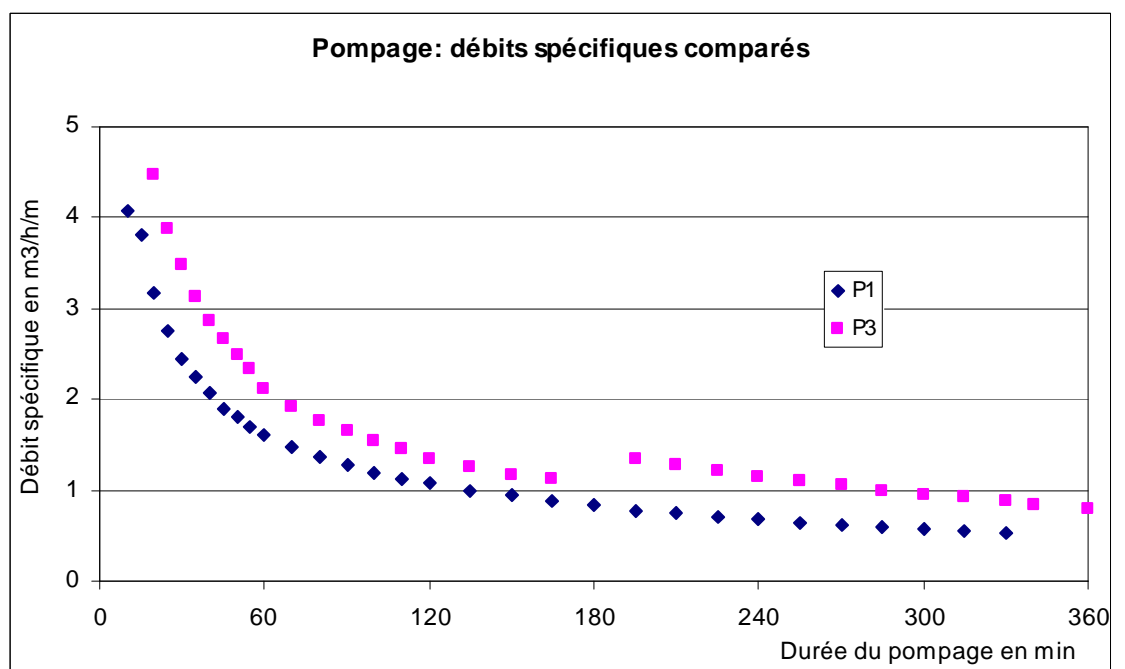
Quoi qu'il en soit, le volume total extrait a été de 15.3 m³, soit un débit moyen de 2.55 m³/h.

Figure 4 – Résultats bruts du pompage dans P3



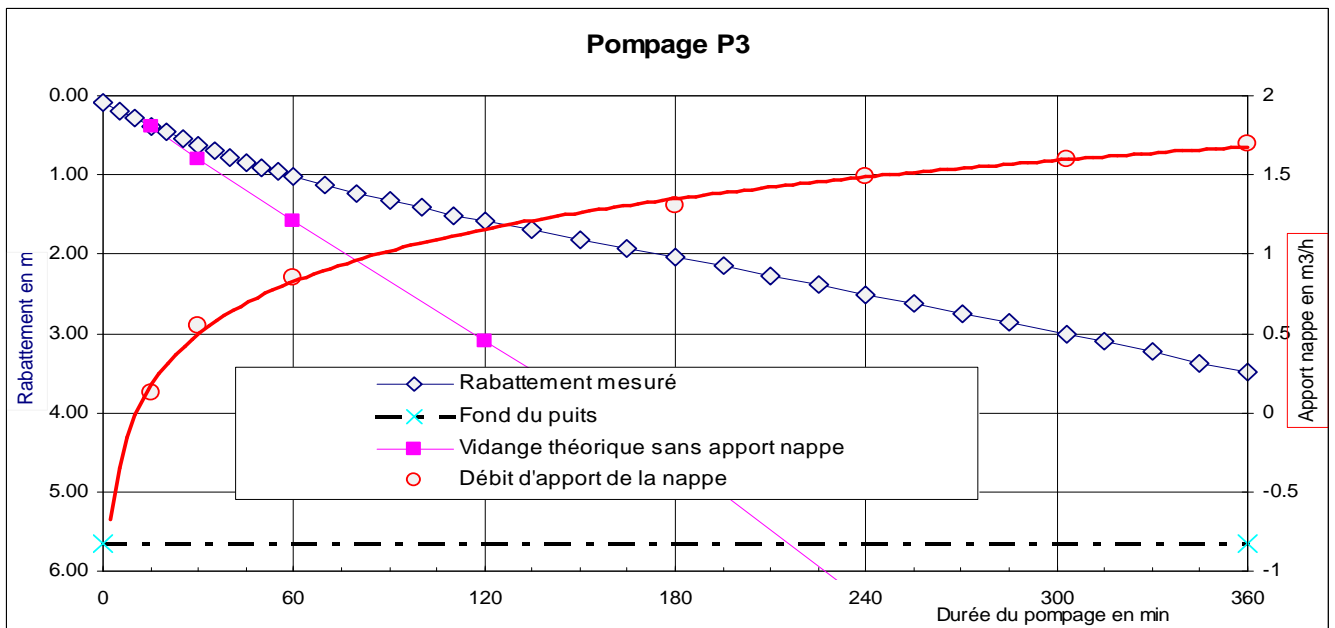
Ces résultats montrent que le puits P3 a une meilleure productivité que le P1, ce qui peut être encore souligné par la comparaison des débits spécifiques (Q/S) : en fin d'essai, le P1 produit 0.53 m³/h par m de rabattement, le P3, 0.80 m³/h/m de rabattement.

