



FORAGE D'EXPLORATION GEOTHERMIQUE A TAVERNY (95)

COMPLEMENT AU RAPPORT DE FIN D'OPERATIONS (DCE220083)

ESSAI DE POMPAGE LONGUE DUREE COMPLEMENTAIRE

DCE220149

QUALITE

Référence : DCE220149_IDEX_TAVERNY_COMPLEMENT_DOE

Rédacteur	Vérificateur
François FREMONT	Julien GASSER-DORADO

REVISION

Indice	Date	Chapitre concerné	Modification
V1	09/05/2022		

CLIENT

IDEX Croix Rouge Géothermie
148 – 152, Boulevard de la Reine
92 100 BOULOGNE-BILLANCOURT

DIFFUSION

IDEX Croix Rouge Géothermie : Delphine DURIEUX, Stéphane AUFFRET, Yanis-Alexis HIRIDJEE, Clémentine JAFFRE & Larbi FASSI

CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ

Toute interprétation, recherche, analyse, données, résultats, estimations ou recommandation fournis avec les études, services ou autrement communiqués par Geofluid au client à tout moment en relation avec les services procèdent d'opinions basées sur des déductions de mesures, de relations empiriques et/ou des hypothèses, lesquelles déductions, relations empiriques et/ou hypothèses ne sont ni infaillibles, ni exemptes de différences d'interprétation de la part des professionnels du secteur. Par conséquent, Geofluid ne peut ni ne garantit l'exactitude, la justesse ou l'exhaustivité d'une telle interprétation, recherche, analyse, données, résultats, estimations ou recommandation. Le client reconnaît qu'il accepte les services "en l'état", que Geofluid ne fait aucune représentation ou garantie, expresse ou implicite, d'aucune sorte ou description à cet égard. Plus précisément, le client reconnaît que Geofluid ne garantit pas que l'interprétation, la recherche, l'analyse, les données, les résultats, les estimations ou les recommandations conviennent à un usage particulier, y compris, mais sans s'y limiter, la conformité à toute demande gouvernementale ou exigence réglementaire. Le client reconnaît également que ces services s'entendent au sens qu'ils sont produits avec la compréhension et l'accord explicites que toute action entreprise sur la base des services reçus le sera à ses propres risques et responsabilités et qu'aucune réclamation ne pourra être engagée contre Geofluid en conséquence.

SYNTHÈSE

IDEX Croix Rouge Géothermie avait pour projet de compléter l'actuelle chaufferie avec une boucle géothermale sur nappe, visant l'aquifère des Sables de Cuise. Toutefois, au vu des fortes incertitudes qui pesaient sur les caractéristiques pétrophysiques de l'aquifère yprésien au droit de Taverny, il a été décidé de procéder dans un premier temps à la réalisation d'un forage d'exploration (GTA1), afin de reconnaître précisément le potentiel géothermique de la nappe.

L'ensemble des informations relatives à la réalisation de ce forage d'exploration est consigné dans le rapport DCE220083. La conclusion mentionnait que les performances de l'ouvrage étaient faibles, avec un débit d'exploitation envisageable sur le long terme de l'ordre de 21,5 m³/h.

Ce document a été transmis à la SAF-Environnement, dans le cadre de l'assurance AQUAPAC. En retour, afin de qualifier le type de sinistre, la SAF-Environnement a exigé de réaliser un pompage longue durée complémentaire de 72h à 35 m³/h.

Le présent document constitue ainsi un complément au rapport de fin d'opérations DCE220083, complément dans lequel est interprété l'essai longue durée complémentaire qui s'est tenu du 22/04/22 au 29/04/22.

L'essai longue durée complémentaire a confirmé que les performances de l'ouvrage étaient faibles, avec un indice de productivité de l'ordre de 1,3 m³/h/m. Il amène à la même conclusion que les précédents essais, à savoir que le débit maximal d'exploitation du puits d'exploration de Taverny envisageable sur le long terme est de l'ordre de 24 m³/h, avec un fort risque de dégradation de ses performances dans le temps.