Figure 5



Le débit de remplissage, calculé comme pour le P1, tend vers 1.7 m³/h en fin d'essai.

Figure 6 - Détermination de l'apport propre de la nappe



Quant à la remontée du niveau, visible sur la figure 3, elle est un peu plus rapide que sur le P1. Le rabattement résiduel après 18h de remontée est de 0.23 m. Il n'est plus que de 0.10m après 27h. Mais la remontée totale prendra au moins 48h.

4 / Conclusion : volumes et débits d'exploitation

Le rabattement obtenu en fin de pompage dans chacun des puits doit être en fait augmenté, en cas de pompages successifs enchaînés :

- du rabattement résiduel dû aux effets retardés des pompages (remontées incomplètes)
- du rabattement additionnel engendré par les pompages dans le puits voisin

Le tableau 1 calcule alors pour les deux puits les rabattements corrigés, prenant en compte ces deux éléments, sur une séquence de 6 jours consécutifs de pompage (6h/jour).

Les rabattements résiduels sont ceux mesurés après 18h de remontée, puis extrapolés à partir de la figure 3 pour les jours suivants. Pour les interférences entre puits, on prendra pour les deux puits les valeurs mesurées sur P1 lors du pompage dans P3 : 5cm pour le 1^{er} pompage, puis 10cm le lendemain matin, et des valeurs décroissantes de 7,5,3,2 cm pour les jours suivants.

Tableau 1 - Calcul des rabattements corrigés sur un cycle de 6 jours consécutifs

	Volume journalier m3/j		Jours consécutifs						Hauteur d'eau - 1.00m
			1	2	3	4	5	6	
P1	13.15	Interférence + Rabattement résiduel	0.05	0.5	0.25	0.17	0.11	0.08	4.45
		Rabattement corrigé	3.95	4.45	4.7	4.87	4.98	5.06	
	12	Interférence + Rabattement résiduel	0.05	0.44	0.23	0.15	0.1	0.07	
		Rabattement corrigé	3.4	3.84	4.07	4.22	4.32	4.39	
P3	15	Interférence + Rabattement résiduel	0.05	0.33	0.19	0.13	0.09	0.06	4.65
		Rabattement corrigé	3.45	3.78	3.97	4.1	4.19	4.25	

On constate alors :

a/ que sur P1, le pompage de 13.15 m3/j (avec pompage simultané sur P3) engendrerait un rabattement total de 5.06 m en fin de 6^{ème} jour ; or la hauteur d'eau totale disponible n'est que de 5.45m, et si l'on admet que l'électrode de dénoyage de la pompe doit être située au moins 1m au dessus du fond (pour une crépine calée par exemple à +0.50 m au dessus du fond), le calcul montre que le pompage ne pourrait pas durer plus de 2 jours.

b/ il faut donc réduire le volume d'exhaure ; un deuxième calcul effectué sur la base de 12 m3/j, sur la base d'un abattement du rabattement proportionnel à celui du débit, fournit alors un rabattement corrigé de 4.39m, a priori compatible avec une électrode de dénoyage calée à 4.45m de rabattement (soit – 31.35m / RP).

c/ que sur P3, le pompage à 15 m3/j conduirait à un rabattement total corrigé de 4.25 m en fin de 6^{ème} jour, ce qui dégage cette fois, pour une électrode de dénoyage calée à 4.65m de rabattement (soit - 32.20 m / RP), une marge de garantie de 0.40m pour les effets à plus long terme des pompages.

On en déduira que la **productivité du P3** est confirmée à **15 m3/j**, que celle du **P1** ne saurait dépasser **12 m3/j**, et devra peut-être même être réduite légèrement en dessous de cette valeur.

Tableau 2 / Récapitulation des données des pompages

Désignation	Unités	Puits P1 (UNICEF)	Puits P3 (ADOS)
Niveau statique	m/RP ³	-26.90	-27.54
Profondeur totale	m/RP	-32.35	-33.2
Hauteur d'eau	m	5.45	5.66
Durée du pompage	min	340	360
Volume total extrait	m ³	13.15	15.3
Volume potentiel pour un pompage de 7h	m ³	15	-
Débit moyen	m ³ /h	2.32	2.55
Rabattement final sur puits pompé	m	3.90	3.40
Rabattement final sur puits voisin	m	0.05 (a) 0.09 (b)	(c)
Volume correspondant à la vidange du puits (effet de capacité)	m ³	6.0	5.2
Volume d'apport de la nappe	m ³	7.15	10.1
Durée de la remontée mesurée	min	1060 (d) 3030 (e)	1080 (f) 1610 (g)
Rabattement résiduel	m	0.40 (d) 0.22 (e)	0.23 (f) 0.10 (g)
Durée estimée de la remontée complète	h	>= 72	>= 48

(a) rabattement mesuré à la 340^{ème} minute (fin du pompage)

(b) : rabattement mesuré à la 1400^{ème} minute (reprise du pompage sur P3 le lendemain) :
l'influence du pompage dans P1 continue à croître dans P3

(c) : masqué par l'influence du pompage de la veille sur P1

(d) : soit 17.7 h (avant démarrage du pompage dans P3)

(e) : soit 51h au total jusqu'à la fin des mesures de remontée après le pompage dans P3

(f) : soit 18h

(g) : soit 27h

³ RP = point de repère des mesures, rebord interne de la buse supérieure (margelle)

5 / Anticipation sur les caractéristiques du matériel à prévoir

Sans préjuger sur le type exact de pompe qui sera finalement retenu, mais de façon à vérifier la cohérence des données (ressources disponibles, besoins en eau, superficie irrigable, volume du réservoir, durées d'irrigation,...), une première simulation de fonctionnement du périmètre a été faite.

Les bases de cette simulation sont :

a/ Ressource disponible dans les deux puits 15 + 12 = **27 m³/j**

b/ Complément à partir du forage pour les périodes de pointe : **6 à 23m³/j**

c/ Périmètre supposé équipé en goutte-à-goutte, sur les bases suivantes (note JPC

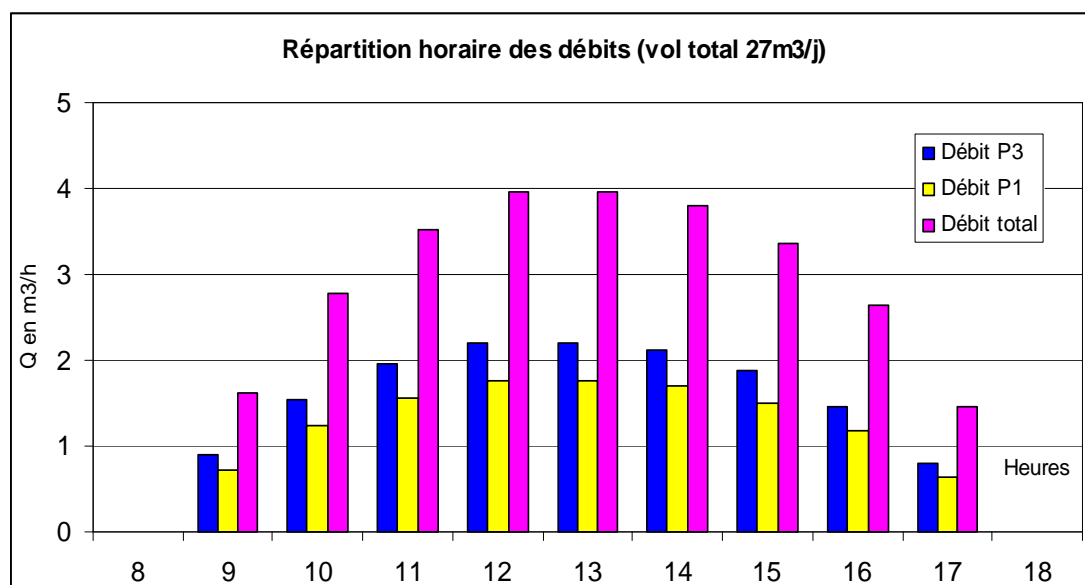
16/08/2010):