SOMMAIRE

1. Objet.....	7
2. Parties prenantes au projet.....	8
2.1. Maitrise d’ouvrage (MOA).....	8
2.2. Maitrise d’œuvre (MOE).....	8
2.3. Entreprise de forage.....	8
3. Localisation des travaux	9
4. Coupe technique de l’ouvrage	10
5. Résumé chronologique des opérations.....	11
6. Interprétation de l’essai de pompage longue durée complémentaire	11
6.1. Essai de longue durée déjà réalisé	11
6.2. Méthodologie d’interprétation	11
6.3. Déroulement de l’essai longue durée	12
6.4. Interprétation de l’essai longue durée.....	12
7. Conclusion : débit d’exploitation envisageable – Apport de l’essai de pompage longue durée complémentaire	15
8. Annexes	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé chronologique des opérations.....	11
--	----

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du forage d’exploration GTA1	9
Figure 2 : Localisation du forage d’exploration GTA1	9
Figure 3 : Coupe technique réelle du puits d’exploration de Taverny	10
Figure 4 : Suivi du niveau dynamique et du débit au cours de l’essai longue durée complémentaire. 13	
Figure 5 : Analyse de la remontée du niveau par la méthode de MDH (représentation logarithmique)	14

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Bordereaux de suivi de pompage (SANFOR)	16
--	----

1. OBJET

IDEX Croix Rouge Géothermie a été désigné adjudicataire de la Délégation de Service Public (DSP) du réseau de chaleur de la ZAC de la Croix Rouge, située dans la ville de Taverny, celle-ci ayant été renouvelée en 2021.

Dans ce cadre, IDEX Croix Rouge Géothermie avait pour projet de compléter l'actuelle chaufferie avec une boucle géothermale sur nappe, visant l'aquifère des Sables de Cuise. Toutefois, au vu des fortes incertitudes qui pesaient sur les caractéristiques pétrophysiques de l'aquifère yprésien au droit de Taverny, il a été décidé de procéder dans un premier temps à la réalisation d'un forage d'exploration (GTA1), afin de reconnaître précisément le potentiel géothermique de la nappe.

L'ensemble des informations relatives à la réalisation de ce forage d'exploration est consigné dans le rapport DCE220083. La conclusion mentionnait que les performances de l'ouvrage étaient faibles, avec un débit d'exploitation envisageable sur le long terme de l'ordre de 21,5 m³/h.

Ce document a été transmis à la SAF-Environnement, dans le cadre de l'assurance AQUAPAC. En retour, afin de qualifier le type de sinistre, la SAF-Environnement a exigé de réaliser un pompage longue durée complémentaire de 72h à 35 m³/h.

Le présent document constitue ainsi un complément au rapport de fin d'opérations DCE220083, complément dans lequel est interprété l'essai longue durée complémentaire qui s'est tenu du 22/04/22 au 29/04/22.

2. PARTIES PRENANTES AU PROJET

2.1. Maitrise d'ouvrage (MOA)

IDEX Croix Rouge Géothermie

148-152 route de la Reine
92100 Boulogne-Billancourt

Représentant MOA :

- **Mme Delphine DURIEUX**
Directeur de Projets – AMO
delphine.durieux@idex.fr
06 25 05 04 46

2.2. Maitrise d'œuvre (MOE)

GEOFLUID

165, rue de la Belle Etoile
BP 57072
95 947 Roissy CDG Cedex

Représentants MOE :

- **M. Julien GASSER-DORADO**
Ingénieur Etudes
julien.gasserdorado@geofluid.fr
06 28 62 69 66
- **M. François FREMONT**
Ingénieur des opérations
francois.fremont@geofluid.fr
06 28 62 68 41
- **M. Miklos ANTICS**
Directeur exécutif
m.antics@geoproduction.fr
06 28 62 29 17

2.3. Entreprise de forage

SANFOR

8, rue Jean Cocteau
77340 Pontault-Combault

Représentant Entreprise de forage :

- **M. Gérard Sancier**
Directeur
gerald.sancier@sanfor.fr
01 64 43 98 97

3. LOCALISATION DES TRAVAUX

Le forage d'exploration a été réalisé au bout de la rue de Montmorency, à Taverny (Figure 1 et Figure 2).