- dose moy. 6mm/j, soit pour 4 kits de 250m² irrigués en simultanément $4 \times 250 \times 6.6 = 6.6$ m³/j
- dose de pointe 10 mm/j, soit pour 4 kits en simultanément $4 \times 250 \times 10 = 10$ m³/j
- nombre total de kits **4x4 (16 kits, 0.4 Ha irrigué, 27m³/j en moyenne, 40 m³/J en pointe)**
 - ou 5x4 (20 kits, 0.5 Ha irrigué, 33m³/j en moyenne, 50 m³/j en pointe)
- débit de distribution : 3.3 m³/h, soit 8h en moyenne (12h en pointe) -> trop long
 - ou **5 m³/h, soit 5h30 en moyenne, 8h en pointe**
- Volume réservoir : **5m³** (à 3 mètres)

d/ Pompe solaire LORENTZ PS 1800 HR-23 Débit moyen 20 m³/j (de 16 m³/j en décembre à 22 m³/j en mars) + LC 120-12P 840 Wp, pour laquelle la Société Soleil-Eau-Vie nous a fourni une ventilation de la production horaire en fonction de l'irradiation calculée à Matam.

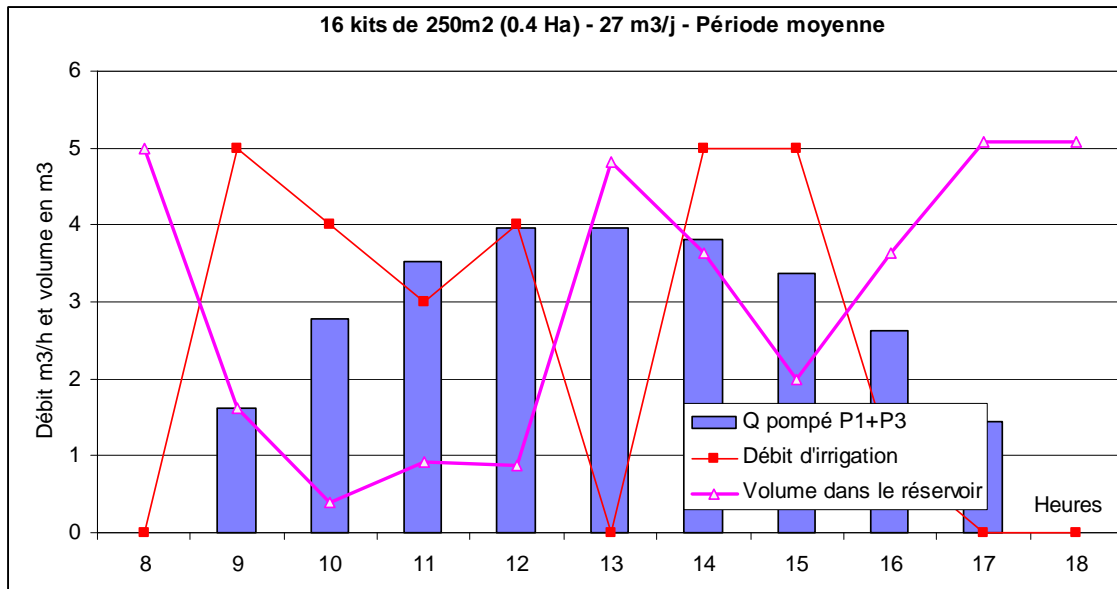
A partir de cette ventilation (calculée sur une base de 18.5 m³/j) nous avons supposé que l'abattement provoqué par la fermeture partielle de la vanne serait proportionnel et avons ainsi calculé les ventilations horaires pour une pompe calée à 15 m³/j (P3) et une seconde calée à 12 m³/j (P1). Il nous semble en effet a priori préférable d'avoir deux pompes identiques (donc interchangeables) et de jouer sur le vannage.

**Figure 7 -
Exemple de
Répartition
horaire des
débits pour
deux pompes
de
15 et 12 m³/j**



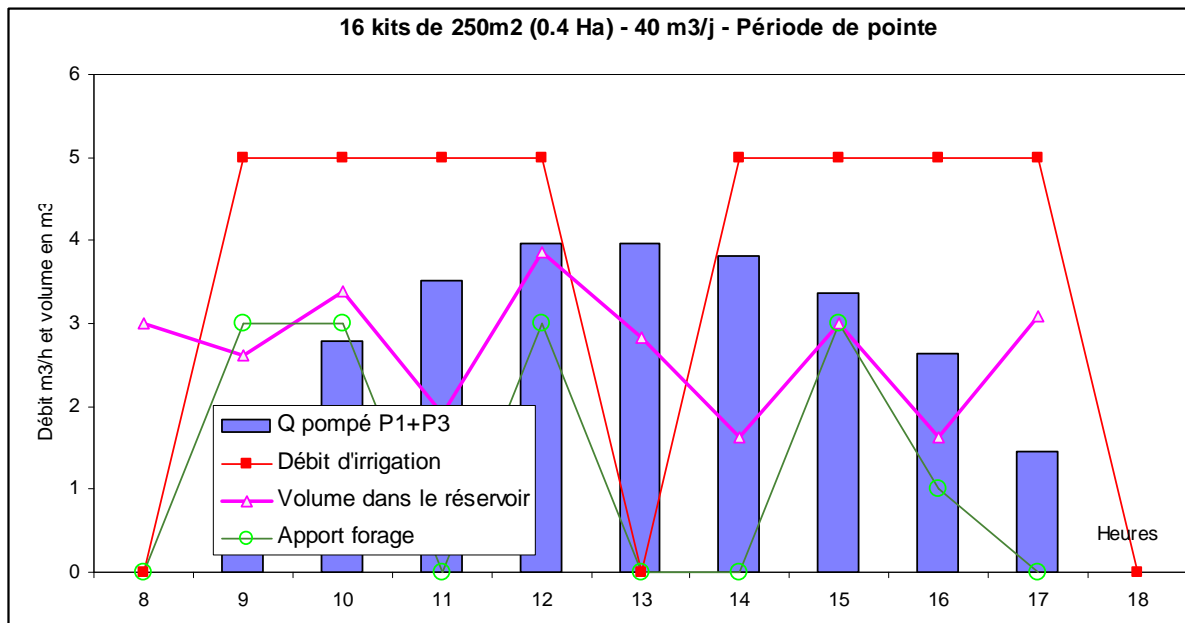
Un petit programme de calcul permet alors d'optimiser, pour un volume de réservoir de 5m³ et un débit de distribution de 5m³/h maximum, les durées d'irrigation, en ménageant une pause de 1h de 13 à 14h, en période moyenne (durée totale d'irrigation 5.4 heures).

Figure 8a – Simulation d'exploitation sur 0.4 Ha en période moyenne



Pour la pointe annuelle, un complément de 13 m³/j doit être fourni par le forage.

Figure 8b – Simulation d'exploitation sur 0.4 Ha en période de pointe



Il reste à vérifier qu'un tel complément serait possible sur les plans suivants :

- Production du forage, déjà surexploité
- Economie du périmètre (achat d'eau)

- Concentration en fer : la concentration mesurée à la borne en mai 2014 semble ne pas excéder 1mg/l, ce qui devrait limiter, avec la dilution, la concentration maximale à 0.5 mg/l, valeur encore élevée, mais pour de courtes durées.
- Pression suffisante de 0.5 bar pour alimenter le réservoir.

Sinon, et pour toute extension de la surface au-delà de 0.4 Ha, il faudra augmenter la ressource. Rappelons que les solutions potentielles sont :

- l'approfondissement du P1, prévu mais non réalisé, succès non garanti,
- l'équipement et le raccordement par conduite (ou le transfert d'eau par charrette en pointe) du puits P2, sur lequel une tranche de 5 à 10 m³/j pourrait rester disponible,
- la réalisation d'un petit forage de 50m de profondeur, succès non garanti en termes de débit et qualité tant que les nappes comprises entre 30 et 60m n'auront pas été reconnues,
- la réalisation d'un nouveau puits avec des moyens permettant de creuser d'au moins 6-7m sous le niveau statique, qui devrait cependant être éloigné d'au moins 100m des autres pour limiter les interférences.