Figure 1 : Localisation du forage d'exploration GTA1



Figure 2 : Localisation du forage d'exploration GTA1

4. COUPE TECHNIQUE DE L'OUVRAGE

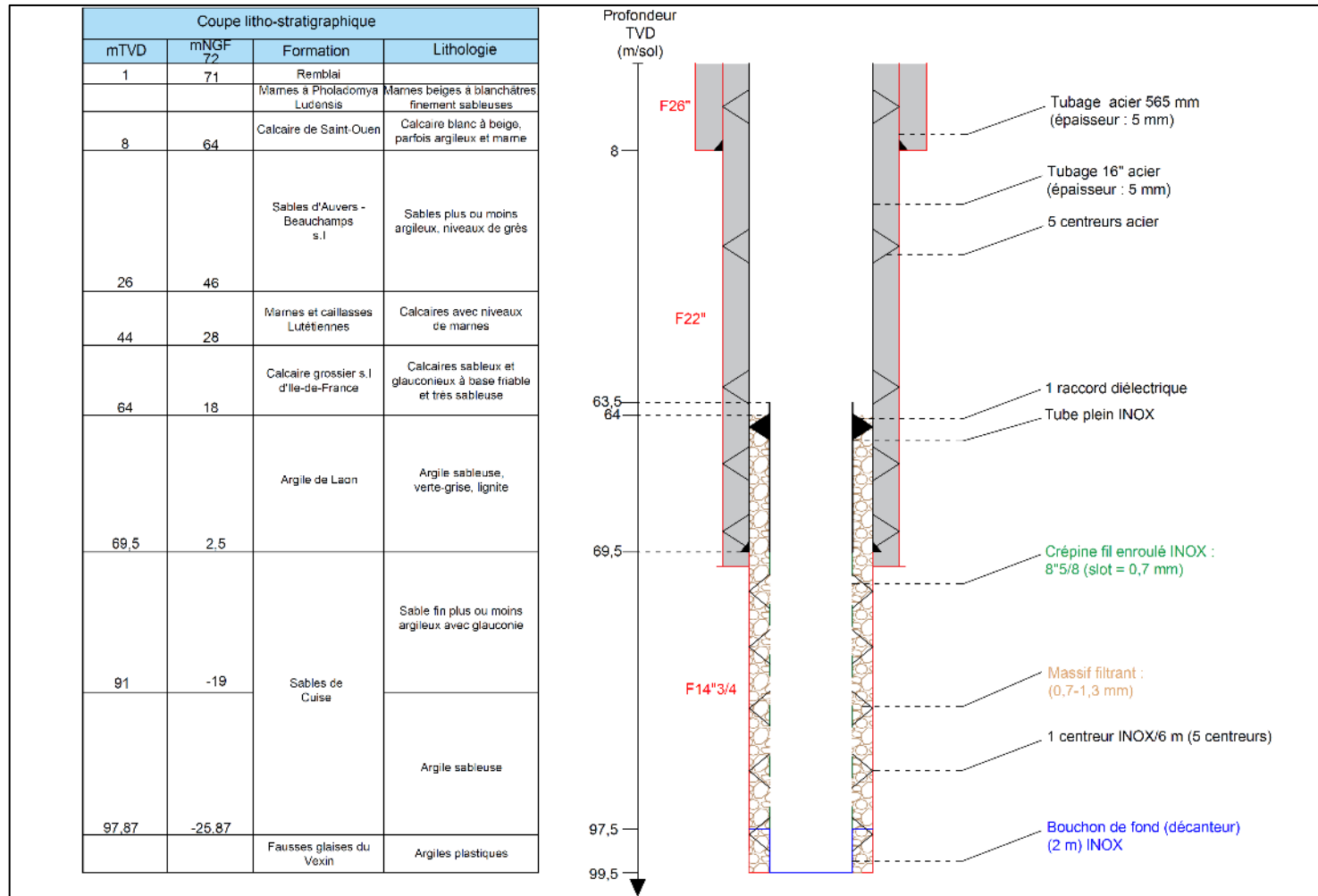


Figure 3 : Coupe technique réelle du puits d'exploration de Taverny

5. RESUME CHRONOLOGIQUE DES OPERATIONS

L'ensemble des opérations est résumé dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Résumé chronologique des opérations

Dates	Opération
22/04/22	Descente de la pompe dans le forage
Du 25/04/22 (8h00) au 28/04/22 (8h00)	Pompage longue durée à environ 35 m ³ /h, pendant 72h
28/04/22	Suivi de la remontée du niveau (à débit nul), pendant 12h
29/04/22	Remontée de la pompe