6 / Qualité de l'eau

La conductivité de l'eau a été suivie pendant les deux essais, et est restée constante.

La moyenne des mesures s'établit à 1080 microS/cm pour P1 et 1145 microS/cm pour P3. Ces valeurs équivalent à des résidus secs de l'ordre de 820 mg/l pour P1 et 875 mg/l pour P3.

Nous ne disposons d'aucune analyse chimique pour préciser la concentration de ces eaux. On notera que cette minéralisation, environ double de celles des aquifères du réservoir multicouches du Maestrichtien connus entre 90 et 300m de profondeur, est symptomatique :

- d'une recharge probablement faible, voire nulle, de cette nappe superficielle dans le secteur de Sinthiou Garba
- et d'une probable concentration en ions SO₄²⁻ et Ca²⁺ due à la présence de gypse

Ce niveau de minéralisation reste cependant tout-à-fait compatible avec une utilisation pour l'irrigation.

La concentration en fer, mesurée à plusieurs reprises, varie entre 0 et 0.05 mg/l sur le P1, entre 0 et 0.12 mg/l sur le P3, en contraste avec l'eau du forage (3mg/l en moyenne en sortie du forage).

ANNEXE – Tableaux de résultats

Essai pompage puits P1 (UNICEF) - Sinthiou Garba | 21/05/2014

A / Pompage

Date	Heure	Durée de pompage	P1		P3		P1							Commentaires
			Niveau	Rabattement	Niveau	Rabattement	Rabattement spéc.	Débit	Volume cumulé extrait	Vidange théorique du puits sans apport nappe	Apport nappe	Cond. ADOS + cond. CERADS	Fer	
		min	m/RP	m	m/RP	m	m/m3/h	m3/h	m3	m	m3/h	microS/cm	mg/l	
21-mai	09:32		-26.90		-27.54	0.00		1,33*						* Calage du débit : 200l à 4,44m3/h - arrêt - 200l à 3,55m3/h
	09:50	0	-27.19	0.29			0.149	1.94	0.40	0.26				Début du pompage
	09:55	5	-27.26	0.36			0.186	1.94						
	10:00	10	-27.39	0.49			0.245	2.00	0.75	0.49				RESUME
	10:05	15	-27.59	0.69			0.262	2.63	1.00	0.65				Fond puits = 32.35
	10:10	20	-27.69	0.79			0.316	2.50						
	10:15	25	-27.77	0.87			0.363	2.40						
	10:20	30	-27.86	0.96			0.409	2.35	1.59	1.04	0.23	1090	0.06	
	10:25	35	-27.95	1.05			0.447	2.35				1071		
	10:30	40	-28.04	1.14			0.485	2.35						
	10:35	45	-28.14	1.24			0.525	2.36	2.18	1.42	0.37			
	10:40	50	-28.21	1.31			0.555	2.36						
	10:45	55	-28.29	1.39			0.589	2.36						
	10:50	60	-28.36	1.46		-27.55	0.01	0.619	2.36					
	11:00	70	-28.50	1.60				0.678	2.36					
	11:10	80	-28.64	1.74				0.734	2.37					
	11:20	90	-28.77	1.87				0.789	2.37			1080	0.00	
	11:30	100	-28.89	1.99				0.836	2.38			1081		
	11:40	110	-29.01	2.11				0.887	2.38					
	11:50	120	-29.12	2.22		-27.55	0.01	0.929	2.39	5.14	3.34	0.86		
	12:05	135	-29.27	2.37				1.000	2.37					
	12:20	150	-29.41	2.51				1.068	2.35			1060	0.00	
	12:35	165	-29.55	2.65				1.128	2.35			1017		
	12:50	180	-29.66	2.76		-27.55	0.01	1.200	2.30					
	13:05	195	-29.79	2.89				1.284	2.25					
	13:20	210	-29.91	3.01				1.338	2.25	8.56	5.57	1.12	1090	
	13:35	225	-30.04	3.14				1.414	2.22				1038	
	13:50	240	-30.15	3.25		-27.55	0.01	1.477	2.20					
	14:05	255	-30.27	3.37				1.546	2.18					
	14:20	270	-30.38	3.48				1.619	2.15					
14:35	285	-30.48	3.58				1.673	2.14						
14:50	300	-30.58	3.68		-27.58	0.04	1.728	2.13	11.85	7.70	1.24	1080	0.05	
15:05	315	-30.71	3.81				1.814	2.10	12.38	8.04	1.24	1080		
15:20	330	-30.76	3.86				1.883	2.05	12.90	8.38	1.26			
15:30	340	-30.75	3.85		-27.59	0.05	3.056	1.26	13.15					
														Arrêt du pompage: dénoyage de la pompe