6. INTERPRETATION DE L'ESSAI DE POMPAGE LONGUE DUREE COMPLEMENTAIRE

6.1. Essai de longue durée déjà réalisé

L'essai longue durée réalisé à l'issue des forages, entre le 14/02/22 et le 15/02/22, en continu pendant 24h à un débit de 20,5 m³/h, avait permis d'estimer l'indice de productivité du puits GTA1 à ce débit à 1,4 m³/h/m. Au début des essais, le niveau statique était à 34,2 m/sol avec un rabattement observé au bout de 24h de 14,6 m. Le niveau dynamique observé à 48,8 m/sol était pseudo-stabilisé.

Cet essai avait également permis d'estimer la transmissivité du réservoir, évaluée entre 1,3 et 1,4 m²/s pour une épaisseur productrice réservoir évaluée à 1,5 m.

La SAF a souhaité réaliser un nouvel essai longue durée afin d'évaluer le rabattement du puits à un débit plus élevé, soit 35 m³/h, pendant 72h.

6.2. Méthodologie d'interprétation

Cet essai permet d'évaluer la transmissivité du réservoir, au moyen de la méthode de Miller-Dye-Hutchinson (MDH), sur la courbe de remontée des niveaux, obtenue après l'arrêt du pompage.

Cette méthode est l'interprétation du graphique :

$$\Delta H = \log(t')$$

La détermination de la pente Δh , pour un cycle logarithmique, permet d'établir la transmissivité hydraulique par la relation suivante :

$$T = \frac{2,3}{4\pi} \frac{Q}{\Delta h}$$

6.3. Déroulement de l'essai longue durée

L'essai longue durée a été réalisé du 25/04/22 au 28/04/22, en continu pendant 72h. Le suivi du niveau dynamique et du débit est présenté en **Figure 4**. Le débit a été fixé à environ 35 m³/h (moyenne = 33,9 m³/h).

Au bout de 72h, le niveau dynamique du puits est pseudo-stabilisé à 61,11 m/repère, soit un rabattement de 26,5 m. L'indice de productivité correspondant est de 1,3 m³/h/m.

La courbe logarithmique de la remontée du niveau suite à l'arrêt du pompage est présentée en **Figure 5**.

Au début des essais, le niveau statique était à 34,58 m/repère. A noter que les cotes sont données par rapport à un repère situé à 0,60 m du sol.

6.4. Interprétation de l'essai longue durée

L'équation précédemment exposée permet, par lecture graphique, d'établir la transmissivité de l'aquifère ($T = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$).

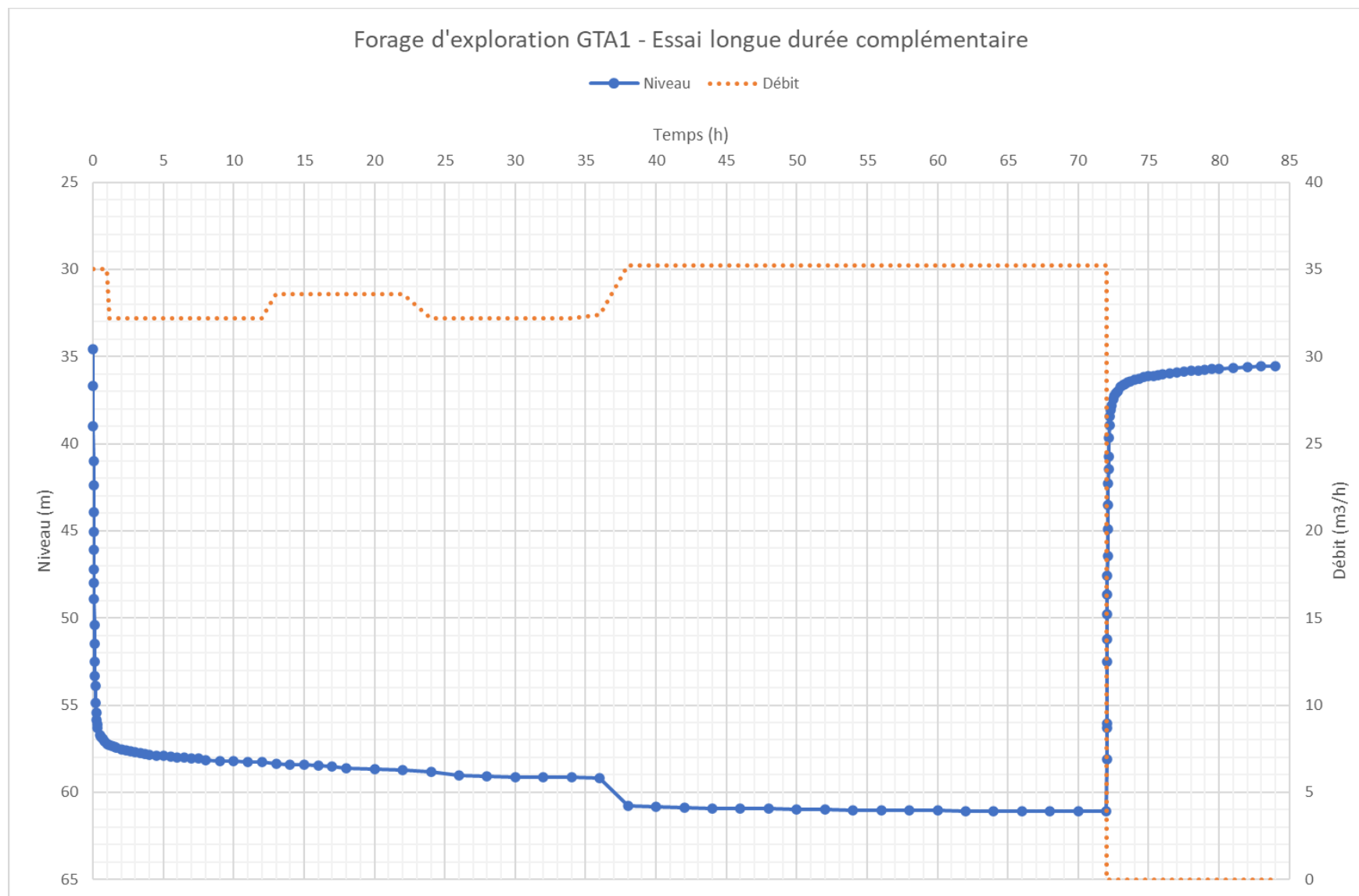


Figure 4 : Suivi du niveau dynamique et du débit au cours de l'essai longue durée complémentaire