B / Remontée essai P1

	Heure	Durée depuis l'arrêt du pompage	P3		P1			
			Niveau m/RP	Rabatte ment résiduel m	Niveau m/RP	Rabatte ment résiduel m	Volume rempli m3 m3	Débit de remplis- sage m3/h m3/h
21-mai	15:30	0	-27.59	0.05	-30.75	3.85		
	15:35	5			-30.71	3.81	0.062	0.74
	15:39	9			-30.65	3.75	0.092	1.38
	15:47	17			-30.55	3.65	0.154	1.15
	15:56	26			-30.45	3.55	0.154	1.03
	16:06	36			-30.35	3.45	0.154	0.92
	16:16	46			-30.25	3.35	0.154	0.92
	16:24	54			-30.15	3.25	0.154	1.15
	16:32	62	-27.60	0.06	-30.05	3.15	0.154	1.15
	16:40	70			-29.95	3.05	0.154	1.15
	16:48	78			-29.85	2.95	0.154	1.15
	16:57	87			-29.75	2.85	0.154	1.03
	17:01							
	17:16	106			-29.55	2.65	0.308	0.97
	17:26	116	-27.62	0.08	-29.45	2.55	0.154	0.92
	17:37	127			-29.35	2.45	0.154	0.84
	17:49	139			-29.25	2.35	0.154	0.77
	18:02	152			-29.15	2.25	0.154	0.71
	18:15	165			-29.05	2.15	0.154	0.71
	18:29	179	-27.63	0.09	-28.95	2.05	0.154	0.66
21:00	330	-27.63	0.09	-28.23	1.33	1.108	0.44	
22-mai Pompage P3	08:00	990	-27.63	0.09	-27.33	0.43	1.385	0.13
	09:10	1060			-27.30	0.40	0.046	0.04
	10:10	1120			-27.27	0.37	0.046	0.05
	11:10	1180			-27.26	0.36	0.015	0.02
	12:10	1240			-27.25	0.35	0.015	0.02
	13:10	1300			-27.24	0.34	0.015	0.02
	14:10	1360			-27.23	0.33	0.015	0.02
	15:10	1420			-27.23	0.33	0.000	0.00
Remontée P3	15:10	1420			-27.23	0.33		
	16:16	1486			-27.23	0.33		
	17:20	1550			-27.24	0.34		
	18:20	1610			-27.24	0.34		
	20:33	1743			-27.25	0.35		
23-mai	08:00	2430			-27.20	0.30		
	15:00	2850			-27.13	0.23		
	18:00	3030			-27.12	0.22		