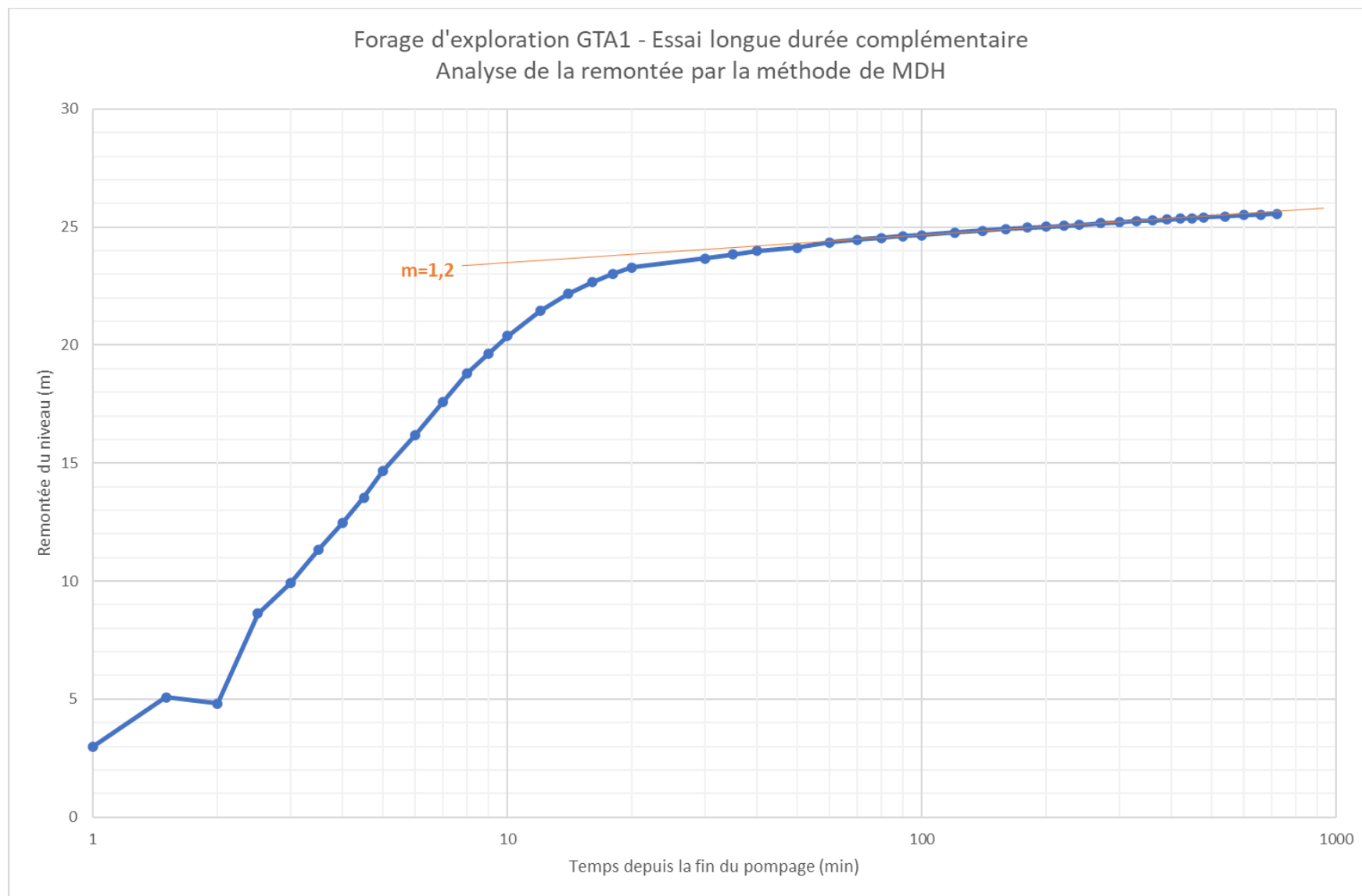


Figure 5 : Analyse de la remontée du niveau par la méthode de MDH (représentation logarithmique)

7. CONCLUSION : DEBIT D'EXPLOITATION ENVISAGEABLE – APPORT DE L'ESSAI DE POMPAGE LONGUE DUREE COMPLEMENTAIRE

L'essai longue durée complémentaire a confirmé que les performances de l'ouvrage étaient faibles, avec un indice de productivité de l'ordre de $1,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

Ainsi, en reprenant les hypothèses du rapport de fin d'opérations DCE220083 :

- La pompe de production est placée le plus bas possible dans la partie tubée du forage, c'est-à-dire à 69,5 m/sol, l'aspiration est donc à 68 m/sol ;
- Une marge de sécurité de 3 m est gardée au-dessus de l'aspiration de la pompe ;
- Le niveau statique est à 34,3 m/sol ;

Le rabattement maximal admissible est théoriquement de 30,7 m. En considérant un indice de productivité de $1,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, alors le débit maximal d'exploitation serait de $40 \text{ m}^3/\text{h}$.

Néanmoins, les mises en gardes faites dans le rapport DCE220083 restent valables, et on rappellera donc que :

- L'indice de productivité est surestimé, le niveau dynamique n'étant pas parfaitement stabilisé à la fin de l'essai longue durée complémentaire. Ainsi, le débit maximal mentionné ci-dessus est lui aussi surestimé ;
- Cette estimation ne prend pas en compte l'inévitable dégradation de l'ouvrage (augmentation de la rugosité du cuvelage induisant des pertes de charges plus importantes et dégradation du proche puits) ;
- D'ailleurs, le micro-moulinet a montré que le réservoir ne comportait qu'un seul niveau producteur, d'épaisseur réduite (1,5 m), de surcroît en position haute. Une telle configuration entraînera inéluctablement une dégradation rapide des performances globales de l'ouvrage, en comparaison d'un réservoir avec plusieurs niveaux producteurs répartis le long de la colonne captante ;
- Enfin, il est admis que la vitesse d'entrée de l'eau dans les crépines ne doit pas dépasser 3 cm/s, sous peine de créer des désordres tels que la déstabilisation du massif de gravier. Avec un seul niveau producteur de 1,5 m, la vitesse de 3 cm/s est atteinte pour un débit de $24 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ainsi, le débit maximal d'exploitation envisageable atteindrait tout au plus $24 \text{ m}^3/\text{h}$ en supposant que les performances de l'ouvrage ne se dégradent pas rapidement dans le temps, hypothèse qui reste forte dans la mesure où l'on connaît l'épaisseur réduite du seul niveau producteur (1,5 m), et sa localisation en position haute de la colonne captante qui accentue les risques de dégradation du réservoir.

L'essai longue durée complémentaire amène à la même conclusion que les précédents essais de fin de forage, à savoir que le débit maximal d'exploitation du puits d'exploration de Taverny envisageable sur le long terme est de l'ordre de $24 \text{ m}^3/\text{h}$.

8. ANNEXES

Annexe 1 : Bordereaux de suivi de pompage (SANFOR)



POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE F3 - DESCENTE

Lieu : Rue de Montmorency - 95 Taverny
Client : IDEX

BET Géothermie : GEOFLUID

Niveau Statique F3 : 34,58 m
Repère F3 : 0,60m/sol

Date	H/Départ	Temps			F3		Observations
		Heures	Minutes	Secondes	Niv.Dyn.	Débit	Index début
25/04/22	8h00			30	36,7	35 m³/h	33216,4 m³
			1		39,01		
			1	30	40,99		
			2		42,39		
			2	30	43,91		
			3		45,08		
			3	30	46,11		
			4		47,21		
			4	30	48,01		
			5		48,91		
			6		50,40		
			7		51,49		
			8		52,51		T = 13,06°
			9		53,32		
			10		53,91		
			12		54,88		
			14		55,42		
			16		55,83		
			18		56,10		
			20		56,30		
			30		56,73		
			35		56,84		
			40		56,95		
			50		57,06		
		1	0		57,21		
		1	10		57,26	32,20 m³/h	
		1	20		57,33		
		1	30		57,40		
		1	40		57,46		
		2	0		57,54		
		2	20		57,60		
		2	40		57,67		
		3	0		57,72		
		3	20		57,76		
		3	40		57,80		
		4	0		57,83		
		4	30		57,88		
		5	0		57,91		
		5	30		57,97		
		6	0		57,99		
		6	30		58,02		
		7	0		58,04		
		7	30		58,07		
		8	0		58,14		
		9	0		58,21		
		10	0		58,23		
		11	0		58,26		
		12	0		58,28		
		13	0		58,36	33,60 m³/h	

1



BET Géothermie : GEOFLUID

[illegible]



POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE F3 - REMONTEE

Lieu : Rue de Montmorency - 95 Taverny
Client : IDEX

BET Géothermie : GEOFLUID

Niveau Statique F3 : 34,58 m
Repère F3 : 0,60m/sol

Date	H/Départ	Temps			F3		Observations
		Heures	Minutes	Secondes			
28/04/22	8h00						
			1		58,11		
			1	30	56,03		
			2		56,30		
			2	30	52,49		
			3		51,20		
			3	30	49,80		
			4		48,65		
			4	30	47,57		
			5		46,45		
			6		44,91		
			7		43,51		
			8		42,30		
			9		41,48		
			10		40,73		
			12		39,66		
			14		38,94		
			16		38,44		
			18		38,08		
			20		37,82		
			30		37,44		
			35		37,27		
			40		37,11		
			50		36,98		
		1	0		36,75		
		1	10		36,65		
		1	20		36,56		
		1	30		36,50		
		1	40		36,45		
		2	0		36,34		
		2	20		36,26		
		2	40		36,19		
		3	0		36,14		
		3	20		36,10		
		3	40		36,05		
		4	0		36,01		
		4	30		35,95		
		5	0		35,91		
		5	30		35,85		
		6	0		35,82		
		6	30		35,80		
		7	0		35,76		
		7	30		35,73		
		8	0		35,70		
		9	0		35,66		
		10	0		35,61		
		11	0		35,58		
		12	0		35,54		
29/04/22	7h30				34,58		