Essai pompage puits P3 (ADOS) - Sinthiou Garba | 22/05/2014

A / Pompage

Date	Heure	P1			P3										Commentaires
		Durée de pompage	Niveau	Rabattement	Niveau	Rabattement	Rabattement spéc.	Débit	Débit spécifique	Volume cumulé extrait	Vidange théorique du puits sans apport nappe	Apport nappe	Cond. ADOS + cond. CERADS	Fer	
		min	m/RP	m	m/RP	m	m/m3/h	m3/h	m3/h/m	m3	m	m3/h	microS/cm	mg/l	
22-mai			-26.9		-27.54										Niveau statique d'origine le 21/05
	09:10	0	-27.30		-27.63	0.09		3.32							Niveau semi-statique influencé par pompage sur P3
	09:15	5			-27.74	0.20	0.081	2.48	12.40	0.22					
	09:20	10			-27.83	0.29	0.118	2.46	8.48						
	09:25	15			-27.92	0.38	0.156	2.44	6.42	0.615	0.40	0.12			RESUME
	09:30	20			-28.00	0.46	0.190	2.42	5.26						
	09:35	25			-28.08	0.54	0.224	2.41	4.46						Cote fond
	09:40	30			-28.16	0.62	0.258	2.40	3.87	1.23	0.80	0.55	1150	0.12	Hauteur d'eau totale
	09:45	35			-28.23	0.69	0.288	2.4	3.48				1137		33.200
	09:50	40			-28.31	0.77	0.321	2.4	3.12						Volume au ml (diam int 1.4m)=
	09:55	45			-28.38	0.84	0.350	2.4	2.86						1.539
	10:00	50			-28.44	0.90	0.377	2.39	2.66						Volume au ml (diam int 1.0m)=
	10:05	55			-28.50	0.96	0.402	2.39	2.49						0.785
	10:10	60	-27.27		-28.56	1.02	0.429	2.38	2.33	2.42	1.57	0.85			Volume total
	10:20	70			-28.66	1.12	0.475	2.36	2.11						50.102
	10:30	80			-28.77	1.23	0.523	2.35	1.91						Volume extrait
	10:40	90			-28.86	1.32	0.564	2.34	1.77				1150	0.11	15.300
	10:50	100			-28.95	1.41	0.605	2.33	1.65				1096		Débit moyen
	11:00	110			-29.05	1.51	0.651	2.32	1.54						Rabattement total en 6h
	11:10	120	-27.26		-29.13	1.59	0.685	2.32	1.46	4.76	3.09				3.400
	11:25	135			-29.24	1.70	0.739	2.3	1.35						Volume dénoyé
	11:40	150			-29.36	1.82	0.798	2.28	1.25				1170	0.00	5.231
11:55	165			-29.47	1.93	0.850	2.27	1.18				1077		Apport nappe=	
12:10	180	-27.25		-29.57	2.03	0.898	2.26	1.11	7.04	4.58	1.31			10.069	
12:20	190													Rabattement résiduel après 16h50 de remontée	
12:25	195			-29.68	2.14	0.748	2.86	1.34						0.240	
12:40	210			-29.81	2.27	0.788	2.88	1.27				1150	0.07	Dernière mesure avant légère réouverture de la vanne pour augmenter un peu le débit	
12:55	225			-29.93	2.39	0.830	2.88	1.21				1046		Nouvelle mesure de débit tout juste après réouverture de la vanne	
13:10	240	-27.24		-30.05	2.51	0.866	2.90	1.16	9.82	6.38	1.49			Très curieux, l'augm de Q ne se traduit pas par une augm du rabattement!	
13:25	255			-30.17	2.63	0.910	2.89	1.10							
13:40	270			-30.29	2.75	0.955	2.88	1.05				1130	0.00		
13:55	285			-30.41	2.87	1.000	2.87	1.00				1145			
14:13	303			-30.56	3.02	1.052	2.87	0.95	12.70	8.25	1.59				
14:25	315	-27.23		-30.64	3.10	1.095	2.87	0.93							
14:40	330			-30.76	3.22	1.138	2.83	0.88				1120			
14:55	345			-30.91	3.37	1.199	2.81	0.83				1094			
15:10	360	-27.23		-31.03	3.49	1.246	2.8	0.80	15.52	10.09	1.69				

B / Remontée essai P3

Date	Heure	Durée depuis l'arrêt du pompage	P1		P3			
			Niveau	Rabattement résiduel	Niveau	Rabattement résiduel	Volume rempli m3	Débit de remplissage m3/h
	15:10	0	-27.23		-31.03	-3.49		
	15:18	8			-30.90	-3.36	0.200	1.5001
	15:25	15			-30.80	-3.26	0.154	1.3188
	15:32	22			-30.70	-3.16	0.154	1.3188
	15:40	30			-30.60	-3.06	0.154	1.1539
	15:48	38			-30.50	-2.96	0.154	1.154
	15:57	47			-30.40	-2.86	0.154	1.0257
	16:06	56			-30.30	-2.76	0.154	1.0257
	16:16	66	-27.23		-30.20	-2.66	0.154	0.9232
	16:27	77			-30.10	-2.56	0.154	0.8392
	16:39	89			-30.00	-2.46	0.154	0.7693
	16:52	102			-29.90	-2.36	0.154	0.7101
	17:06	116			-29.80	-2.26	0.154	0.6594
	17:20	130	-27.24		-29.70	-2.16	0.154	0.6594
	17:34	144			-29.60	-2.06	0.154	0.6594
	17:49	159			-29.50	-1.96	0.154	0.6154
	18:04	174			-29.40	-1.86	0.154	0.6154
	18:20	190	-27.24		-29.30	-1.76	0.154	0.577
	20:33	323	-27.25		-28.70	-1.16	0.923	0.4165
23-mai	08:00	1010	-27.20		-27.78	-0.24	1.416	0.1236
	15:00	1430	-27.13		-27.65	-0.11	0.200	0.0286
	18:00	1610	-27.12		-27.64	-0.10	0.015	0.0051